



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mikko Leskinen

---

## **P1-rakentamisen haasteet**

Opinnäytetyö

Kevät 2023

Insinööri (ylempi AMK), Rakentaminen



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (ylempi AMK), Rakentaminen

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka, tuotanto

Tekijä: Mikko Leskinen

Työn nimi: P1-rakentamisen haasteet

Ohjaaja: Olli Isopahkala

Vuosi: 2023

Sivumäärä: 113

Liitteiden lukumäärä: 1

---

Toteuttamalla rakennushankkeet rakennustöiden puhtausluokituksen P1 mukaisesti varmistetaan valmiin rakennuksen hyvä sisäilmasto sekä sisäilman laatu. P1-rakentamisen tavoitteena on, että kohteen vastaanottovaiheessa rakennuksen tilat ovat puhtaat ja heti käyttöönottavissa, eikä rakennuksen käytön aikana sisäilmaan pääse rakentamisen aikaisia epäpuhtauksia. P1-rakentamisessa korostuu puhtauden- ja pölynhallinnan tärkeys. P1-rakennustyömailla on havaittu epäjohtonmukaisuuksia ja puutteita puhtauden- ja pölynhallinnan osalta, ja ne ovat johtaneet rakennushankkeiden valmistumisen viivästymiseen. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ne tekijät, jotka vaikuttavat aikataulujen venymiseen P1-hankkeissa.

Tämä tutkimus toteutettiin toimeksiantona PTT Consult -yritykselle. Tutkimus sisältää elementtejä laadullisen ja määrällisen tutkimuksen menetelmistä. Tutkimus pohjautui aihepiirin kirjallisuuden ja lähteiden tutkimukseen sekä kyselyn tutkimusaineistoon. Kyselylomake lähetettiin henkilöille, joilla oli aikaisempaa kokemusta P1-rakentamisesta. Kyselyllä pyrittiin selvittämään vastaajien kokemuksia, mielipiteitä ja tietoutta rakennustöiden puhtausluokituksen P1 eri osa-alueista ja haasteista. Kyselytutkimuksen tuloksia analysoitiin kokonaisuutena ja vastausryhmittäin.

Tutkimuksella saatiin vahvistettua työmailla havaittuja asioita. Kyselytutkimuksen tulosten perusteella pölyn terveyshaitat, P1-rakentamisen vaatimukset ja tavoitteet tiedetään ja tunnetaan, mutta asenteet puhtauden- ja pölynhallintaa kohtaan ovat puutteelliset. Toiseksi merkittäväksi ongelmakohtaksi koettiin aikataulujen tiukkuus. Tutkimuksesta saatua lisätietoa voidaan hyödyntää myöhemmin järjestettävissä P1-koulutuksissa ja P1-tavoitteiden määrittelyissä.

<sup>1</sup> Asiasanat: aikataulut, asennemuutos, P1-rakentaminen, puhtaudenhallinta, pölynhallinta, sisäilma, sisäilmasto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Degree programme: Master's Degree Programme in Construction

Specialisation: Building Construction

Author: Mikko Leskinen

Title of thesis: The challenges of P1-construction

Supervisor: Olli Isopahkala

Year: 2023

Number of pages: 113

Number of appendices: 1

---

By implementing construction projects in accordance with the P1-cleanliness classification of construction works, good indoor climate and indoor air quality of a completed building will be ensured. The aim of the P1-construction is to ensure that the premises of the building are clean and immediately available at the reception stage of the completed construction project, and that during the use of the building there are no contaminants in indoor air from the construction stage. The importance of cleanliness and dust management is emphasised in the P1-construction. Incoherences and shortcomings have been identified at P1-construction sites in terms of cleanliness and dust management, which have led to delays in the completion of construction projects. The aim of this study was to identify the factors that contribute to the extension of timescales in P1 projects.

The thesis was carried out as a mandate for PTT Consult. The study contains elements of qualitative and quantitative research methods. The study was based on the research of literature and sources in the topic and the research material from the survey. The questionnaire was sent to people with previous experience in P1-projects. The survey sought to clarify the experiences, opinions and awareness of the different aspects and challenges of the P1 cleanliness classification of construction works. The results of the survey were analysed as a whole and by group of responses.

The study confirmed the findings at the construction sites. Based on the results of the survey, the health damage of dust, the requirements, and objectives of P1 construction are known, but the attitudes towards cleanliness and dust management are inadequate. The second important problem was the tight timetables. Further information from the study can be used in subsequent P1-courses and in defining of the P1-objectives.

<sup>1</sup> Keywords: attitude, cleanliness management, dust management, indoor air, indoor climate, timetable

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo .....	7
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	11
1 JOHDANTO .....	15
1.1 Tutkimuksen tausta .....	15
1.2 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite .....	15
1.3 Tutkimusongelma .....	16
1.4 Tutkimusmenetelmä .....	17
2 RAKENNA PÖLYTTÖMÄSTI NIIN ON HELPOMPI HENGITTÄÄ.....	18
2.1 Lainsäädäntö, asetukset ja ohjeet .....	18
2.2 Ilman epäpuhtaudet.....	20
2.3 Mitä rakennuspöly on? .....	24
2.3.1 Kvartsi-, betoni- ja sementtipöly .....	25
2.3.2 Puupöly .....	28
2.3.3 Eristevillapöly .....	31
2.3.4 Maalipöly .....	32
2.4 Korjausrakentamisen pölytyyppejä.....	32
2.4.1 Asbesti .....	33
2.4.2 Kivihilipiki.....	33
2.4.3 Lyijy.....	34
2.4.4 PCB .....	34
2.5 Sisäilmastoluokitus ja sen käyttö.....	35
2.6 Rakennustöiden puhtausluokitus P1 .....	38
2.6.1 Tavoitteet .....	38
2.6.2 Vaatimukset .....	39
2.6.3 P1-rakentamisen toteutusohjeet .....	39
2.6.4 P1-rakentamisen vaiheet .....	45
2.6.5 Vastuut ja roolit P1-rakentamisessa.....	46

3	PÖLYTTÖMYYS RAKENNUSTYÖMAALLA.....	49
3.1	Pölynhallinta on osa laatujohtamista .....	49
3.2	Pölynhallintaprosessi.....	50
3.3	Puhtaudenhallinta- ja pölyntorjuntasuunnitelma .....	50
3.4	Pölyntorjunnan tavoitteet.....	52
3.5	Pölyntorjunnan periaatteet ja menetelmät .....	53
3.5.1	Vaihtoehtoiset työmenetelmät.....	54
3.5.2	Kohdepoisto .....	55
3.5.3	Märät menetelmät .....	56
3.5.4	Yleisilmanvaihto ja ilmanpuhdistajat .....	57
3.5.5	Osastointi ja alipaineistus .....	58
3.5.6	Siivous .....	61
3.5.7	Työntekijöiden opastaminen ja kouluttaminen .....	61
3.5.8	Henkilösuojaimet.....	61
3.6	Rakennussiivous .....	67
3.6.1	Kaksivaiheinen loppusiivous .....	67
3.6.2	Vaihe 1 - Loppusiivous ennen ilmanvaihtolaitteiston toimintakoetta .....	68
3.6.3	Vaihe 2 – Loppusiivous ennen kohteen luovutusta .....	68
3.7	Aikataulutus ja puhtaudenhallinta.....	69
3.8	Puhtaudenhallinnan ja pölyntorjunnan valvonta rakennustyömaalla .....	69
4	KYSELYTUTKIMUS .....	73
4.1	Tutkimuksen tilaaja.....	73
4.2	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite .....	74
4.3	Tutkimusmenetelmä .....	75
4.4	Tutkimuskysymykset .....	75
5	Kyselytutkimuksen tulokset .....	78
5.1	Kyselytutkimuksen vastausten analysointi .....	78
5.1.1	Lähtötiedot .....	78
5.1.2	Mielipiteet ja kokemukset P1-rakentamisen eri osa-alueista.....	80
5.1.3	Kysymykset aikatauluista.....	94
5.1.4	Vapaa sana.....	100
6	POHDINTA.....	102

6.1	Tutkimusongelman yhteenveto.....	102
6.2	Tutkimustulosten yhteenveto.....	103
6.3	Aikaisemmin julkaistut ja käynnissä olevat tutkimukset rakennuspölystä .....	104
6.4	Tutkimuksen luotettavuuden arviointi .....	104
6.5	Johtopäätökset.....	106
6.6	Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimusehdotukset.....	107
LÄHTEET .....		108
LIITTEET .....		113

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Sekalaista tavaraa. ....	40
Kuva 2. Materiaalien siirtelyssä hyödynnetty ostoskärryjä. ....	41
Kuva 3. Kanavien päät tulpattu, mutta ulkopinta on suojaamatta. ....	42
Kuva 4. Jätteiden lajittelua. ....	43
Kuva 5. Epämääräisiä tavarakasoja pölyn peitossa. ....	44
Kuva 6. Kohdepoistolla varustettu piikkausvasara. ....	45
Kuva 7. Pullman Ermator A1000 ilmanpuhdistaja / alipaineistaja ....	56
Kuva 8. Nostettu ilmanpuhdistaja. ....	58
Kuva 9. Valokuva osastoinnista. ....	60
Kuva 10. Epäonnistunut osastointi. ....	60
Kuva 11. Uloshengitysventtiilillä varustettu neljännesnaamari. ....	63
Kuva 12. Puolinaamari. ....	63
Kuva 13. Kokonaamari. ....	64
Kuva 14. Moottoroitu hengityksensuojain. ....	64
Kuva 15. Paineilma kokonaamari. ....	65
Kuva 16. Partikkelilaskuri. ....	70
Kuva 17. Pintapölymittauslaite BM DustDetector. ....	71
Kuvio 1. Pölyhiukkasten koko ja havaittavuus. ....	22
Kuvio 2. Pölyhiukkasten kulkeutuminen hengityselimiin. ....	23

Kuvio 3. Pölyhiukkasten laskeutumisnopeus. ....	24
Kuvio 4. Altistuminen kvartsipölylle vuosina 2004–2015.....	27
Kuvio 5. Kvartsipölylle altistuminen ammattiryhmittäin.....	28
Kuvio 6. Puupölylle altistuneet. ....	30
Kuvio 7. Puupölylle altistuneet ammattiryhmittäin.....	31
Kuvio 8: Sisäilmaluokituksen rakenne. ....	37
Kuvio 9. Laatuprosessi.....	49
Kuvio 10. Pölynhallintaprosessi. ....	50
Kuvio 11. Pölyntorjunnan tavoitteet. ....	53
Kuvio 12. Pölyntorjunnan pääperiaatteet. ....	54
Kuvio 13. PTT Consultin tarjoamat palvelut. ....	73
Kuvio 14. Olen työskennellyt rakennusalalla.....	79
Kuvio 15. Työkokemus rakennusalalta vastausryhmittäin.....	79
Kuvio 16. Vastaajien käyttämät pölyntorjuntamenetelmät.....	87
Kuvio 17. Käytetyt pölyntorjuntamenetelmät vastausryhmittäin. ....	88
Kuvio 18. Vastaajien havaitsemat puutteet päätoteuttajan P1-osaamisessa. ....	90
Kuvio 19. Vastausryhmien havaitsemat puutteet päätoteuttajan P1-osaamisessa. ....	91
Kuvio 20. Aikataulut tulisi tarkistaa sisävalmistusvaiheessa. ....	95
Kuvio 21. Aikataulujen tarkistus sisävalmistusvaiheessa vastausryhmittäin. ....	96
Kuvio 22. Aikataulujen tarkistus toimintakoevaihetta valmistelevien töiden aikaan.....	96
Kuvio 23. Aikataulujen tarkistus toimintakoevaihetta valmistelevien töiden aikaan vastausryhmittäin.....	97

Kuvio 24. Aikataulut tulisi tarkistaa IV-järjestelmän toimintakoevaiheessa. ....	97
Kuvio 25. Aikataulujen tarkistus toimintakoevaiheessa vastausryhmittäin. ....	98
Kuvio 26. Aikataulujen tarkistus itselleluovutusvaiheessa.....	98
Kuvio 27. Aikataulujen tarkistus itselleluovutusvaiheessa vastausryhmittäin.....	99
Taulukko 1. Kiteisen piidioksidin pitoisuuksia yleisissä materiaaleissa.....	26
Taulukko 2. Suodattimien luokittelu. ....	65
Taulukko 3. Henkilösuodattimien suojauskertoimia. ....	66
Taulukko 4 Pölykertymien sallitut enimmäistasot puhtausluokassa P1. ....	72
Taulukko 5. Taulukkomuotoinen kyselylomake.....	77
Taulukko 6. Mikä on toimenkuvani työmaalla? .....	78
Taulukko 7. Mielestäni pölyjen syöpävaarallisuus on ylimitoitettu asia. ....	80
Taulukko 8. Mielenpitoet pölyjen syöpävaarallisuudesta vastausryhmittäin.....	80
Taulukko 9. Kuinka hyvin kaikki vastaajat tietävät mitä asetukset ja lainsäädäntö määräävät työpaikalla esiintyvistä pölystä. ....	81
Taulukko 10. Lait ja asetukset tiedetään vastausryhmittäin.....	81
Taulukko 11. Kaikkien vastanneiden mielipide P1-koulutuksen hyödyistä.....	82
Taulukko 12. Mielenpitoet P1-koulutuksen hyödyistä omassa työssä vastausryhmittäin.....	82
Taulukko 13. Vastaajien mielipide työmaan pölyntorjunnan tärkeydestä.....	83
Taulukko 14. Mielenpitoet pölyntorjunnan tärkeydestä vastausryhmittäin. ....	83
Taulukko 15. Kuinka hyvin vastaajat hallitsevat P1-rakentamisen vaatimukset.....	83
Taulukko 16. P1-rakentamisen vaatimukset hallitaan vastausryhmittäin. ....	83

Taulukko 17. Kuinka hyvin vastaajat hallitsevat P1-rakentamisen eri vaiheet. ....	84
Taulukko 18. P1-rakentamisen eri vaiheet hallitaan vastausryhmittäin.....	84
Taulukko 19. Vastaajien mielipide P1-rakentamisen kustannustehokkuudesta .....	85
Taulukko 20. Mielipide P1-rakentamisen kustannustehokkuudesta vastausryhmittäin.....	85
Taulukko 21. Vastaajien mielipiteet P1-rakentamisen toimintavoista.....	86
Taulukko 22. Mielipide P1-rakentamisen toimintatapojen helppoudesta vastausryhmittäin...	86
Taulukko 23. Pää toteuttajat ovat onnistuneet P1-rakentamisessa vastaajien mielestä seuraavasti. ....	89
Taulukko 24. Mielipide päätoteuttajan onnistumisessa P1-rakentamisessa vastausryhmittäin.....	89
Taulukko 25. Vastaajien mielipide aliurakoitsijoiden osallistumisesta aikataulujen laadintaan. ....	94
Taulukko 26. Mielipiteet aliurakoitsijoiden osallistumisesta aikataulujen laadintaan vastausryhmittäin.....	94

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Alipaineistaja</b>	Laite, joka imee ilmaa korjattavasta, eristetyistä tai osastoidusta tilasta ja puhalttaa sen suodatettuna toiseen tilaan tai ulkoilmaan, jolloin tilaan muodostuu alipaine viereisiin tiloihin verrattuna.
<b>Alipaineistus</b>	Rakentamisessa käytetty menetelmä, jossa rakennuksen tilan painetta alennetaan koneellisesti alipaineistajalla. Tarkoituksena on estää pölyn leviäminen tilan ulkopuolelle.
<b>Alveolijakeinen pöly</b>	Erittäin hienojakoisista hiukkasista (<5 µm) koostuva pöly, joka pääsee kulkeutumaan hengityselimissä keuhkorakkuloihin eli alveoleihin saakka. Keuhkorakkuloissa tapahtuu keuhkojen kaasujen vaihto.
<b>ASA-rekisteri</b>	Työterveyslaitoksen ylläpitämä rekisteri, johon tallennetaan työpäällä syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille altistuneet työntekijät. Rekisteri perustuu lakiin (452/2020).
<b>Geeliteippimenetelmä</b>	Pintojen pölykertymien mittaamiseen tarkoitettu menetelmä. Mittauksessa käytetään geeliteippejä, jotka läpivalaistaan laseroptisella mittauslaitteella ennen näytteenottoa ja näytteenoton jälkeen. Valonläpäisevyyden aleneman mukaan laite ilmoittaa, kuinka suuri osa geeliteipin pinnasta oli pölyn tai lian peitossa.
<b>Hengittyvä jae</b>	Kooltaan 10–100 µm olevat pölyhiukkaset, joita hengitetään suun ja nenän kautta. Ilman epäpuhtauksien raja-arvot asetetaan yleensä hengittyvälle jakeelle.
<b>HEPA-suodatin</b>	Ilmasuodatintyyppi. HEPA-suodattimissa on korkea erotteluaste. HEPA on lyhenne sanoista High Efficiency Particulate Air filter.
<b>HTP-arvo</b>	Haitalliseksi tunnettu pitoisuus (HTP). Pienin hengitysilman epäpuhtauksien pitoisuus, jonka arvioidaan vahingoittavan työntekijän terveyttä. HTP-arvon määrittää sosiaali- ja terveysministeriö. HTP-arvot ilmoitetaan 8 tunnin (HTP <sub>8h</sub> ), 15 minuutin (HTP <sub>15min</sub> ) tai hetkelliselle pitoisuudelle. HTP-arvo ilmoitetaan yleensä tilavuusosuuksina (ppm) tai massapitoisuuksina (mg/m <sup>3</sup> ).

<b>IV-toimintakoe</b>	Ilmanvaihtojärjestelmän toimintakokeissa testataan, että laitteisto ja järjestelmä toimivat suunnitelmien mukaisesti.
<b>Keuhkojake</b>	Keuhkojakeinen pöly sisältää hiukkasia, jotka voivat kulkeutua keuhkoputkistoon. Pölyhiukkasten koko on 5–10 mikrometriä.
<b>Kohdepoisto</b>	Laite, jolla ilman epäpuhtaudet poistetaan niiden lähteestä tai lähteen välittömästä läheisyydestä ennen niiden leviämistä työntekijöiden hengitysalueelle tai muualle ympäristöön. Kohdepoisto voidaan liittää erilaisiin työkoneisiin.
<b>Kreosootti</b>	Kreosoottiöljy on kivihiilitervan tisle. Ympäristölle ja terveydelle haitallinen puunsuojakemikaali. Kreosootilla kyllästetty puu on tummanruskeaa ja sillä on tunnusomainen ratapölkkymainen haju.
<b>Kvartsi</b>	Yksi yleisimmistä mineraaleista. Hyödynnetään monipuolisesti teollisuudessa. Kemiallinen kaava on $\text{SiO}_2$ .
<b>Loppusiivous</b>	Loppusiivouksella varmistetaan valmiin rakennuksen pölyttömyys. P1-rakennushankkeissa loppusiivous toteutetaan kahdessa vaiheessa.
<b>Loppusiivous vaihe 1</b>	Loppusiivouksen ensimmäisessä vaiheessa poistetaan rakentamisen aikana syntynyt pöly ja irtolika näkyviltä ja näkymättömiin jääviltä pinoilta. Toimenpiteellä varmistetaan ilmanvaihtolaitteiden häiriötön mittaus ja säätö. Suoritusajankohta on ennen IV-toimintakokeita.
<b>Loppusiivous vaihe 2</b>	Loppusiivouksen toisessa vaiheessa poistetaan kaikilta pysty- ja tasopinnoilta rakentamisen aikana syntynyt lika. Lattiapinnat puhdistetaan, suojataan ja/tai hoidetaan lattiamateriaalivalmistajan ohjeiden mukaisesti. Suoritusajankohta on ennen vastaanottoa.
<b>Mikrobi</b>	Paljain silmin näkymättömissä oleva eliö.
<b>Osastointi</b>	Rakennuksen tilojen erottaminen ilmanvaihdollisesti toisistaan pölyävien työvaiheiden ajaksi. Osastoinnissa hyödynnetään rakennuksen tilajakoa tai väliaikaisia pölytiivitä suojaseiniä.

<b>P1-koordinaattori</b>	Seuraa ja valvoo työmaan puhtautta, ohjaa P1-rakentamisessa ja pitää P1-koulutuksia työmaan henkilöstölle. Arvioi työmaakäynneillä rakentamista ja ilmanvaihdon asennustöitä. Laatii havainnoistaan kirjallisen raportin.
<b>Piidioksidi</b>	Piin ja hapen yhdistelmä, joka voi luonnossa esiintyä useana eri polymorfina, esimerkiksi kvartsina. Kemiallinen kaava on $\text{SiO}_2$ .
<b>Poistoilma</b>	Sisätiloista alipaineistajalla pois johdettu ja suodatettu ilma.
<b>Puhtaustaso</b>	Tiloissa vallitseva puhtauden taso. P1-rakentamisessa puhtaustaso-vaatimus on, että vastaanottovaiheessa kohteen tilat ovat puhtaat kaikilta pinnoilta ja myös sisäilman osalta. Tilojen on oltava heti käyttönotettavissa, riippumatta siitä, milloin kohde todellisuudessa otetaan käyttöön.
<b>Päätoteuttaja</b>	Rakennushankkeen osapuoli. Vastaa rakennustöiden koordinoimisesta. Voi olla esimerkiksi pääurakoitsija tai rakennuttaja.
<b>Pöly</b>	Orgaanisesta tai epäorgaanisesta aineksestä peräisin oleva pieni kiinteä hiukkanen, joka voi leijua ilmassa. Pölyhiukkaset ovat kooltaan maksimissaan 100 mikrometriä.
<b>Pölymittaus</b>	Sisäilman laatuun vaikuttaa pölyn määrä. Tavoiteltavan ja hyväksyttävän sisäilman laadun varmistamiseksi pölyisyydelle voidaan asettaa erityisvaatimuksia. Pölymittauksia voidaan käyttää tähän tarkoitukseen.
<b>Pölyräjähdys</b>	Kemiallinen räjähdys, joka aiheutuu syttyvien hiukkasten ja ilman muodostaman seoksen äkillisestä syttymisestä
<b>Rakennussiivous</b>	Siivousmuoto, jolla varmistetaan tilojen siisteys ja puhtaus rakennustöiden aikana ja ennen tilojen käyttöönottoa. Aloitetaan muutos- ja peruskorjaushankkeissa heti purkutöiden käynnistyttyä ja uudisrakennuskohteissa runkotyövaiheen lopussa ennen sisävalmistusvaihetta.

<b>Rakennuttaja</b>	Rakennushankkeen osapuoli. Vastaa hankkeen läpiviennin organisoinnista.
<b>Sisäilma</b>	Rakennuksen tai tilan sisällä oleva ilma.
<b>Sisäilmasto</b>	Kokonaisuus, joka sisältää rakennuksen sisäilman, lämpöolot sekä ääni- ja valaistusolot.
<b>Sisäilmastoluokitus</b>	Vapaaehtoinen työkalu, jonka avulla asetetaan tavoitteet yksilölliselle (S1), hyvälle (S2) tai tyydyttävälle (S3) sisäilmastolle.
<b>Sisäympäristö</b>	Kokonaisuus, johon vaikuttavat sisäilma, lämpö- ja ääniympäristö, valaistusolosuhteet, ergonomia, käytettävyys, tilajärjestelyt sekä visuaalinen ympäristö.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Pölyttömyys on yksi osa laaturakentamista. Yksi laadukkaan rakentamisen tärkeimmistä tavoitteista on hyvä sisäilmasto ja sisäilman laatu. Sisäilmaston laadulla on suora vaikutus rakennuksessa asuvien tai sen käyttäjien viihtyvyyteen ja terveyteen. Puhdas hengitysilma on niin rakentajien kuin myös rakennuksen loppukäyttäjien perusoikeus. Puhdas ja raikas sisäilma myös tukevat henkilön toimintakykyä ja oppimista (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL) (2022a). Suorittamalla rakennustyöt rakennustöiden puhtausluokituksen P1 mukaisesti taataan laadukas sisäilma. P1-rakentamisessa on oleellista suojella ilmanvaihtojärjestelmää pölyltä, estää pölyn muodostuminen tai sen leviäminen. Pahimmillaan ilmanvaihtokanaviin voi jäädä useita kiloja rakentamisaikaisesta pölyä, joka jää kiertämään ilmanvaihdon mukana rakennuksen käyttäjien hengitettäväksi. Pölyhaitta ei rajoitu ainoastaan rakennuksen käyttäjiin. Rakennusalan toimijat voivat altistua rakennuspölylle, mikäli puhtauden- ja pölyntorjuntamenetelmät ovat olleet riittämättömiä. Pölyisyys aiheuttaa haittaa työtehokkuudelle, -viihtyvyydelle ja terveydelle. Työturvallisuuden näkökulmasta pölyisyys alentaa hetkellisesti näkyvyyttä, aiheuttaa palo- ja räjähdysvaaran ja vaikuttaa sähkötyökalujen huoltotarpeeseen sekä käyttöikään.

Työturvallisuuden kannalta tärkeä muutos astui voimaan vuodesta 2020 alkaen, jolloin kiteinen piidioksidi (kvartsi) ja kovapuupöly luokiteltiin syöpäsairautta aiheuttaviksi aineiksi. Valtioneuvoston asetuksessa 1267/2019 on määritetty sitovat raja-arvot mm. kvartsipölylle. Sitovalla raja-arvolla tarkoitetaan keskimääräistä altistumista 8 h työpäivän aikana. Asetuksen voimaantulon myötä rakennusalalla on kiinnitetty yhä enemmän huomiota pölynhallintaan sekä pölyltä suojautumiseen.

## 1.2 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite

Tutkimuksen tarkoitus on perehtyä ilman epäpuhtauksien haitallisuuteen ja rakennustyömailla yleisesti esiintyviin pölytyyppeihin sekä hakea tietoa eri lähteistä rakennustöiden puhtausluokan P1 osa-alueista: mitä se tarkoittaa, mitkä ovat sen tavoitteet ja vaatimukset sekä miten tilaajien tai urakoitsijoiden tulisi huomioida ne. Tutkimuksen kyselyllä tarkoitus on selvittää ne tekijät, jotka hankaloittavat P1-rakennushankkeiden läpivientiä. Tutkimuksen kyselyllä

kartoitetaan rakennusalan toimijoiden mielipiteitä, kokemuksia ja näkemyksiä sekä kehitysideoita P1-rakentamisesta ja aikatauluista. Tutkimuksen tavoitteena on saada lisätietoa, jota voidaan hyödyntää jatkossa P1-tavoitteiden määrittelyssä, P1-koulutuksissa, työmaan puhtauden valvonnassa ja raportoinnissa, jossa kuvataan mm. tarvittavat korjaavat toimenpideehdotukset.

### 1.3 Tutkimusongelma

Rakennustöiden puhtaudenhallinnan suhteen on havaittu epä johdonmukaisuuksia ja puutteita, jotka ovat aiheuttaneet työmaalla viivästymisiä, jotka ovat johtaneet lisäkustannuksiin ja yleisen työilmapiirin heikkenemiseen työmaan henkilöstön kesken. Rakennustöiden viivästykset aiheuttavat automaattisesti myös lisätyötä puhtaudenhallinnassa, ja sen vuoksi esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän toimintakokeita ei päästä aloittamaan ajoissa.

Ongelmat rakentamisen aikaisessa töiden valmistumisessa ja sitä kautta puhtaudenhallinnassa vaikuttavat myös tilaajaan. Tilaajalla voi olla omaan toimintaansa nähden välttämätön tarve rakennuksen tilojen käyttöönotolle tietyinä ajankohtana. Esimerkiksi uuden tai peruskorjatun koulurakennuksen oppilaiden on määrä aloittaa koulunkäynti elokuun alussa, vuokrasopimukset ovat päättymässä, lisätilojen tarve on suuri tai yritys tarvitsee uudet tilat käyttöön uuden palvelun tai toiminnan aloittamiseksi.

Oletettavasti rakentamisen aikaista puhtauden- ja pölynhallinnan tarkoitusta rakennustyömaalla ei ole sisäistetty, ohjeistusta jalkautettu tai asenteet pölynhallintaa kohtaan ovat olleet negatiiviset. Mahdollisesti myös pölyn aiheuttamia terveysriskejä ei tunneta, minkä vuoksi rakennussiivous ja puhtaudenhallinta voidaan kokea pakollisena pahana ”ei kuulu minulle” - tyyppisesti ja lisäkustannuksia aiheuttavana.

Tämän tutkimuksen tavoitteena eli tutkimusongelmana on selvittää, **mitkä ovat P1-rakentamisen haasteet?** Tutkimusongelma on jaettu pienempiin tutkimuskysymyksiin, jotka ovat seuraavat:

- Kuinka hyvin P1 vaatimukset tunnetaan?
- Minkälaisia kokemuksia ja asenteita rakennusalan toimijoilla on pölyntorjuntaa tai puhtaudenhallintaa kohtaan P1-rakentamisessa?
- Mitä pölyntorjunta ja puhtaudenhallintamenetelmiä työmailla käytetään?

- Mitkä tekijät estävät tai hankaloittavat P1-rakentamisen vaatimusten toteuttamista?
- Kuinka usein aikataulujen realistisuus tulisi tarkistaa hankkeen eri vaiheissa?

#### **1.4 Tutkimusmenetelmä**

Tämä tutkimus sisältää elementtejä niin laadullisen kuin myös määrällisen tutkimuksen menetelmistä. Laadullisen tutkimuksen tavoitteena on ilmiön ymmärtäminen eikä niinkään määrien selvittäminen. Laadullisen tutkimuksen menetelmää käytetään mm. toiminnan kehittämiseen ja vaihtoehtojen etsimiseen. Määrällisellä tutkimuksella voidaan selvittää lukumääriin ja prosenttiosuuksiin liittyviä kysymyksiä. Määrällisellä tutkimuksella on mahdollista kartoittaa olemassa oleva tilanne, mutta sillä ei pystytä selvittämään asioiden syytä (Heikkilä, i.a., s. 7). Tutkimusongelma pyritään ratkaisemaan tutustumalla aihealueen kirjallisiin lähteisiin ja aikaisempaa kokemusta P1-rakentamisesta omaville rakennusalan ammattilaisille suunnatulla kyselyllä. Aiheen teorian ja kyselyn tulosten analysoinnin perusteella arvioidaan tutkimuksen luotettavuus ja tehdään johtopäätökset.

## 2 RAKENNA PÖLYTTÖMÄSTI NIIN ON HELPOMPI HENGITTÄÄ

### 2.1 Lainsäädäntö, asetukset ja ohjeet

Työnantajan yleiseen huolehtimisvelvoitteeseen kuuluu huolehtia työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738). Työnantajan on huomioitava työhön, työolosuhteisiin ja työntekijän henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät seikat. Yleiseen huolehtimisvelvollisuuteen ei kuulu yllättävät ja ennalta arvaamattomat olosuhteet, joihin työnantaja ei ole voinut vaikuttaa, eikä poikkeukselliset tapahtumat, joiden seurauksia ei olisi voitu välttää kaikista aiheellisista varotoimista huolimatta.

Mikäli työpaikalla esiintyy häiritsevissä tai vahingoittavissa määrin ilman epäpuhtauksia, on pölyn leviäminen estettävä eristämällä epäpuhtauksien lähde tai sijoittamalla se suljettuun tilaan tai laitteeseen (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738, 5 luku, 37 §).

Jokaisen rakennustyömaalla työskentelevän osapuolen on omalta osaltaan huolehdittava, ettei työstä aiheudu vaaraa muille rakennustyömaalla työskenteleville tai muille työn vaikutuspiirissä oleville (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 1 luku 3§). Pää toteuttajan on huolehdittava perehdyttämällä ja opastamalla, että kaikilla työntekijöillä on riittävät tiedot turvallisesta työskentelystä, että kaikki tunnistavat rakennustyömaan vaara- ja haittatekijät sekä osaavat tehdä niiden poistamiseen tarvittavat toimenpiteet. Pää toteuttajan on tarkkailtava jatkuvasti työturvallisuuden tilaa ja työtapojen turvallisuutta (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 3 luku, 13 § 5 mom.).

Pää toteuttajan on laadittava kirjallisesti rakennustöitä koskevat turvallisuussuunnitelmat ennen rakennustöiden aloittamista (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 2 luku 10 §). Turvallisuussuunnitelmissa on esitettävä, miten työt, työvaiheet ja niiden ajoitus järjestetään mahdollisimman turvallisiksi ja ettei niistä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville ja muille työn vaikutuspiirissä oleville. Pää toteuttajan on selvitettävä ja tunnistettava työmaan vaara- ja haittatekijät. Suunnitelmissa on kiinnitettävä erityistä huomiota mm. pölyn vähentämiseen, leviämisen estämiseen sekä hyvän järjestyksen ylläpitoon. Työturvallisuuteen liittyvät suunnitelmat on esitettävä kirjallisesti rakennuttajalle. Suunnitelmat on pidettävä ajan tasalla ja päivitettävä olosuhteiden muuttuessa.

Päätoteuttajan on laadittava kirjallisesti rakennustyömaa-alueen käytön suunnitelmat (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 2 luku, 11 §). Suunnitelmassa on kiinnitettävä erityistä huomiota tapaturmavaaran ja terveyden haitan poistamisessa ja vähentämisessä mm. työmaan järjestykseen ja siisteyteen sekä pölyn torjuntaan ja hallintaan tarvittavien rakenteiden ja laitteiden sijoitukseen.

Purkutöissä syntyvä pölyävä aine voidaan poistaa työskentelyalueelta pudottamalla se alastiiviitä putkia pitkin tai käyttämällä säkkejä tai astioita (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 10 luku 50 §). Pölyn poisto voidaan suorittaa ilmanvaihdolla, kohdepoistolla tai muulla tarkoituksen mukaisilla toimenpiteillä. Pölyn leviäminen voidaan estää rakennustöiden aikaisilla suojaseinillä. Pöly on siivottava pois tarpeen mukaan.

Valtioneuvoston asetusta työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta 1267/2019 sovelletaan työssä, jossa esiintyy syöpäsairauden vaaraa aiheuttavia tekijöitä. Saman asetuksen liitteessä 2 on ilmoitettu sitovat raja-arvot syöpäsairautta aiheuttaville aineille. Sitova raja-arvo alveolijakeiselle kiteiselle piidioksidipölylle on  $0,1 \text{ mg/m}^3$  vertailuaikana 8 tuntia, joka on EU-direktiivin 2019/30 mukainen (Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta 1267/2019). Kovapuupölyjen hengittävälle jakeelle raja-arvo on  $2 \text{ mg/m}^3$  (8 h) Työnantajan vastuulla on, ettei sitovia raja-arvoja ylitetä. Työnantaja on velvollinen suorittamaan heti tarvittavat toimenpiteet altistumisen vähentämiseksi raja-arvojen ylittyessä. Rakennuttajan, päätoteuttajan sekä työnantajien on huolehdittava, ettei rakennustyömaalla altistuta syöpävaarallisille aineille (Aluehallintovirasto (AVI), i.a., s. 1).

Työnantajan on ylläpidettävä luetteloa työpaikalla käytettävistä ja esiintyvistä syöpäsairauden vaaraa aiheuttavista tekijöistä ja perimää vaurioittavista aineista, aineille altistuneista työntekijöistä ja ilmoitettava heidät ASA-rekisteriin takautuvasti kalenterivuosittain (laki syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuvien luettelosta ja rekisteristä 452/2020). Mikäli työntekijöiden altistumistasoista ei tiedetä tai siitä ei ole tarkempaa tietoa, ASA-rekisteriin ilmoitetaan työntekijät, jotka ovat altistuneet työtehtävissään 20 työpäivän ajan vähintään 2 tuntia työpäivästä tai vastaavan ajan syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville tekijöille tai perimää vaurioittaville aineille (Työterveyslaitos (TTL), 2021). Rekisteriin on myös ilmoitettava työntekijät, jotka ovat onnettomuuden, tuotantohäiriön, poikkeuksellisen työvaiheen tai muun vastaavan syyn vuoksi altistuneet lyhytaikaisesti epätavallisen suuressi syöpäsairauden vaaraa aiheuttavalle tekijälle tai perimää vaurioittavalle aineelle.

Mikäli työntekijän altistuminen ylittää erikseen säädetyn sitovan ilman epäpuhtauden raja-arvon, työnantajan on viipymättä tehtävä tarvittavat toimenpiteet vähentääkseen altistumisen sellaiseksi, ettei raja-arvo ylity. (Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä 715/2001, 12 §). Saman asetuksen pykälän 13 mukaan

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella voidaan säätää työpaikan ilman epäpuhtauksille haitalliseksi tunnetut pitoisuudet (HTP-arvot), jotka työnantajan on otettava huomioon työpaikan ilman puhtautta, työntekijöiden altistumista ja mitaustulosten merkitystä arvioidessaan. Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet ovat pienimpiä ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia, joille altistumisen sosiaali- ja terveysministeriö katsoo voivan vahingoittaa työntekijää työturvallisuuslain 16 §:ssä tarkoitetulla tavalla.

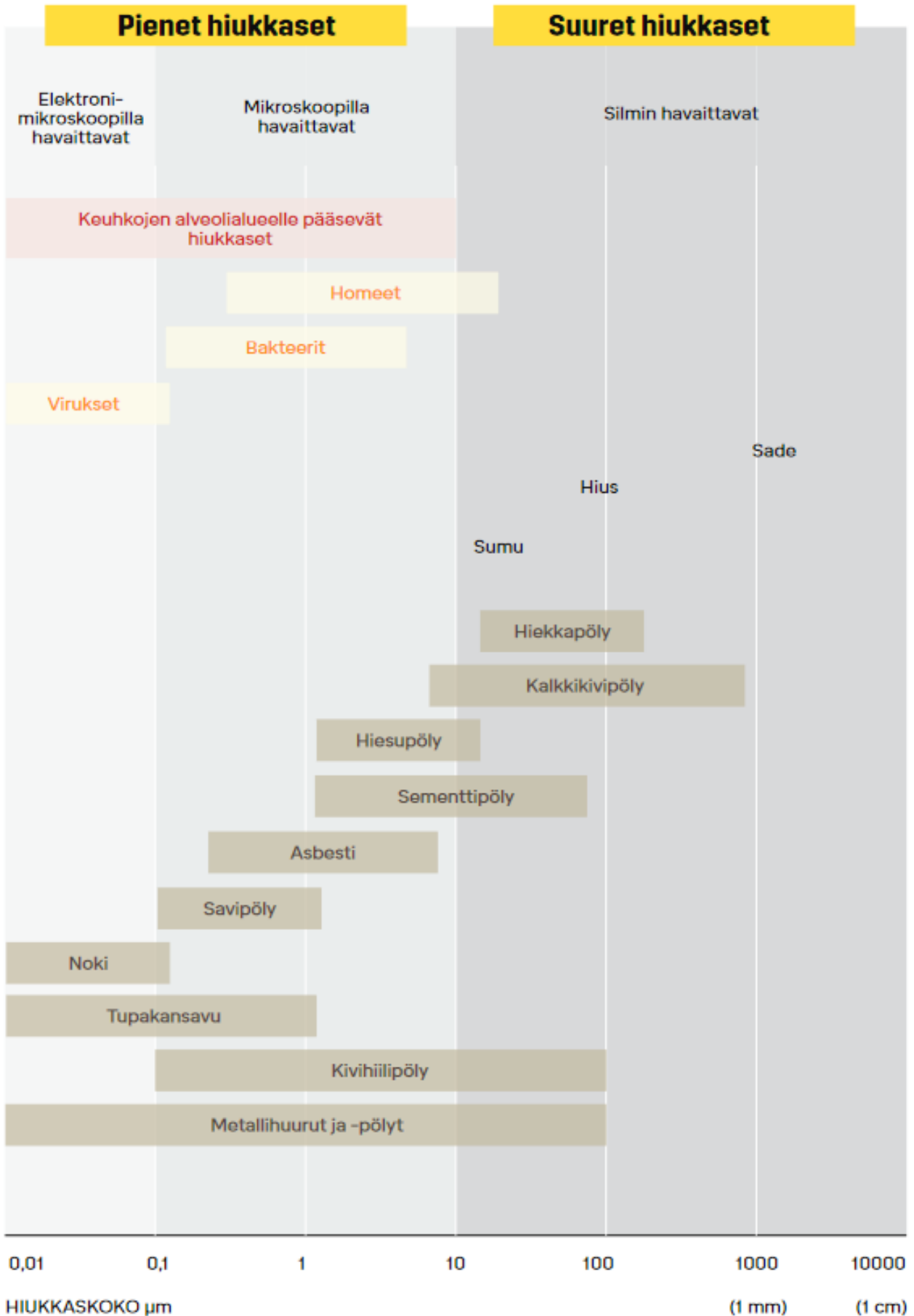
HTP-arvot on vahvistettu Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 654/2020 (Sosiaali- ja terveysministeriön asetushaitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista).

Rakennustiedon Sisäilmastoluokitus 2018 -ohjetta käytetään pääasiassa uudisrakentamisessa apuna rakennettaessa viihtyisämpiä ja terveellisempiä rakennuksia. Ohjeen avulla valitaan ja asetetaan sisäympäristölle tavoite- ja suunnitteluarvot.

## 2.2 Ilman epäpuhtaudet

Ilman epäpuhtaudet eli pölyt ovat eri materiaaleista peräisin olevia pieniä hiukkasia. Tavanomaisen määritelmän mukaan pölyt ovat kiinteitä aineita, jotka ovat hajonneet tomumaiseksi jauheeksi tai pienhiukkasiksi ja ovat kooltaan alle yhdestä mikrometristä yli 100 mikrometriin (Consair, i.a.-b, s. 3). Pölyn haitallisuuteen vaikuttaa pölyhiukkasten koko ja tyyppi (Euroopan komissio, 2012). Terveydelle yleensä haitallisimpia pölyjä ovat erittäin hienojakoiset pölyt, joita ei voida havaita paljaalla silmällä. Tämä näkymätön pöly aiheuttaa rakennusalan toimijoille mittavia terveyshaittoja. Näkymättömät pölyhiukkaset ovat riittävän pieniä kulkeutuakseen hengitysilman mukana keuhkorakkuloihin saakka ja ovat silti riittävän suuria jäädäkseen kiinni keuhkokudokseen, jolloin ne eivät poistu hengityselimistä uloshengitysilman mukana. Pölylähteen mukaan pölyhiukkaset voivat olla hyvin emäksisiä tai syövyttäviä tai sisältää syöpävaarallista aineita, kuten kvartssia. Pitkäaikainen altistuminen ”vaarattomalle” pölytyypille voi rasittaa keuhkoja ja aiheuttaa keuhkohtaumatautia (Consair, i.a.-b, s. 6). Kuviossa 1 esitetään pölyhiukkasten kokoja ja niiden havaittavuus sekä erilaisia pölytyyppejä.

Pölyjen aiheuttamien terveysriskien lisäksi pölyisyys alentaa työturvallisuutta. Esimerkiksi pölyräjähdys on mahdollinen, kun suljetussa tilassa riittävä määrä hiukkasia syttyy liekistä tai kipinästä palamaan (Rakennustieto, 2010, s. 10). Lähes mikä tahansa ilmassa oleva pöly voi syttyä palamaan, kun pitoisuus on riittävän suuri (vähintään  $10 \text{ g/m}^3$ ) ja happea on tarpeeksi saatavilla. Päivittäisellä siivouksella on mahdollista alentaa ilmassa olevien epäpuhtauksien määrää ja näin alentaa pölyn syttymisen tai räjähtämisen vaaraa (Andersson, 2004, s. 8). Palo- ja räjähdysriskin lisäksi pölyisissä olosuhteissa työskenteleminen voi alentaa hetkellisesti näkyvyyttä, mikä voi aiheuttaa mm. kompastumisia tai muita työtapaturmia. Lisäksi muita riskejä ovat työviihtyvyyden aleneminen, pitkäaikaisaltistumisen ja taloudellisten kustannusten lisääntyminen.

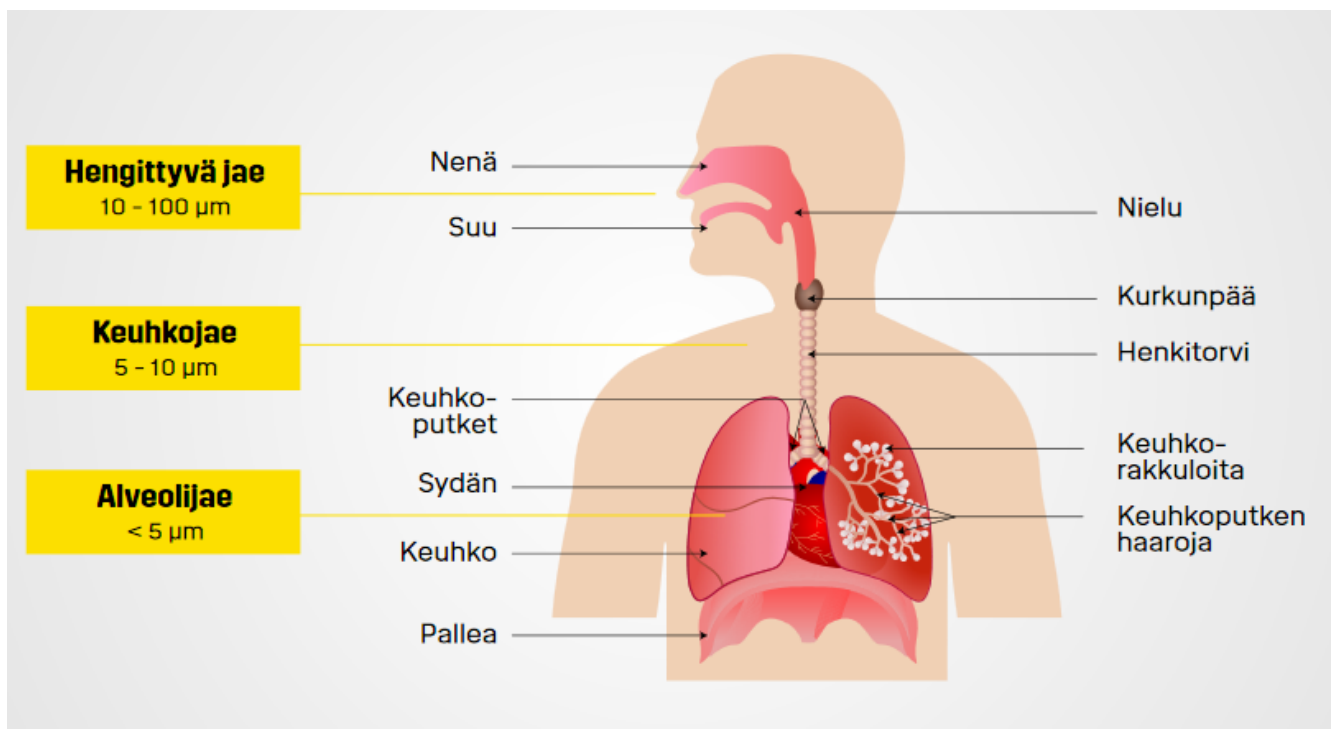


Kuvio 1. Pölyhiukkasten koko ja havaittavuus (Consair, i.a.-b, s. 4).

Pölyhiukkasten kertyminen ihmisen elimistöön riippuu pölyhiukkasten koosta. Mitä hienojakoisempi pölyhiukkanen on ja mitä enemmän niitä on määrällisesti hengitysilmassa, sitä todennäköisemmin hiukkaset kulkeutuvat keuhkoihin asti.

Pölyhiukkaset jaetaan kuvion 2 mukaisesti kolmeen eri ryhmään niiden hengitysteihin kulkeutumisen ja kertymisen mukaan (Rakennustieto, 2010, s. 22).

- hengittyvä jae sisältää hiukkasia, jotka yleensä voivat joutua hengitysteihin
- keuhkojaekoon hiukkaset kerääntyvät keuhkoputkistoon
- alveolijakeen hiukkaset kulkeutuvat keuhkorakkuloihin, jossa tapahtuu keuhkojen kaasujen vaihto.



Kuvio 2. Pölyhiukkasten kulkeutuminen hengityselimiin (Consair, i.a.-b, s. 5).

Paljaalla silmällä voidaan havaita ainoastaan yli 10 mikrometrin kokoisia hiukkasia. Ne kuitenkin katoavat hyvin nopeasti näkökentästä, jolloin havaitsija voi olettaa virheellisesti pölyn laskeutuneen. Kuviossa 3 esitetään eri kokoisten pölyhiukkasten laskeutumismopeudet. On huomioitava, että työntekijät voivat altistua huoneilmaan nousseelle pölylle vielä kauan pölyvien työvaiheiden päättymisen jälkeenkin. Lisäksi pölyjen laskeutumismopeus on huomioitava mm. siivoustöissä ja pölymittauksissa.



Kuvio 3. Pölyhiukkasten laskeutumisenopeus (Meranti, i.a., s. 3).

### 2.3 Mitä rakennuspöly on?

Rakennusteollisuudessa esiintyvät pölyt koostuvat eri pölytyypeistä ja jakeista. Ne sisältävät mm. kiviainesta, betonia, sementtiä, lisäaineita, puuta, eristevillakuituja, maalia tai erilaisia orgaanisia tai epäorgaanisia yhdisteitä. Pölyjä muodostuu niin korjaus- kuin uudisrakentamisessa ja erityisesti vanhoja rakenteita purettaessa. Uudisrakentamisessa terveydelle haitallista ja vaarallista pölyä syntyy, kun työstetään äänen- ja lämmöneristeitä, betoni-, kivi-, tiili-, puu-, ja metallirakenteita tai kun tehdään hionta-, tasoite-, maalaus-, siivoustöitä (Rakennustieto, 2010, s. 7). Korjausrakentamisessa voi esiintyä rakenteiden purkuvaiheessa rakentamisaikakauden tyypillisesti käytettyjen materiaalien pölyä, kuten asbestia, kreosoottia, lyijyä tai kivihiilipikeä (Rakennustieto, 2013, s. 2). Purettavat rakenteet voivat sisältää myös mikrobeja.

Rakentamisen aikainen pöly aiheuttaa haittaa ja terveysriskin myös rakennuksen käyttäjille, mikäli rakennusvaiheessa ei ole kiinnitetty huomiota pölyntorjuntaan tai pölyn leviämisen estämiseen. Säterin (2005, s. 516) mukaan Puhdas ja toimiva ilmanvaihto -tutkimushankkeessa havaittiin, että tavanomaisella rakennushankkeella, jonka runkotyövaiheessa pölypitoisuudet olivat 1–3 mg/m<sup>2</sup>, suojaamattomien ilmanvaihtokanavien sisäpinnoille kertyi pölyä noin 3 g/m<sup>2</sup>. On perusteltua olettaa, että pölyä kertyy saman verran myös kaikille muille suojaamattomille vaakapinnoille. Rakennukseen voi siis jäädä useita kiloja rakennusaikaista pölyä, joka kulkeutuu ilmanvaihdon mukana rakennuksen käyttäjien hengitettäväksi. Hienojakoinen pöly kulkeutuu ja leviää helposti pientenkin ilmavirtojen mukana ja sitä on lähes mahdotonta poistaa jälkikäteen (Rakennustieto, 2010, s. 6).

### 2.3.1 Kvartsi-, betoni- ja sementtipöly

Suurin osa rakennusteollisuudessa esiintyvistä pölyistä on betonipölyä, jota muodostuu mm. piikkaus-, hionta-, ja tasoitetöissä (Consair, 2018). Betonipöly sisältää kvartssia, joka luokitellaan syöpävaaralliseksi. Betonin valmistuksessa tarvittavat säikeissä olevat kuiva-aineet ovat hyvin hienojakoisia, helposti pölyäviä (Consair, i.a.-b, s. 8). Sementtipöly voi aiheuttaa emäksisyytensä vuoksi hengitysteiden, ihon tai silmien ärsytystä (Consair, 2018). Märän sementin pH-arvo on noin 12,5 (Työsuojelu, i.a., s. 1). Se voi syövyttää ihoa ja silmiä tai aiheuttaa kemiallisia palovammoja.

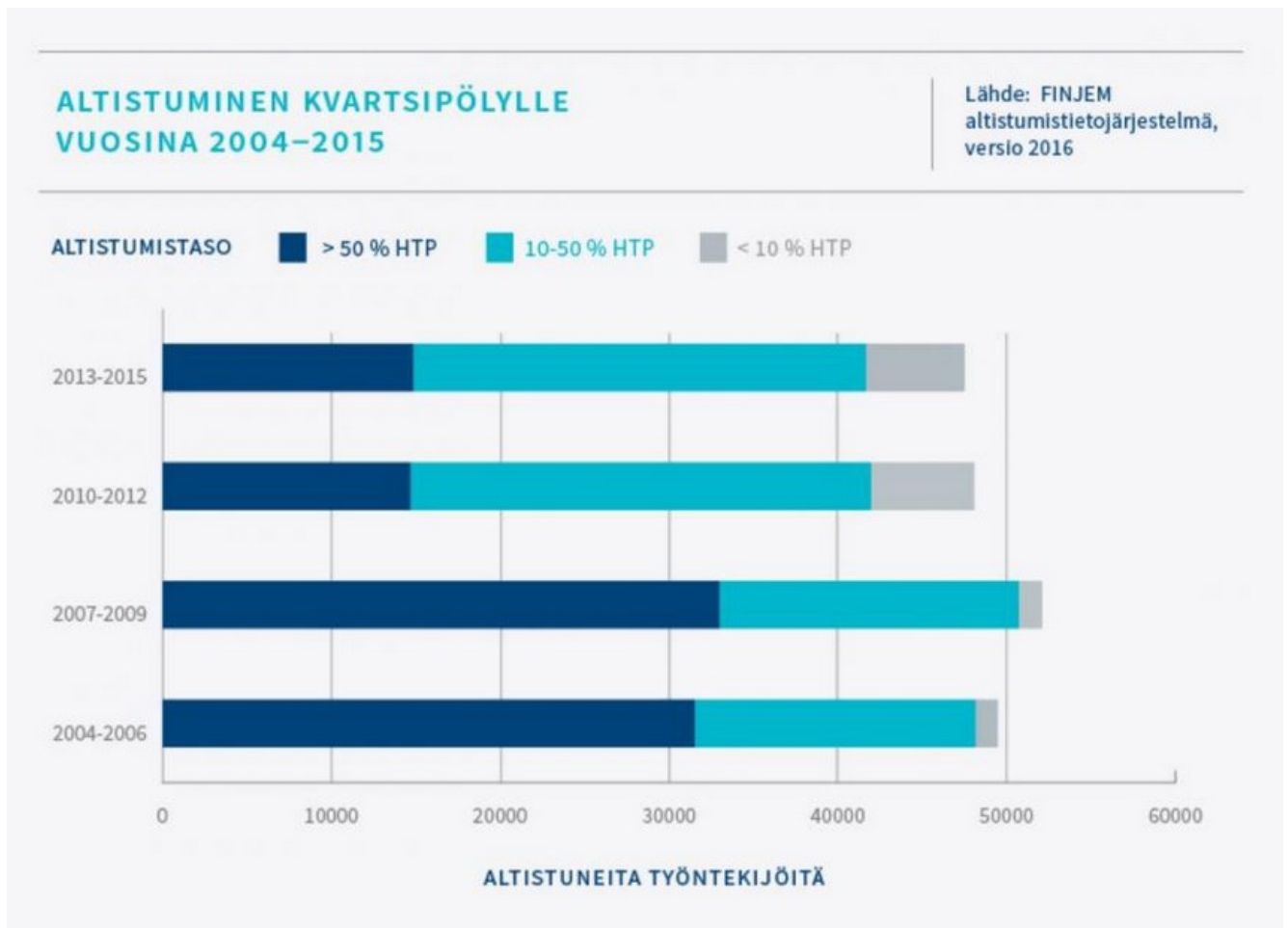
**Kvartssia** esiintyy maankuoressa hyvin yleisesti. (Johtavien työsuojelutarkastajien komitea (SLIC), 2016, s. 4). Hapen jälkeen yleisin maankuoressa esiintyvä alkuaine on pii. Yhdessä hapen kanssa pii muodostaa yhdisteen, jota kutsutaan piidioksidiksi (SiO<sub>2</sub>). Piidioksidi-yhdiste esiintyy kolmessa eri muodossa: kiteisenä, mikrokiteisenä (tai kryptokiteisenä) ja amorfisena (kiteettömänä) piidioksidina. Muodostumislämpötilan mukaan kiteistä piidioksidia on yhteensä seitsemää erilaista muotoa. Kolme yleisintä muotoa ovat kvartsi, kristobaliitti ja tridymiitti. Arviolta 12 % maankuoressa koostuu kvartsisista. Rakennusteollisuudessa käytettävät tuotteet sisältävät usein kiteistä piidioksidia. Taulukossa 1 esitetään kiteisen piidioksidin pitoisuuksia eri materiaaleissa.

Taulukko 1. Kiteisen piidioksidin pitoisuuksia yleisissä materiaaleissa (SLIC, 2016, s. 4).

<b>Kiteisen piidioksidin pitoisuuksia yleisissä materiaaleissa</b>	
Piidioksidia sisältävät yhdistelmäateriaalit, esim. keinokivi	Korkeintaan tai yli 90 %
Hiekkakivi, karkearakeinen, hiekkakivi, kvartsiitti, piikivi	Yli 70 %
Betoni, laasti	25–70 %
Liuskesavi	40–60 %
Kivitavara	Enintään 50 %
Laatat	30–45 %
Liuskekivi	Enintään 40 %
Graniitti	Enintään 30 %
Tiili	Enintään 30 %
Rautamalmi	Enintään 15 %
Basaltti, doleriitti	Enintään 5 %

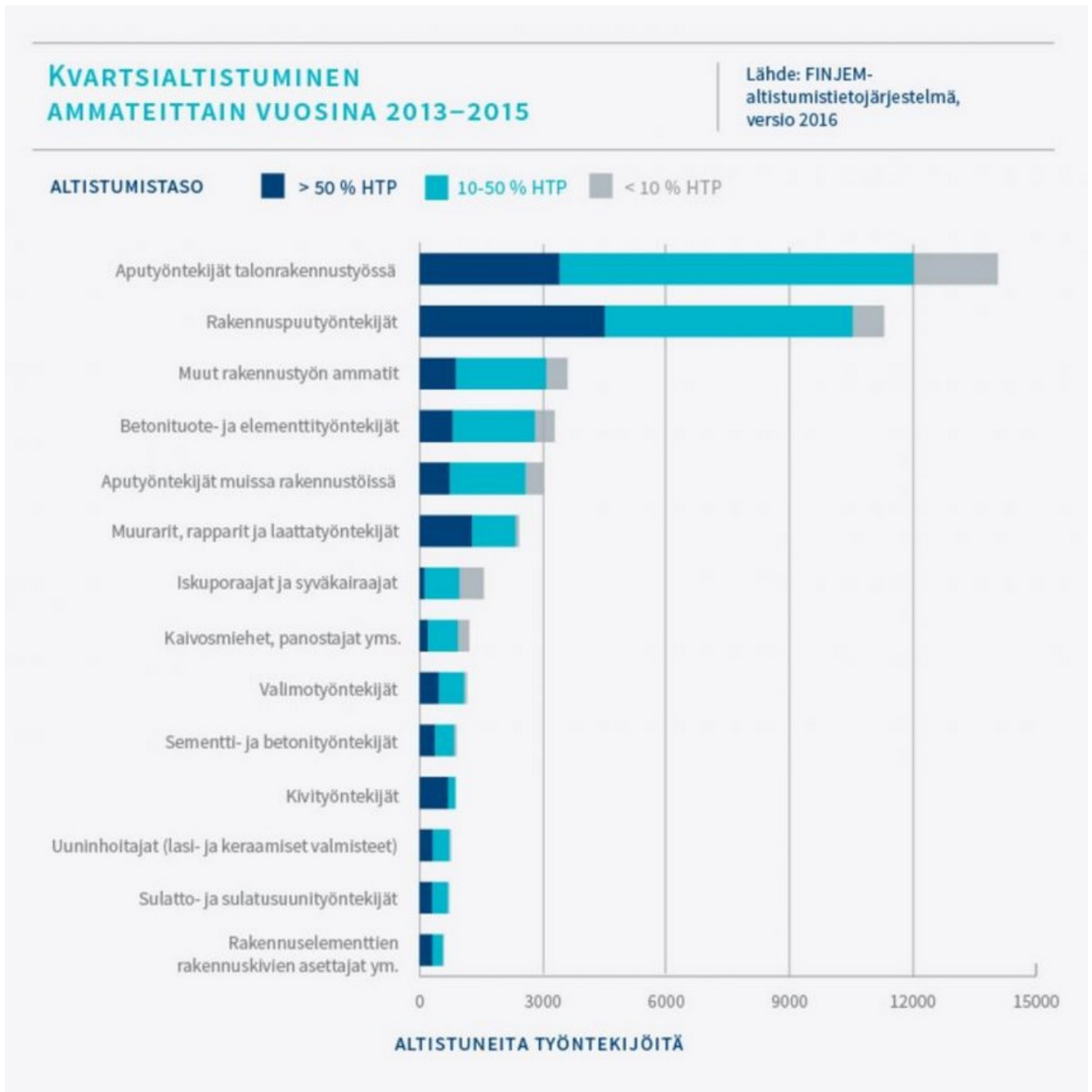
Terveyden kannalta kiteinen piidioksidi on asbestin ohella suurimpia hengityselinsairauksien riskien aiheuttajia rakennusalan työntekijöille (SLIC, 2016, s. 5). Piidioksidihukkasia vapautuu ilmaan, kun sitä sisältäviä materiaaleja leikataan, murretaan, murskataan, porataan, hiotaan tai raepuhalletaan. Kiteinen piidioksidi voi kulkeutua elimistöön sisäänhengityksen mukana ja kerääntyä hengityselimistöön. Altistuminen piidioksidille voi aiheuttaa silikoosin, keuhkohtaumataudin ja keuhkosyövän kaltaisia vakavia terveysvaikutuksia. Hienojakoisimmat hiukkaset, joita ei voida havaita paljaalla silmällä, voivat päästä keuhkojen kaasujen vaihdon alueelle ja aiheuttaa siellä vahinkoa. Kiteiselle piidioksidille altistuneilla työntekijöillä on kohonnut riski sairastua, tuberkuloosiin, munuais-, sydän- ja verisuonisairauteen sekä skleroderman, nivelreuman ja punahukan kaltaisiin immuunijärjestelmän sairauksiin. Nämä sairaudet ovat kuitenkin suhteellisen harvinaisia.

TTL:n (i.a.-c) mukaan Suomessa altistuu noin 50 000 työntekijää alveolijakeiselle kvartsilille. Kuviossa 4 esitetään kvartsipölylle altistuneiden työntekijöiden määrä vuosina 2004–2015.



Kuvio 4. Altistuminen kvartsipölylle vuosina 2004–2015 (TTL, i.a.-c).

Kuviossa 4 raja-arvona käytettiin nykyistä alveolijakeisen kvartsipölyn HTP-arvoa 0,05 mg/m<sup>3</sup>. Kvartsipölylle altistumisien kokonaismäärä ei ole olennaisesti vähentynyt vuosien 2004–2015 aikana, mutta merkittävät tai huomattavat altistumiset ovat vähentyneet yli puolella. Altistumistasojen suuruudessa eri ammattiryhmittäin on eroavaisuuksia, jotka esitetään kuviossa 5.



Kuvio 5. Kvartsipölylle altistuminen ammattiryhmittäin (TTL, i.a.-c).

### 2.3.2 Puupöly

Puupöly on betoni- ja kvartsipölyn ohella toinen hyvin merkittävä rakennustyömailla esiintyvä pölytyyppi. Puupölyä syntyy mm. muottien teossa, sisäpaneloinnissa, kalusteiden asennuksessa, lattoiden päällystämisen, puisten rakennusosien asentamisessa ja viimeistely- ja listoitustöissä (Kokkonen ym., 2013, s. 25). Valtaosa puupölyn hiukkasista on kooltaan yli 10 mikrometriä (TTL, i.a.-e). Puupöly voi sisältää myös alle 5 mikrometrin suuruisia hiukkasia, jotka voivat kulkeutua hengitysilman mukana keuhkorakkuloihin saakka. Puupölyn hiukkasten

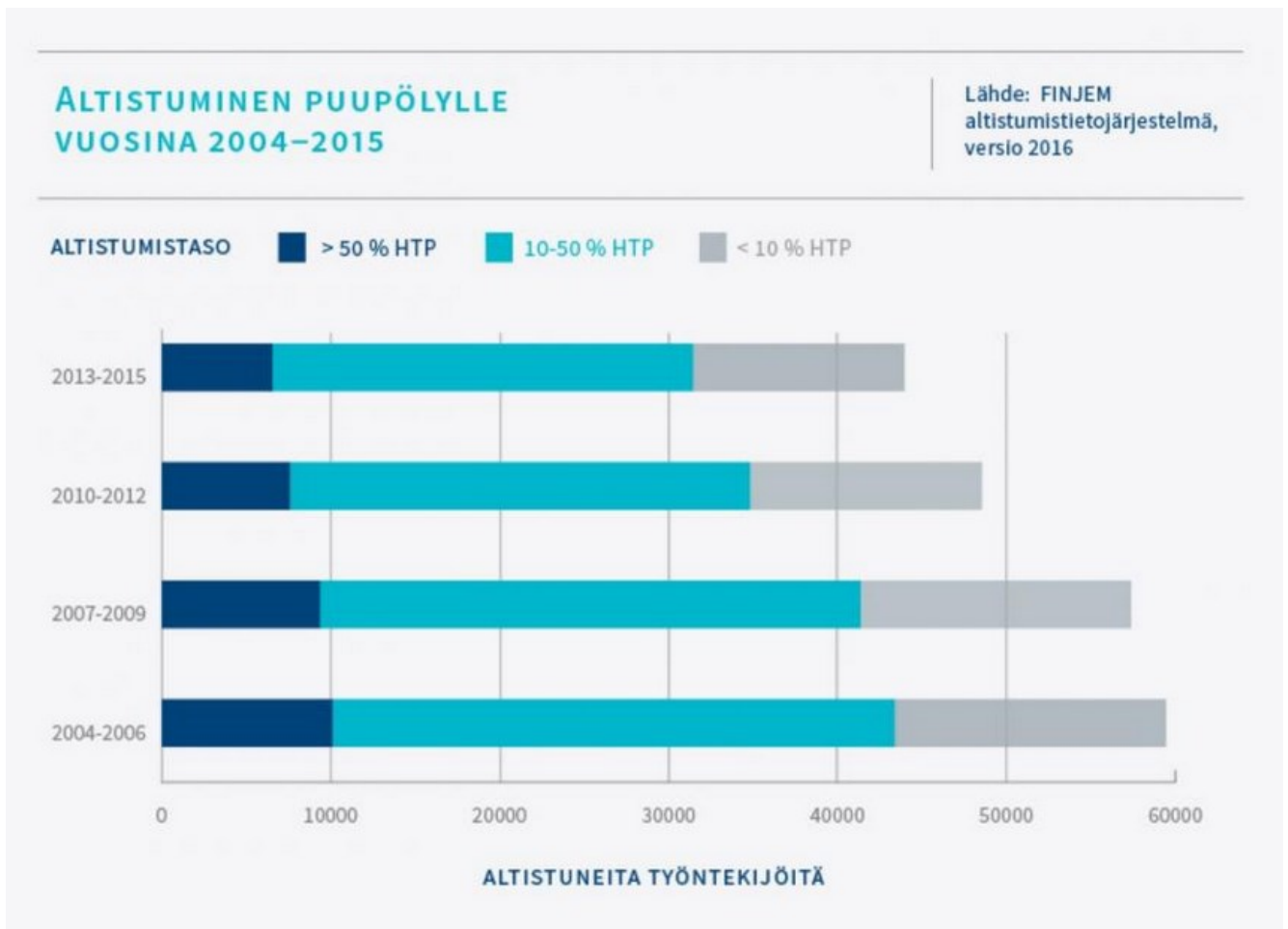
koko ja niiden kemiallinen koostumus vaihtelevat riippuen työstömenetelmästä, puulajista sekä -tuotteesta. Esimerkiksi sahaustyössä puupöly on karkeampaa kuin hiontatöissä muodostuva pöly. Puupöly sisältää puulastujen ja -kuitujen lisäksi myös materiaaleissa sideainena käytettyä fenoli- tai urealiimoja (Säämänen ym., 2004, s. 37). Puuaines sisältää pääasiassa selluloosaa, hemiselluloosaa ja ligniiniä (TTL, i.a.-e). Puulajista riippuen puuaines sisältää runsaasti erilaisia kemiallisia yhdisteitä, kuten terpeeniyhdisteitä, rasvahappoja, hartsihappoa, fenoliyhdisteitä, alkoholeja, tanniineja ja flavonoideja. Näiden lisäksi puuaines voi sisältää myös puun luonnollisia epäpuhtauksia, kuten bakteereja, home-, sinistäjä- ja lahottajasiieniä.

Puupölyllä on erilaisia ärsytys- ja tulehdusvaikutuksia (TTL, i.a.-e). Silmissä puupöly aiheuttaa silmien punoitusta, kutinaa, vuotoa ja turvotusta. Puupöly voi mekaanisesti ärsyttää ihoa ja aiheuttaa allergisen kosketusihottuman tai ärsytysihottuman. Hengittyvän pölyn suurimmat hiukkaset jäävät pääasiassa ylähengitysteihin, jossa ne aiheuttavat nenän ja kurkunpään ärsytysoireita kuten kutinaa, kirvelyä, tukkoisuutta ja liman eritystä.

Puupölyn sisältämät kemialliset yhdisteet voivat aiheuttaa erilaisia allergiaoireita iholla ja silmissä (TTL, i.a.-e). Allergisia ihottumia aiheutuu niin lehti- kuin havupuupölyistä. Ylähengitysteissä puupöly voi aiheuttaa allergista nuhaa ja alahengitysteissä astmaa. Työperäinen nuha voi olla merkki kehittyvästä astmasta. Keuhkoputken yliärtyvyys voi myös liittyä puupölylle altistumiseen. Tuoreen puun tai huonosti kuivatun puun pöly voi sisältää homesientä, joka voi aiheuttaa allergisen alveoliitin.

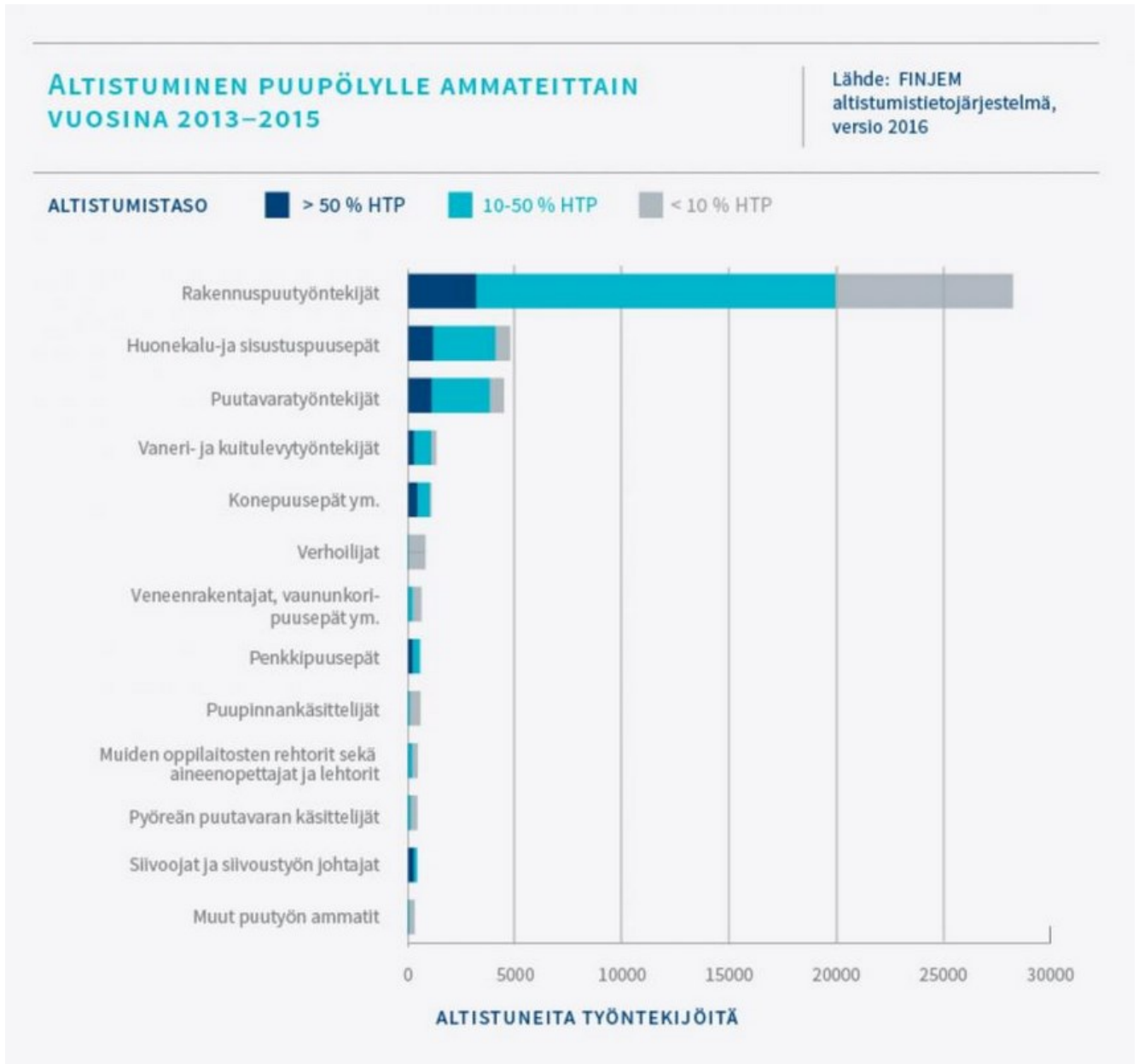
Kansainvälinen syöväntutkimuskeskus IARC:n arvion mukaan puupöly on ryhmän 1 karsinogeeni, eli ihmiselle syöpäsairautta aiheuttava aine (TTL, i.a.-e). IARC:n vuoden 2012 arvioinnissa on todettu, että puupöly aiheuttaa nenän ja nenän sivuonteloiden syöpää sekä nenänielun syöpää. Arvioinnissa on huomioitu kaikki puulajeista syntyvä pöly, eikä kovapuupölyä ole eritelty pehmytpuupölystä. Kovapuupölylle altistuvat työntekijät on ilmoitettava ASA-rekisteriin. Puupölyn syöpävaarallisuuden ja herkistävyysvaikutuksen vaikuttaa puulaji. (Kokkonen ym., 2013, s. 28). Hengitysteiden ärsytys on tavallisin puupölyihin liittyvä terveyshaitta, jota voi ilmetä pitoisuuden ylittäessä  $0,5 \text{ mg/m}^3$ .

Puupölylle altistuneiden määrä on ollut laskusuunnassa 2000-luvulla (TTL, i.a.-e). Altistumistasot ja -määrät esitetään kuviossa 6. HTP-arvona on käytetty  $2 \text{ mg/m}^3$ .



Kuvio 6. Puupölylle altistuneet (TTL, i.a.-e).

Puupölylle altistumisien kokonaismäärä on vähentynyt vuosien 2004–2015 aikana. TTL:n (i.a.-e) mukaan työntekijöiden väheneminen osin vaikuttaa altistuneiden kokonaismäärään pienentymiseen. Merkittävän altistumistaso on pienentynyt noin kolmanneksella, mutta altistuminen puupölyn 10–50 % HTP-arvosta on pysynyt noin puolessa altistumistapauksista. Kuviossa 7 esitetään puupölylle altistuvat ammattiryhmät ja niiden altistumistasot.



Kuvio 7. Puupölylle altistuneet ammattiryhmittäin (TTL, i.a.-e).

Puupölylle altistuminen on kokonaismäärällisesti huomattavinta rakennuspuutyöntekijöiden, huonekalu- ja sisustuspuuseppien ja puutavaratyöntekijöiden työtehtävissä. Suhteellisesti eniten yli 50 % HTP-arvon pitoisuuksille altistuvat siivoajat ja siivoustyönjohtajat (TTL, i.a.-e). TTL arvioi, että heistä yli 60 % altistuu kyseisille pitoisuuksille.

### 2.3.3 Eristevillapöly

Eristevillapölylle ja -kuiduille altistutaan eristeiden työstö- ja asennusvaiheessa, puhallusvillan puhalluksessa ja eristystyön jälkeisessä levytyksessä (Rakennustieto, 2010, s. 7). Eristeissä käytetyn materiaalin valinnalla on vaikutusta pölypitoisuuteen. Eristeitä valmistetaan

keräyslasista, kiviaineksesta ja kuonasta. Eristevillapölyn torjumiseksi eristemateriaalin työstöä ja sisätiloissa olevien rakenteiden rikkomista on vältettävä, työkohteet on siivottava päivittäin sekä riskienarvioinnin perusteella tarvittaessa käytettävä hengityksensuojaimia. Eristevillan kuidut ovat epäsäännöllisen muotoisia ja -kokoisia (TTL, 2022). Eristevillapöly aiheuttaa ihon, ylempien hengitysteiden ja mahdollisesti myös silmien ärsytystä (Rakennustieto, 2010, s. 22). Lisäksi voi esiintyä hengitysvaikeuksia. Oletettavasti eristevillapölyn pitkäaikaisaltistuminen aiheuttaa keuhkosyöpää, mutta sitä ei ole todettu.

### **2.3.4 Maalipöly**

Viimeisten vuosikymmenten aikana vesiohenteiset maalit ovat syrjäyttäneet liotinpohjaiset maalit (Asikainen ym., 2009, s. 16). Rakennustyömailla käytetään kuitenkin edelleen jossain määrin liotinpohjaisia maaleja. Liotinpohjaisten maalien hengittäminen aiheuttaa päänsärkyä, pahoinvointia ja huumauksen tunnetta (Rakennustieto, 2010, s. 23). Pitkäaikaiset ja voimakkaat altistumiset voivat aiheuttaa pysyviä hermostovaurioita. Maalihöyryt ja -pölyt aiheuttavat silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytystä sekä astma- ja allergiaoireita.

Ruiskumaalaustöissä muodostuva maalisumun olomuoto voi kuivuessaan muuttua pölymäiseen muotoon (Asikainen ym., 2009, s. 16). Maalisumun leviäminen työkohteen ulkopuolelle tulee estää (Rakennustieto, 2010, s. 6). Ruiskumaalaus- ja maalien hiontatöissä voidaan soveltaa orgaanisen pölyn HTP<sub>8h</sub> arvoa 5 mg/m<sup>3</sup> (mts. 8). Maalauksen aikana työntekijöiden on käytettävä vähintään P2-tason hengityksensuojaimia (mts. 17). Maalauksen ajaksi tilaan tulee järjestää tehostettu tuuletus. Maalauksen jälkeen tilan tuuletusta jatketaan ja siivoustyöt aloitetaan välittömästi. Maalipölyä vapautuu ilmaan, kun maalia poistetaan mekaanisesti hiomalla (mts. 11). Kuumailma- tai nestekuuminen, kaavinta ja hionta vapauttaa ilmaan maalihöyryjä ja -pölyä.

## **2.4 Korjausrakentamisen pölytyyppejä**

Edellä mainittujen pölytyyppien lisäksi vanhojen rakennusten kunnostus- ja laajennustöissä on huomioitava eri rakennusaikakausina käytetyt materiaalit ja niistä aiheutuvat terveysriskit. Rakennuksissa käytetyt materiaalit voivat sisältää terveydelle haitallisia aineita, kuten asbestia, kivihiilipikeä, PCB:tä ja lyijyä (Rakennustieto, 2010, s. 11). Ennen korjaustöiden käynnistämistä, tilaajan on suoritettava korjattavassa tai laajennettavassa kiinteistössä haitallisten

aineiden arvio korjaustöiden suunnitteluvaiheessa (Rakennustieto, 2016b, s. 2). Haitta-ainearviolla ja -tutkimuksella selvitetään kiinteistön rakenneosissa tai teknisissä järjestelmissä olevat terveydelle vaaralliset ja haitalliset aineet ja rakennustarvikkeet (Rakennustieto, 2016c, s. 6). Saadun tiedon perusteella voidaan suunnitella rakennuksen ja järjestelmien muutos- ja korjaustoimenpiteet siten, että korjaustoimet voidaan suorittaa turvallisesti ja että rakennusta on turvallista käyttää korjaustöiden aikana. Suoritetun selvityksen perusteella laaditaan raportti, jossa esitetään tiedot haitta-ainepitoisista rakenteista ja järjestelmistä. Raporttia käytetään korjaus- ja purkus suunnittelussa, urakkalaskennassa ja työturvallisuussuunnittelussa.

### 2.4.1 Asbesti

Suomessa asbestia on käytetty rakentamisessa vuosien 1910–1992 välisenä aikana (Rakennustieto, 2016a, s. 1). Asbestikuidut ovat ohuita, kemiallisesti ja mekaanisesti kestäviä. Kaikki asbestilajit ovat ryhmän 1 karsinogeenejä, eli ne ovat ihmisille syöpää aiheuttavia aineita. Ehjät, kiinteät ja pölyämättömät asbestimateriaalit eivät sellaisenaan aiheuta vaaraa, mutta rikkoutuessaan asbestipitoisista materiaaleista syntyy hienojakoista ja terveydelle vaarallista pölyä. Asbestipölyllä tarkoitetaan pölyä, joka sisältää pituudeltaan vähintään viisi mikrometriä ja läpimitaltaan enintään kolme mikrometriä olevia asbestikuituja- ja hiukkasia (mts. 2). Tämän kokoisia hiukkasia ei ole mahdollista havaita paljaalla silmällä. Huoneilmaan joutuneiden asbestikuitujen laskeutumisenopeus liikkumattomassa huoneilmassa on noin 40 cm tunnissa. Huoneilmaan levinnyt asbestipöly vaarantaa pitkään huoneessa jälkeensäkin oleskelevien henkilöiden terveyden. Keuhkoihin ja hengitysteihin päästyään asbestipitoinen pöly altistaa monille asbestisairauksille. Asbestipölyn aiheuttamia sairauksia ovat keuhkosyöpä, keuhkopussin tai vatsakalvon syöpä, asbestoosi ja keuhkopussin sairaudet. Asbestipöly kerääntyy elimistöön, sillä se on lähes liukenematon biologisessa ympäristössä.

### 2.4.2 Kivihiihliipiki

Kivihiihliipikeä on käytetty vanhoissa rakennuksissa kosteuden- ja vedeneristeenä (Rakennustieto, 2011, s. 11). Yleensä kivihiihliipikeä esiintyy kiinteässä pikimäisessä olomuodossa. Se on väriltään tumma ja siinä on voimakas pistävä haju, jota voi verrata kyllästettyyn puuhun tai kreosoottiin. Kuivissa olosuhteissa haihtuvat yhdisteet ovat mahdollisesti hävinneet, jolloin

kivihiilipien olomuoto muuttuu sitkeästä hauraaksi ja haju vaikeasti havaittavaksi. Iholle joutuessaan kivihiilipiki voi aiheuttaa välitöntä kirvelyä sekä punoitusta.

Rakennustiedon (2011, s. 11) ohjekortti kertoo kivihiilipiestä seuraavasti:

Kivihiilipiki on kivihiilitervan tislusjäännös, joka sisältää satoja orgaanisia ja epäorgaanisia yhdisteitä. Kivihiilipikeä purettaessa vapautuu työilmaan hiukkasmaisia ja höyrymäisiä ainesosia, joista ongelmallisimpia yhdisteitä ovat syöpää aiheuttava polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet). Piikattaessa kivihiilipikipitoisia materiaaleja hiukkasmaiset PAH-pitoisuudet työilmassa voivat nousta moninkertaisesti yli haitalliseksi tunnettujen pitoisuuksien ja höyrymäisten ainesosien pitoisuudet saattavat olla merkittäviä. PAH-yhdisteet imeytyvät ihon läpi ja kulkeutuvat elimistöön, mikä asettaa purkutyöntekijöiden henkilökohtaiselle suojautumiselle ja ympäristön suojaamiselle erityisvaatimuksia.

### 2.4.3 Lyijy

Rakennusteollisuudessa lyijyä on käytetty maalien väriaineena, korroosionestoaineena ja saumausmassojen kovetteissa (Saumalaakso, i.a.). 1970-luvun puolivälin jälkeen mangaanipohjaisten kovetteiden käyttöönoton jälkeen lyijypitoisten kovetteiden käyttö väheni, mutta lyijypitoisia yhdisteitä on löydetty myös 1980-luvulla valmistuneista rakennuksista. Lyijyä käytetään nykyisin seoksina ja yhdisteinä. Lyijyseoksia käytetään mm. sähkö- ja telekaapeleissa, korroosiota kestävinä seoksina ja pinnoitteina. Lyijy-yhdisteitä käytetään mm. maalien väriaineena ja pehmikkeenä.

Äkillisen lyijymyrkytyksen oireiksi vatsakipu, oksentelu sekä munuais- ja maksavauriot (TTL, i.a.-d, s. 3). Pitkäaikaisen lyijymyrkytyksen oireita ovat ääreis- ja keskushermoston toimintahäiriö, anemia, verenpaineen kohoaminen ja vakavissa tapauksissa aivo- ja munuaisvauriot. Lyijy ja sen epäorgaaniset yhdisteet luokitellaan lisääntymiselle, raskaudelle tai sikiölle vaaralliseksi aiheuttavien aineiden luetteloon (mts. 4). Keuhko- munuais- ja aivosyöpäsairauteen sairastumisen riski on kohonnut lyijylle altistuneilla henkilöillä.

### 2.4.4 PCB

Polyklooratut bifenyylit, eli PCB-yhdisteet ovat öljymäisiä, hyvin kestäviä, eristäviä ja huonosti syttyviä nesteitä (THL, 2022b). Näiden ominaisuuksien vuoksi kyseisiä aineita on käytetty lämmönsiirtonesteinä ja eristeinä muuntajissa, kondensaattoreissa ja muissa hydraulisissa laitteissa 1920-luvulta lähtien. Rakennusteollisuudessa PCB-yhdisteitä on käytetty mm.

elementtitalojen saumausaineissa ennen 1980-lukua. PCB-yhdisteitä sisältävien sähkölaitteiden valmistus on kielletty Suomessa ja monissa muissa maissa. PCB-yhdisteet ovat rasvahakuisia ja kertyvät ravintoketjussa. PCB-yhdisteet aiheuttavat lisääntymis- ja kehityshäiriöitä ja syöpää sekä häiritsevät mahdollisesti myös hormonitoimintaa

## 2.5 Sisäilmastoluokitus ja sen käyttö

Rakennustiedon julkaisema rakentamisen ohjekortti Sisäilmastoluokitus 2018 on tarkoitettu käytettäväksi rakennus- ja taloteknisen suunnittelun ja urakoinnin avuksi sekä sisäympäristön tavoite- ja suunnitteluarvojen valitsemiseksi ja asettamiseksi (Rakennustieto, 2018, s. 3). Sisäilmastoluokitus 2018 korvaa vuonna 2008 julkaistun vastaavanlaisen kortin. Sisäilmastoluokitus tukee rakennuttajien, suunnittelijoiden, laitevalmistajien, urakoitsijoiden ja käyttökäyttäjien työtä. Sisäilmastoluokituksen rakenne on esitetty kuviossa 8. Sisäilmastoluokitusta käytetään, kun tavoitteena on rakentaa sisäympäristöltään terveellisiä, turvallisia ja viihtyisiä rakennuksia. Luokitusta käytetään ensisijaisesti uudisrakentamisessa, mutta sitä voidaan käyttää soveltuvilta osin myös korjausrakentamisessa. Tavallisesti sisäilmastoluokitusta käytetään, kun asetetaan sisäilmastotavoitteet tavanomaisille työ- ja asuintiloille. Sisäilmastoluokitus ei ole viranomaisohje, joten se ei kumoa viranomaissäädöksiä tai niiden tulkintoja eikä sitä ole tarkoitettu käytettäväksi rakennuksen terveellisuuden arvioinnissa. Asetettaessa sisäilmastotavoitteita sitoutetaan eri toimijoita ja edesautetaan heidän yhteistyötänsä, jolloin voidaan vähentää terveyttä tai viihtyvyyttä heikentävien ongelmien syntymisen riskiä.

Luokituksessa mainitut asiat muuttuvat sopimusosapuolia sitoviksi siinä muodossa kuin niihin viitataan sopimusasiakirjoissa (Rakennustieto, 2018, s. 5). Tärkeimmät sopimukset, joissa luokitukseen on mahdollista viitata, ovat omistajan ja käyttäjän välinen esivuokrasopimus / ryhtymispäätös, konsulttisopimukset, urakkasopimukset. Sopimusasiakirjoissa on käytettävä mahdollisimman täsmällisiä ja yksilöityjä viittauksia. Työselostuksiin kirjataan ne vaatimukset, joita tarvitaan kyseisen sisäilmastoluokan saavuttamiseksi.

Sisäilmastoluokkia on käytössä kolme: S1 (yksilöllinen), S2 (hyvä) ja S3 (tydyttävä) (Rakennustieto, 2018, s. 5). Vaatimustasoltaan sisäilmastoluokka S1 on näistä vaativin ja siinä todennäköisesti päästään käyttäjätyytyväisyydeltään suurempiin osuuksiin kuin alemmissa luokissa. Tavoiteltaessa sisäilmastoluokkia S1 tai S2 rakentamistyöt on suoritettava puhtausluokituksen P1 mukaisesti ja käytettävä päästöluokituksen M1 rakennusmateriaaleja.

**Yksilöllisessä** (S1) sisäilmastoluokassa tilojen sisäilman laatu on erittäin hyvä, eikä tiloissa ole havaittavissa hajuja (Rakennustieto, 2018, s. 5). Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole vaurioita tai epäpuhtauslähteitä, jotka heikentäisivät sisäilman laatua. Tiloissa ei esiinny vetoa tai ylitämpenemistä. Käyttäjä voi yksilöllisesti hallita lämpöoloja sekä valaistusta. Tilojen ääniolosuhteet ovat erittäin hyvät. Rakennustyöt tehdään puhtausluokituksen P1 mukaisesti, ja käytettävät materiaalit ovat päästöluokaltaan M1.

**Hyvässä** (S2) sisäilmastoluokassa tilojen sisäilman laatu on hyvä, eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja (Rakennustieto, 2018, s. 5). Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole vaurioita tai epäpuhtauslähteitä, jotka heikentäisivät sisäilman laatua. Tiloissa ei tavallisesti tunnu vetoa, mutta ylitämpeneminen on mahdollista kesäisin. Tilojen ääni- ja valaistusolosuhteet ovat hyvät ja tilojen käyttötarkoituksen mukaiset. Rakennustyöt tehdään puhtausluokituksen P1 mukaisesti ja käytettävät materiaalit ovat päästöluokaltaan M1.

**Tyydyttävän** (S3) sisäilmastoluokan tilat täyttävät maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetut säädökset ja terveydensuojelulain perusteella asetetut minimivaatimukset (Rakennustieto, 2018, s. 5). Asetusten vaatimusten täyttymiseksi ei ole välttämätöntä käyttää S3-luokan tavoitearvoja.



Kuvio 8: Sisäilmaluokituksen rakenne (Rakennustieto, 2018, s. 3).

## 2.6 Rakennustöiden puhtausluokitus P1

Rakennustöiden puhtausluokituksella esitetään rakennustöiden puhtausvaatimukset tavanomaisille työ- ja asuintiloille (Rakennustieto, 2018, s.12). Tiloja ovat toimistot, julkiset rakennukset, koulu-, päiväkot- ja asuinrakennukset. Rakennustöiden puhtausluokituksia (P) on käytössä yksi luokka, P1. Luokituksella kuvataan rakentamistapaa, jolla saavutetaan hyvä ja tavoiteltu sisäilman laatu. Tavoiteltaessa sisäilmastoluokkia S1 tai S2 rakentamistöissä käytetään puhtausluokitusta P1 sekä päästöluokituksestaan M1 rakennusmateriaaleja. Mikäli rakennuskohteessa ei käytetä puhtausluokitusta, noudatetaan hyvän rakentamistavan mukaisia käytäntöjä. Suositeltavaa kuitenkin on, että puhtausluokituksen P1 rakennus- ja ilmanvaihtoasennustyötapoja käytetään myös sisäilmastoluokitukseen S3 kuuluvissa kohteissa.

Rakennustyömailla rakennustöiden puhtausluokitus nähtiin aluksi rakennustöitä hidastavana tekijänä, jonka vuoksi sen käyttöönotto on ollut hidasta (Consair, i.a.-a, s. 4). Käytännössä P1-rakentamisen hyödyt on pystytty osoittamaan, että hyvällä työmaan järjestyksellä ja siisteydellä on ollut merkitystä työvaiheiden etenemiseen sujuvasti työvaiheesta toiseen. Puhtausluokituksen käytöllä on saatu myös kustannussäästöjä, sekä tehokkaalla pölynhallinnalla on ollut positiivisia vaikutuksia rakennusalan toimijoiden hyvinvointiin. Rakennustöiden puhtausluokituksen tavoittelussa hyödyt ovat konkreettisia niin rakennuttajalle kuin urakoitsijoille. Hyöty konkretisoituu tilaajalle rakennustöiden valmistuttua, kun rakennus on puhdas ja valmis otettavaksi heti käyttöön. Urakoitsijoiden hyöty syntyy siitä, kun työt voidaan suorittaa tehokkaammin ja turvallisemmin.

P1-rakentamisessa oleellista on myös eri osapuolten välinen tiedonkulku ja yhteistyö (Consair, i.a.-a, s. 5). Rakennushankkeeseen osallistuvien on ymmärrettävä mitä kaikkea rakentamistöiden puhtausluokitus P1 tarkoittaa käytännössä, sekä mitä se vaatii, jotta asetetut tavoitteet voidaan saavuttaa. Urakoitsijoiden on oltava tietoisia näistä vaatimuksista jo urakaneuvotteluvaiheessa, jotta ne osataan huomioida tarjousvaiheessa. Sisävalmistusvaiheeseen osallistuville urakoitsijoille on suositeltavaa järjestää P1-koulutus.

### 2.6.1 Tavoitteet

Rakennustöiden puhtausluokituksen tavoitteena on varmistaa, että kohteen luovutusvaiheessa rakennuksen tilat ovat puhtaat ja heti käyttöönotettavissa, eikä rakennuksen käytön aikana sisäilmaan kulkeudu rakennusvaiheesta peräisin olevia epäpuhtauksia

(Rakennustieto, 2018, s. 12). Rakennusvaiheesta peräisin olevien epäpuhtauksien pääseminen sisäilmaan on epätodennäköistä, jos ilmanvaihtojärjestelmä on toteutettu ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokituksen P1 mukaisesti, eikä sisäilmaan yhteydessä oleviin tiloihin ole jäänyt merkittäviä pölykertymiä. Tavoitteiden täyttymiseksi rakennuksen puhtaus on tarkistettava ennen ilmanvaihtojärjestelmän käynnistämistä toimintatarkastusten tai toimintakokeiden yhteydessä. Ilmanvaihtojärjestelmän likaantumisen estämiseksi tilojen on täytettävä toimintakoevaiheelle asetetut puhtausvaatimukset ennen järjestelmän käynnistämistä.

### 2.6.2 Vaatimukset

Työ- ja asuintiloissa, joissa pyritään S1 tai S2 luokan sisäilmastoon, rakentamisen puhtausluokan P1 vaatimukset ovat seuraavat (Rakennustieto, 2018, s. 12):

- Ennen ilmanvaihtolaitteiden päätelaitteiden suojauksien poistamista ja järjestelmän käynnistämistä rakennuksen tulee olla puhdas. Pinnoilla ei saa olla hienojakoista irtolikaa, joka voi nousta ilmaan kosketuksen tai ilmavirtojen mukana.
- Tilojen siivoamista ei saa estää säilyttämällä niissä rakennusmateriaaleja tai -jätteitä
- Kalusteiden ja pintojen suojausten poiston jälkeen tiloissa saa ainoastaan tehdä pölyttömiä töitä, kuten esim. paikkamaalauksia, alakattojen asennusta, ilmanvaihdon toimintakokeita, säätöjä ja viritystä tai loppusiivousta.
- Luovutusvaiheessa tilojen on oltava heti käyttöön otettavissa.
- Luovutusvaiheessa pinnoilla ei saa olla näkyvää likaa kuten roskia, irtolikaa, pölyä, kiinnittynyttä likaa tai tahroja.

### 2.6.3 P1-rakentamisen toteutusohjeet

**Puhtauden- ja pölynhallintasuunnitelma** laaditaan osana työmaasuunnitelmaa, jossa rakennustöille valitaan myös osastokohtainen puhtausluokka (Rakennustieto, 2021, s. 12). Suunnitelman laatiminen on päätoteuttajan tehtävä. Puhtaudenhallintasuunnitelmassa on huomioitava rakennuttajan asettamat tavoitteet sisäilmastolle ja rakennustöiden puhtaudelle (Consair, 2020, s. 8). Sisäilmaston riskien hallinnan kannalta hyvä työmaasuunnittelu on tärkeässä roolissa (Rakennustieto, 2018, s. 12).

**Rakennustarvikkeiden kuljetus, varastointi, suojaus ja asennus.** Sisätiloihin tai rakenteesiin tulevat rakennusmateriaalit on suojattava kastumiselta ja likaantumiselta, kuljetuksen,

mahdollisen välivarastoinnin ja asennuksen aikana (Rakennustieto, 2018, s. 13). Lähtökohteisesti työmaalla tulisi säilyttää ainoastaan rakentamisen siinä vaiheessa tarvittavia rakennusmateriaaleja ja -tarvikkeita (Consair, i.a.-a, s. 17). Toimitukset kannattaakin sopia tehtäväksi täsmätoimituksina asennusaikataulujen mukaisesti, jolloin välttyään materiaalien välivarastoinnilta ja rakennussiivous helpottuu. Tämä on erityisen tärkeää varsinkin ilmanvaihtojärjestelmän osien puhtaana pysymisen varmistamiseksi. Mitä vähemmän työmaalla säilytetään rakennusmateriaaleja tai -tarvikkeita, sitä sujuvampaa on toteuttaa rakennussiivousta ja sitä vähemmän syntyy hankalasti siivottavia pölypesäkkeitä tai epämääräisiä tavarakasoja.

Kuvassa 1 lavan päälle ja ympärille on kertynyt sekalaista materiaalia, jotka hidastavat tilan siivoamista. Työmaalla tulisi säilyttää ainoastaan työvaiheessa tarvittavia materiaaleja.



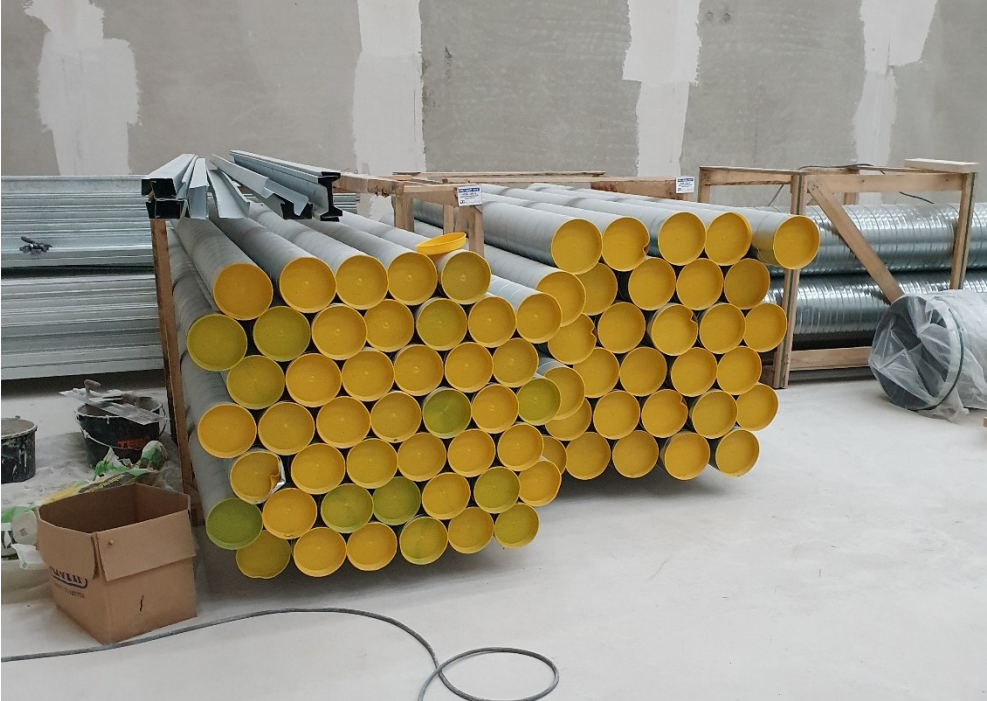
Kuva 1. Sekalaista tavaraa (P. Rahkonen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.4.2023).

Työmaalla varastoitavat rakennusmateriaalit ja -tarvikkeet on sijoitettava siirtolavojen päälle niiden siirtämisen ja tilojen siivoamisen helpottamiseksi (Consair, i.a.-a, s. 17). Lavoilla olevat materiaalit ja tarvikkeet on suositeltavaa suojata myös pressuilla tai muulla vastaavalla konstillalla, jotta laskeutuva pöly ei likaisi tai vaurioittaisi niitä. Erityisesti on huolehdittava ilmanvaihtojärjestelmän osien puhtaudesta. IV-järjestelmän osien päät on pidettävä tulpattuina kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Osien ulkopinnat eivät saa likaantua.

Kuvassa 2 työkalujen ja materiaalien liikuttamisessa hyödynnetään ostoskärryjä. Kuvassa 3 IV-kanavat on tulpattu, mutta ulkopintoja ei ole suojattu.



Kuva 2. Materiaalien siirtelyssä hyödynnetty ostoskärryjä (P. Rahkonen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.4.2023).



Kuva 3. Kanavien päät tulpattu, mutta ulkopinta on suojaamatta (P. Rahkonen, henkilökohtainen tiedonanto 14.4.2023).

**Toimintakoevalmiit tilat osastoidaan** omiksi tiloikseen ennen loppusiivouksen ensimmäisen vaiheen aloittamista (Rakennustieto, 2018, s. 13). Toimintakoevalmiit tilat on merkittävä näkyvästi "Puhtausluokan P1 tila"-merkinnällä. Osastoituja tiloja ei saa käyttää säännölliseen läpikulkun, mikäli viereiset tilat eivät täytä toimintakoevalmiiden tilojen vaatimuksia. Merkittyissä tiloissa on vältettävä turhaa oleskelua ja pölyä synnyttäviä töitä. Mikäli tila on töiden etenemisen vuoksi puhtausosastoitava ennen kuin betonipintojen kosteus määrä on saavuttanut päällystyön edellyttämän maksimiarvon, tilaan tulee järjestää riittävä ilmanvaihto. Talvella tuloilma on lämmitettävä. Mikäli pölyäviä töitä joudutaan tekemään, pitää työkalut ja laitteet varustaa kohdepoistolla ja tila siivota töiden valmistumisen jälkeen. P1-tilojen riittävästä ilmanvaihdosta on huolehdittava.

**Rakennussiivouksella**, joka sisältää rakennusaikaisen ja kaksivaiheisen loppusiivouksen, voidaan varmistua puhtausavoitteista. Siivouksessa karkea lika poistetaan lapiolla, lastalla tai suurtehoisella imurilla (Rakennustieto, 2018, s. 13). Harjojen käyttö on kiellettyä, sillä ne nostavat pölyä ilmaan ja lisäävät ilman hiukkaspitoisuutta. Lisäksi harjan siivousteho on heikko. Jätteet tulee kerätä tiiviisiin säkkeihin, liikuteltaviin jäteastioihin tai tiputettava suoraan jätekuiluun (Säteri, 2005, s. 518). Hienojakoisempi lika imuroidaan EN 60335-2-69 standardin

mukaisella H- tai M-luokkaan kuuluvalla rakennus- ja teollisuusimurilla tai rakentamisen aikaisella keskuspölynimurilla (Rakennustieto, 2018, s. 13).

Jäteastioita on oltava riittävästi ja ne on tyhjennettävä säännöllisesti. Jätteet on lajiteltava (kuva 4). Kuvassa 5 työmaalle on muodostunut epämääräisiä jätekasoja, jotka ovat myös pölyn peitossa. Kameran salamalla otetussa kuvassa näkyy myös ilmassa leijuvia pölyhiukkasia. Näin ei tule toimia.



Kuva 4. Jätteiden lajittelua (P. Rahkonen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.4.2023).



Kuva 5. Epämääräisiä tavarakasoja pölyn peitossa (P. Rahkonen, henkilökohtainen tiedonanto).

**Luokituksesta tiedottaminen ja koulutus.** Sisäympäristölle asetetut tavoitteet ja niihin pääsemiseksi valitut suunnitteluratkaisut esitellään työmaan käynnistyessä pidettävissä rakennuttajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden kokouksissa (Rakennustieto, 2018, s. 14). Urakoitsijoiden laatusuunnitelmiin kirjataan keskeiset kohdat ja niiden toteutumista seurataan työmaakokouksissa. Jokaiselle työmaalla työskentelevälle henkilölle jaetaan kirjallinen tiedote työmaalla noudatettavista sisäilmasto-, puhtaus- ja materiaaliluokista. Ennen rakennustöiden aloittamista pidetään sisäilmastoluokituksen sekä rakennustöiden ja ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokkien toteutumisen kannalta keskeisille urakoitsijoille ja työntekijöille tilaisuus, jossa käydään läpi kohteen sisäympäristötavoitteet ja niiden toteutumiseksi tarvittavat ohjeet ja tehtävät. Koulutuksen järjestämisestä voidaan sopia urakkarajaliitteessä. Pääurakoitsijan on huolehdittava myös työmaalle myöhemmin tulevien urakoitsijoiden ja työntekijöiden koulutuksesta.

## 2.6.4 P1-rakentamisen vaiheet

**Aktiivinen pölyhallinta** tarkoittaa pölyntorjuntaa (Consair, i.a.-a, s. 14). Pölyntorjunnalla minimoidaan materiaalien työstöissä syntyvän pölyn määrä sekä napataan mahdolliset pölyhiukkaset heti talteen ennen kuin ne pääsevät leviämään huoneilmaan, josta ne voivat päästä hengitysilman mukana keuhkorakkuloihin ja aiheuttaa näin terveysriskin. Pölyntorjunnassa onnistumisessa työntekijä on ratkaisevassa roolissa. Siihen vaikuttavat hänen asenteensa, toimintatapansa sekä käyttämänsä laitteet ja työkalut. Työkaluilla, jotka ovat varustettu kohdepoistolaitteilla, on mahdollista ottaa talteen yli 90 % syntyvästä pölymassasta heti sen muodostuttua.

Lähtökohtaisesti työntekijöiden tulisi käyttää aina mahdollisuuksien mukaan pölyämättömiä tai vähemmän pölyäviä työmenetelmiä. Kuvassa 6 on esitetty kohdepoistolla varustettu piikkausvasara.



Kuva 6. Kohdepoistolla varustettu piikkausvasara (Hilti, i.a.).

**Passiivinen pölyhallinta** on kokonaisuus, johon sisältyy pölyjen rajaaminen työskentelyalueelle, työskentelyalueen riittävästä ilmanvaihdosta huolehtiminen sekä ilman epäpuhtauksien puhdistaminen (Consair, i.a.-a, s. 14). Pölyntorjunnassa tapahtuneita virheitä voidaan korjata passiivisella pölyhallinnalla. Työmaalla tämä voidaan toteuttaa osastoimalla ja alipaineistamalla työskentelyalue, sekä järjestämällä työmaa-aikainen ilmanvaihto. Näiden lisäksi käytössä on oltava tarpeeksi ilmanpuhdistuslaitteita, ja niiden tulee olla riittävällä suodatusteholla

varustettuja. Aktiiviseen pölynhallintaan verrattuna passiivinen pölynhallinta ei ole riippuvainen yksittäisten työntekijöiden toimista. Pölymäärästä riippuen ilman puhdistumisessa voi kuluua aikaa muutamia kymmeniä minutteja tai jopa vuorokausia.

**Korjaavat toimenpiteet** ovat tarpeen, jos aktiivisessa ja passiivisessa pölynhallinnassa on ollut puutteita (Consair, i.a.-a, s. 14). Korjaavilla toimenpiteillä tarkoitetaan siivousta. Rakennustyömaalla ei voi juurikaan välttyä siivoamiselta, mutta tarvittavaa siivousmäärää voidaan vähentää merkittävästi, mikäli työmaan pölynhallintaprosessi on kunnossa. Rakennussiivous tulisi ymmärtää laadunvarmistajana, eikä pakollisena pahana. Yleisesti ottaen siivouksen on oltava jatkuvaa, säännöllistä ja oikein toteutettua (mts. 15). Tavoiteltaessa laadukasta lopputulosta, on myös laaduntarkkailun oltava jatkuvaa ja havaitut puutteet ja virheet on korjattava viipymättä. Ennalta ehkäisevillä toimenpiteillä voidaan vähentää turhan työn määrää, jolloin siivouksessa voidaan keskittyä paremmin laadun tuottamiseen (mts. 18).

**Loppusiivouksen** toisessa vaiheessa varmistetaan, että kohteelle tilaajan asettamat puhtausvaatimukset täyttyvät. Loppusiivouksen jälkeen tilojen on oltavat puhtaat ja heti käyttöön otettavissa. Mikäli rakentamisen aikaisemmassa vaiheessa ei ole huolehdittu tarpeeksi pölynhallinnasta, loppusiivouksen pysyminen aikataulussa ja budjetissa tulee olemaan hankalaa, ellei jopa mahdotonta (Consair, i.a.-a, s. 15).

**Puhtauden arviointi** suoritetaan ennen rakennuksen luovutusta (Consair, i.a.-a, s. 15). Arvioitavia kohteita ovat tilojen pintojen ja kalusteiden sisäpintojen puhtaus. Pintojen puhtaus voidaan arvioida esimerkiksi geeliteippimenetelmällä.

### 2.6.5 Vastuut ja roolit P1-rakentamisessa

Yksilön rooli, yhteistyön ja yhteisten pelisääntöjen noudattaminen korostuu erityisesti P1-rakentamisessa, sillä yksikin välinpitämätön työntekijä voi aiheuttaa hallaa puhtaudenhallinnalle ja altistaa muita toimijoita pölylle. Seuraavaksi luetellaan rakennushankkeen eri osapuolten tehtäviä, vastuita ja rooleja pölynhallinnan kannalta.

**Rakennuttaja**, tilaaja ja rakennuttajakonsultti määrittävät hankesuunnitteluvaiheessa tavoitteet sisäympäristölle, rakennustöiden puhtaudelle ja rakennusmateriaalien päästöille (Rakennustieto, 2018, s. 10). Rakennuttaja valitsee kohteen kannalta sopivat sisäilmastolle

sopivat tavoitetasot. Nämä tavoitteet on esitettävä suunnittelijoille ja urakoitsijalle. Sisäilmastotavoitteet on kirjattava selkeästi ja annettava ne tiedoksi kaikille suunnittelijoille.

**Suunnittelijoiden** on esitettävä ne ratkaisut, joilla rakennuttajan valitsemit sisäilmastotavoitteet saavutetaan (Rakennustieto, 2018, s. 3). Valitut sisäilmastotavoitteet ja niiden perusteella tehdyt suunnitteluratkaisut tulee esittää piirustuksissa, työselostuksissa, urakkarajaliitteessä ja työmaan laatusuunnitelmassa.

**Pääurakoitsijan** on laadittava hankekohtainen pölynhallintasuunnitelma rakennuttajan sisäilmastolle ja rakennustöiden puhtaudelle asettamien tavoitteiden perusteella (Consair, i.a.-a, s. 6). Suunnitelman tavoitteena on parantaa työmaan pölynhallintaa. Pölynhallintasuunnitelmassa pääurakoitsija esittää pölynhallinnan periaatteet ja käytännöt sekä ohjeistaa jokaisen työmaahan liittyvien urakoitsijoiden toimintaa. Pääurakoitsijan on koulutettava ja perehdytettävä rakennustyöntekijöille P1-rakentamisen keskeisimmät osa-alueet.

**Työnjohtajan** vastuulla on jokapäiväinen pölynhallinnan toteutuminen pölynhallintasuunnitelman mukaisesti (Consair, i.a.-a, s. 7). Työnjohtaja vastaa pölynhallintamenetelmistä ja niissä käytössä olevista laitteista. Hänen tehtävänä on myös ohjata rakennustöitä, siivousta ja materiaalien varastointia siten, että puhtausvaatimukset täyttyvät. Työnjohtaja vastaa mahdollisten puutteiden ja virheiden korjaamisesta.

**Työntekijöiden** on noudatettava heille annettuja ohjeita (Consair, i.a.-a, s. 7). Pölynhallinnan kannalta on tärkeää käyttää tarkoituksen mukaisia laitteita ja työkaluja, sekä huoltaa niitä aina tarpeen mukaan. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi kohdepoistolla varustetut työkalut. Työntekijän on hallittava omasta työstään aiheutunut pöly. Heidän on pidettävä työalueensa järjestyksessä ja siistinä. Havaitessaan mahdollisia puutteita tai virheitä pölynhallinnassa on siitä kerrottava työnjohtajalle. Työntekijät voivat myös antaa työmaanpölynhallintaan parannusehdotuksia.

**Rakennussiivoajat** toimivat puhtaudenhallinnan laadunvarmistajina (Consair, i.a.-a, s. 7). He suorittavat korjaavia toimenpiteitä käytössä olevien aktiivisten ja passiivisten pölyntorjuntamenetelmien ohella. Huolellisuudella ja oikeanlaisilla siivousvälineillä ja -menetelmillä voidaan varmistaa pölyntorjunnan onnistuminen.

**Valvojan** on tarkastettava, että pölynhallinta on työmaalla tehty asianmukaisesti ja määräykset täyttävästi (Consair, i.a.-a, s. 7). Mikäli pölynhallinnan onnistumisessa on puutteita, voi valvoja esittää vaatimuksia asioiden korjaamiseksi. Valvoja toimii rakennuksen loppukäyttäjien ja rakennuttajien etujen varmistajana.

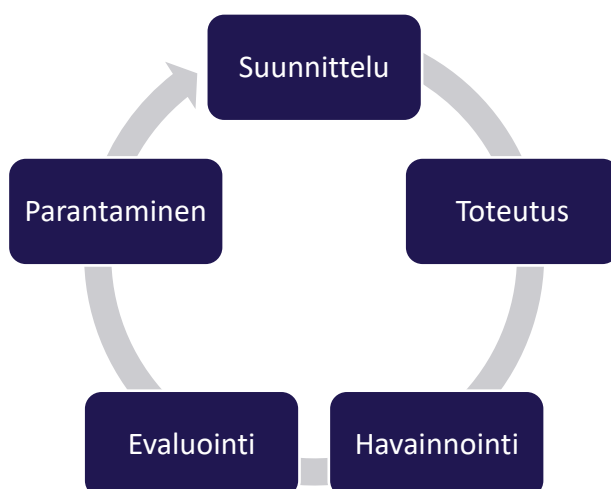
**P1-koordinaattorin** tehtävä on seurata työmaan puhtautta, ohjata P1-rakentamista ja pitää P1-koulutuksia työmaan henkilöstölle. Työmaakäynneillä hän arvioi ilmanvaihdon asennustöitä ja rakentamisen puhtautta tekemällä työhygieenisiä mittauksia. P1-koordinaattori raportoi havainnoistaan toimeksiantajalle.

### 3 PÖLYTTÖMYYS RAKENNUSTYÖMAALLA

#### 3.1 Pölynhallinta on osa laatujohtamista

Pölynhallinta on osa rakentamisen laatujohtamista, jossa lähtökohtana ovat asiakkaat (Väisänen, 2020, s. 3). Rakennuksen tulevat käyttäjät voivat valinnoillaan ja vaatimuksillaan vaikuttaa omalta osaltaan erilaisten palvelujen ja tuotteiden kysyntään. Mikäli asiakas on tyytyväinen saavutettuun lopputulokseen, esimerkiksi puhtaana ja pölyttömänä luovutettuun rakennukseen, on yrityksen toiminta ollut laadukasta. Loppukäyttäjien lisäksi hyvästä pölynhallinnasta hyötyvät erityisesti myös urakoitsijat ja tilaajat. Urakoitsijat hyötyvät, kun työt voidaan suorittaa tehokkaasti ja turvallisesti. Hyöty konkretisoituu tilaajille, kun luovutettava rakennus on puhdas ja heti käyttöön otettavissa. Puhtauden- ja pölynhallinnassa onnistuminen vaikuttaa rakentamisen aikaisiin kustannuksiin sekä lopputulokseen.

Laatujohtamisen apuna käytetään prosesseja (kuvio 9) (Väisänen, 2020, s. 3). Prosesseissa asiat tehdään järjestelmällisesti ja dokumentoidusti sekä pyritään tekemään asiat kerralla oikein ja minimoimaan inhimilliset virheet. Prosessi sisältää laadunvarmistuksia ja se korjaa virheet pidemmällä aikavälillä. Puutteet prosessien hallinnassa johtaa tehottomiin toimintatapoihin. Työmaalla saatetaan tehdä vääriä asioita aivan väärään aikaan, mikäli prosessit eivät ole kunnossa. Tämä aiheuttaa sen, että resursseja ei voida hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla. Mikäli prosessit ovat hyvin hallinnassa, mahdolliset kompastuskivet ja kehityskohteet tunnistetaan helpommin, jolloin itse prosessia voidaan parantaa ja kehittää.



Kuvio 9. Laatu prosessi (Väisänen, 2020, s. 3).

### 3.2 Pölynhallintaprosessi

Työmaan pölynhallinta aloitetaan suunnittelulla ja henkilöstön koulutuksella (Väisänen, 2020, s. 7). Puhtaudenhallinta sisältää aktiivisia, passiivisia ja korjaavia toimenpiteitä. Työmaalla tehtävien kierrosten aikana seurataan ja valvotaan pölynhallintaprosessin laatua ja sen toteutumista. Kierrosten aikana voidaan havaita prosessin mahdolliset poikkeamat, jotka aiheuttavat pölyn leviämistä muualle ympäristöön. Selvittämällä poikkeaman aiheuttajan syyn on mahdollista muuttaa toimintatapoja, jotta vältytään jatkossa samoilta virheiltiltä, jolloin työmaalla on mahdollista säästää rahaa ja aikaa, kun asiat tehdään heti kerralla oikein. Kuviossa 10 esitetään pölynhallintaprosessi kokonaisuudessaan.



Kuvio 10. Pölynhallintaprosessi (Väisänen, 2020, s. 7).

### 3.3 Puhtaudenhallinta- ja pölyntorjuntasuunnitelma

Päätoteuttajan tehtäviin kuuluu laatia puhtaudenhallinta- ja pölyntorjuntasuunnitelma osaksi työmaasuunnitelmaa. Säterin (2005, s. 517) mukaan se voi olla erillinen asiakirja tai yksi

laadunvarmistussuunnitelma-asiakirjoista. Pölyntorjunnan kannalta oleellista tunnistaa mahdolliset vaarat ja suunnitella tarvittavat pölyntorjuntatoimet arvioitujen riskien perusteella (Rakennustieto, 2021, s. 12). Pölyhaittaa aiheuttavien työvaiheiden riskien suuruuden arvioinnin perusteella kartoitetaan mahdollisuudet pölyn aiheuttamien vaarojen poistamiseksi tai vähentämiseksi sekä valitaan pölyntorjuntamenetelmät. Rakennuspölystä terveydelle haitallisimpia ovat hienojakoiset pölyt, jotka sisältävät kvartssia, kovapuuta tai muita syöpäsairautta aiheuttavia aineita. Valituilla pölyntorjuntaratkaisuilla on pyrittävä suojelemaan työntekijän lisäksi myös ympäristöä.

Rakennushankkeen työturvallisuuteen liittyvät vaatimukset ja reunaehdot tulevat rakennuttajalta (Rakennustieto, 2021, s. 12). Rakennuttajan on esitettävä menettelyohjeissa mittauksiin liittyvät toimintatavat. Rakennuttajan on tuotava esille, millaisia työhygieenisiä mittauksia on tarpeen tehdä. Mikäli työhygieenisiä mittauksia on tehtävä rakentamisen aikana, on päätoimittajan esitettävä ohjeet työhygieenisten mittausten menettelytavoista osana rakennustyömaan pölyntorjuntasuunnitelmaa. Työhygieenisiä mittauksia ovat ilman epäpuhtausmittaukset ja biologiset altistumismittaukset. Mittaukset suoritetaan hyväksytyin standardin mukaisesti, että mittaukset ovat toistettavissa samalla tavalla ja tulokset ovat keskenään vertailukelpoiset.

Sisäympäristöön ja siihen vaikuttavien rakennustöiden puhtaus ja rakennusmateriaalien päästöjä koskevat tavoitearvot tulevat rakennuttajalta (Rakennustieto, 2021, s. 12). Hanke-suunnitteluvaiheessa valitaan sisäilmastoluokka, jonka perusteella valitaan rakennus- ja IV-töiden puhtausluokka rakennustöiden suunnittelemiseksi ja ohjaamiseksi. Puhtausluokan valinta määrittää kriteerit rakennustarvikkeille, osastointiin, siivoukseen, tiedotukseen ja koulutukseen.

Hankkeen riskienarvioinnin ja valittujen toimenpiteiden jälkeen kootaan pölyjen osalta tarpeelliset toimenpiteet puhtaudenhallinta- ja pölyntorjuntasuunnitelmaan. Pölyntorjuntasuunnitelmassa esitetään seuraavat asiat (Rakennustieto, 2021, s. 13):

- pölyä aiheuttavat työvaiheet
- toimenpiteet pölyn leviämisen estämiseksi
- koneiden ja työvälineiden pölynpoistomenetelmät
- osastoinnin tarve ja toteutus
- rakennustarvikkeiden kuljetus, varastointi ja suojaus

- työvaatteiden ja työvälineiden puhdistus sekä hengityssuojainten säilytys
- pölyn poisto pinnoilta (siivousmenetelmät, -välineet ja -taajuus)
- työnaikainen siivous ja loppusiivous
- tiedotus ja koulutus.

Puhtauden- ja pölynhallintasuunnitelmassa tulee määritellä tarvittavat suojaimet, kun työmaalla on mahdollista altistua terveydelle haitallisille jakeille, kuten kvartsipölylle (Rakennustieto, 2021, s. 13). Työntekijöiden vaatteille on oltava varattuna oma säilytystila tai työssä on käytettävä kertakäyttöhaalareita, jos työntekijä altistuu työssään kvartsipitoiselle pölylle (mts. 14). Työvälineitä ei saa varastoida henkilöstötiloissa. Työnantaja vastaa suojavaatteiden ja välineiden puhtaanapidosta, huollosta ja mahdollisista tarkastuksista (Rakennusliitto, i.a., s. 48).

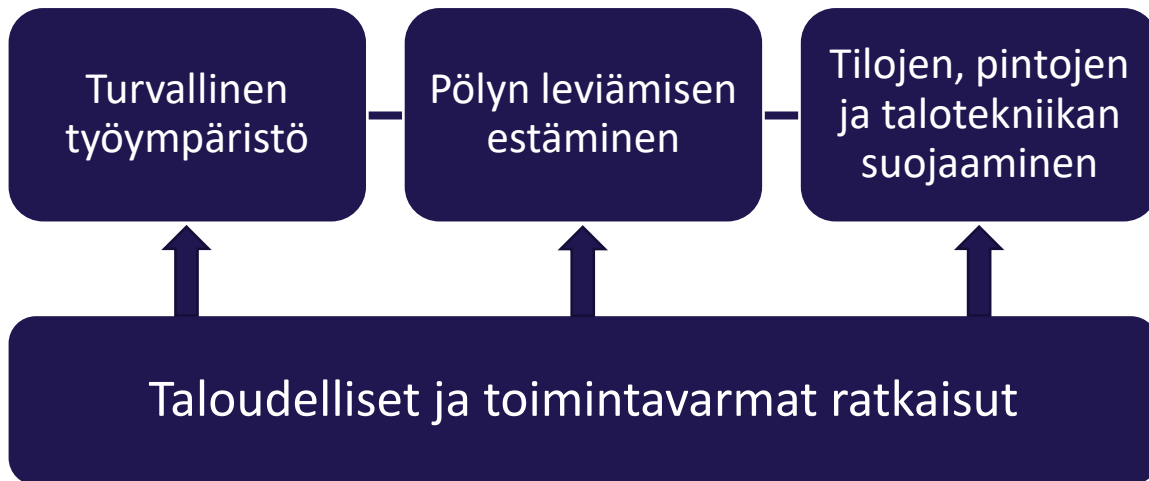
Puhtauden- ja pölynhallintasuunnitelmassa esitetään myös työmaan puhtaustavoitteet (Rakennustieto, 2021, s.14). Sopimusasiakirjoissa mainittu ja rakennuttajan määrittelemä sisäilmastoluokka asettaa rakennustöiden puhtausvaatimukset, joiden toteutumiseen vaikuttaa oleellisesti pölyntorjunnassa onnistuminen.

Käytännössä pölyntorjunnalla on pyrittävä ensisijaisesti estämään pölyhaitan muodostuminen käyttämällä vaihtoehtoisia työmenetelmiä tai materiaaleja (Rakennustieto, 2021, s. 13). Mikäli pölyn muodostumista ei pystytä kokonaan torjumaan on, pyritään minimoimaan muodostuneen pölyn määrä ja estämään sen leviäminen muualle ympäristöön. Pölyn leviämisen estämisessä käytetään pölynsidontaa, kohdepoistoa, osastointia, alipaineistusta sekä ilmanpuhdistusta. Käytävissä olevissa laitteissa on oltava riittävän tehokkaat suodattimet. Säännöllisellä ja järjestelmällisellä siivouksella voidaan estää pölyn leviäminen pinnoilta.

### **3.4 Pölyntorjunnan tavoitteet**

Pölyntorjunnan tavoitteet esitetään kuviossa 11. Yksi pölyntorjunnan tavoitteista on pitää rakennustyöntekijöiden altistuminen rakennusaikaiselle pölylle mahdollisimman alhaisena ja näin taata heille ja valmiin rakennuksen käyttäjille mahdollisimman turvallinen työympäristö. Estämällä pölyn leviäminen vähennetään läksiivoustarvetta, suojataan rakennuksen pintoja sekä talotekniikkaa. Pöly kuluttaa pintoja ja aiheuttaa näin arvonalennuksia. Eri pölyntorjunnan keinoilla voidaan varmistaa pölyntorjunnan tavoitteiden täyttyminen. Pölyntorjunnan

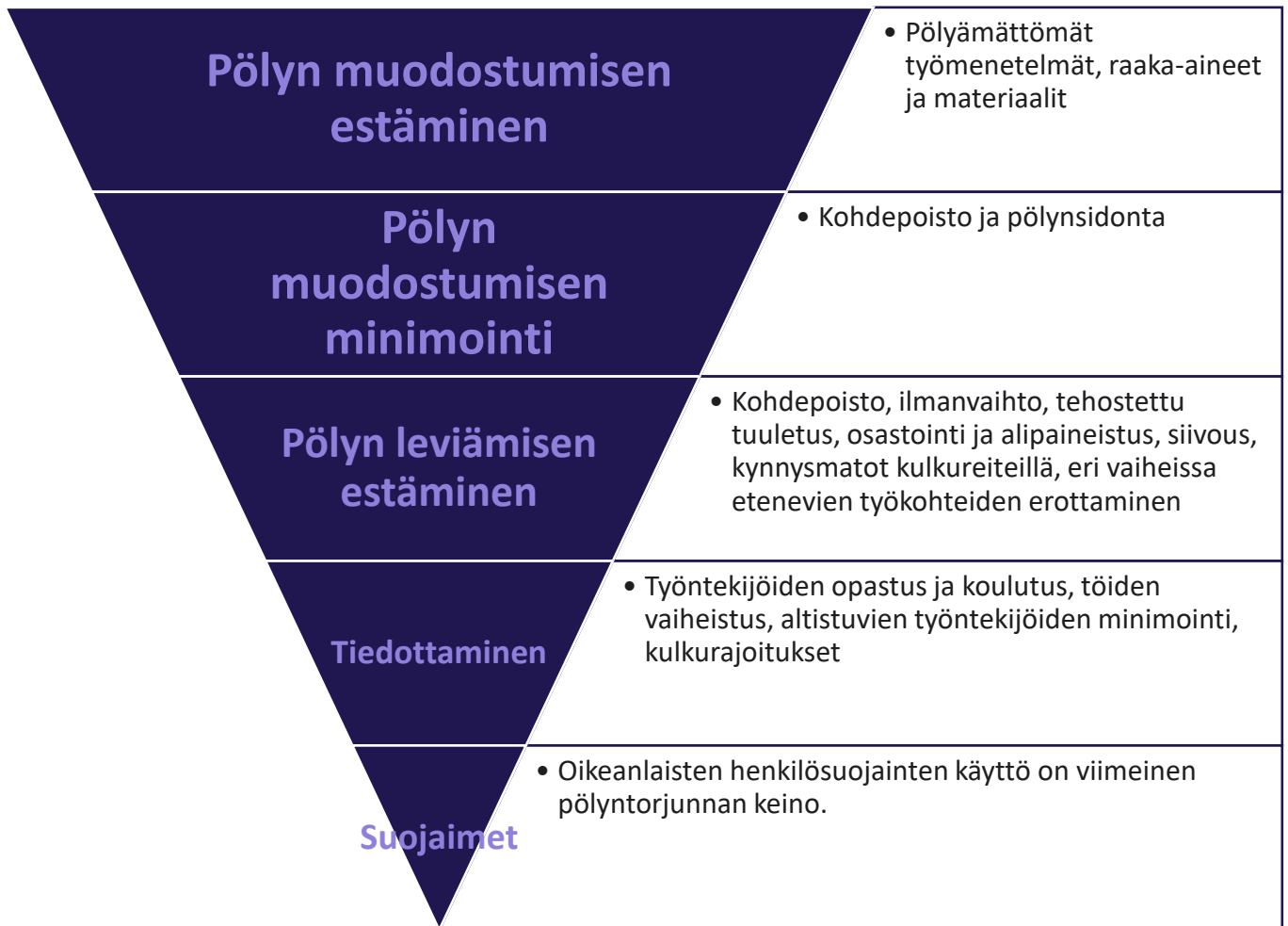
tavoitteiden täyttymiseksi avainasemassa ovat työmaalla työskentelevät yksilöt. Oleellista on, että jokainen ymmärtää pölyn aiheuttamat riskit ja suhtautuvat asiaan riittävällä vakavuudella, hallitsevat erilaiset pölyntorjuntakeinot sekä toteuttavat aktiivista pölyntorjuntaa.



Kuvio 11. Pölyntorjunnan tavoitteet (mukaillen Rakennustieto, 2013, s. 3).

### 3.5 Pölyntorjunnan periaatteet ja menetelmät

Puhtaudenhallinnassa ja pölyntorjunnassa noudatetaan pääurakoitsijan laatimaa puhtaudenhallinta- ja pölyntorjuntasuunnitelmaa, jossa on esitetty hankkeen pölyävät työvaiheet, niiden toteutusjärjestys ja kesto sekä suunnitellut pölyntorjunnan ja puhtaudenhallinta keinot. Pölyntorjunnan viisi pääkeinoa esitetään kuviossa 12.



Kuvio 12. Pölyntorjunnan pääperiaatteet (mukaillen Kokkonen ym., 2013, s. 38; Rakennustieto 2021, s. 23–24).

Pölyntorjunnan ensisijainen keino on estää kokonaan pölyn muodostuminen poistamalla pölyn aiheuttaja esimerkiksi käyttämällä vaihtoehtoisia työmenetelmiä (Rakennustieto, 2021, s. 23). Pölyn muodostumista on pyrittävä vähentämään kohdepoistolaitteilla tai märkämenetelmillä, mikäli sitä ei voida estää kokonaan. Kaikki pölyävät työt, kuten sahaus ja laastin sekoittaminen, tulisi suorittaa mahdollisuuksien mukaan niille tehdyissä omissa alipaineistetuissa työpisteissä pölyn leviämisen estämiseksi. Pölyntorjunnan periaatteisiin kuuluu myös työntekijöiden tiedottaminen ja koulutus (mts. 24). Kouluttamalla voidaan lisätä työntekijän tietoisuutta mm. pölyn aiheuttamista terveyshaitoista. Viimeisenä keinona on käyttää henkilökohtaisia suojaimia. Suojainten on oltava työmaan riskienarvioinnin mukaiset.

### 3.5.1 Vaihtoehtoiset työmenetelmät

Pölyntorjunnassa ensisijainen menetelmä on estää pölyn muodostuminen (Rakennustieto, 2013, s. 3). Rakentamis- ja purkamisvaiheessa valittavien työmenetelmiin on kiinnitettävä

huomiota siten, että ne muodostavat mahdollisimman vähän pölyä. Esimerkiksi materiaalin katkaisu tehdään sahaamisen sijaista leikkurilla ja jalkalistat kiinnitetään kiviseinään liimamalla. Rakennustyömaalla työstettävien materiaalien määrää voidaan vähentää tilaamalla rakennusmateriaalit määrämittaisina ja elementeissä tarvittavat varaukset toteutettavaksi elementtitehtaalla. Laastin sekoituksessa tarvittava pölyävä säkkitavara voidaan korvata työmaalle toimitettavalla valmiiksi sekoitetulla ja kostealla materiaalilla (Kokkonen ym., 2013, s. 39).

### 3.5.2 Kohdepoisto

Kohdepoiston avulla muodostunut pöly ja muut epäpuhtaudet voidaan ottaa talteen mahdollisimman läheltä epäpuhtauslähdettä (Kokkonen ym., 2013, s. 39). Kohdepoistomenetelmät jaotellaan korkea- ja matalapaineisiin kohdepoistoihin laitteen muodostaman alipaineen mukaan. Kohdepoisto voidaan toteuttaa osastoinnin alipaineistukseen ja ilmanpuhdistukseen suunniteltuja laitteita. Ympäristöön levinneen pölyn siivoaminen on aina paljon työläämpää ja kalliimpaa kuin pölyn poistaminen heti sen muodostuttua (Väisänen, 2019, s. 2).

Kohdepoistolaitteita tulee käyttää aina, kun se on vain mahdollista. Erityisesti laastin sekoituksessa, maalauksessa ja materiaalien työstössä. Kohdepoistolaitteiden ja imureiden suodattimet on vaihdettava säännöllisesti, jotta laitteet toimivat tarkoituksenmukaisesti.

Korkeapaineisessa kohdepoistossa käytetään keskuspölynimurijärjestelmää tai liikuteltavia rakennusimureita, jotka on varustettu esierottimella sekä HEPA H13-suodattimilla (Kokkonen ym., 2013, s. 39). Esierotin lisää imurin suorituskykyä sekä estää suodatinta tukkeutumista. Kohdepoisto voidaan liittää työkohteessa esimerkiksi jyrsimeen, hiomakoneeseen, sahaan tai muuhun työstökoneeseen, jolloin imu on mahdollista kohdistaa hyvin lähelle pölynlähdettä. Imuria voidaan käyttää myös työkohteen siivoamiseen. Kuvassa 6 on kohdepoistolla varustettu piikkausvasara.

Matalapaineisia kohdepoistolaitteita (kuva 7), kuten alipaineistajat, käytetään, kun tarkoituksena on liikuttaa ja puhdistaa suuria määriä ilmaa (Väisänen, 2019, s. 4). Matalapaineisessa kohdepoistossa pölyn muodostumiskohdan välittömään läheisyyteen asennetaan HEPA H13-suodattimella varustettuun ilmanpuhdistajaan yhdistetty karkeasuodattimellinen pölynkerääjä, joka nappaa syntyvän pölyn (Kokkonen ym., 2013, s. 39). Ilmanpuhdistajan poistoilma johdetaan työskentelyalueen ulkopuolelle muovisukalla tai muovisen poistoputken avulla.

Kohdepoistomenetelmien oikealla käytöllä voidaan vähentää alveolijakeisen pölyn määrää 54–99 % ja alveolijakeisen kvartsin määrää 63–98 % (Kokkonen ym., 2013, s. 41). Kohdepoistolaitteiden suodattimien on oltava tarkoitukseen sopivia ja riittävän tehokkaita, sillä suuret pölymäärät kuormittavat suodattimia (Väisänen, 2019, s. 6). Tukkeutuneet suodattimet hidastavat ilmavirran kulkua, jolloin poiston teho heikkenee merkittävästi ja osa pölystä voi levitä kohdepoiston ohi muualle työympäristöön. Kohdepoistolaitteiden suodatinluokitus tulisi optimoida sen maksimoinnin sijaan. Suodatinluokituksen kasvu kasvattaa myös laitteiston puhaltimelle kohdistuvaa vastapainetta, jolloin imuteho heikkenee. Kohdepoistolaitteet yksinään eivät ole riittävä menetelmä suodattamaan kaikkea pölyä, mutta niillä voidaan vähentää merkittävästi pölyhaittaa (Rakennustieto, 2021, s. 23).



Kuva 7. Pullman Ermator A1000 ilmanpuhdistaja / alipaineistaja (P. Rahkonen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.4.2023)

### 3.5.3 Märät menetelmät

Pölyn muodostumisen vähentämiseksi materiaaleja on mahdollista käsitellä märillä menetelmillä. Säämäsen ym. (2004, s. 7) mukaan on kaikki märät menetelmät tuottavat vähemmän

pölyä kuin kuivat menetelmät. Materiaaleja kostuttamalla pölyjen syntyapaikalla on tehokkaampaa kuin yrittää kaapata vapautunut pöly sumujen tai vesisuihkujen avulla.

Säämänen (2004, s. 7) huomauttaa että, mikäli käytetään märkiä menetelmiä, on huolehdittava siitä, että materiaali ei pääse kuivumaan ja pölyämään myöhemminkään. Käytettäessä märkiä menetelmiä voi työmaalle syntyä uusia vaaroja, kuten liukastumisvaarat märillä pinnoilla, sähköiskun vaara, suhteellisen kosteuden aiheuttama lämpökuorma sekä jätevesien muodostuminen. Mikäli materiaalia ei voida kastella, voidaan muiden pölyntorjuntakeinojen ohella käyttää vesisumutusta (mts. 88).

**Vesisumutus** on helppo ja nopeakäyttöinen, muita pölyntorjuntakeinoja täydentävä menetelmä (Seppälä, 2020, s. 26). Vesisumutuksessa vesi hajotetaan pieniksi sumupisaroina joihin pölyhiukkaset tarttuvat kiinni (Kokkonen ym., 2013, s. 40). Käytettäessä vesisumutusta sisätiloissa, vettä tulee käyttää ainoastaan vain rajatun työkohteen kasteluun ja ainoastaan sen verran, että pöly saadaan hallittua. Rakennetta ei saa päästää kastumaan (Rakennetieto, 2021, s. 23). Seppälä (2020, s. 26) toteaa johtopäätöksissään, että vesisumutus ei korvaa hallitun alipaineistuksen aiheuttavaa ilmanvaihtoa, mikä jo itsessään johtaisi pölypitoisuuden laimentumiseen ilmassa. Vesisumutusta tulisi käyttää välittömästi pölyävän työvaiheen päättymisen jälkeen ennen seuraavaan työvaiheeseen siirtymistä, jotta saadaan nopeutettua työskenneltävän tilan ilman puhdistumista. Vesisumutus ei sovellu työntekijän altistumisen alentamiseen työvaiheen aikana. Vähäiselläkin pölypitoisuuden alentumisella työskentelytilassa pölyävän työvaiheen päätteeksi nopeuttaa tilan puhdistumista ja vähentää merkittävästi pölyn leviämistä muualle työmaa-alueelle.

#### 3.5.4 Yleisilmanvaihto ja ilmanpuhdistajat

Yleispoistossa tehostetaan työkohteen yleisilmanvaihtoa ilman epäpuhtauksien vähentämiseksi (Rakennustieto, 2010, s. 15). Pölynsuodattimella varustettu ilmanpuhdistaja imee työkohteen ilmaa, joka johdetaan poistoilmana muovisukan tai -putken avulla ulkoilmaan (kuva 8). Ristivedon järjestäminen työkohteeseen on myös yleispoistoa. Yleispoisto on ainoana menetelmänä riittämätön purku- ja rakennustoissa ympäristön suojaamiseksi terveydelle haitallisilta ja vaarallisilta aineilta, tai pölyaltistumisen vähentämiseksi. Ilmanvaihtoa tehostamalla tilan epäpuhtauksia voidaan vähentää tehokkaammin kuin ilmanpuhdistimilla.

Työmaalla suositellaan käytettäväksi ilmanpuhdistimia, mikäli tuulettaminen ei ole mahdollista ulkoilman lämpö- ja kosteusolosuhteiden tai esimerkiksi kaupungin järjestyssääntöjen vuoksi. Ilmanpuhdistuslaitteista ei johdeta poistoilmaa erillistä putkea tai letkua pitkin ulkoilmaan vaan laite palauttaa imemänsä ilman takaisin huoneilmaan puhdistettuna (Kokkonen ym., 2013, s. 45). Laitteiden tehollisen ilmavirran on oltava suuri, jotta epäpuhtauksien poistaminen olisi yhtä tehokasta kuin kohdepoistolla. Ilmanpuhdistajat sopivat oikein mitoitettuina puhdistamaan pienten tilojen huoneilmaa vähemmän pölyävissä työvaiheissa. Ilmanpuhdistuslaitteita on mahdollista käyttää yhtäaikaisesti kohdepoistolaitteiden rinnalla. Ilmanpuhdistuslaitteita käytetään huonekohtaisesti.



Kuva 8. Nostettu ilmanpuhdistaja (P. Rahkonen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.4.2023).

### 3.5.5 Osastointi ja alipaineistus

Osastoinnissa tilat, joissa tehdään pölyviä työvaiheita, erotetaan ympäröivistä tiloista ilmanvaihdollisesti pölyävien työvaiheiden ajaksi (Kokkonen ym., 2013, s. 45). Työmaalla tarvittavat osastoinnit kannattaa huomioida työmaan pölyntorjuntasuunnitelmassa (Koski ym., i.a., s. 161). Osastoinnin suunnittelussa on huomioitava rakentamisen vaatima tila, tarvittavien materiaalien ja jätteiden kuljetusväylät, työntekijöiden kulkureitit osastoon, reiät, aukot ja pölyn mahdollinen leviäminen alaslaskettujen kattojen tai muiden näkymättömien vuotoreittien kautta.

Lyhytaikaisen osastoinnin suojaseinät voidaan toteuttaa yksinkertaisimmillaan teippaamalla muovikalvo olemassa oleviin rakenteisiin (Kokkonen ym., 2013, s. 46). Suojaseinän voi myös toteuttaa pingottamalla muovikalvo puurimojen avulla katon ja lattian väliin. Pidempiaikaisessa osastoinnissa suojaseinä voidaan tehdä puurunkoisena tai levyrakenteisena ja se kiinnitetään olemassa oleviin rakenteisiin. Oleellista on, että seinien ja läpivientien liitokset tiivistetään huolellisesti (Koski ym., i.a., s. 163). Tiivistyksessä voidaan käyttää teippiä tai saumanauhaa.

Osastojen kulkuaukot tehdään esimerkiksi vetoketju- tai muovilevyovilla (Koski ym., i.a., s. 163). Osastoinnin kulkuaukoille on rakennettava kaksiovinen sulkutila, mikäli kulkuaukosta voi päästä pöly leviämään viereisiin tiloihin (Kokkonen ym., 2013, s. 50). Asbesti- ja mikro-  
bipurkutöissä sulkutilan on oltava kolmiosainen.

Osastoidut tilat kannattaa alipaineistaa ympäröiviin tiloihin nähden, sillä pelkkä tilan eristäminen on yleensä riittämätön pölyntorjuntakeino (Kokkonen ym., 2013, s. 47). Alipaineistuksen avulla ohjataan ilmavirtoja kulkemaan hallitusti. Ilmavirran suunta tulee aina olla puhtaasta tilasta likaiseen tilaan. Alipaineistajan ja tuloilma-aukot on sijoitettava siten, että ilma vaihtuu mahdollisimman tasaisesti koko osastoidussa tilassa. Alipaineistajien mitoituksessa on huomioitava, että osastoidussa tilassa alipaineen paine-erona tulisi olla noin 5–15 pascalin paine ja tilan ilman vaihtua 6–10 kertaa tunnissa (Rakennustieto, 2013, s. 6). Liian suurella alipaineella on mahdollista rikkoa suojaseinien tiivistykset, estää ovien aukeamista ja haitata ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa. Työalueen sisäpuolelle jääviä puhtaita tiloja voidaan suojata ylipaineistuksella (Kokkonen ym., 2013, s. 47). Osaston poistoilma suodatetaan alipaineistajan hieno- tai HEPA-suodattimella ja johdetaan osaston ulkopuolelle, tavallisesti ulkoilmaan (Rakennustieto, 2013, s. 6).

Pölyn poiston tehostamiseksi osaston sisällä tehtävissä töissä on käytettävä kohdepoistoa ja työvälineet on oltava varustettu korkeapaineisella kohdepoistolla (Rakennustieto, 2021, s. 23). Koneiden, laitteiden ja muiden työvälineiden suodattimien on oltava riittävän tehokkaat, esimerkiksi HEPA H13 -luokkaa. Pölyävissä töissä työntekijöiden on lisäksi käytettävä riskienarvioinnin mukaisesti tarvittavilla suodattimilla varustettuja hengityksensuojaimia. Kuvassa 9 on valokuva hyvin toteutetusta osastoinnista.



Kuva 9. Valokuva osastoinnista (P. Rahkonen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.4.2023).

Kuvassa 10 osastointi on epäonnistunut. Vetoketjuoveen kiinnitetyssä lapussa lukee ”ei läpikulkua”, mutta vetoketjuovi on jätetty auki. Läpivientejä ei ole tiivistetty ja pöly pääsee kulkemaan vapaasti muovin alta. Lattiasuojaukset on myös uusittava.



Kuva 10. Epäonnistunut osastointi (P. Rahkonen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.4.2023).

### 3.5.6 Siivous

Hyvällä suunnittelulla voidaan taata hyvät lopputulokset myös rakennussiivouksessa. Hyvä rakennussiivous koostuu jatkuvasta työnaikaisesta siivouksesta ja kaksivaiheisesta loppusiivouksesta (Andersson, 2004, s. 7). Rakennussiivous ainoana pölyntorjunnan toimenpiteenä P1-rakentamisessa ei ole riittävä, sillä rakennussiivous osa pölyntorjunnan korjaavia toimenpiteitä. Rakennussiivous tulisi mieltää myös puhtaudenhallinnan laadunvarmistajana, joka on osa rakennusprosessia. Siivoustyöt on tehtävä säännöllisesti, oikea-aikaisesti ja oikeilla menetelmillä (Kokkonen ym., 2013, s. 52). Rakentamisen aikainen siivous aloitetaan uudisrakennushankkeissa ennen sisävalmistusvaiheen alkamista, muutos- ja korjaushankkeissa siivous aloitetaan heti purkutöiden alettua (Säteri, 2005, s. 518). (Työntekijöiden opastaminen ja kouluttaminen

### 3.5.7 Työntekijöiden opastaminen ja kouluttaminen

Ennen rakennustöiden aloittamista rakennustöiden puhtausluokan ja sisäympäristölle asetettujen vaatimusten täyttymisen kannalta keskeisille urakoitsijoille ja työntekijöille on järjestettävä koulutustilaisuus, jossa heille kerrotaan kohteen sisäympäristötavoitteet ja niiden toteutumiseksi tarvittavat ohjeet ja tehtävät (Rakennustieto, 2018, s. 14). Rakennustöiden myöhemmässä vaiheessa osallistuvat urakoitsijat ja työntekijät on myös koulutettava. Kouluttamalla työmaan henkilöstöä voidaan parantaa työntekijöiden tietoisuutta erilaisten pölyjen haitallisuudesta terveydelle ja varmistaa, että kaikilla osapuolilla on tieto pölynhallinnan keskeisistä osa-alueista (Väisänen, 2020, s. 9). Puhtaudenhallintakoulutuksessa tulisi käydä läpi henkilökohtaisten suojaimen käyttöä, kohdepoistolaitteiden käyttöä ja huoltoa, osastoinnin ja alipaineistuksen järjestämistä, pölyttömiä työtapoja sekä jätehuollon merkitystä.

### 3.5.8 Henkilösuojaimet

Ennen kuin henkilökohtaiset suojaimet otetaan käyttöön, on käytettävä kaikki mahdolliset muut keinot työntekijöiden pölyaltistumisen vähentämiseksi (Säämänen, 2004, s. 9). Hengityksensuojaimia ja muita henkilösuojaimia tarvitaan kuitenkin tilanteissa, joissa muut pölyntorjuntaratkaisut eivät ole käytännöllisiä. Tällaisia töitä ovat esimerkiksi erilaiset puhdistus- ja huoltotoimenpiteet. Asianmukaisella henkilösuojaimien käytöllä vähennetään työssä haittaa tai vaaraa aiheuttaville tekijöille altistustumista estetään uusien ammattitautitapausten syntyminen (TTL, i.a.-a). Henkilösuojaimien valinta tehdään työpaikan riskienarvioinnin

perusteella. Työnantajan tehtäviin kuuluu tehdä riskienarviointi yhdessä työntekijöiden, asiantuntijoiden, työsuojelu- ja työterveyshenkilöstön kanssa. Riskinarviointi tehdään työtehtäväkohtaisesti. Mikäli riskejä ei ole mahdollista poistaa, on työntekijän käytettävä tarvittavia henkilösuojaimia. Suojaimia valittaessa on otettava huomioon työn, työympäristön ja työntekijöiden vaatimukset. Työntekijöiden on käytettävä hengityksensuojaimia, mikäli pölynhallintatoinenpiteillä ei saada vähennettyä riittävästi ilman epäpuhtauksia.

**Hengityksensuojaimien** käyttö on tehtävä oikeaoppisesti; suojaimen on istuttava hyvin käyttäjälle ja sen tiiveys on varmistettava (TTL, i.a.-b). Vuotava suojain ei vastaa tarkoitustaan. Väärän kokoisen, mallisen tai tyyppisen hengityssuojaimen käyttö aiheuttaa ohivuotoja, jolloin työntekijät altistuvat työympäristön epäpuhtauksille, joka voi johtaa lopulta ammattitautin syntymiseen.

Hengityssuojaimet ovat suojaintyypeiltään joko ilman epäpuhtauksia suodattavia (suodatin-suojaimet) tai puhdasta ilmaa johtavia (eristävät suojaimet eli hengityslaitteet) (Asikainen ym., 2009, s. 31). Suojaimet eroavat ulkonäöllisesti ja suojausominaisuuksiltaan.

Erialaisten suojaintyyppien kauppanimikkeet ovat seuraavat:

- neljännesnaamarit
- puolinaamari
- kokonaamari
- alipaineiset suojaimet
- moottoroidut hengityksensuojaimet
- paineilmakäyttöiset hengityksensuojaimet.

**Neljännesnaamari** (kuva 11) on hengityksensuojain, joka peittää suun ja nenän (Asikainen ym., 2009, s. 31). Kertakäyttöisiä P1- ja P2-luokan hengityksensuojaimia suositellaan käytettäväksi korkeintaan 2 tuntia päivässä (Kokkonen ym., 2013, s. 54). Pidempi aikaisempaa käyttöä vaativissa töissä on käytettävä puhallinsuojainta.

Suojaimet voivat olla varustettu uloshengitysventtiilillä, kuten kuvassa 11.



Kuva 11. Uloshengitysventtiilillä varustettu neljännesnaamari (Würth, i.a.-a).

**Puolinaamari** (kuva 12) on hengityksensuojain, joka peittää suun ja nenän lisäksi myös mahdollisesti leuan (Asikainen ym., 2009, s. 31). P1- ja P2-luokan puolinaamaria suositellaan käytettäväksi korkeintaan 2 tuntia päivässä (Kokkonen, ym., 2013, s. 54). Muussa tapauksessa on käytettävä puhaltimella varustettua suojainta. Puolinaamareihin on mahdollista yhdistää erilaisia suodattimia, jotka suojaavat kaasuilta, hiukkasilta tai molemmilta.



Kuva 12. Puolinaamari (Würth, i.a.-b).

**Kokonaamari** (kuva 13) on hengityksensuojain, joka peittää nenän, suun, silmät ja mahdollisesti myös leuan (Asikainen ym., 2009, s. 31). Kokonaamariin voidaan yhdistää suodattimia, jotka suojaavat kaasuilta, hiukkasilta tai molemmilta.



Kuva 13. Kokonaamari (Etra, i.a.).

**Moottoroitu hengityksensuojain** (kuva 14) koostuu kasvo-osasta, letkusta sekä vyötärölle sijoitettavasta puhdistusyksiköstä (Asikainen ym., 2009, s. 31). Suojaimen puhallin puhaltaa suodattimien läpi puhdistettua ilmaa suoraan kasvo-osaan, johon muodostuu ylipaine, joka estää tehokkaasti epäpuhtauksien pääsyn kasvo-osan sisäpuolelle. Perinteisiin suodattaviin suojaimein verrattuna moottoroitu hengityksensuojaimessa ei ole hengitysvastusta.



Kuva 14. Moottoroitu hengityksensuojain (Skydda, i.a.-a).

**Paineilmakäyttöisissä hengityksensuojaimissa** (kuva 15) kasvo-osaan tuleva puhdas ja hengityskelpoinen ilma syötetään erillisestä lähteestä (Asikainen ym., 2009, s. 31). Tämänkaltaisessa suojaimeissa ei tarvitse vaihtaa suodattimia (Skydda, i.a.-b).



Kuva 15. Paineilma kokonaamari (Skydda, i.a.-c).

**Hengityksensuojainten suodattimien luokitus** perustuu testiin, jossa suodattimeen johdetaan hiukkaskooltaan 0,3 µm parafiinisumua (Asikainen ym., 2009, s. 31). Suojainten suodattusteho luokitellaan taulukon 2 mukaisesti. FF-etuliitteellä (filtering facepiece) tarkoitetaan, että kiinnitysnauhoja lukuun ottamatta koko suodatin on valmistettu suodatinmateriaalista.

Taulukko 2. Suodattimien luokittelu (Asikainen ym., 2009, s. 31).

Suodatin	Suurin sallittu hiukkasten läpäisy
FFP 1	20 %
FFP 2	6 %
FFP 3	2 % (reunavuoto huomioitu)

Suojaimia on olemassa eri tyyppejä ja ominaisuuksiltaan erilaisia. Työtehtävään sopivaa suojainta valittaessa on huomioitava suodattimien käyttötarkoitus (Asikainen ym., 2009, s. 32). Osa suodattimista on tarkoitettu ainoastaan hiukkasten suodattamiseen ja osa suodattimista on nk. yhdistelmäsuodattimia, jotka suodattavat hiukasmaisten epäpuhtauksien lisäksi myös kaasumaisia epäpuhtauksia. Oleellista on myös tietää, että kuinka usein suodattimet on vaihdettava ja kuinka hyvin niitä on saatavilla.

Taulukon 3 avulla voidaan arvioida tarvittava suojaustaso, kun tiedetään haitallisten hiukkasten tai kaasumaisten epäpuhtauksien pitoisuus työntekijän hengitysvyöhykkeellä (Asikainen ym., 2009, s. 32). Puhallinsuojainten suojauskertoimet huomioitavat koko laitteen osineen, ei pelkkää suodatinta.

Taulukko 3. Henkilösuodattimien suojauskertoimia (Asikainen ym., 2009, s. 32).

Suojaintyyppi	Suojaimen tai suodattimen merkintä	Suojauskerroin (käytännön suojauskerroin) Suurin pitoisuus, jossa suojain suojaa ilmoitettuna HTP-arvon monikertana
Suodattava puolinaamari	FFP1	4
	FFP2	10
	FFP3	30
Puolinaamari	P1	4
	P2	10
	P3	30
Kokonaamari tai suukappale	P1	4
	P2	15
	P3	400
Puhallin ja kypärä tai huppu	TH1P	5
	TH2P	20
	TH3P	100
Puhallin ja neljäsosa-, puoli- tai kokonaamari	TM1P	10
	TM2P	100
	TM3P	500

**Kertakäyttöhaalareita** voidaan käyttää pölyltä suojautumisessa (Hietaniemi, 2021, s. 23). Lähtökohtaisesti työvaatteille on varattava oma säilytystila, mikäli työntekijät voivat altistua työnteossa kvartsipitoiselle pölylle. Säilytystilaa ei kuitenkaan tarvita, mikäli työntekijöillä on käytössään haitallisilta pölyiltä suojaavia kertakäyttöhaalareita. Rakennustiedon taulukon (2010, s. 8) mukaan suojahaalareita tulee käyttää myös töissä, joissa työntekijä voi altistua puupölylle ja eristekuitupölylle.

Asbestipurkutöissä työntekijöille tulee varata vähintään viidet kertakäyttöhaalarit kutakin työpäivää ja työntekijää kohden (Rakennustieto, 2010, s. 13). Kohteesta ja purkutyöstä riippuen myös puuvillaisten suojahaalarien käyttö on mahdollista. Puuvillahaalareit kestävät 10 pesukertaa. Kivihiilipikeä sisältävien aineiden purkutöissä suojahaalarin on oltava pölytiivis.

28.2.2023 alkaen työnantaja vastaa työntekijöiden suojavaatetuksen ja -välineiden puhtaanapidosta, huollosta ja mahdollisista tarkastuksista (Rakennusliitto, 2023, s. 48). Määräys koskee valtioneuvoston asetuksen 427/2021 mukaisia kehon suojaukseen tarkoitettuja vaatteita ja muita vastaavia varusteita.

### 3.6 Rakennussiivous

Rakennussiivous käsittää rakentamisen aikaisen siivouksen sekä kaksivaiheisen loppusiivouksen. Rakennussiivous on yksi keskeisimmistä keinoista pölyn vähentämisessä ja puhtaustavoitteiden täyttymisessä (Rakennustieto 2018, s. 13). Rakennusaikainen siivous suoritetaan imuroimalla riittävän usein ja sen on oltava jatkuvaa, jotta pölyä olisi tiloissa mahdollisimman vähän. Rakennustiedon (2010, s. 16) ohjeessa suositellaan keskuspölynimurin käyttöä, jolloin siivousta voidaan tehostaa rakennuksen tiloissa. Rakennusimurilla ja erityisesti keskuspölynimurilla voidaan alentaa pölypitoisuuksia ja -altistumista huomattavasti. Rakennus- ja keskuspölynimurien suodattimet on oltava riittävän tehokkaat. (Rakennustieto, 2021, s. 23–24). Rakennustiedon ohjeen (2018, s. 13) mukaan karkean jätteen poistoon voidaan käyttää suurtehoimuria, lapiota tai lastaa. Harjasiivous on kielletty purku- ja rakennustöiden aikana, sillä se lisää pölyn määrää ilmassa. Hienojakoisempi lika poistetaan imurilla, jossa käytetään EN 60335-2-69-standardin mukaisia, M- tai H-luokkaan kuuluvia rakennus- ja teollisuusimureita tai rakennuksen aikaista keskuspölynimurijärjestelmää. Imureiden suodattimet on vaihdettava valmistajan ohjeiden mukaisesti ja riittävän usein.

Kaksivaiheisessa loppusiivouksessa (myös ei-näkyvissä olevat pinnat kuten talotekniikka-asennukset sekä alakattojen yläpinnat) hienon irtolian poistamiseen käytetään ammattikäyttöön tarkoitettua laitosimuria, joka on varustettu vähintään HEPA H13 -suodattimella (Rakennustieto, 2018, s. 14). Kovien ja sileiden pintojen puhdistukseen käytetään kostea- tai nihkeäpyyhintää tai peseviä menetelmiä rakennusmateriaalin valmistajan ohjeiden mukaisesti. Puhdistus- ja hoitoaineiden ja vahojen on oltava hajusteettomia ja vähäpäästöisiä.

Andersson (2004, s. 8) korostaa, että rakennussiivous vaikuttaa välittömästi ja välillisesti. Välittömiä vaikutuksia ovat rakennettujen tilojen ja työmaan puhtaus. Välillisiä vaikutuksia ovat pienentynyt tapaturmariski, rakennuspölylle pitkäaikaisaltistumisen väheneminen. Taloudellisia vaikutuksia ovat pienentyneet jätemaksut, pintojen uusimisesta aiheutuvien kustannusten vähentyminen sekä ylläpitosiivouksen kitkaton käynnistyminen kiinteistön käyttöönoton jälkeen.

#### 3.6.1 Kaksivaiheinen loppusiivous

Kaksivaiheisen loppusiivouksen tavoitteena on poistaa rakentamisaikainen lika näkyviltä ja näkymättömiin jääviltä pinnoilta (Andersson, 2004, s. 27). Loppusiivouksen ensimmäisen

vaiheen tavoitteena on varmistaa, että rakennustöissä on saavutettu vaadittava puhtaustaso, jossa rakennusaikainen pöly ei pääse kulkeutumaan ilmanvaihtojärjestelmään toimintakokeiden aikana. Loppusiivouksen toisessa vaiheessa varmistetaan, että luovutettava rakennus on puhtaustasoltaan rakennuttajan odotusten ja vaatimusten mukainen sekä heti käyttöönotettavissa. Laadukkaasti suoritettulla loppusiivouksella on merkitystä luovutettavan rakennuksen tilojen puhtauteen ja viihtyvyyteen, jotka vaikuttavat suoraan asiakastyytyvyyteen

### **3.6.2 Vaihe 1 - Loppusiivous ennen ilmanvaihtolaitteiston toimintakoeetta**

Loppusiivouksen ensimmäinen vaihe toteutetaan ennen ilmanvaihtolaitteiston toimintakokeiden aloittamista (Andersson, 2004, s. 27). Laskeutunut pöly ja irtolika poistetaan nihkeä- tai kosteapyyhinnällä. Mikäli pölyä on reilusti tai pinnat ovat vaikeasti puhdistettavia, voidaan tilat puhdistaa imurilla. Imuroimalla saatu puhtaustaso on riittävä ilmanvaihtojärjestelmän toimintakokeiden aloittamiseksi. Käytettävät siivousmenetelmät ja -välineet on valittava sen mukaan, että ne lisäävät huoneilman hiukkaspitoisuutta mahdollisimman vähän. Tiloissa olevat mahdolliset roiskeet ja tahrat siivotaan toimintakokeiden suorittamisen jälkeen. Osastoimalla toimintakoevalmiit tilat omiksi tiloikseen vältetään turhaa läpikulkua ja tilojen likaantumista (Andersson, 2004, s. 29).

Mikäli toimintakoevalmiissa tiloissa joudutaan tehdä pölyä muodostavia töitä, on tilat puhdistettava heti töiden päätyttyä (Rakennustieto, 2018, s. 14). Pölyävissä töissä on käytettävä aina kohdepoistolaitetta. Mikäli kohdepoistolla ei voida estää pöly leviämistä toimintakoevalmiisiin tiloihin, on pölyävät työvaiheet suoritettava toimintakoealueen ulkopuolella tai osastoidussa ja alipaineistetussa tilassa.

### **3.6.3 Vaihe 2 – Loppusiivous ennen kohteen luovutusta**

Ennen kohteen vastaanottoa rakennuksen tilat tarkistetaan ja lattianpintamateriaaleille tehdään käyttöönottopuhdistus (Andersson, 2004, s.29). Loppusiivouksen toisessa vaiheessa pinnoilta puhdistetaan laskeutunut pöly, tahrat tai kiinnittynyt lika. Kaikki pintamateriaalit on puhdistettava ja suojattava valmistajan ohjeiden mukaisesti.

### 3.7 Aikataulutus ja puhtaudenhallinta

Työmaan aikataulusuunnittelussa on tärkeää huomioida, että työvaiheiden järjestykset, kestot ja päällekkäisyydet eivät ole ristiriidassa työmaan puhtaussuunnitelman ja kosteudenhallintasuunnitelman vaatimusten kanssa (Rakennustieto, 2003, s. 8). Toimiva, realistinen, tavoitteet ja ohjeet huomioiva aikataulu ja sen noudattaminen ovat Terveen talon tärkeimpiä edellytyksiä. Aikataulu on tehtävä riittävän yksityiskohtaiseksi ja sen tulee sisältää tahdistavat ja muut kriittiset vaiheet sekä mahdolliset välitavoitteet. Kriittisten tahdistavien työvaiheiden etenemisjärjestys on merkittävä selvästi. P1-rakentamisen osalta tämä tarkoittaa, että aikatauluun on merkitty lohkoittain, milloin P1-puhtaustaso on saavutettava. Aikataulusuunnittelussa on tärkeää myös huomioida, että ilmanvaihtojärjestelmän toimintakokeille ja säädölle on varattu tarpeeksi aikaa.

Anderssonin (2004, s. 16) mukaan loppusiivous toteutetaan urakka-asiakirjojen mukaisesti. Sisäilmastoluokissa S1 ja S2 myös alakaton ylärakenteet ja alaslasketun alakaton yläpinnat on puhdistettava. Loppusiivouksen laatuun vaikuttavat töiden ajoitus ja siihen varattu aika. Aikataulun laadintaan vaikuttavat kiinteistön koko, suuritöisten tehtävien määrä, toimintakokien suorittaminen ja kiinteistön vastaanoton ajankohta. Suurien ja korkeiden lasipintojen pesu, valaisimien ja jäähdytyspalkkien puhdistus sekä alaslaskettujen kattojen yläpuolisten pintojen tai näkyviin jäävien ilmanvaihtokanavien ulkopintojen puhdistus ovat aikaa vieviä töitä. Säännöllisellä siivouksella voidaan varmistaa, että sisäilma pysyy puhtaana ja täyttää P1-vaatimukset, pinnat pysyvät puhtaana ja rakennuspöly ei pääse kulkeutumaan ilmanvaihtojärjestelmään. Ylläpitosiivous on osa loppusiivouksen toista vaihetta, jolloin vältetään töiden ruuhkautumiselta ennen vastaanottoa. Ennen rakennuksen luovutusta lattiapintamateriaaleille tehdään käyttöönottopuhdistus (Andersson, 2004, s. 17). Lattiapintojen suojaus on määriteltävä erikseen sopimusasiakirjoissa.

### 3.8 Puhtaudenhallinnan ja pölyntorjunnan valvonta rakennustyömaalla

Rakentamisen aikaisen siivoustöiden laadunseuranta aloitetaan siivoustöiden alkaessa. Siivoustöiden lopputuloksen arvioinnin lisäksi seurataan käytettyjen siivousmenetelmien sopivuutta (Andersson, 2004, s. 15). Laadunseuranta voi tehdä pääurakoitsijan edustaja tai siivousliikkeen työnjohtaja, mikäli käytetään ostopalveluja. Yhdessä tehty laadunseuranta tehostaa tiedonkulkua ja helpottaa tarvittavista toimenpiteistä sopimista. Rakennustyömaalla suoritettavien kierrosten aikana seurataan myös puhtaudenhallinnan toteutumista

(Rakennustieto, 2021 s. 28). Tarkastuskierrosten aikana arvioidaan lisäksi suojaustoimenpiteiden nykyistä tasoa: työskentelytavat, osastointi, henkilökohtaiset ja ympäristön suojaukset, pölynpoisto ja ilmanvaihto. Havaittuihin poikkeamiin on puututtava ja pölyävät työvaiheet esitettävä. Havaitut poikkeamat ja siivouksen laatu tulee dokumentoida kirjallisesti (Andersson, 2004, s. 15). Kirjallisella dokumentilla voidaan tuoda esille syntyneet virheet, antaa välitöntä palautetta toiminnan laadusta ja tuoda esille puhtaudenhallintaprosessin puutteet sekä ohjata puutteiden korjaamista. Havaittuja asioita käsitellään urakoitsijapalavereissa ja työmaakouksissa, joihin osallistuu myös mahdollinen siivousurakoitsija.

Rakennustyömaan yleistä puhtautta arvioidaan loppusiivouksen ensimmäisessä vaiheessa tarkastamalla jokainen tila silmämääräisesti ja ottamalla tilojen pinnoilta vähintään sormipyyhkäisyllä niiden pölykertymä (Rakennustieto, 2021 s. 28). Pintojen on oltava pölyttömät (ei näkyvää pölyä). Sormipyyhkäisyllä ei saa tulla havaittavaa pölykertymää. Kaikkien pintojen puhkaus arvioidaan ennen ilmanvaihtojärjestelmän käynnistämistä ja rakennuksen luovutusta. Arvioitavia pintoja ovat katto-, seinä-, kaluste- ja lattiapinnat. Kalusteista tarkistetaan myös niiden sisäpintojen puhkaus. Ennen ilmanvaihtojärjestelmän käynnistämistä on tarkastettava myös ilmanvaihtojärjestelmän puhkaus toimintatarkastuksen tai toimintakokeiden yhteydessä.

**Partikkelilaskureita** (kuva 16) voidaan hyödyntää työmaan omavalvonnassa, kun arvioidaan sisäilman pöly- ja hiukkaspitoisuuksi. Laskureita on saatavana niin kädessä kannettavina kuin myös pöydälle sijoitettavina malleina. Partikkelilaskurin mittaustulokset ovat suuntaa-antavia.



Kuva 16. Partikkelilaskuri (MIP, i.a.).

**Geeliteippimenetelmällä** voidaan mitata pintojen pölykertymä SFS 5994 INSTA 800 -standardin mukaisesti. Geeliteippimenetelmässä gelatiinipintainen teippi syötetään ensin laseroptiseen mittausslaitteeseen (kuva 17), joka läpivalaisee teipin. Tämän jälkeen teippi painetaan näyteenottotelalla mitattavalle pinnalle. Seuraavaksi teippi syötetään uudelleen mittausslaitteeseen. Valonläpäisevyyden alenema kertoo, kuinka monta prosenttia teipin pinnasta on pölyn ja/tai lian peitossa. Taulukossa 4 esitetään geeliteippimenetelmällä mitattujen pölykertymien enimmäistasot.



Kuva 17. Pintapölymittauslaite BM DustDetector (P. Rahkonen, henkilökohtainen tiedonanto, 14.4.2023).

Taulukko 4 Pölykertymien sallitut enimmäistasot puhtausluokassa P1 (Rakennustieto, 2018, s. 13).

Tarkastusajankohta	Arvioitavat pinnat	Pölykertymä geeliteippi-menettelmällä [peitto-%] (SFS 5994 INSTA 800)
Ennen ilmanvaihdon toimintakokeita	Alakaton yläpuoliset ja muut kuin lattian pinnat	5,0
Ennen rakennuksen luovutusta	Näkyvät pinnat ja kalusteiden sisäpinnat	1,0
	Lattiapinnat	3,0

Käyttämällä näitä keinoja työmaan (oma)valvonnassa voidaan varmistaa käytössä olevien pölyntorjuntakeinojen toimivuus (Rakennustieto, 2021 s. 28). Pölymittauksia suoritettaessa on huomioitava, että silmämääräisesti kaikkia terveydelle vaarallisia pölyn jakeita ei voida havaita. Suuntaa-antavia mittaustuloksia (esimerkiksi partikkelilaskurilla saatuja tuloksia) ei voida suoraan verrata sitoviin raja-arvoihin. Terveydelle haitallisten hiukkasten torjunnan onnistuminen voidaan varmistaa työhygieenisillä mittauksilla.

## 4 KYSELYTUTKIMUS

### 4.1 Tutkimuksen tilaaja

Tämän tutkimuksen tilaajana on toimitilapalveluihin erikostunut suunnittelutoimisto **PTT Consult**. Yritys tarjoaa puhdistus- ja toimitilapalvelujen suunnittelu-, kehittämis- ja johtamispalveluja kiinteistön elinkaaripalveluina (kuvio 13). Yritys sijaitsee Sievissä.



Kuvio 13. PTT Consultin tarjoamat palvelut (P. Rahkonen, henkilökohtainen tiedonanto 12.4.2023).

Yrityksen palveluihin kuuluu P1-rakentamisen puhtaudenhallinta -konsepti, joka sisältää seuraavat osa-alueet

- työmaan puhtaudenhallinnan vaatimusten ja tavoitteiden määrittely urakka-asiakirjoihin
- työmaan henkilöstön P1-koulutukset
- työmaan puhtaudenvalvonta ja raportointi
- työmaan puhtauden tavoitearvojen toteutumisen seuranta ja raportointi

- ilmanvaihdon asennusalueiden ja -olosuhteiden puhtauden todentaminen
- toimintakoevalmiiden tilojen puhtauden ja valmiuden todentaminen
- rakentamisen aikaisen siivouksen ja kaksivaiheisen loppusiivouksen seuranta
- rakennustöiden puhtausluokan P1 osalta rakennuksen vastaanotto- ja luovutustarkastukset.

Yritys suorittaa pölymittauksia SFS 5994 INSTA 800 mukaisesti BM Dustdetector-laitteella. Pölymittaukset sisältävät näytteenottosuunnitelman, kohteiden pölymittausten ottamisen ja mittaustulosten analysoinnin sekä raportoinnin. Yrityksen tarjoaman puhtaudenhallinnan asiantuntija- ja valvontapalvelujen lähtökohtana on rakennustiedon ohjekortti Sisäilmaluokitus 2018 (RT 07-11299) ja Terveen talo -kriteerit (RT 07-10805).

Tutkimuksen tilaamiselle syntyi tarve työmaalla tehdyistä havainnoista sekä halusta kehittää omaa työtä puhtaudenhallinnan osalta kiinteistön elinkaaren aikana.

## 4.2 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite

P1-rakennustyömailla on havaittu puutteita rakentamisen aikaisessa puhtaudenhallinnassa, jotka ovat aiheuttaneet mm. valmiin rakennuksen luovutuksen viivästymisiä ja lisäkustannuksia.

Tämän tutkimuksen tavoitteena eli tutkimusongelmana on selvittää: **Mitkä ovat P1-rakentamisen haasteet?** Tutkimusongelma jaettiin pienempiin tutkimuskysymyksiin, jotka olivat

- Kuinka hyvin P1 vaatimukset tunnetaan?
- Minkälaisia kokemuksia ja asenteita rakennusalan toimijoilla on pölyntorjuntaa tai puhtaudenhallintaa kohtaan P1-rakentamisessa?
- Mitä pölyntorjunta ja puhtaudenhallintamenetelmiä työmailla käytetään?
- Mitkä tekijät estävät tai hankaloittavat P1-rakentamisen vaatimusten toteuttamista?
- Kuinka usein aikataulujen realistisuus tulisi tarkistaa hankkeen eri vaiheissa?

Saatua lisätietoa voidaan hyödyntää P1-tavoitteiden määrittelyssä, P1-koulutuksissa, työmaan puhtaudenvalvonnassa ja raportoinnissa, jossa kuvataan mm. korjaavat tarvittavat toimenpide-ehdotukset.

### 4.3 Tutkimusmenetelmä

Kyselytutkimus toteutettiin Webropol-kyselynä kevään 2023 aikana. Kyselomake testattiin tutkijan, tilaajan ja opinnäytetyön ohjaajan toimesta ennen julkaisemista. Ennen kyselyn lähettämistä, tutkija soitti eri rakennusalan yritysten työntekijöille ja selvitti heidän kokemuksiaan P1-rakentamisesta ja halukkuudesta osallistua tämän tutkimuksen kyselyyn. Kyselyyn osallistuvien sähköpostiosoitteet kirjattiin ylös. Tutkimuksen tilaaja toimitti tutkijalle listan henkilöistä, jotka halusivat myös osallistua kyselyyn. Linkki kyselyyn lähetettiin yhteensä neljällekymmenelle (41) henkilölle. Heistä kahdeksan (8) toimii rakennuttajina, yhdeksän (9) valvojina tai tilaajan edustajina sekä loput kaksikymmentäneljä (24) urakoitsijoina. Sähköpostiviestiin kirjoitettiin kyselyn saatekirje, jossa huomautettiin, että linkki kyselyyn on julkinen, jota toivottiin jaettavan myös muille rakennusalan ammattilaisille. Julkisen linkin tavoitteena oli saada mahdollisimman monta vastausta, jotta kyselytutkimuksen tulokset olisivat mahdollisimman luotettavat. Kyselyyn annettiin vastausaikaa 2 viikkoa, jonka jälkeen kyselyn linkki sulkeutuisi. Kyselyn toisella viikolla lähetettiin vielä muistutuskirje käynnissä olevasta kyselystä. Myös muistutuskirjeessä pyydettiin jakamaan kyselyn linkkiä eteenpäin muille työntekijöille. Kyselytutkimuksen tuloksia analysoidaan tämän opinnäytetyön luvussa 5.

Kyselyn kohdehenkilöiden ryhmä koostuu tilaajista, tilaajien edustajista, valvojista, yrityksen tai työmaan työnjohtotehtävissä olevista henkilöistä ja muista työmaan työntekijöistä. Yritykset sijaitsevat Seinäjoella, Vaasassa, Kokkolassa, Ylivieskassa, Helsingissä ja Tampereella. Kyselyllä halutaan selvittää, kuinka hyvin eri rakennusalan toimijat ovat tietoisia P1-puhtausluokan vaatimuksista ja tavoitteista, sekä selvittää minkälaisia näkemyksiä, kokemuksia, mielipiteitä ja asenteita heillä on P1-rakentamisesta. Kyselyn tulosten perusteella etsitään vastauksia tutkimusongelmaan.

### 4.4 Tutkimuskysymykset

Kyselylomakkeessa oli yhteensä 22 kysymystä. Kolmessa ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin vastaajan lähtötietoja. Muilla kysymyksillä haluttiin selvittää vastaajien mielipiteet, asenteet, kokemukset ja tieto P1-rakentamisen eri osa-alueista sekä näkemys aikataulujen realistisuudesta. Kyselylomakkeen lopuksi vastaajat saivat halutessaan kirjoittaa vapaita kommentteja. Vapaan kommentoinnin aiheita ei rajattu.

Kyselyssä käytetyt kysymystyyliet olivat seuraavat:

- valinta
- monivalinta
- liukukytkin
- avoimet kysymykset.

Valintakysymyksillä vastaaja valitsee kysymyksen vaihtoehdoista yhden ja mielestään sopivimman vaihtoehdon. Monivalintakysymyksissä vastaajan oli mahdollista valita yhden tai useamman vastausvaihtoehdon. Osaan kysymyksistä lisättiin vaihtoehdoksi ”jokin muu, mikä?” vaihtoehto, johon vastaaja pystyi syöttämään tekstikenttään sopivan vastauksen. Liukukytkin-kysymyksillä haluttiin selvittää vastaajan mielipide kysymyksen väittämästä. Vastaaja liikuttaa liukukytkintä arvojen 1–5 välillä haluamaansa suuntaan. Vastauksen arvo yksi (1) tarkoitti, että vastaaja on täysin eri mieltä asiasta ja vastauksen arvolla viisi (5) hän on täysin samaa mieltä. Vastauksen arvolla kaksi (2) vastaaja on jokseenkin eri mieltä ja arvolla neljä (4) hän on jokseenkin samaa mieltä. Vastauksen arvo kolme (3) on neutraali, jolloin vastaaja ei ole samaa eikä eri mieltä.

Kyselyn lopussa vastaajat saivat kirjoittaa halutessaan vapaita kommentteja. Alla olevassa taulukossa (taulukko 5) on esitetty kyselylomakkeen kysymykset. Varsinainen kyselylomake on tämän tutkimuksen liitteessä 1.

Taulukko 5. Taulukkomuotoinen kyselylomake.

Nro	Kysymys
1.	Mikä on toimenkuvani työmaalla?
2.	Olen työskennellyt rakennusalalla
3.	Olen koulutukseltani
4.	Rakentamisessa esiintyvistä pölyistä mm. kvartsi- ja kovapuupöly on luokiteltu syöpävaarallisiksi aineiksi vuoden 2020 alusta alkaen. Mielestäni pölyjen syöpävaarallisuus on yli mitoitettu asia
5.	Tiedän mitä asetukset ja lainsäädäntö määräävät työpaikalle esiintyvistä pölyistä
6.	Mielestäni P1-koulutuksesta on ollut hyötyä omassa työssäni
7.	Mielestäni pölyntorjunta rakennustyömaalla on tärkeää
8.	Hallitsen P1-puhtausluokan rakentamisen vaatimukset
9.	Hallitsen P1-puhtausluokan rakentamisen eri vaiheet
10.	Mielestäni P1-rakentaminen on kustannustehokasta
11.	Mielestäni P1-rakentaminen sisältää helppoja toimintatapoja
12.	Olen käyttänyt seuraavia pölyntorjuntamenetelmiä
13.	Mielestäni päätoteuttaja on onnistunut P1-rakentamisessa
14.	Mielestäni päätoteuttajalla on ollut puutteita P1-osaamisessa seuraavissa asioissa
15.	Mielestäni seuraavat seikat voivat hankaloittaa tai estää P1-puhtausluokan vaatimusten saavuttamista
16.	Mielestäni aliurakoitsijoiden tulee osallistua rakentamisaikataulujen laadintaan yhdessä pääurakoitsijan kanssa
17.	Mielestäni rakentamisaikataulun realistisuus tulisi tarkistaa sisävalmistusvaiheessa
18.	Mielestäni rakentamisaikataulun realistisuus tulisi tarkistaa IV-järjestelmän toimintakoevaihetta valmistelevien töiden aikaan
19.	Mielestäni rakentamisaikataulun realistisuus tulisi tarkistaa IV-järjestelmän toimintakoevaiheessa
20.	Mielestäni rakentamisaikataulun realistisuus tulisi tarkistaa itselleluovutusvaiheessa
21.	Mielestäni rakennustyöt tulisi suorittaa seuraavassa järjestyksessä, jotta P1-rakentaminen olisi sujuvaa
22.	Vapaa sana

## 5 Kyselytutkimuksen tulokset

### 5.1 Kyselytutkimuksen vastausten analysointi

Taulukossa 5 on esitetty kyselylomake taulukkomuodossa. Seuraavilla sivuilla esitetään kyselyn tulokset seuraavasti: annetuista vastauksista esitetään kuvio, taulukko tai vastaajien kirjoittamia vapaamuotoisia tekstejä. Ensin esitetään kaikki vastaukset, jonka jälkeen vastaukset vastausryhmittäin. Vastausryhmä A sisältää tilaajien, tilaajien edustajien ja valvojen vastaukset. Vastausryhmään B kuuluvat yrityksen ja työmaan johtotehtävissä työskentelevien sekä muiden henkilöiden vastaukset. Lopuksi on vastausten analysointi.

#### 5.1.1 Lähtötiedot

Kyselyn kolmella ensimmäisellä kysymyksellä kartoitettiin vastaajien lähtötietoja. Ensimmäisessä kysymyksessä selvitettiin vastaajan toimenkuva, toisessa työkokemus rakennusalalla ja kolmannessa heidän koulutustaan.

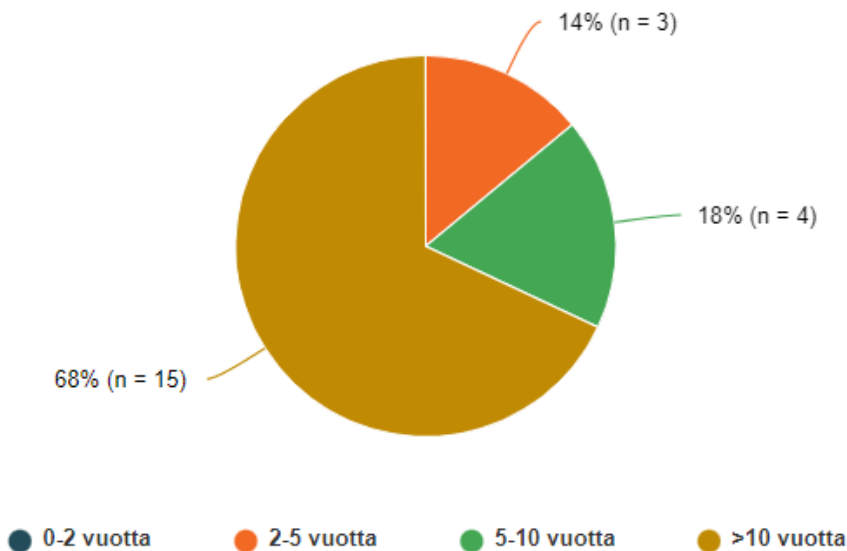
Ensimmäisessä kysymyksessä selvitettiin vastaajan toimenkuvaa rakennustyömaalla. Tulokset esitetään taulukossa 6.

Taulukko 6. Mikä on toimenkuvani työmaalla?

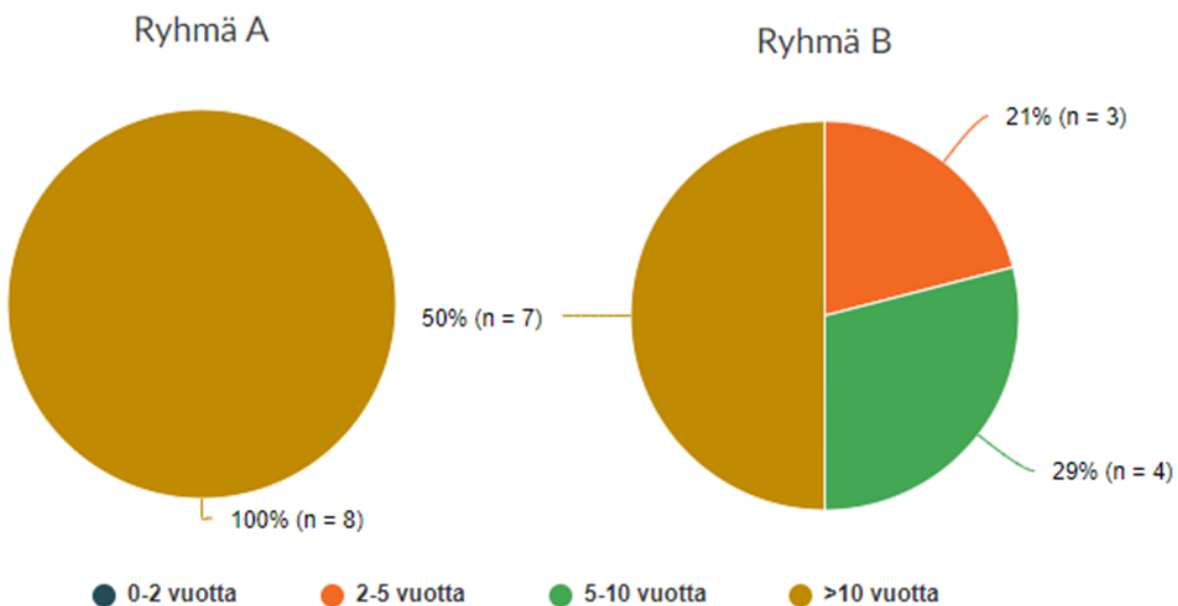
Toimenkuva	n	Prosentti
Tilaaaja, valvoja tai tilaajan edustaja	8	36,4 %
Työnantaja tai työnjohtaja	13	59,1 %
Työntekijä	0	0,0 %
Jokin muu, mikä?	1	4,5 %

Taulukon 6 mukaisesti vastaajien määrä oli 22. Suurin osa (59,1 %) vastaajista ilmoitti työskentelevänsä yrityksen tai työmaan johtotehtävissä. 8 henkilöä toimii tilaajana, valvojana tai muussa vastaavassa roolissa. yksi (1) henkilö ilmoitti toimenkuvakseen tarjouslaskija. Kukaan ei valinnut toimenkuvakseen vaihtoehtoa C, eli työntekijä. Näin ollen työntekijöiden näkemyksiä tai mielipiteitä P1-rakentamista ei saatu tässä tutkimuksessa.

Toisessa kysymyksessä selvitettiin kuinka paljon vastaajien työkokemus rakennusalalta. Kuviossa 14 esitetään kysymyksen tulokset.



Kuvio 14. Olen työskennellyt rakennusalalla.



Kuvio 15. Työkokemus rakennusalalta vastausryhmittäin.

Kysymykseen vastasi 22 henkilöä. Yllä olevassa kuviossa 15 vastaukset on esitetty vastausryhmittäin. Vastausryhmässä A jokainen ja vastausryhmässä B puolet ovat työskennelleet yli 10 vuotta rakennusalalla. Toiseksi eniten (18 %) vastauksia sai vaihtoehto 5–10 vuotta, joka oli myös vastausvaihtoehdoista toiseksi suurin. Kolme vastaajaa on työskennellyt kahdesta

viiteen vuotta. Vaihtoehtoa 0–2 vuotta ei valittu ollenkaan. Vastaajilla on hyvin vankka kokemus rakennusalalta.

Kolmannessa kysymyksessä haluttiin selvittää vielä vastaajien koulutus. Tämä oli viimeinen kysymys, jossa kysyttiin lähtötietoja. Kysymykseen vastattiin kirjoittamalla oma koulutus tyhjän vastauskenttään. Kysymykseen vastasi 22 henkilöä. Vastaajista 15 oli rakennusinsinööriä, 2 rakennusmestaria, 1 diplomi-insinööri, 1 insinööri (YAMK), 1 rakennustekniikan kandidaatti (tuleva diplomi-insinööri), 1 insinööriopiskelija ja 1 talonrakennusteknikko.

### 5.1.2 Mielenpitoet ja kokemukset P1-rakentamisen eri osa-alueista

Seuraavissa kysymyksissä haluttiin selvittää vastaajien mielenpitoita ja kokemuksia P1-rakentamisen eri osa-alueista. Seuraaviin kysymyksiin vastattiin valitsemalla liukukytkimellä vastaajan mielestä sopiva arvo väliltä 1 (täysin eri mieltä) ja 5 (täysin sama mieltä). Arvolla 3 vastaaja ei ole samaa eikä eri mieltä. Tätä skaalaa käytettiin kaikissa liukukytkinkysymyksissä. Ensimmäiseen taulukkoon on koottu kaikki kysymyksen vastaukset. Alemmassa taulukossa esitetään vastaukset vastausryhmittäin.

Neljännessä kysymyksessä mainittiin, että rakentamisessa esiintyvistä pölyistä mm. kvartsi- ja kovapuupölyt luokiteltiin syöpävaarallisiksi aineiksi vuoden 2020 alusta alkaen. Kysymyksen tarkoitus oli selvittää miten vaaralliseksi vastaajat mieltävät pölyjen aiheuttamat terveysriskit. Taulukossa 7 esitetään kaikkien vastaukset ja taulukossa 8 vastausryhmittäin.

Taulukko 7. Mielestäni pölyjen syöpävaarallisuus on ylimitoitettu asia.

Vastaa- jien määrä	Mini- miarvo	Maksi- miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskiha- jonta
22	1,0	5,0	2,0	1,5	44,0	1,4

Taulukko 8. Mielenpitoet pölyjen syöpävaarallisuudesta vastausryhmittäin.

Vastaus- ryhmä	n	Mini- miarvo	Maksi- miarvo	Kes- kiarvo	Medi- aani	Summa	Keskiha- jonta
A	8	1,0	5,0	2,5	1,5	20,0	1,9
B	14	1,0	5,0	1,7	1,5	24,0	1,1

Rakennuspölyistä mm. kvartsi- ja kovapuupöly luokitellaan nykyisin syöpäsairautta aiheuttaviksi aineiksi. Sullströmin (2021) artikkelin mukaan Suomessa sairastuu vuosittain noin tuhat henkilöä työperäiseen hengityselinsyöpään.

Taulukon 7 mukaan kysymykseen vastasi 22 henkilöä. Taulukon 8 perusteella B-ryhmän vastaajat (yritysten tai työmaan johtotehtävissä olevat sekä muut henkilöt) ovat lähes kaikki jokseenkin tai täysin eri mieltä kysymyksen väittämän kanssa. B-ryhmän vastausten keskihajonta ei ole kovinkaan suurta, kun verrataan ryhmän A vastauksiin. A-ryhmän vastausten keskiarvo on 2,5. Arvo 3 tarkoittaisi, että vastaajat eivät ole samaa eikä eri mieltä. Tämän kysymyksen vastausten perusteella yrityksen tai työmaan johtotehtävissä työskentelevät tiedostavat pölyjen aiheuttaman terveysriskin paremmin. Toivottavasti he pyrkivät tekemään parhaansa vähentääkseen omaansa ja työntekijöiden pölyaltistumista.

Kysymyksellä viisi haluttiin selvittää, miten hyvin vastaajat tuntevat lait ja asetukset. Taulukossa 9 esitetään kaikkien vastaajien tulokset. Taulukossa 10 on esitetty tulokset vastausryhmittäin.

Taulukko 9. Kuinka hyvin kaikki vastaajat tietävät mitä asetukset ja lainsäädäntö määräävät työpaikalla esiintyvistä pölyistä.

Vastaa- jien määrä	Mini- miarvo	Maksi- miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskiha- jonta
22	2,0	5,0	4,3	4,5	94,0	0,9

Taulukko 10. Lait ja asetukset tiedetään vastausryhmittäin.

Vastaus- ryhmä	n	Mini- miarvo	Maksi- miarvo	Kes- kiarvo	Medi- aani	Summa	Keskiha- jonta
A	8	4,0	5,0	4,5	4,5	36,0	0,5
B	14	2,0	5,0	4,1	4,5	58,0	1,0

Taulukon 9 mukaan lait ja asetukset tunnetaan oikein hyvin. Taulukon 10 mukaan vastausryhmässä A lait ja asetukset tunnettiin hyvin tai melko hyvin, sillä kaikki vastaukset ovat olleet arvoltaan joko neljä (4 = jokseenkin samaa mieltä) tai viisi (5 = täysin samaa mieltä). Vastausryhmässä B osa vastaajista oli jokseenkin eri mieltä kysymyksen väittämän kanssa, sillä kysymyksen vastauksen minimiarvo on 2. Lähtökohtaisesti myös ryhmän B vastaajat tunsivat lait ja asetukset hyvin tai melko hyvin.

Kuudennessa kysymyksessä pyrittiin selvittämään ovatko vastaajat kokeneet P1-koulutuksen hyödylliseksi omassa työssään. Taulukossa 11 on esitetty ensin kootusti jokaisen vastaajan mielipide P1-koulutuksen hyödyistä.

Taulukko 11. Kaikkien vastanneiden mielipide P1-koulutuksen hyödyistä.

Vastaa- jien määrä	Mini- miarvo	Maksi- miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskiha- jonta
18	1,0	5,0	4,5	5,0	81,0	1,0

Taulukko 12. Mielipiteet P1-koulutuksen hyödyistä omassa työssä vastausryhmittäin.

Vastaus- ryhmä	n	Mini- miarvo	Maksi- miarvo	Kes- kiarvo	Medi- aani	Summa	Keskiha- jonta
A	8	1,0	5,0	4,4	5,0	35,0	1,4
B	10	4,0	5,0	4,6	5,0	46,0	0,5

Tähän kysymykseen oli mahdollista vastata myös valinnalla ”En ole osallistunut P1-koulutukseen”. Oletettavasti 4 henkilöä ei ole käynyt P1-koulutuksessa, joka näkyi B-ryhmän vastaajien määrän vähenemisenä. Taulukon 12 perusteella yrityksen tai työmaan johtotehtävissä olevien vastaajien mielestä P1-koulutus on ollut heille hyödyllinen. A-ryhmän vastaajat ovat lähes tulkoon samaa mieltä B-ryhmän kanssa, vaikka vastaajista ainakin 1 on vastannut olevansa täysin eri mieltä kysymyksen väittämän kanssa.

Päätoteuttajan tehtäviin kuuluu P1-koulutusten järjestäminen. Rakennustöiden puhtausluokan ja sisäympäristölle asetettujen tavoitteiden täyttymisen kannalta keskeiset urakoitsijat ja työntekijät on koulutettava ennen rakennustöiden aloittamista (Rakennustieto, 2018, s. 14). Koulutustilaisuudessa heille kerrotaan kohteen sisäympäristötavoitteet ja sen toteuttamiseksi tarvittavat ohjeet sekä tehtävät. Työmaalle myöhemmässä vaiheessa tulevat urakoitsijat on koulutettava myös. Koulutusten avulla lisätään työmaan henkilöstön tietoisuutta erilaisten pölyjen terveysriskeistä sekä varmistaa, että jokaisella on tieto pölynhallinnan keskeisistä osa-alueista (Väisänen, 2020, s. 9).

Seitsemännessä kysymyksessä pyrittiin selvittämään kuinka tärkeäksi vastaajat mieltävät rakennustyömaan pölyntorjunnan. Taulukossa 13 on esitetty kaikkien vastausten tulokset ja taulukossa 14 vastaukset vastausryhmittäin.

Taulukko 13. Vastaajien mielipide työmaan pölyntorjunnan tärkeydestä.

Vastaajien määrä	Mini-miarvo	Maksi-miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
22	1,0	5,0	4,7	5,0	104,0	0,9

Taulukko 14. Mielipiteet pölyntorjunnan tärkeydestä vastausryhmittäin.

Ryhmä	n	Mini-miarvo	Maksi-miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
A	8	1,0	5,0	4,5	5,0	36,0	1,4
B	14	4,0	5,0	4,9	5,0	68,0	0,4

Työmaalla tapahtuva pölyntorjunta on ehdottoman tärkeä asia, vaikka hankkeessa ei tavoiteltaisikaan S1- tai S2-luokan sisäilmastoa. Pölyntorjunta on välttämätöntä terveyden takia. Muita hyötyjä ovat mm. työmaan viihtyvyyden paraneminen, alentunut tapaturmariski ja työskentelyn muuttuminen miellyttävämmäksi, kun työolosuhteet paranevat. Taulukon 14 mukaan vastaajat olivat lähestulkoon yksimielisiä pölyntorjunnan tärkeydestä, vaikka vastausryhmässä A ainakin yksi henkilö ei kokenut pölyntorjuntaa ollenkaan tärkeäksi.

Kysymyksessä kahdeksan kysyttiin miten hyvin vastaajat mielestään hallitsevat P1-puhtausluokan rakentamisen vaatimukset. Taulukossa 15 esitetään kysymyksen tulokset ja taulukossa 16 tulokset ovat vastausryhmittäin.

Taulukko 15. Kuinka hyvin vastaajat hallitsevat P1-rakentamisen vaatimukset.

Vastaajien määrä	Mini-miarvo	Maksi-miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
22	2,0	5,0	4,0	4,0	88,0	0,9

Taulukko 16. P1-rakentamisen vaatimukset hallitaan vastausryhmittäin.

Vastausryhmä	n	Mini-miarvo	Maksi-miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
A	8	2,0	5,0	4,1	4,0	33,0	1,0
B	14	2,0	5,0	3,9	4,0	55,0	0,9

Taulukon 16 perusteella molemmat vastausryhmät hallitsevat mielestään melko tai erittäin hyvin P1-rakentamisen vaatimukset. Mahdollisesti molemmissa vastausryhmissä ainoastaan

yksi henkilö vastasi arvolla 2 (jokseenkin eri mieltä). Ryhmien vastausten välillä ei ole merkittävää eroa.

Sisäilmastoluokituksen mukaiset rakennustöiden puhtausluokan P1 vaatimukset ovat seuraavat (Rakennustieto, 2018, s. 12):

- Ennen ilmanvaihtojärjestelmän käynnistämistä ja suojausten poistoa, rakennuksen tilojen on oltava pölyttömät. Tiloissa ei saa olla hienojakoista irtolikaa, joka voisi nousta ilmaan kosketuksesta tai ilmavirtojen mukana.
- Rakennuksen tiloissa ei saa säilyttää rakennusmateriaaleja tai jätteitä, jotka haittaavat tai estävät tilojen siivousta.
- Kalusteiden ja pintojen suojausten poiston jälkeen tiloissa saa ainoastaan tehdä pölyttömiä töitä, esim. paikkamaalauksia, alakattojen asennusta, ilmanvaihdon toimintakokeita, säätöjä ja viritystä tai loppusiivousta.
- Luovutusvaiheessa tilojen on oltava heti käyttöön otettavissa eikä niissä saa olla roskaa, irtolikaa, kiinnittynyttä likaa tai tahroja.

Kysymyksessä yhdeksän pyrittiin selvittämään kuinka hyvin vastaajat hallitsevat mielestään P1-rakentamisen eri vaiheet. Taulukossa 17 esitetään kysymyksen tulokset. Taulukossa 18 esitetään tulokset vastausryhmittäin.

Taulukko 17. Kuinka hyvin vastaajat hallitsevat P1-rakentamisen eri vaiheet.

Vastaajien määrä	Mini-miarvo	Maksi-miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
22	2,0	5,0	3,9	4,0	86,0	1,0

Taulukko 18. P1-rakentamisen eri vaiheet hallitaan vastausryhmittäin.

Vastausryhmä	n	Mini-miarvo	Maksi-miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
A	8	2,0	5,0	3,9	4,0	31,0	1,0
B	14	2,0	5,0	3,9	4,0	55,0	1,1

P1-rakentamisen vaiheita ovat pölyntorjunta ja -hallinta, rakennusmateriaalien suojaus, rakennussiivous, kaksivaiheinen loppusiivous ja puhtauden arviointi (Consair, i.a.-c). Taulukon 18 perusteella molemmat ryhmät hallitsevat mielestään melko tai erittäin hyvin P1-rakentamisen eri vaiheet. Joillekin vastaajille molemmissa vastausryhmissä P1-rakentamisen eri vaiheet eivät olleet kovin tuttuja. Ryhmien vastausten välillä ei ole merkittävää eroa.

Kymmenennessä kysymyksessä selvitettiin mieltävätkö vastaajat P1-rakentamisen kustannustehokkaaksi. Tähän kysymykseen oli mahdollista vasta myös vaihtoehdolla ”en tunne asiaa”. Taulukossa 19 on esitetty vastaajien mielipiteet P1-rakentamisen kustannustehokkuudesta.

Taulukko 19. Vastaajien mielipide P1-rakentamisen kustannustehokkuudesta

Vastaajien määrä	Mini-miarvo	Maksi-miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
21	1,0	5,0	3,5	4,0	74,0	1,1

Taulukko 20. Mielipide P1-rakentamisen kustannustehokkuudesta vastausryhmittäin

Vastausryhmä	n	Mini-miarvo	Maksi-miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
A	8	2,0	5,0	3,8	3,5	30,0	1,2
B	13	1,0	5,0	3,4	4,0	44,0	1,0

Taulukon 19 mukaan yhteensä 21 henkilöä vastasi tähän kysymykseen. Taulukon 20 mukaan yksi henkilö vastausryhmästä B vastasi ”en tunne asiaa”. Vastausten keskiarvojen perusteella vastaajat eivät ole samaa eivätkä eri mieltä. Tulosten perusteella voidaan olettaa, että osa vastaajista on sisäistänyt pölyntorjunnan mahdollistamat säästöt kustannuksissa ja aikatauluissa. Vastaavasti lopuilla vastaajista on mahdollisesti ollut haasteita pölyntorjunnassa, joka on voinut aiheuttaa kustannuksien lisääntymistä.

P1-rakentaminen voidaan kokea rakennustöitä hidastavana ja hankaloittavana sekä kustannuksia lisäävänä tekijänä. Rinta-Joupin (2018) mukaan rakennuttajien ja urakoitsijoiden kokeamattomuus tai piittaamattomuus P1-rakentamisessa voi aiheuttaa töiden viivästymisiä. Rakennuttajan tai tilaajan voi olla hankala kilpailuttaa työtä sekä arvioida saatuja tarjouksia, jos hän ei tiedä mitä on tilaamassa. Kuitenkin siistissä ja järjestyksessä olevalla työmaalla suurimmat säästöt muodostuvat, kun työvaiheet etenevät sujuvasti työvaiheesta toiseen.

Yhdennentoista kysymyksen tarkoituksena oli selvittää vastaajien mielipide P1-rakentamisen toimintatapojen helppoudesta. Taulukkoon 21 on koottu kaikki vastaukset ja taulukossa 22 vastaukset esitetään vastausryhmittäin.

Taulukko 21. Vastaajien mielipiteet P1-rakentamisen toimintavoista.

Vastaajien määrä	Mini-miarvo	Maksi-miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
22	2,0	5,0	3,5	3,5	77,0	1,0

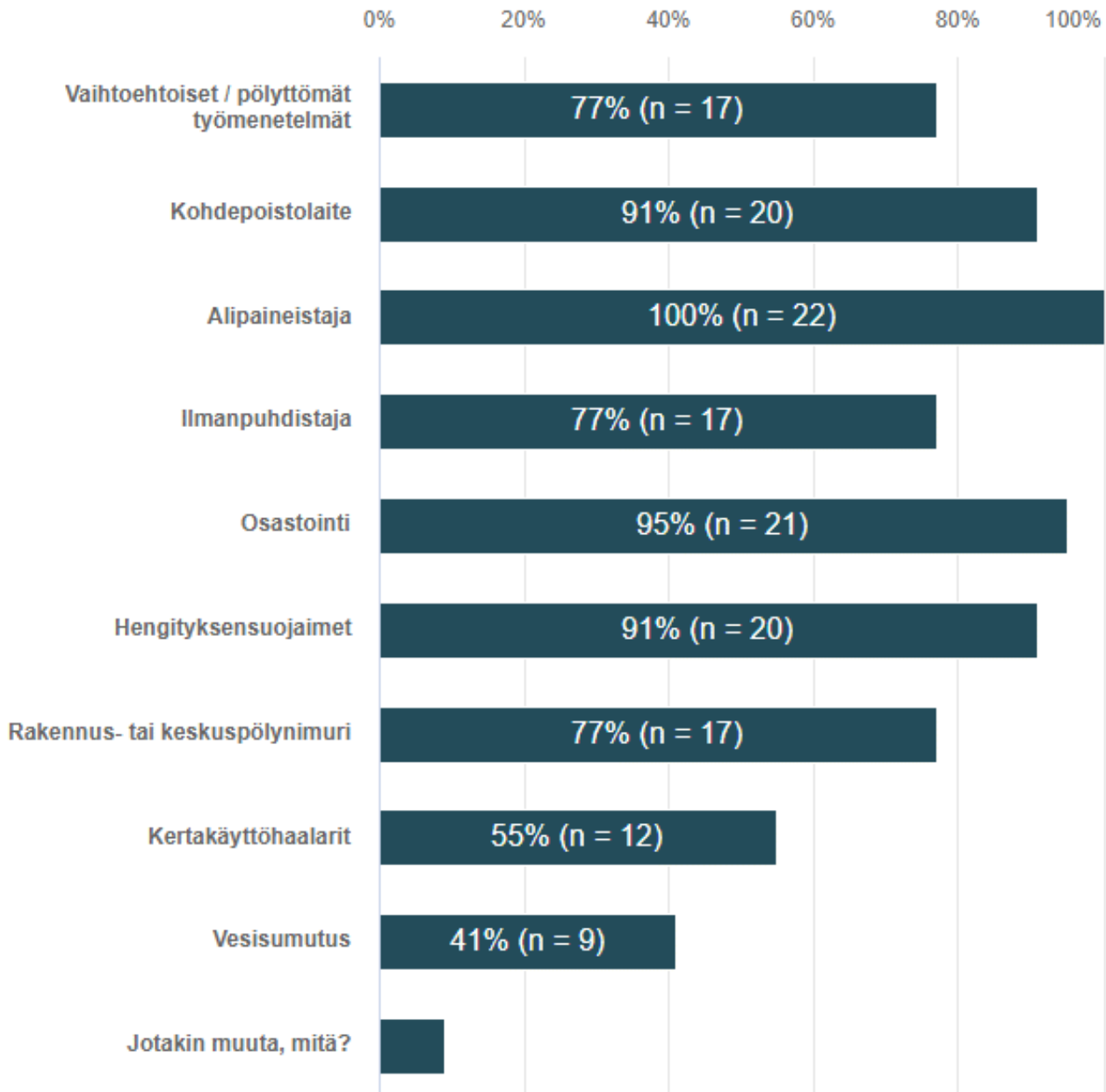
Taulukko 22. Mielipide P1-rakentamisen toimintatapojen helppoudesta vastausryhmittäin.

Vastausryhmä	n	Mini-miarvo	Maksi-miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
A	8	2,0	5,0	3,9	4,0	31,0	1,1
B	14	2,0	5,0	3,3	3,0	46,0	0,9

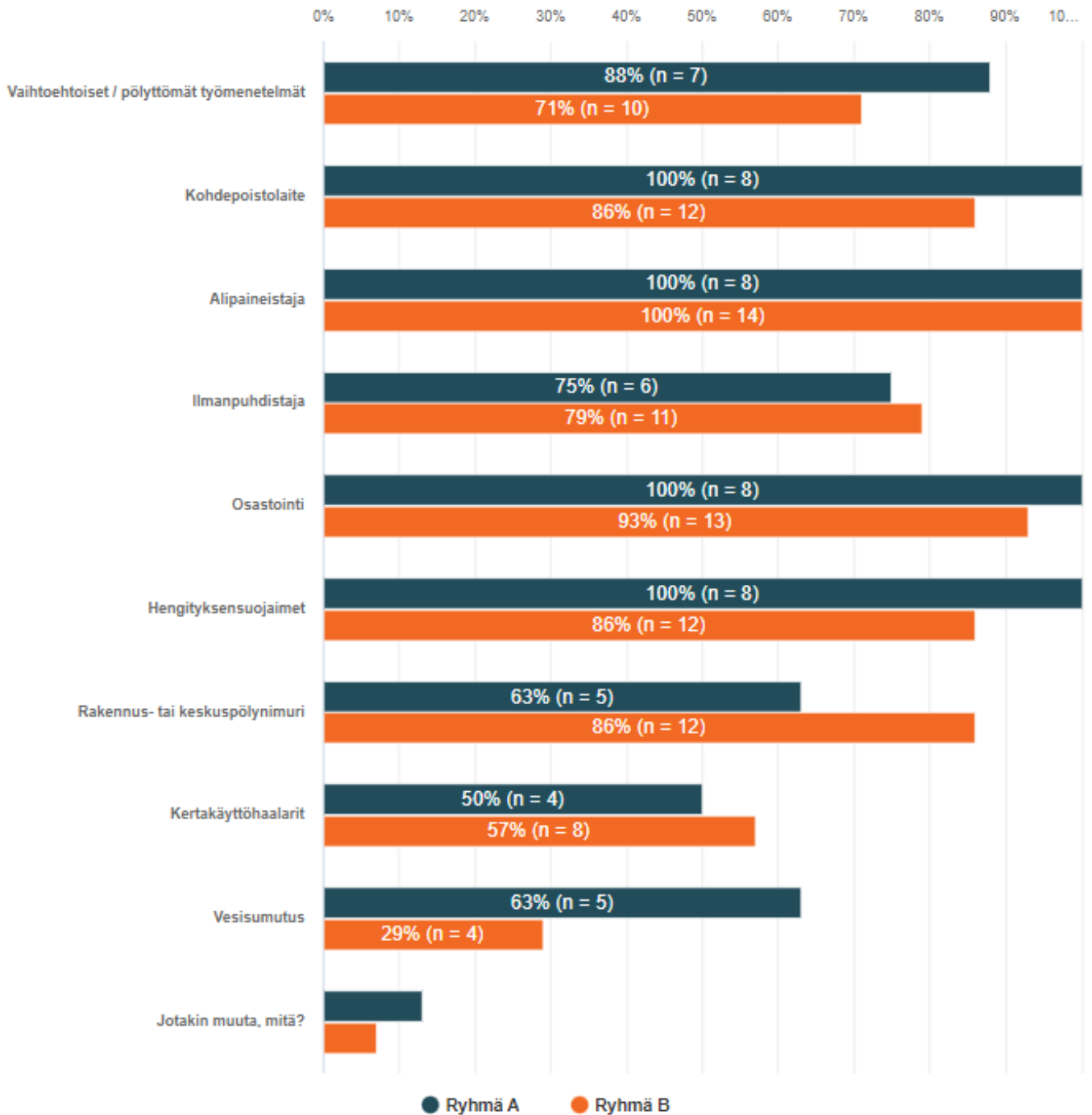
Tämän kysymyksen tulokset ovat hyvin samankaltaiset kuin edellisessä kysymyksessä. Poikkeuksena, että kukaan ei ollut kysymyksen väittämän kanssa täysin eri mieltä (vastauksen arvo 1). Kysymys jakaa vastaajien mielipiteitä. B-ryhmän vastaajien kesken P1-rakentamisen toimintatavat koetaan hieman haastavammaksi, kuin A-ryhmässä. Oletettavasti aikaisemmat haasteet tai ongelmat puhtauden- ja pölynhallinnassa näkyvät myös tämän kysymyksen tuloksissa.

Yleisesti ottaen P1-rakentamisessa ei tarvita monimutkaisia toimintatapoja pölyn torjumiseksi tai leviämisen estämiseksi. P1-rakentamisessa korostuvat yhteistyön ja yhteisten pelisääntöjen noudattaminen sekä yksilön rooli. Työntekijöiden omilla asenteilla on valtava merkitys työmaan pölynhallinnassa. Yksittäiset henkilöt voivat välinpitämättömyydellään vesittää työmaan pölynhallinnan ja altistaa muut työntekijät pölylle.

Kysymyksessä kaksitoista kartoitettiin vastaajien käyttämiä pölyntorjuntamenetelmiä. Kuvioissa 16 ja 17 prosenteilla ilmaistaan, kuinka moni kahdestakymmenestä kahdesta vastaajasta on käyttänyt juuri kyseistä menetelmää. Tässä kysymyksessä oli mahdollista valita useampi vastausvaihtoehto.



Kuvio 16. Vastaajien käyttämät pölyntorjuntamenetelmät.



Kuvio 17. Käytetyt pölyntorjuntamenetelmät vastausryhmittäin.

Vastaajien määrä oli 22. Kuvion 17 mukaan molemmilla vastausryhmillä kaksi vähiten käytettyä (noin puolet tai alle vastanneista) pölyntorjuntamenetelmää olivat vesisumutus sekä kertakäyttöhaalarien käyttö. Työntekijän työvaatteille on varattava oma säilytystila, mikäli hän altistuu työssään kvartsipitoiselle pölylle (Rakennustieto, 2021, s. 14). Muussa tapauksessa hänen on käytettävä kertakäyttöhaalareita.

Pölynsidonnassa voidaan käyttää vesisumutusta. Vesisumutus toimii täydentävänä pölyntorjuntamenetelmänä. B-ryhmässä oli käytetty lisäksi pölyntorjunnassa ilmanvaihtokanaviston ylipaineistusta.

Kuvion 17 mukaan vastausryhmässä A jokainen vastaaja on käyttänyt kohdepoistolaitteita, alipaineistajaa, osastointia ja hengityksensuojaimia. B-ryhmässä jokainen oli käyttänyt ainoastaan alipaineistajia. Lähestulkoon jokainen vastausvaihtoehto oli tutumpi vastausryhmälle A. Erot vastausryhmien välillä voi selittyä työkokemuksen määrällä, sillä jokainen vastausryhmässä A oli työskennellyt yli 10 vuotta rakennusalalla.

Kolmannessatoista kysymyksessä selvitettiin miten vastaajien mielestä hankkeiden päätoteuttajat ovat kokonaisuudessa onnistuneet P1-rakentamisessa. Taulukoon 23 on koottu kaikki vastaukset.

Taulukko 23. Päätoteuttajat ovat onnistuneet P1-rakentamisessa vastaajien mielestä seuraavasti.

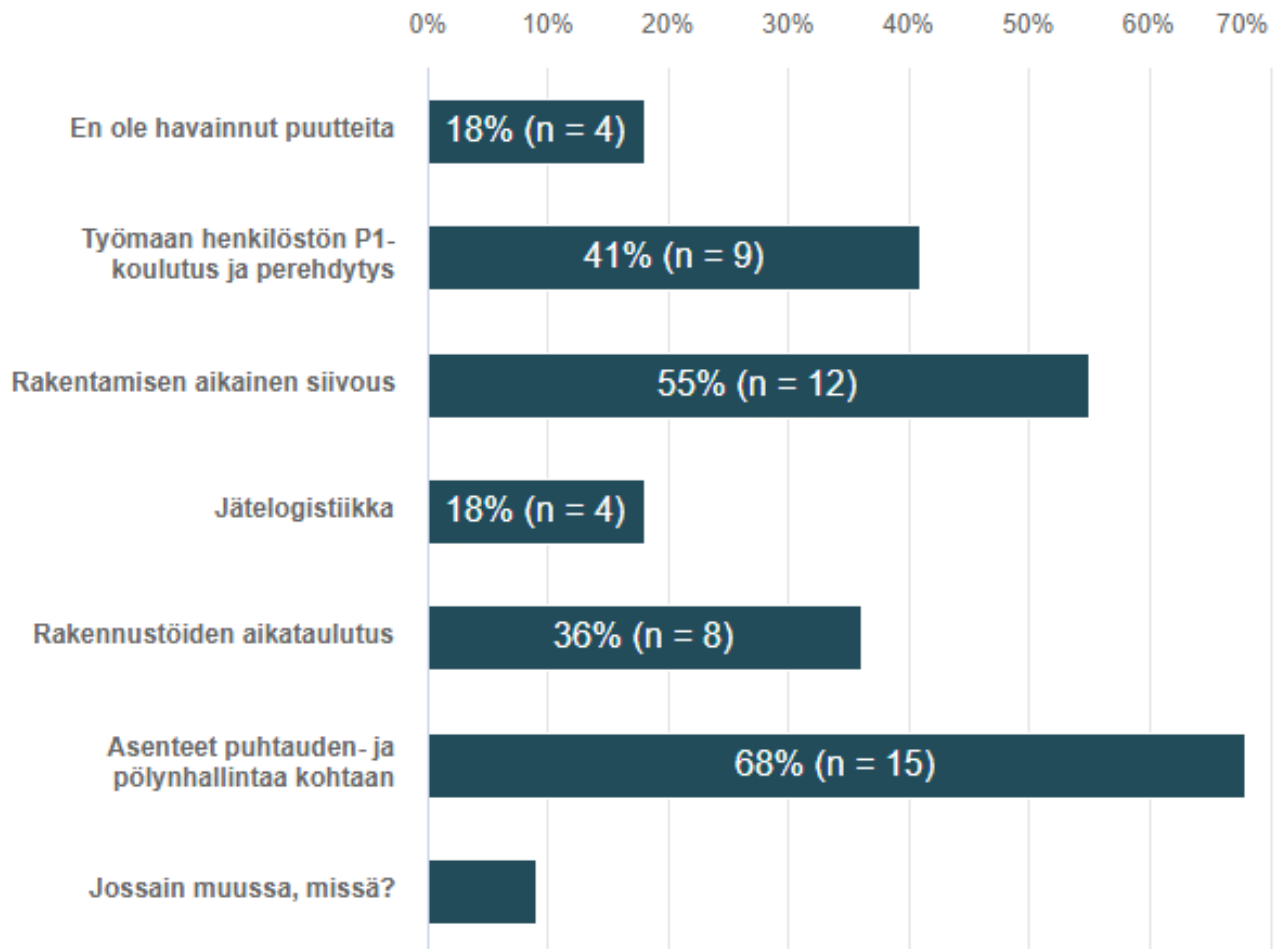
Vastaajien määrä	Minimiarvo	Maksimiarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
22	2,0	5,0	3,6	3,5	79,0	0,8

Taulukko 24. Mieli pide päätoteuttajan onnistumisessa P1-rakentamisessa vastausryhmittäin.

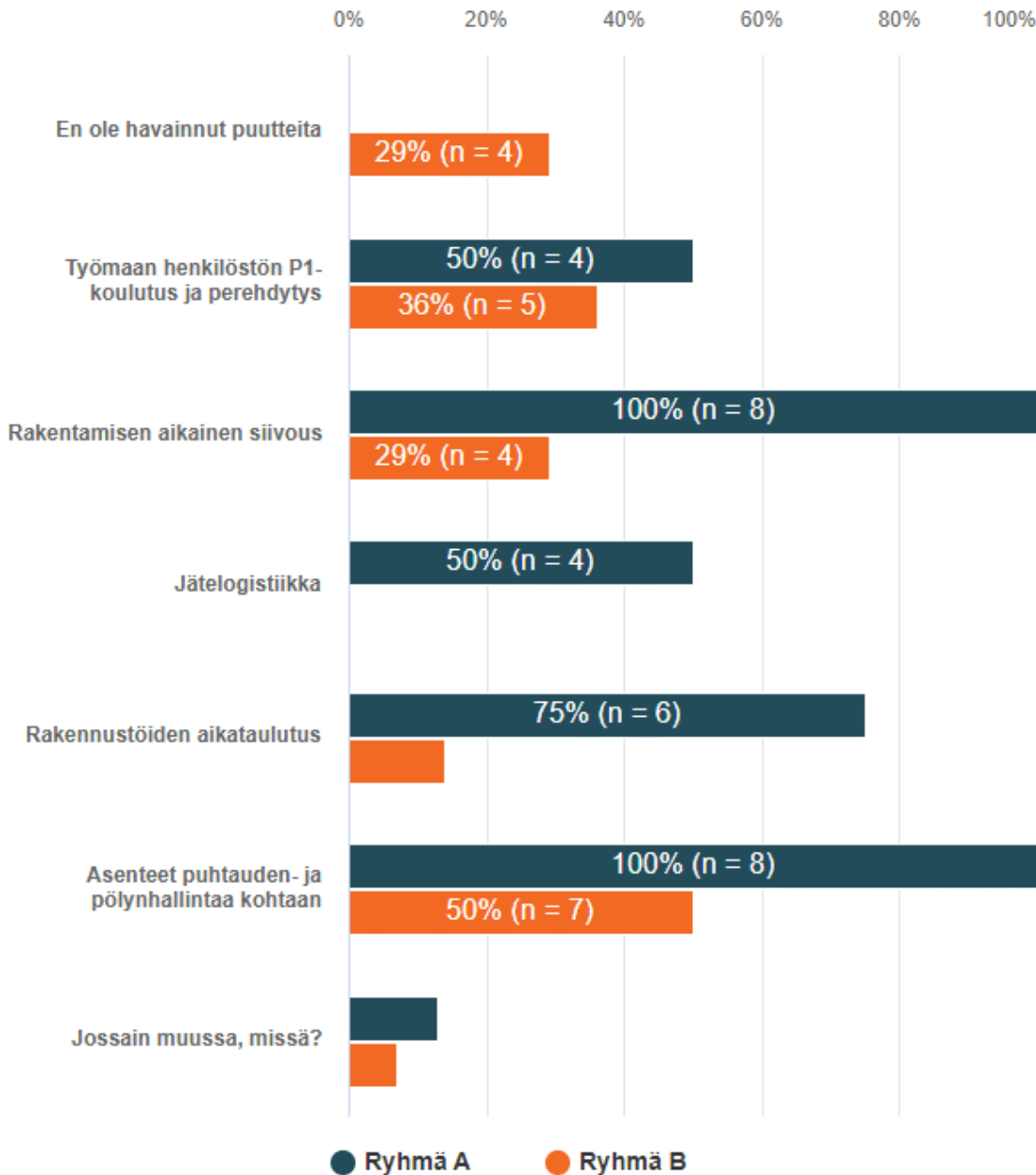
Vastausryhmä	n	Minimiarvo	Maksimiarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
A	8	2,0	5,0	3,3	3,0	26,0	0,9
B	14	3,0	5,0	3,8	4,0	53,0	0,7

Taulukon 24 keskiarvojen mukaan kysymys jakaa mielipiteitä molemmissa vastausryhmissä. Vastausryhmässä B koetaan enemmän, että päätoteuttaja olisi onnistunut P1-rakentamisessa kuin vastausryhmässä A. Mahdollisesti toisessa kohteessa P1-rakentaminen on ollut sujuvampaa kuin toisessa.

Kysymyksessä neljätoista pyrittiin selvittämään minkälaisia haasteita tai puutteita vastaajat ovat havainneet päätoteuttajan P1-osaamisessa. Kuvioon 18 on koottu kaikkien vastaukset. Prosentit kertova, kuinka moni vastaajista valitsi kyseisen vastausvaihtoehdon. Vastausvaihtoehtoon ”Jossain muussa, missä?” pystyi antamaan vapaamuotoisen vastauksen lisätekstikenttään.



Kuvio 18. Vastaajien havaitsemat puutteet päätoteuttajan P1-osaamisessa.



Kuvio 19. Vastausryhmien havaitsemat puutteet päätoteuttajan P1-osaamisessa.

Kysymykseen vastasi 22 henkilöä. Kuvion 19 mukaan aikaisemmin työmailla todetut ja havaitut puutteet pölynhallinnassa korostuvat myös tämän kysymyksen vastauksissa. Jokaisen A-ryhmän vastaajan mielestä päätoteuttajilla on ollut puutteita asenteissa sekä rakentamisenaikaisessa siivouksessa. Myös puolet B-ryhmäläisistä toteavat, että asenteissa olisi parantamisen varaa. Asenteiden muuttamiseen tarvitaan pitkäjänteistä työtä, koulutusta sekä ohjausta.

Lisäksi lähes jokaisen A-ryhmän vastaajan mielestä myös rakennustöiden aikataulutukseen P1-rakentamisen suhteen on kiinnitettävä työmaalla erityistä huomiota. A-ryhmästä neljä (4)

ja B-ryhmästä viisi (5) olivat sitä mieltä, että P1-koulutuksessa olisi parantamisen varaa. Viimeisen vastausvaihtoehdon lisätekstikenttään vastattiin ”työntekijöiden asenne” sekä ”sivurakoitsijoiden huomiointi etenkin hankkeen lopussa”.

Asenteet vaikuttavat välillisesti moneen asiaan. Välinpitämätön asenne puhtauden- ja pölynhallintaan voi aiheuttaa pölyn leviämisen ympäristöön. Tästä aiheutuu, että rakentamisen aikaisessa siivouksessa työmäärä lisääntyy, joka lopulta voi johtaa työvaiheiden valmistumisen viivästymiseen. Esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän toimintakokeita ei päästä aloittamaan pölyisyyden vuoksi alkuperäisen aikataulun mukaisesti. Viivästyksset eri rakennusvaiheissa johtavat lopulta myös rakennuksen luovutuksen ajankohdan viivästymiseen.

Viidestoista kysymys oli avoin kysymys, jossa vastaaja sai vapaasti kertoa omin sanoin seikoja, jotka voivat hankaloittaa tai estää P1-puhtausluokan vaatimusten saavuttamista. Kysymykseen vastasi yhteensä 16 henkilöä, 8 kummastikin ryhmästä. Kysymyksen vastausprosentiksi tuli 72,7 %, mikä on avoimelle kysymykselle varsin korkea. Vastauksissa korostuivat erityisesti pölynhallintaan liittyvät asenneongelmat ja ongelmat rakennustöiden aikataulutamisessa sekä rakentamisaikaisessa siivouksessa. Kysymykseen vastattiin seuraavasti:

Aliurakoitsijoiden koulutus, perehdytys ja asenne P1-vaatimusten toteuttamiseen. Usein myös projektien aikataulut on laadittu liian tiukoiksi, eikä niissä ole huomioitu suojausrakenteiden jne. rakennusaikoja. Kunnallisissa rakennuskohdeissa valvonta on heikkoa henkilöstökapasiteetin puuttuessa.

Urakoitsijoiden kielteinen asenne puhtaudenhallintaan.

Puutteellinen työmaan johto ja aikataulut torpedoi pölyhallintaa eniten.

Sivu- ja aliurakoitsijoita ei velvoita tai heitä ei valvota toteuttamaan myös omalta osaltaan riittävään pölyntorjuntaan tai vaihtoehtoisiin työmenetelmiin. Asenneongelma edelleen huomattava hidasta.

Tilaaajan asiakirjoilla esitetään vaatimustaso ja urakoitsijan tason ratkaisee yritysjohdosta lähtevä asenne, panostus ja perehdytys projektihenkilöstölle sekä vaatimustason omaseuranta siis poikkeamien raportointi myös projektihenkilöstön ulkopuolelle. Yrityksen sertifioinneilla ja koolla ei ole käytännön vaikutusta, jos työmaahenkilöstön asenne ja ymmärrys asian tärkeydestä ei ole takaraivossa esim. työpäällikön ja vastaavan mestarin tulospalkkio pitää sitouttaa työmaan puhtaus-tason ylläpitoon aina jälkitöiden korjauksiin asti vrt. työturvallisuus.

Aikataulut ovat liian tiukkoja. Pääurakoitsijat eivät ymmärrä P1-rakentamisen vaikutusta työjärjestykseen ja aikatauluun. Puhtaudenhallinta ei aina ole systemaattista, vaan ailahtelevaa. Työmaalla ei välttämättä kokonaisuutena, alihankintaketju mukaan lukien, ymmärretä että kyseessä on P1-kohde. Tilaaja ei seiso puhtausavoitteiden takana.

Päätoteuttaja ei hallitse tai halua hallita P1-aikaisia pölynhallintamenetelmiä. Lisäksi monet kokevat tämän ainoastaan kustannuksia lisäävänä toimena. P1-alueen siivous päivittäin koetaan turhana. Osa töistä jätetään tekemättä ennen kuin alue on P1. P1-alueella tehtäessä jälkitöitä ei siivota omia sotkuja.

Pääsääntöisesti P1-luokan saavuttaminen on riippuvainen työmaan tahtotilasta ja siinä ratkaisevassa asemassa on päätoteuttaja (eri rakennusliikkeillä erilainen suhtautuminen puhtaudenhallintaan) ja varsinkin vastaavan mestarin suhtautuminen asiaan.

Kireä aikataulu. Tilaaja määrittelee lähtökohtaisesti liian kireän aikataulun, jolloin ei jää riittävästi aikaa loppusiivoukselle tai toimintakokeille eikä puutteiden ja virheiden korjaamiselle. Väärä työjärjestys tai sotkeminen uudestaan, kun kerran siivottu.

Kaikkien työmaalla työskentelevien tulisi oppia kunnioittamaan P1-alueita. Jokainen esim. huolehtii alueella liikkuessaan ovet perässään kiinni tai vaikka että alipaineistajilta ei oteta jatkojohtoa muuhun käyttöön. Työvaiheiden aikatauluista ja rytmityksestä pidettävä kiinni, ettei työskennellä päällekkäin. P1-alueet on merkattava hyvin työmaalle ja alueista informoitava näkyvästi.

Eri alojen töiden yhteensovitus ja pölyttömät työvaiheet ja -välineet. Työntekijöiden välinpitämättömyys urakkatyössä.

Osa vastauksista korosti tilaajan tai valvojan tietämättömyyttä P1-rakentamisesta:

Suurin ongelma näin rakentajan näkökulmasta on, että tilaajapuolella ei ole tietoa mitä P1-vaatimus tarkoittaa. Samoin konsulttien tietotaito on erittäin kyseenalaista ja vaihtelevaa. Jos laitetaan kaksi eri P1-konsulttia samalla työmaalle, on toteutustapa täysin erilainen. Tiedon tason tilaaja puolella on tässäkin olematon. Tämä aiheuttaa ristiriitoja, turhia tehtäviä ja turhia kustannuksia rakentamiseen. Sama teksti koskee myös Kuivaketju10 ja muita vastaavia laadunvalvonta toimia.

Mielestäni tilaajat voisivat helpottaa ja selkeyttää puhtausluokan toteutusta käyttämällä alan konsultteja jo viimeistään hankkeen yleissuunnittelu vaiheessa, jolloin ohjeistus ja tilaajan tahto saataisiin menemään kilpailutukseen ja toteutukseen kustannustehokkaasti ja kivuttomasti. Rakentamisen aikana suurin kompastuskivi on riittämättömät tiedot sekä kilpailtu hinta, jossa pyritään karsimaan kustannuksia puhtauden kustannuksella.

Epäselvät tavoitteet ja puutteellinen valvonta

Muita kommentteja olivat:

Jos ei pidetä kiinni P1-alueista. Oikea aikainen P1-alueeksi tekeminen, jos alueen tarvitsee olla P1-alueena esim. 4 päivää, niin se on 4 päivää P1-alueena eikä esim. 7 päivää. Tavaroiden toimittaminen työmaalle oikea-aikaisesti ja suojaus oikealla tavalla. Vältetään varastointia työmaalla.

Rakennuksen sisäpuolen tilajako (osastoinnit) ja ilmanvaihtokoneiden palvelualueet saattavat hankaloittaa P1-rakentamista

### 5.1.3 Kysymykset aikatauluista

P1-rakennushankkeissa on havaittu työvaiheiden päällekkäisyyksiä. Alla olevilla kysymyksillä kartoitettiin vastaajien mielipide aliurakoitsijoiden osallistumisesta aikataulujen laadintaan, aikataulujen toteutuskelpoisuuden tarkistamisesta sekä rakennustöiden toteutusjärjestyksestä.

Kysymyksessä kuusitoista selvitettiin mitä mieltä vastaajat ovat aliurakoitsijoiden osallistumisesta rakentamisaikataulujen laadintaan yhdessä pääurakoitsijan kanssa.

Taulukko 25. Vastaajien mielipide aliurakoitsijoiden osallistumisesta aikataulujen laadintaan.

Vastaajien määrä	Mini-miarvo	Maksi-miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
22	2,0	5,0	4,3	4,5	94,0	0,9

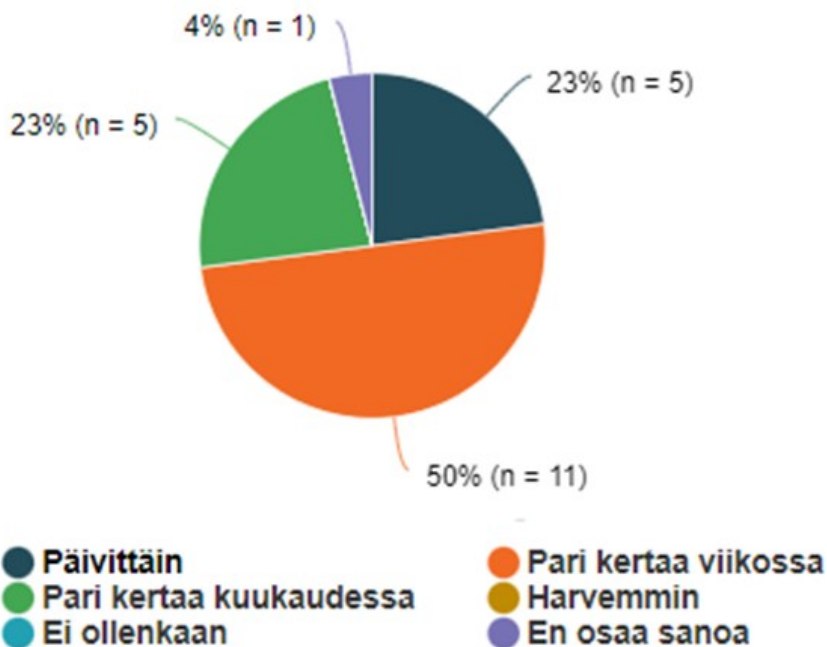
Taulukko 26. Mielipiteet aliurakoitsijoiden osallistumisesta aikataulujen laadintaan vastausryhmittäin.

Vastausryhmä	n	Mini-miarvo	Maksi-miarvo	Keskiarvo	Mediaani	Summa	Keskihajonta
A	8	4,0	5,0	4,6	5,0	37,0	0,5
B	14	2,0	5,0	4,1	4,0	57,0	1,1

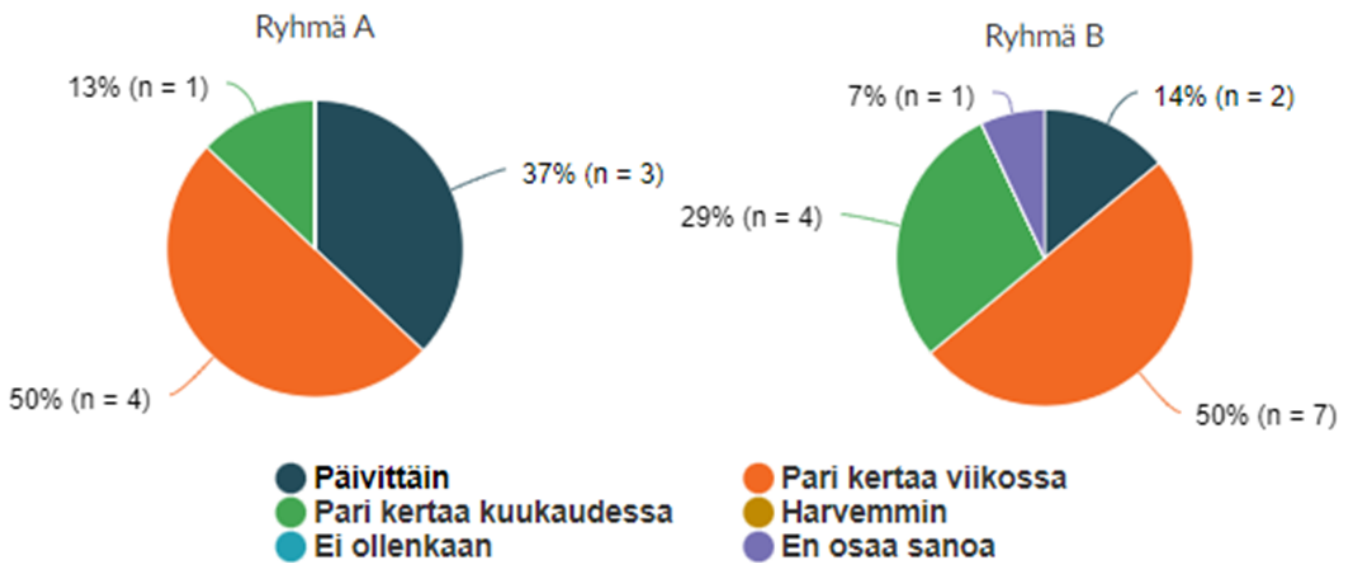
Taulukkoon 25 on koottu kaikkien vastaajien mielipiteet. Yleisesti ottaen taulukoiden 25 ja 26 mukaan aliurakoitsijoiden osallistuminen aikataulujen laadintaan koettiin melko tai hyvin tärkeäksi. Vastausryhmässä A kaikki vastaajat olivat kysymyksen väittämän kanssa täysin tai jokseenkin samaa mieltä. B-ryhmässä väittäjä jakoi hieman enemmän mielipiteitä. B-ryhmän vastausten keskiarvo oli kuitenkin suhteellisen korkea, 4,1, vaikka osa vastaajista olivat jokseenkin eri mieltä kysymyksen väittämän kanssa.

Laatimalla aikataulut yhdessä voidaan parantaa tiedonkulkua, välttyä päällekkäisiltä työvaiheilta ja sitouttaa eri tekijöitä työmaahan ja yhteisiin pelisääntöihin. Lisäksi ihmiset voivat kokea työnsä merkityksellisemmäksi, kun heitä kuunnellaan ja he voivat vaikuttaa asioihin. Tämä voi vaikuttaa yleisesti myös työntekijöiden asenteisiin, kun työmaa koetaan yhteiseksi työmaaksi.

Seuraavissa kysymyksissä kysyttiin vastaajien mielipidettä aikataulujen toteutuskelpoisuuden tarkistamisesta työmaan eri vaiheissa. Kysymyksessä seitsemäntoista kysyttiin kuinka usein aikataulujen realistisuus tulisi tarkistaa sisävalmistusvaiheessa.



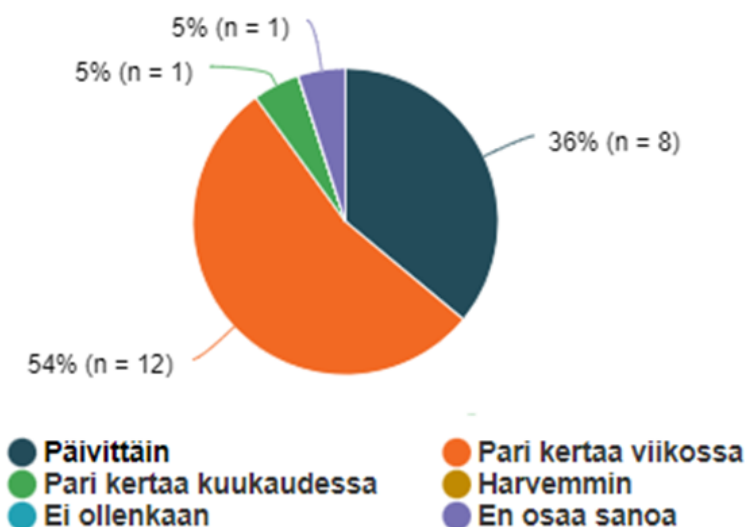
Kuvio 20. Aikataulut tulisi tarkistaa sisävalmistusvaiheessa.



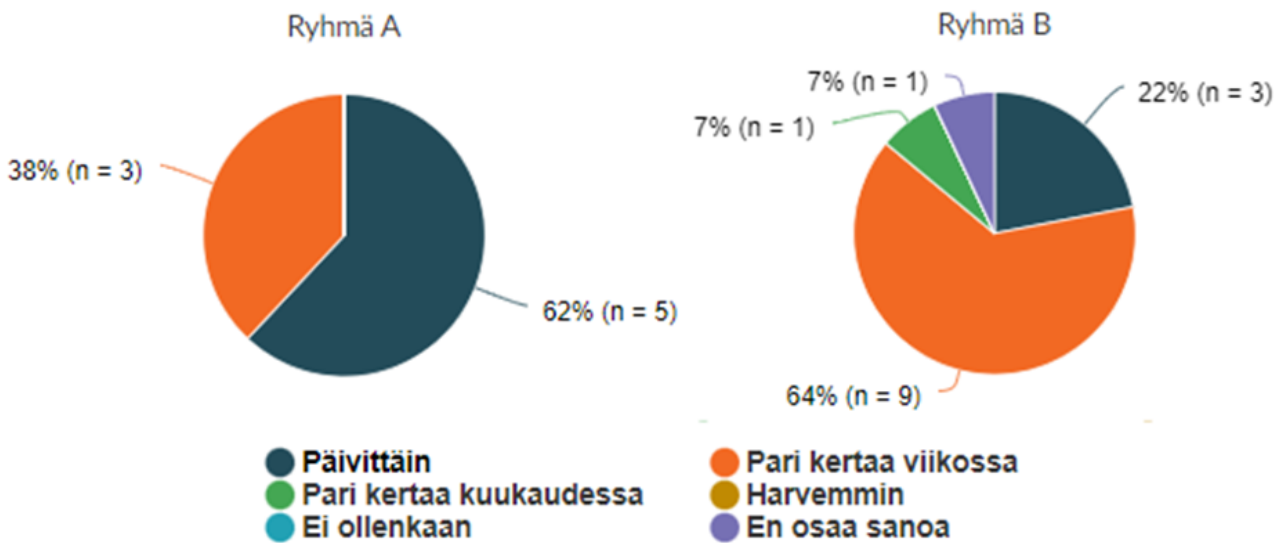
Kuvio 21. Aikataulujen tarkistus sisävalmistusvaiheessa vastausryhmittäin.

Vastaajien määrä oli 22. Kuvion 20 mukaan suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, että sisävalmistusvaiheessa aikataulujen realistisuus pari kertaa viikossa. Vastausvaihtoehtoja ”päivittäin” ja ”pari kertaa kuukaudessa” valittiin määrällisesti saman verran, 5 kpl. Kuvion 21 mukaan enemmistä vastausryhmästä B on sitä mieltä, että riittää kun aikataulut tarkistetaan pari kertaa viikossa tai kuukaudessa. Suurin osa (7 henkilöä) vastausryhmässä A oli sitä mieltä, että aikataulun realistisuus tulisi tarkistaa päivittäin tai pari kertaa viikossa.

Kysymyksessä 18 kysyttiin vastaajien mielipidettä, kuinka usein rakentamisaikataulun realistisuus tulisi tarkistaa IV-järjestelmän toimintakoevaihetta valmistelevien töiden aikaan.



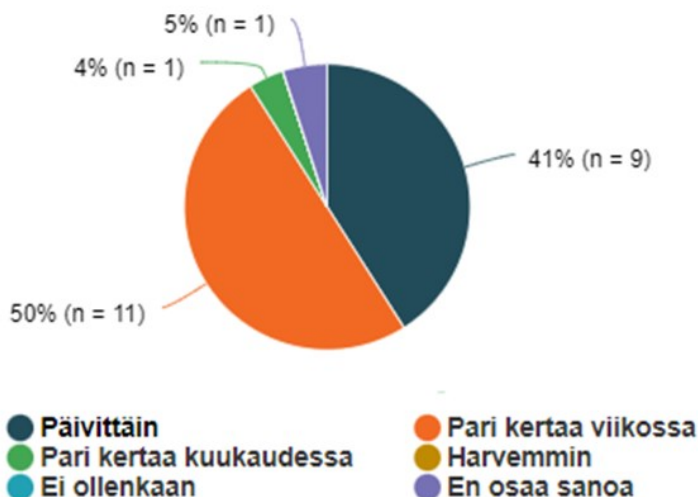
Kuvio 22. Aikataulujen tarkistus toimintakoevaihetta valmistelevien töiden aikaan.



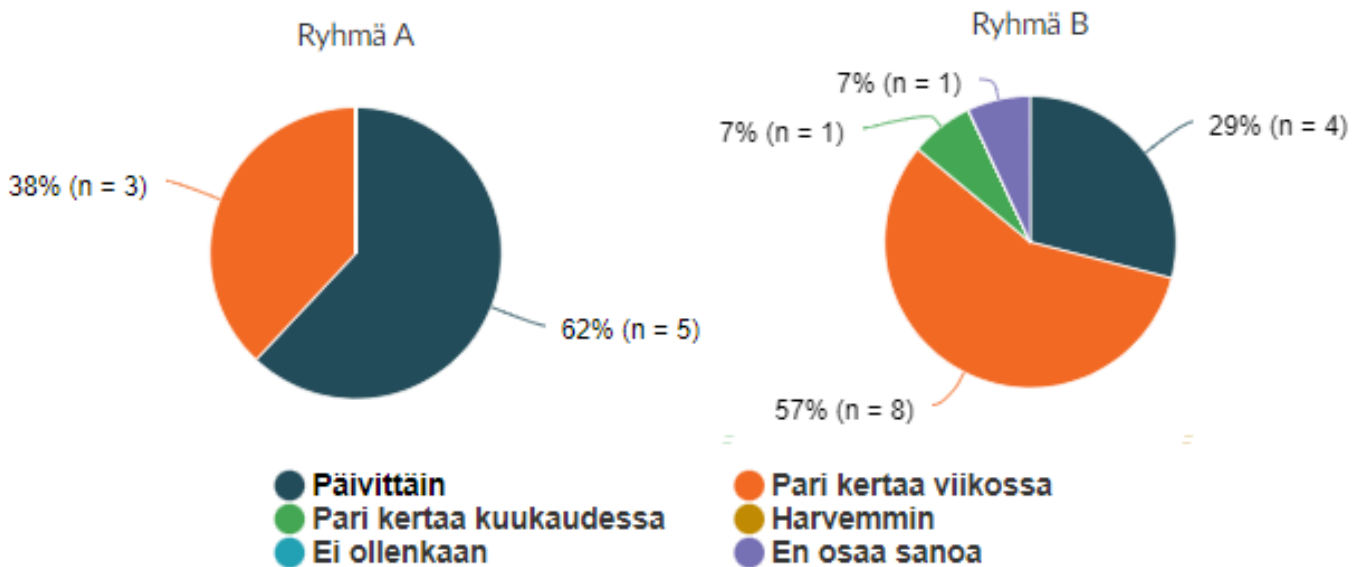
Kuvio 223. Aikataulujen tarkistus toimintakoevaihetta valmistelevien töiden aikaan vastausryhmittäin.

Kuvion 22 mukaan kysymykseen vastasi 22 henkilöä. Enemmistö vastaajista oli sitä mieltä, että aikataulujen tarkistaminen olisi tehtävä pari kertaa viikossa. Vastaavasti kuvion 23 mukaan enemmistö vastausryhmästä A oli sitä mieltä, että aikataulujen realistisuus tulisi tarkistaa päivittäin. Enemmistö A-ryhmästä olisi sitä mieltä, että aikataulu tulisi tarkistaa ilmanvaihtojärjestelmän toimintakokeita valmistelevien töiden aikaan päivittäin, kun taas B-ryhmän mielestä pari kertaa viikossa on riittävä määrä.

Yhdeksännessätoista kysymyksessä kysyttiin kuinka usein rakentamisaikataulun realistisuus tulisi tarkistaa IV-järjestelmän toimintakoevaiheessa. Kuviossa 24 on kaikki vastaukset.



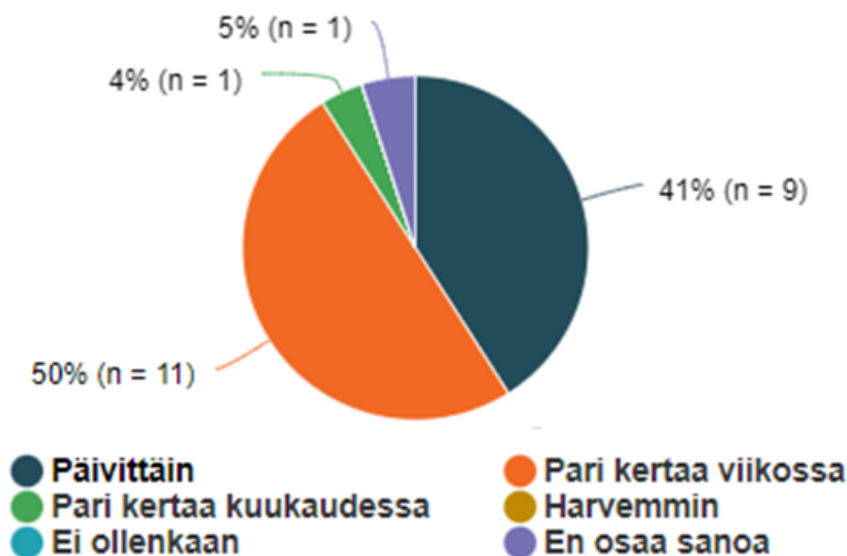
Kuvio 24. Aikataulut tulisi tarkistaa IV-järjestelmän toimintakoevaiheessa.



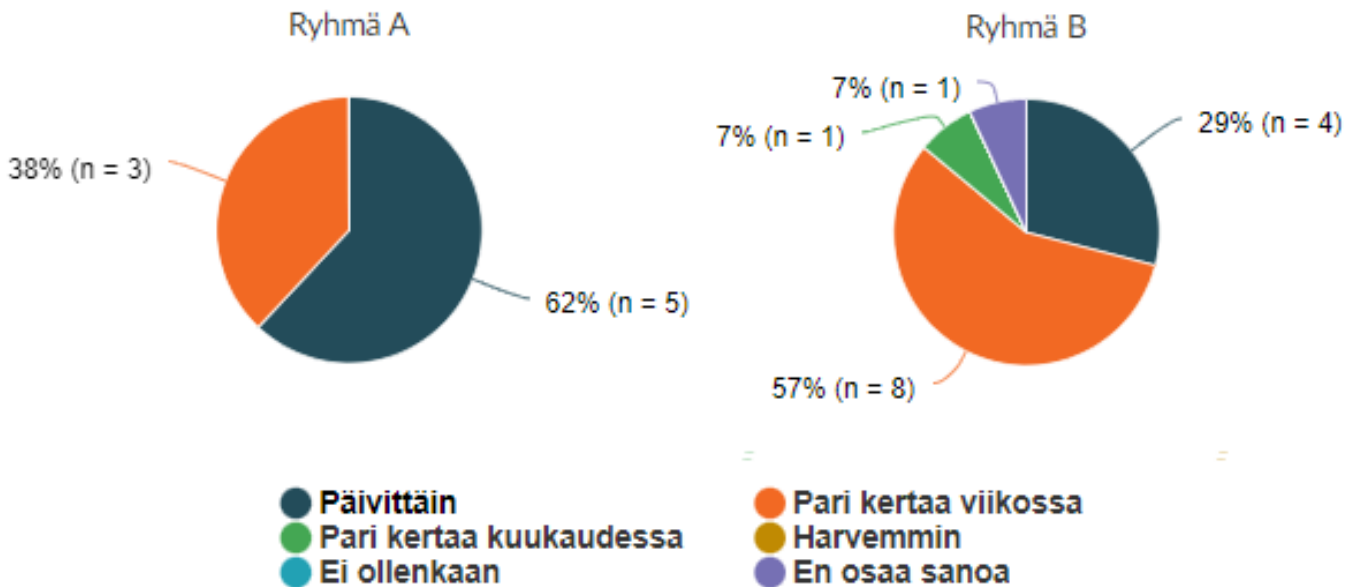
Kuvio 25. Aikataulujen tarkistus toimintakoevaiheessa vastausryhmittäin.

Kuvion 25 mukaan A-vastausryhmän mielestä aikataulut tulisi tarkistaa toimintakoevaiheen aikana vähintään pari kertaa viikossa, mieluiten joka päivä. Vastaavasti enemmistö vastausryhmässä B oli sitä mieltä, että pari kertaa viikkoon on riittävä määrä.

Kysymyksessä kaksikymmentä kysyttiin miten usein rakentamisaikataulujen toteutuskelpoisuus tulisi tarkistaa itselleluovutusvaiheessa. Kuviossa 26 on kaikki vastaukset.



Kuvio 26. Aikataulujen tarkistus itselleluovutusvaiheessa.



Kuvio 27. Aikataulujen tarkistus itselle luovutusvaiheessa vastausryhmittäin.

Kuvion 27 mukaan vastaukset eivät juurikaan eroa edellisen kysymyksen vastauksista. A-ryhmästä enemmistö oli sitä mieltä, että aikataulut tulisi tarkistaa päivittäin ja vastaavasti B-ryhmän mielestä pari kertaa viikkoon on riittävä määrä.

Kahdeskymmenesensimmäinen kysymys oli avoin. Siinä kysyttiin vastaajan mielipidettä rakennustöiden suoritusjärjestyksestä, jotta P1-rakentaminen olisi sujuvaa. tähän avoimeen kysymykseen vastasi yhteensä 9 henkilöä, jolloin vastausprosentti oli 40,9 %. Alla on lueteltu vastaajien kirjoittamia vastauksia.

Korjausrakennuskohteissa: Töiden tarkka aikataulutus, logistiikan suunnittelu (suojattujen tilojen ja ulkomaailman välillä) ja eteneminen tiloittain. Urakoitsijoiden perehdytys kohteeseen ja P1-vaatimukseen. Rakennussiivouksen sopiminen mahdollisimman usein tapahtuvaksi urakan aikana. Tilojen tyhjennys. Suojausrakenteiden tarpeet ja toteutuksen suunnittelu / katselmus. Suojausten rakentaminen. Kohdekohtaisten alipaineistusten / ilmanvaihtojen rakentaminen. Työn valvonnan pitäminen korkealla tasolla.

Aikatauluun on merkitty toimintakokeiden alku ja siitä pakittamalla tarkastellaan milloin pitää olla P1-valmius ja siivouksen siihen valmiuteen tehtynä. Taas vastaanotto tarkastellaan, että miten ehditään saada siivoukset ja tarkastukset tehdyksi ennen tilaisuutta. Eli työmaa-aikataulu korostuu ja sen pitävyys pitää olla hanskassa, että kaikki vaiheet ja tarkastukset ym. on tehtynä määräaikoina.

Edetään puhtaustason vaatimuksien mukaisesti.

Runkotyöt tehdään hyvää siisteyttä ylläpitäen. P1 ensimmäinen vaihe lohkoittain siten jaettuna, että IV-koneiden toimita-alueet on huomioitu. Lohkoihin jaettuna tasoite ja maalaustyöt kuntoon. Puhtaus P1 ensimmäisen vaiheen tasolle. Talotekniikan runkojen asennus puhtaudenhallintaa korostaen. Alakattorungot ja tekniikka suojaten paikoilleen. Lattiapinnoitteen asennus. Puhtaus tarkistus ja mahdolliset korjaukset. Toimintakokeet. Itselleluovutus. Tilaajan tarkastukset. P1 siivous (loppusiivous). Vastaanotto.

Rakennustyön pölyävät työvaiheet tulisi suorittaa valmiiksi, jonka jälkeen tasoite- ja vähintäänkin pintamaalaustyöt (ja pölynsidonnat) ennen tekniikan asentamista. Tämä onnistuu lohkoajattelulla ja vaiheistamalla / osastoinnein. Tekniikan asennusjärjestys on tietysti tapauskohtainen. Lohkot, jossa tehdään IV-asennuksia ei tehdä muita töitä.

Rakennustöiden työ- ja suorituserjärjestykseen vaikuttaa pääsuunnittelijalle kuuluva työvaiheiden yhteensovitus / risteilyt sekä riittävien tekniikan asennustilojen varmistaminen / suunnittelun koordinointi. Loppukäyttäjän oman tekniikan jälkiasennustarve ja yhteensovitus.

Likaisista töistä puhtaampaan ja työvaiheiden logistiikka siten, että työmaasta ei tule varastopaikka. Tasoitetöiden jälkeen pidetään siivoustasoa yllä niin loppu on helpompaa.

Loppuvaiheessa pitää jäädä riittävä aika toimintakoesiivoukselle.

Purku -> rakentaminen -> luovutus.

Vastauksissa toistuivat rakennustöiden puhtauden, aikataulutuksen ja valvonnan tärkeys.

#### **5.1.4 Vapaa sana**

Kyselylomakkeen viimeisessä kysymyksessä (kysymys kaksikymmentäkaksi) pyydettiin vapaata sanaa, johon vastaajat saivat halutessaan kirjoittaa vapaata kommenttia tai palautetta. Palautteen tai kommentoinnin aiheita ei rajattu sen tarkemmin. Vastauksia saatiin 9 kappaletta, jolloin vastausprosentti oli 40,9 %.

Erään vastaajan mielestä pienten urakoitsijoiden saaminen P1-koulutuksiin on koettu haasteelliseksi. Lisäksi hänen mielestään suurten yritysten aikataulutuksen ja voitontavoitteluvaatimukset aiheuttavat P1-rakentamisessa laiminlyöntejä.

Vastauksissa korostettiin, että P1-rakentaminen tulee varmasti lisääntymään tulevaisuudessa. Työmaiden toivottiin olevan jatkossa puhtaampia. Työntekijöiden asenteiden muuttamisessa on vielä tekemistä.

P1-rakentamisessa on havaittu myös eroavaisuuksia ja epäjohtonmukaisuuksia tilaajien ja P1-konsulttien toimintatavoissa. Vastaajan mukaan hankkeen luovutusvaiheessa voi samalla konsultilla vaatimustaso vaihdella viikoittain.

## 6 POHDINTA

### 6.1 Tutkimusongelman yhteenveto

Kun halutaan rakentaa viihtyisiä, terveellisiä ja käyttäjätyytyväiseltään parempia rakennuksia, tulee rakentaminen suorittaa sisäilmastoluokkien S1 tai S2 mukaisesti. Näissä luokissa rakennustyöt on suoritettava rakennustöiden puhtausluokituksen P1 mukaisesti. Puhtausluokituksella varmistetaan, että luovutusvaiheessa tilat ovat puhtaat ja heti käyttöön otettavissa. Luokituksella ehkäistään myös rakentamisen aikaisen pölyn joutuminen valmiin rakennuksen sisäilmaan. P1-rakentamisessa hankeen jokaisen osapuolen on huomioitava pölyntorjunta ja puhtaudenhallinta hankkeen jokaisessa vaiheessa. Puutteet ja epäjohtonmukaisuudet P1-rakentamisessa johtavat hankkeen kustannusten kasvuun ja luovutuksen viivästymiseen.

Rakennustöiden puhtauden- ja pölynhallinnassa on havaittu epäjohtonmukaisuuksia ja puutteita, jotka ovat johtaneet rakennustöiden viivästymiseen, yleisen työilmapiirin heikkenemiseen ja lisäkustannuksiin. Rakennustöiden viivästyminen aiheuttaa lisätyötä myös puhtaudenhallinnassa, jonka vuoksi esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmien toimintakokeet viivästyvät. Oletettavaa on, että puhtauden- ja pölynhallinnan tarkoitusta ei ole sisäistetty, ohjeistusta jalkautettu tai asenteet sitä kohtaan ovat puutteelliset. Lisäksi pölyn haitallisuutta ei välttämättä tiedetä, jonka vuoksi siihen suhtaudutaan välinpitämättömästi.

Rakennustöiden viivästyminen ja siitä johtuvat puhtaudenhallinnan ongelmat vaikuttavat myös tilaajaan, jolla voi olla välttämätön tarve saada rakennuksen tilat käyttöönsä tiettyyn päivämäärään mennessä. Esimerkiksi uuden koulurakennuksen oppilaat aloittavat koulunkäynnin elokuun alussa.

Tämän tutkimuksen tavoitteena eli tutkimusongelmana oli selvittää, **mitkä ovat P1-rakentamisen haasteet?** Tutkimusongelma jaettiin pienempiin tutkimuskysymyksiin seuraavasti:

- Kuinka hyvin P1 vaatimukset tunnetaan?
- Minkälaisia kokemuksia ja asenteita rakennusalan toimijoilla on pölyntorjuntaa tai puhtaudenhallintaa kohtaan P1-rakentamisessa?
- Mitä pölyntorjunta ja puhtaudenhallintamenetelmiä työmailla käytetään?
- Mitkä tekijät estävät tai hankaloittavat P1-rakentamisen vaatimusten toteuttamista?
- Kuinka usein aikataulujen realistisuus tulisi tarkistaa hankkeen eri vaiheissa?

## 6.2 Tutkimustulosten yhteenveto

Kyselytutkimuksen tarkoituksena oli selvittää vastaajien:

- asenne pölyntorjuntaa ja puhtaudenhallintaa kohtaan
- kokemukset P1-rakennushankkeista
- tuntemus P1-rakentamisen tavoitteista ja vaatimuksista
- näkemykset P1-rakentamisen ongelmakohdista
- näkemys aikataulujen realistisuuden / toteutuskelpoisuuden tarkistamisesta työmaan eri vaiheissa.

Mielipidettä mittaavissa kysymyksissä käytettiin arviointiasteikkoa 1–5. Vastausvaihdolla 1 vastaaja oli täysin eri mieltä ja vaihtoehdolla 5 täysin samaa mieltä. Pölyn- ja puhtaudenhallinta koettiin tärkeäksi (vastausten keskiarvo oli 4,7), mutta pölyjen syöpävaarallisuus koettiin jokseenkin ylivoimaiseksi asiaksi. Työpaikalla esiintyvään pölyyn liittyvät lait ja asetukset tiedettiin hyvin (vastausten keskiarvo 4,3). P1-rakentamisen vaatimukset ja eri vaiheet hallittiin melko hyvin. P1-koulutus koettiin hyödylliseksi omassa työssä, mutta P1-rakentamisen toimintatavat ja kustannustehokkuus jakoivat mielipiteitä.

Vastaajien mielestä päätoteuttajilla on ollut haasteita P1-rakentamisessa. Kaikkia vastausvaihtoehtoja valittiin, mutta kolme suurinta ongelmakohtaa olivat:

- asenteet puhtauden- ja pölynhallintaa kohtaan
- rakentamisen aikainen siivous
- työntekijöiden P1-koulutus ja perehdytys

Yhdessä avoimessa kysymyksessä kysyttiin mitkä seikat hankaloittavat tai estävät puhtausluokan P1-vaatimusten toteutumisen. Vastauksia tähän kysymykseen saatiin 16 kappaletta. Vastauksissa toistuivat työntekijöiden asenteet, aikataulujen kireys ja hankkeen osapuolten tietämättömyys sekä puutteellinen valvonta.

Tilaaajien ym. mielestä aliorakoitsijoiden tulisi ehdottomasti osallistua aikataulujen laadintaan (vastausten keskiarvo 4,6). Urakoitsijoiden vastausten keskiarvo kysymykseen oli 4,1, eli he olivat hieman eri mieltä. Vastaajien mukaan hankkeen aikataulujen realistisuus tulisi tarkistaa hankkeen eri vaiheissa vähintään pari kertaa viikossa. Suunnittelemalla aikataulut yhdessä, voidaan sitouttaa hankkeen eri osapuolia hankkeeseen paremmin. Kun henkilöt pääsevät vaikuttamaan asioihin voivat he kokea työnsä tärkeämmäksi ja työmaan yhteiseksi

työmaaksi, jossa jokaisella on merkitystä. Uskoisin, että tällöin myös suhtautuminen puhtauden- ja pölynhallintaan paranee.

### 6.3 Aikaisemmin julkaistut ja käynnissä olevat tutkimukset rakennuspölystä

Vuonna 2004 Säämänen ym. julkaisivat raportin ”Pölyntorjunta”, jossa käsitellään eri pölyntorjuntamenetelmiä ja pölyn haitallisuutta. Asikainen, ym. Kuopion yliopistosta julkaisivat vuonna 2009 loppuraportin rakennuspölylle altistumisen vähentämisestä uudisrakentamisessa. Heidän tutkimuksensa tavoitteena oli mm. pölyhallinakeinojen kehittäminen pölyaltistumisen vähentämiseksi ja selvittää niiden tehokkuutta muihin työskentelymenetelmiin. Kokkonen ym. julkaisivat vuonna 2013 raportin korjausrakentamisen pölynhallinnasta. Säteri (2005, s. 519) on todennut kirjoituksessaan ”Pölytön työmaa – Työntekijän ja rakennuksen käyttäjän etu” pölyttömyyden vaativan asennemuutosta. Tämän tutkimuksen tulokset ovat asenteiden osalta Säterin artikkelin kanssa yhtenevät. Asenteiden muuttaminen ei tapahdu nopeasti.

Rakennustyömaiden pölynhallinnan kehittämisestä ja rakentamisen aikaisen pöly terveyshaitoista on kirjoitettu viime vuosina useita opinnäytetöitä. Pääasiallisesti töissä on käsitelty P1-rakentamisen ja pölyntorjuntamenetelmien teoriaa.

Tutkimuksen kirjoittamisen aikaan Työterveyslaitos tutkii kvartsipitoiselle pölylle altistumista ja sen hallintaa rakentamisessa. Työterveyslaitoksen tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miten paljon kvartsipölylle todella altistutaan pölynhallinnan kannalta haastavissa työvaiheissa ja mitkä ovat tehokkaimmat pölyntorjuntakeinot sekä milloin on käytettävä hengityksensuojaimia (Tuomi, i.a.).

### 6.4 Tutkimuksen luotettavuuden arviointi

Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää, mitkä ovat P1-rakentamisen ongelmakohdat. Tutkimus päätettiin toteuttaa kyselytutkimuksena. Tässä tutkimuksessa oli elementtejä niin laadullisen kuin myös määrällisen tutkimuksen menetelmistä. Kyselyn avulla on mahdollista kerätä aineistoa itse. Kyselyt ovat *survey*-tutkimuksen keskeinen menetelmä (Hirsijärvi ym., 2009, s. 193). Surveyllä tarkoitetaan sellaisia kyselyn, haastattelun tai havainnoinnin muotoja, joissa aineiston keräys tapahtuu standardoidusti ja joissa kohdehenkilöt muodostavat otoksen tai

näytteen tietystä perusjoukosta. Standardointi tarkoittaa sitä, että kysyttävää asiaa kysytään jokaiselta vastaajalta täsmälleen samalla tavalla. Kyselyllä kerättyä aineistoa käsitellään laadullisen tutkimusmenetelmän mukaisesti (mts. 194).

Hirsjärven ym. (2009, s. 195) mukaan kyselytutkimuksen etuina on, että kyselyyn voi osallistua paljon henkilöitä ja siinä on mahdollista kysyä monia asioita, jolloin kyselystä saatava tutkimusaineisto on laaja. Kyselytutkimuksen heikkouksiin kuuluu mm. itse vastaajat. Esimerkiksi tutkija ei voi olla täysin varma siitä, miten vakavasti vastaajat suhtautuvat tutkimukseen ja ovatko he pyrkineet vastaamaan huolellisesti ja rehellisesti. Vastaajat voivat ymmärtää kysymyksiä tai vastausvaihtoehtoja väärin. Lisäksi joissakin tapauksissa vastaamattomuus nousee suureksi.

Kyselytutkimus päätettiin toteuttaa nimettömänä Webropol-työkalun avulla. Tutkijalla ei ollut aikaisempaa kokemusta Webropolin käytöstä, mutta siitä huolimatta kyselyn laatiminen ja toteuttaminen oli helppoa ja yksinkertaista. Kyselylomakkeen valmistuttua se testattiin. Sen testasivat tutkimuksen tilaaja sekä ohjaaja. Kysymykset pyrittiin laatimaan siten, että ne vastasivat mahdollisimman hyvin tutkimusongelmaan.

Ennen kyselyn lähettämistä käytyjen puhelinkeskustelujen perusteella tutkijalle jäi vaikutelma, että tutkimukseen haluttiin aidosti osallistua. Vastaajia oli yhteensä 22 kpl. Heistä 15 oli työskennelleet rakennusalalla enemmän kuin 10 vuotta ja 4 kpl 5–10 vuotta. Vastaajajoukko koostui rakennusalan ammattilaisista, joilla oli kokemusta puhtausluokan P1 rakentamisesta.

Kysely lähetettiin sähköpostilla neljällekymmenelle (41) henkilölle, joilla oli aikaisempaa työkokemusta P1-rakentamisesta. Kyselyn saatekirjeessä kerrottiin kyselyn tarkoitus ja kuinka kauan siihen on mahdollista vastata. Saatekirjeessä pyydettiin jakamaan kyselyä muille työntekijöille, jotta kyselyn data olisi mahdollisimman kattava. Kyselyn vastausaika oli kaksi viikkoa. Ensimmäisen viikon jälkeen vastausten määrä oli noin 10 kappaletta. Toisella viikolla tutkija lähetti sähköpostilla muistutuskirjeen käynnissä olevassa kyselyssä. Muistutuskirjeen jälkeen vastausten määrä nousi. Kyselyyn vastasi kokonaisuudessaan kaksikymmentäkaksi (22) henkilöä. Se, että jaettiin kyselyn linkkiä eteenpäin ja saatiinko sitä kautta lisää vastaajia, ei ole mahdollista selvittää jälkeenpäin. Olettamalla, että vastaajajoukko koostui ainoastaan näistä neljästäkymmenestä yhdestä henkilöstä, kyselyn vastausprosentti on 53,7 %. On mahdollista, että lähetetyt sähköpostit päätyivät roskapostikansioon, joka vaikutti kyselyn

vastausprosenttiin. Rakennustyömiesten vastauksia ei kyselyyn saatu, mikä on harmittavaa. Ei ole tiedossa välitettiinkö kyselyä ollenkaan eteenpäin myös työmiehille.

Kyselyn vastauksia analysoitiin niin yhtenä kokonaisuutena sekä ryhmittäin. Vastajat jaettiin kahteen ryhmään (A ja B). A-ryhmän vastaajien toimenkuva työmaalla oli joko tilaaja, tilaajan edustaja tai valvoja. B-ryhmään kuuluivat työnantajat, työnjohtajat ja muissa tehtävissä olevat henkilöt. Ryhmien vastauksia verrattiin toisiinsa, jotta löydettäisiin mahdolliset näkemuserot.

Tutkimuksen lähteet koostuvat mm. Rakennustiedon, Consair:n, Työterveyslaitoksen teoksista sekä kappaleessa 6.3 mainituista tutkimuksista. Rakennustieto tuottaa tieto-, tuote- ja ympäristöpalveluita rakentamisen, infran, talotekniikan ja kiinteistönpidon tarpeisiin. Yritys tarjoaa laadukkaan rakentamisen tueksi viimeisimmät ja luotettavat kiinteistö- ja rakennusalan säännökset, ohjeet, yleiset laatuvaatimukset (RYL), tuotetiedot sekä ympäristöpalvelut (Rakennustieto, i.a.). Consair on pölynhallinnan asiantuntijayritys, joka tuottaa ja välittää tietoa pölynhallinnasta ja rakennustyömaanpuhtaudesta sekä työterveydestä rakennusalan yrityksille ja työntekijöille. Näitä teoksia voidaan pitää varsin luotettavina.

Tutkimus on tehty kohtalaisen pitkällä aikavälillä. Tutkimus aloitettiin syksyllä 2021 ja valmistui keväällä 2023. Tutkimuksen aikana näkökulma ehti muuttua muutaman kerran. Aikaisemman tiedon ja kokemuksen puute aiheesta vaikuttivat tähän. Kokonaisuudessaan kyselytutkimuksen tuloksia voidaan pitää melko luotettavina.

## **6.5 Johtopäätökset**

Pölyttömyys on osa laadukasta rakentamista. Rakennustöiden puhtausluokka on täysin tavoitettavissa, eikä se loppupeleissä vaadi monimutkaisia toimenpiteitä. Rakennushankkeissa tarvitaan asiantuntevia henkilöitä kouluttamaan hankkeen eri osapuolia ja jakamaan tietoa P1-rakentamisesta. Koulutuksissa tulisi painottaa P1-rakentamisen tavoitteita, vaatimuksia, pölyntorjuntamenetelmiä ja erityisesti asenteiden merkitystä puhtauden- ja pölynhallinnassa onnistumiseksi. Yksikin välinpitämätön henkilö voi aiheuttaa suunnattomasti haittaa koko työmaan puhtaustavoitteille.

P1-koulutuksen vaikuttavuuden lisäämiseksi koulutuksia olisi hyvä järjestää hankkeen eri vaiheissa. Esimerkiksi seuraavasti:

- 1. koulutus ennen tarjouspyyntömateriaalien toimittamista. Rakennushanketta suunnitteleville ja tilaajille voisi järjestää myös oman ”räätälöidyn” P1-koulutuksen, jonka avulla kilpailutusten tekeminen voisi olla selkeämpää P1:n osalta
- 2. koulutus järjestetään käynnissä olevan hankkeen aikana P1-koulutus tilaajalle, käyttäjille ja valvojille, jossa sovitaan hankkeen P1-pelissäännöistä käytännön tasolla
- 3. P1-koulutus rakennustöitä suorittavalle tasolle, jossa mm. käydään läpi hankkeen sovitut P1-pelissäännöt. P1-koulutuksia voisi myös olla sisävalmistustöiden alussa, ennen ja jälkeen ilmanvaihtojärjestelmän toimintakokeita sekä ennen rakennuksen vastaanottoa.

P1-rakentaminen tulee olemaan ns. ”tapetilla” myös jatkossa. Tutkija uskoo, että kun tietoisuus P1-rakentamisesta ja siitä saaduista hyödyistä lisääntyvät; tavoitellaan niitä myöhemmin myös asunto- tai omakotitalorakentamisessa. P1-rakentamisesta voi tulla ”perusoletus” siitä, miten rakennustyöt tulee hankkeissa suorittaa.

## **6.6 Tutkimuksen merkitys ja jatkotutkimusehdotukset**

Rakentajan kalenterissa julkaistussa artikkelissa Säteri (2005, s. 519) oli huomauttanut, että pölytön rakentaminen tarvitsee asennemuutosta. Säterin tekemät huomiot asenteista ja tiedon puute P1-rakentamisesta toistuivat tämän tutkimuksen tuloksissa. Jatkotutkimukset voisivat liittyä asenteiden muuttamiseen tai muuttumiseen käytännössä.

## LÄHTEET

- Aluehallintovirasto. (i.a.). Pölyntorjunta talonrakennusalalla uuden asetuksen osalta (Vna 1267/2019). [https://astq.fi/files/P\\_lyntorjunta\\_talonrakennusalalla\\_uudet\\_vaatimukset\\_1580990103.pdf](https://astq.fi/files/P_lyntorjunta_talonrakennusalalla_uudet_vaatimukset_1580990103.pdf)
- Andersson, T. (2004). *Rakennussiivous: Työnaikainen siivous ja loppusiivous osana rakentamisen puhtauden hallintaa*. Suomen siivoustekninen liitto.
- Asikainen, V., Damsten, H., Ihalainen, M., Kalliokoski, P., Karjala, M-M., Korpi, A., Kurnitski, J., Kuuspallo, K., Naarala, J., Palonen, J., Pasanen, P., & Soinen, V. (2009). *Rakennuspölylle altistumisen vähentäminen uudisrakentamisessa: Loppuraportti TSR-hanke 107051 (Osa A)*. (Kuopion yliopiston ympäristötieteiden laitosten monistesarja 3/2009). Kuopion yliopisto. <https://docplayer.fi/33037397-Kuopion-yliopisto-ymparistotieteen-laitos-kuopion-yliopisto-pl-kuopio-rakennuspolyille-altistumisen-vahentaminen-uudisrakentamisessa.html>
- Consair. (i.a.-a). *P1-puhtausluokan rakentaminen*. <https://consair.fi/p1-puhtausluokan-rakentaminen-landing-page/>
- Consair. (i.a.-b). *Rakennuspöly: Miksi siitä pitää olla huolissaan?* <https://consair.fi/rakennuspoly-miksi-siita-pitaa-olla-huolissaan-tyoterveyslandari/>
- Consair. (i.a.-c). *P1-puhtausluokan rakentaminen*. <https://consair.fi/p1-rakentaminen/>
- Consair. (29.1.2018). *Mitä rakennuspöly oikeastaan on?* <https://consair.fi/mita-rakennuspoly-oikeastaan/>
- Etra. (i.a.). *Kokonaamari STS FS01*. <https://www.etra.fi/fi/tyoturvallisuustuotteet-e660/hengityksensuojaimet-e6607/puoli-ja-kokonaamarit-e660707/kokonaamari-sts-fs01-e66070709>
- Euroopan komissio. (15.7.2021). *Pölyt ja nanohiukkaset – työterveys ja työturvallisuus*. [https://ec.europa.eu/taxation\\_customs/dds2/SAMANCTA/FI/Safety/Dust\\_FI.htm](https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/FI/Safety/Dust_FI.htm)
- Heikkilä, T., (i.a.). *Kvantitatiivinen tutkimus*. <http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUS-TUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>
- Hietaniemi, J. (16.9.2021). *Kvartsipitoiselle pölylle altistumisen valvonta rakennusalalla*. Aluehallintovirasto (AVI). <https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/4841243/Kvartsipitoiselle+polyille+altistumisen+valvonta+rakennusalalla.pdf/>
- Hilti. (i.a.). *TE 1000-AVR Yleiskäyttöinen johto*. [https://www.hilti.fi/c/CLS\\_PO-WER\\_TOOLS\\_7124/CLS\\_DEMOLITION\\_HAMMER\\_BREAKER\\_SUB\\_7124/CLS\\_DEMOLITION\\_HAMMER\\_BREAKER\\_7124/r9672135](https://www.hilti.fi/c/CLS_PO-WER_TOOLS_7124/CLS_DEMOLITION_HAMMER_BREAKER_SUB_7124/CLS_DEMOLITION_HAMMER_BREAKER_7124/r9672135)

- Hirsijärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2009). *Tutki ja kirjoita* (15. p.) Tammi.
- Johtavien työsuojelutarkastajien komitea (SLIC). (10/2016). *Ohjeet kansallisille työsuojelutarkastajille: riskit, jotka liittyvät työntekijöiden altistumiseen hengittävällä kiteisellä piidioksidille rakennustyömailla*. Työllisyys-, sosiaali- ja osallisuusasioiden pääosasto. <https://docplayer.fi/147373166-Johtavien-tyosuojelutarkastajien-komitea-slic-julkaisu-10-2016.html>
- Kokkonen, A., Linnainmaa, M., Koski, H., Kanerva, T., Laamanen, J., Lappalainen, V., Merivirta, M-L., Oksa, P., Piirainen, J., Rautiala, S., Säämänen, A., & Pasanen, P. (2013). *Pölynhallinta korjausrakentamisessa. Loppuraportti hankkeesta Epäpuhtauksien hallinta saneeraushankkeissa Puhdas ja turvallinen saneeraus* (Publications of the University of Eastern Finland Reports and Studies in Forestry and Natural Sciences No 12). Itä-Suomen yliopisto. <https://core.ac.uk/download/pdf/15170319.pdf>
- Pölynhallinta korjausrakentamisessa. Loppuraportti hankkeesta Epäpuhtauksien hallinta saneeraushankkeissa Puhdas ja turvallinen saneeraus. 2013. <https://core.ac.uk/download/pdf/15170319.pdf>
- Koski, H., Linnainmaa, M., Merivirta, M., & Pasanen, P. (i.a.) *Korjaushankkeen pölyntorjunta*. <https://tiedostot.rakennustieto.fi/rakentajain-kalenteri/RK150501.pdf>
- Laki syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan alistuvien luettelosta ja rekisteristä 452/2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200452#Pdm45237817391072>
- Meranti. (i.a.). *Laadukas siivous*. [https://www.meranti.fi/assets/site/files/M\\_LAADUKAS\\_SIIVOUS.pdf](https://www.meranti.fi/assets/site/files/M_LAADUKAS_SIIVOUS.pdf)
- MIP. (i.a.). *PC-4000 Partikkelilaskuri, kokonaiskitti*. <https://www.mip.fi/fi/tuotteet/ilmanlaatu/hiukkas-partikkelilaskurit/pc-4000-partikkelilaskuri-detail>
- Rakennusliitto. (2023). *Rakennusalan työehtosopimus urakkahinnoitteluineen 2023–2025*. Rakennustieto. Jyväskylä 2023. [https://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2023/03/Rakennusalan\\_tyoehtosopimus\\_2023.pdf](https://rakennusliitto.fi/wp-content/uploads/2023/03/Rakennusalan_tyoehtosopimus_2023.pdf)
- Rakennustieto. (i.a.). *Edistämme hyvää rakennustapaa toimimalla kiinteistö- ja rakennusalan tiedon tuottajana ja välittäjänä suunnittelusta ylläpitoon*. Haettu 4.4.2023, <https://www.rakennustieto.fi/yritys>
- Rakennustieto. (2003). *Terveen talon toteutuksen kriteerit. Kriteerit ja ohjeet toimitilarakentamiselle*. (RT 07-10805).
- Rakennustieto. (2010). *Pölyntorjunta rakennustyössä (Ratu S-1225)*. (RatuTT 13-00850).
- Rakennustieto. (2011). *Kivihiihliipikeä sisältävien rakenteiden purku. Osastointimenetelmä. Menetelmät (RT 82-0381)*.

- Rakennustieto. (2013). *Ohjeita korjausrakentamisen pölyntorjuntaan.* (RatuTT 09-01061).
- Rakennustieto. (2016a). *Asbesti rakentamisessa.* (RT 18-11246, KH 90-00618, LVI 00-10595, SIT 02-610114).
- Rakennustieto. (2016b). *Haitta-ainetutkimus. Rakennustuotteet ja rakenteet.* (RT 18-11245, KH 90-00617, LVI 01-10585, Infra 061-710163)
- Rakennustieto. (2016c). *Haitta-ainetutkimus: Tilaajan ohje.* (RT 18-11244, KH 90-00616, LVI 01-10586, Infra 061-710162).
- Rakennustieto. (2018). *Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset* (RT 07-11299).
- Rakennustieto. (2021). *Olosuhteiden hallinta rakentamisessa* (Ratu S-1236).
- Rinta-Jouppi, L. (12.9.2018). *Tule mukaan luomaan pölynhallinnan uutta aikakautta.* Consair. <https://consair.fi/category/yleinen/p1-puhtausluokka/>
- Saumalaakso. (i.a.). *Lyijy.* <https://saumalaakso.fi/opisto/haitta-aineet/lyijy/>
- Seppälä, A. (2020). *ULV-Vesisumutuksen käsikirja.* Astq. <https://astq.fi/files/ULV-vegisumutuksen%20k%C3%A4sikirja%202020.pdf>
- Skydda. (i.a.-a). *Asbestipaketti CleanAIR.* <https://www.skydda.fi/skyddafi/fi/tuotteet/hengityksensuojaimet/puhallinsuojaimet/asbestipaketti-cleanair-358>
- Skydda. (i.a.-b). *Paineilma.* <https://www.skydda.fi/skyddafi/fi/tuotteet/hengityksensuojaimet/paineilma>
- Skydda. (i.a.-c). *Paineilmakokonaamari Sundström SR 200 Airline suodatinvarmistuksella.* <https://www.skydda.fi/skyddafi/fi/tuotteet/hengityksensuojaimet/paineilma/paineilmakokonaamari-sundstr%C3%B6m-sr-200-airline-suodatinvarmistuksella-358>
- Sullström, H. (8.9.2021). *Syöpöpölyjen hallinnassa on puutteita monella työpaikalla, vaikka tehokkaita keinoja olisi tarjolla – YIT: Pölyjen torjunnasta ei koidu suuria lisäkustannuksia.* <https://yle.fi/a/3-12015038>
- Säteri, J. (2005). *Pölytön työmaa – työntekijän ja rakennuksen käyttäjän etu.* Rakennustieto. <https://tiedostot.rakennustieto.fi/rakentajain-kalenteri/RK050504.pdf>
- Säämänen, A., Riipinen, H., Kulmala, I., & Welling, I. (2004). *Prevention And Control Exchange (Pace). Kansainvälinen yhteistyö- ja tiedonvälityshanke hyvien työympäristöratkaisujen edistämiseksi: Pölyntorjunta.* <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/polyverkko/pace.pdf>

- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL). (2022a). *Miten sisäilma vaikuttaa ihmisten terveyteen?* <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/sisailma/miten-sisailma-vaikuttaa-ihmisten-terveyteen->
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL). (2022b). *Dioksiinit ja PCB-yhdisteet.* <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/ymparistomyrkyt/dioksiinit-ja-pcb-yhdisteet>
- Tuomi, T. (i.a.). *Kvartsi-altistuminen ja sen hallinta rakentamisessa.* Työterveyslaitos (TTL). <https://www.ttl.fi/tutkimus/hankkeet/kvartsi-altistuminen-ja-sen-hallinta-rakentamisessa>
- Työsuojelu. (i.a.). *Sementtipöly.* <https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/6121704/Sementtipoly2009.pdf/d0759ef5-fd4b-2b71-6aaa-6fd6267b282f>
- Työterveyslaitos (TTL). (i.a.-a). *Hengityksensuojaimet.* <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvaluus/henkilonsuojaimet/suojainten-valinta-ja-kaytto/hengityksensuojaimet>
- Työterveyslaitos (TTL). (i.a.-b). *Hengityksensuojainten tiiviystestaus.* <https://www.ttl.fi/palvelut/tyoympariston-riskit-ja-turvallisuus/hengityksensuojainten-tiiviystestaus>
- Työterveyslaitos (TTL). (i.a.-c). *Kvartsi (kiteinen piidioksidi).* <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvaluus/altistuminen-tyoympariston-haittatekijoille/kemiallisten-tekijoiden-hallinta-tyopaikalla/kemikaalit-ja-tyo-altistumistietosivusto/kvartsi-kiteinen-piidioksidi>
- Työterveyslaitos (TTL). (i.a.-d). *Lyijy: Perustelumuistio epäorgaanisen altistumisindikaattorin raja-arvon uusimiselle.* <https://www.ttl.fi/file-download/download/public/2744>
- Työterveyslaitos (TTL). (i.a.-e). *Puupöly.* <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvaluus/altistuminen-tyoympariston-haittatekijoille/kemiallisten-tekijoiden-hallinta-tyopaikalla/kemikaalit-ja-tyo-altistumistietosivusto/puupoly>
- Työterveyslaitos (TTL). (01/2021). *Ohjeita ASA-ilmoittajille. Koskee altistumista 1.1.2020 alkaen.* <https://www.ttl.fi/sites/default/files/2021-11/ohjeita-asa-rekisteriin-ilmoittamisesta.pdf>
- Työterveyslaitos (TTL). (18.12.2022). *Teolliset mineraalikuidut.* <https://www.ttl.fi/palvelut/laboratoriopalvelut/naytteenotto-ohjeet/teolliset-mineraalikuidut>
- Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
- Valtioneuvoston asetus kemiallisista tekijöistä työssä 715/2001. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010715>
- Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>
- Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta 1267/2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20191267>

Väisänen, A. (10/2019). *Kohdepoisto rakennustyömaan pölyhallinnassa – Ilmavirrat ja suodattimet kohdepoistossa*. Consair. <https://consair.fi/kohdepoisto-rakennustyomaan-polyhallinnassa-landing-page/>

Väisänen, A. (2020). *Pölyhallintaprosessi*. Consair. [https://cdn2.hubspot.net/hubfs/3885310/E-kirjat/Po%CC%88lynhallintaprosessi.pdf?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fconsair.fi%2Fpolynhallinta-on-prosessi-e-kirjan-lataussivu-kiitossivu-2%2F](https://cdn2.hubspot.net/hubfs/3885310/E-kirjat/Po%CC%88lynhallintaprosessi.pdf?utm_referrer=https%3A%2F%2Fconsair.fi%2Fpolynhallinta-on-prosessi-e-kirjan-lataussivu-kiitossivu-2%2F)

Würth. (i.a.-a). *Hengityksensuojain, CM 3000 V FFP 3 NR D, Kuppimalli*. <https://media.wuerth.com/source/eshop/stmedia/wuerth/images/std.lang.all/resolutions/category/576px/1591307.jpg>

Würth. (i.a.-b). *Puolinaamari, 4000 Plus-sarja, 3M*. [https://media.wuerth.com/source/eshop/stmedia/wuerth/images/LANG\\_fi/resolutions/category/576px/1343122.jpg](https://media.wuerth.com/source/eshop/stmedia/wuerth/images/LANG_fi/resolutions/category/576px/1343122.jpg)

## LIITTEET

Liite 1. Kyselylomake P1-rakentamisesta ja pölynhallinnasta

## Liite 1. Kyselylomake P1-rakentamisesta ja pölynhallinnasta



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
**P1-rakentaminen ja pölynhallinta**

Pakolliset kysymykset merkitty tähdellä (\*)

### 1. Mikä on toimenkuvani työmaalla? \*

- Tilaaja, valvoja tai tilaajan edustaja
- Työnantaja tai työnjohtaja
- Työntekijä
- Jokin muu, mikä?

### 2. Olen työskennellyt rakennusalalla \*

- 0-2 vuotta
- 2-5 vuotta
- 5-10 vuotta
- >10 vuotta

### 3. Olen koulutukseltani \*

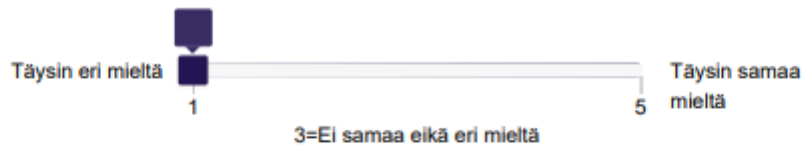
Kirjoita koulutuksesi tähän

### 4. Rakentamisessa esiintyvistä pölyistä mm. kvartsi- ja kovapuupöly on luokiteltu syöpävaarallisiksi aineiksi vuoden 2020 alusta alkaen. Mielestäni pölyjen syöpävaarallisuus on ylimitoitettu asia \*

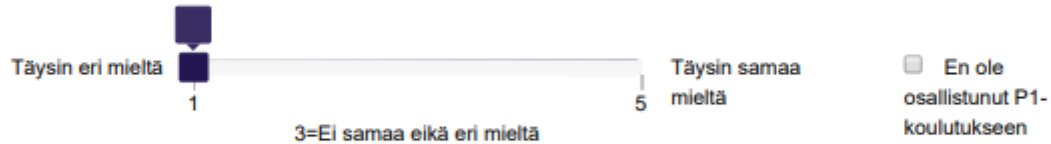


**5. Tiedän mitä asetukset ja lainsäädäntö määräävät työpaikalla esiintyvistä pölystä?**

\*



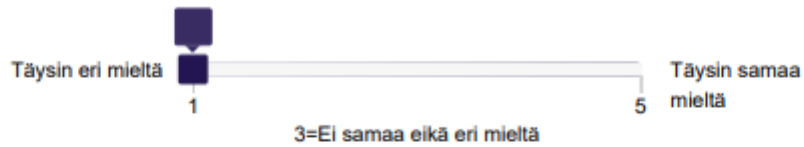
**6. Mielestäni P1-koulutuksesta on ollut hyötyä omassa työssäni \***



**7. Mielestäni pölyntorjunta rakennustyömaalla on tärkeää \***



**8. Hallitsen P1-puhtausluokan rakentamisen vaatimukset \***



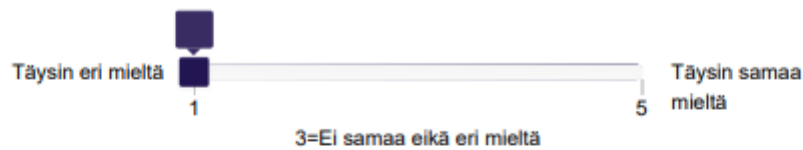
**9. Hallitsen P1-puhtausluokan rakentamisen eri vaiheet \***



**10. Mielestäni P1-rakentaminen on kustannustehokasta \***



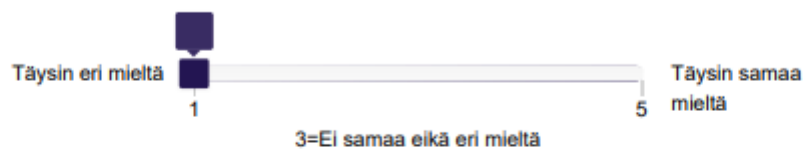
### 11. Mielestäni P1-rakentaminen sisältää helppoja toimintatapoja \*



### 12. Olen käyttänyt seuraavia pölyntorjuntamenetelmiä: \*

- Vaihtoehtoiset / pölyttömät työmenetelmät
  - Kohdepoistolaite
  - Alipaineistaja
  - Ilmanpuhdistaja
  - Osastointi
  - Hengityksensuojaimet
  - Rakennus- tai keskuspölynimuri
  - Kertakäyttöhaalarit
  - Vesisumutus
  - Jotakin muuta, mitä?
- 

### 13. Mielestäni päätoteuttaja on onnistunut P1-rakentamisessa \*



### 14. Mielestäni päätoteuttajalla on ollut puutteita P1-osaamisessa seuraavissa asioissa \*

- En ole havainnut puutteita
  - Työmaan henkilöstön P1-koulutus ja perehdytys
  - Rakentamisenaikainen siivous
  - Jätelogistiikka
  - Rakennustöiden aikataulutus
  - Asenteet puhtauden- ja pölynhallintaa kohtaan
  - Jossain muussa, missä?
-



- Harvemmin
- Ei ollenkaan
- En osaa sanoa

**18. Mielestäni rakentamisaikataulun realistisuus tulisi tarkistaa IV-järjestelmän toimintakoevaihetta valmistelevien töiden aikaan \***

- Päivittäin
- Pari kertaa viikossa
- Pari kertaa kuukaudessa
- Harvemmin
- Ei ollenkaan
- En osaa sanoa

**19. Mielestäni rakentamisaikataulun realistisuus tulisi tarkistaa IV-järjestelmätoimintakoevaiheessa \***

- Päivittäin
- Pari kertaa viikossa
- Pari kertaa kuukaudessa
- Harvemmin
- Ei ollenkaan
- En osaa sanoa

**20. Mielestäni rakentamisaikataulujen realistisuus tulisi tarkistaa itselleluovutusvaiheessa \***

- Päivittäin
- Pari kertaa viikossa
- Pari kertaa kuukaudessa
- Harvemmin
- Ei ollenkaan
- En osaa sanoa

**21. Mielestäni rakennustyöt tulisi suorittaa seuraavassa järjestyksessä, jotta P1-rakentaminen olisi sujuvaa:**

Vapaa sana

---

