

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennusinsinööri (AMK)

2023

Joonas Puhakka

**P1-PUHTAUDENHALLINNAN
TODENTAMINEN JA
KÄYTÄNNÖN MENETELMÄT**

TURKU AMK 
TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennusinsinööri (AMK)

2023 | 45 sivua

Joonas Puhakka

P1-puhtaudenhallinnan todentaminen ja käytännön menetelmät

Kuluttajien ja rakennusteollisuuden tietoisuus rakennusten sisäilmasto-ongelmista on kasvanut selvästi viime vuosikymmeninä ja tämä on johtanut kasvavaan tarpeeseen toteuttaa rakentaminen P1-puhtausluokituksen mukaisesti. Tämän opinnäytetyön päätavoitteena on ollut luoda käytännön ohjeistus pölymittauksille ja sille, miten työmaan voidaan todeta olevan riittävän puhdas. Lisäksi työssä on perehdytty P1-puhtaudenhallinnan teoriaan ja lainsäädäntöön.

Opinnäytetyön tutkimusaineisto koostuu pääosin kirjallisuuslähteistä, joihin kuuluu rakennusalan normisto, säädökset sekä voimassa oleva lainsäädäntö. Lisäksi lähteinä on käytetty IdeaStructura Oy:n sisäisiä ohjeistuksia ja valokuvamateriaalia.

Tutkimuksessa havaittiin, että onnistuneen puhtaudenhallinnan määrittelyä ei ole selkeästi esitetty nykynormistossa, etenkin rajatapausten kohdalla, joissa pieni osa mitattavasta alueesta on liian pölyinen ja osa täyttää P1-puhtausluokan vaatimukset. Tästä johtuen P1-puhtaudenhallinnan onnistumisen lopullinen todentaminen on perustunut pitkälti pölymittauksia tekevän henkilön kokemukseen ja nk. maalaisjärkeen.

Tämän opinnäytetyön tuloksena on eri lähteistä koottu selkeä ja suoraviivainen ohjeistus pölymittausten suorittamiselle, rajatapausten selkeälle määrittelylle ja P1-tason täyttymisen tarkalle todentamiselle.

Asiasanat:

sisäilmasto, puhtaudenhallinta, pölymittaukset, P1-puhtaustaso

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Bachelor of Construction Engineering

2022 | 45 pages

Joonas Puhakka

Verification and practical procedures of P1-cleanliness control

Consumers and the construction industry has become increasingly aware of the indoor climate problems of buildings and this has led to an increased demand on executing the building process according to the P1-cleanliness control standards. The main objective of this thesis has been to create a practical guide to dust measurements and to how a construction site can be verified to be clean enough. In addition, the thesis delves into the theory and legislation of P1-cleanliness control.

The research material of this study mainly consists of literature references which include construction industry norms, statutes and effectual legislation. The internal guides and photo material of IdeaStructura Oy have also been utilized as source material.

The study shows that the current guidelines do not present clear qualifications on successful P1-cleanliness control, especially concerning borderline cases in which a part of the measured area is too dusty and a part meets the P1-cleanliness level's requirements. This has led to the verification of P1-cleanliness control to rely heavily on the experience and so called common sense of the person performing the measurements.

The outcome of this thesis is a clear and straightforward guide composed of different sources on how to perform dust measurements, define borderline cases and qualify the requirements of P1-cleanliness level.

Keywords:

indoor climate, cleanliness control, dust measurements, P1-cleanliness level

Sisältö

Opinnäytetyö (AMK)	1
1 Johdanto	8
2 Epäpuhtaudet ja terveyshaitat	9
2.1 Rakennustyön aikainen pöly	9
2.1.1 Eristekuitupöly	11
2.1.2 Asbesti	11
2.1.3 Kivipöly	11
2.1.4 Kvartsipöly	11
2.1.5 Puupöly	12
2.2 Rakennusmateriaalien päästöt	12
3 P1-puhtaudenhallinta	14
3.1 Määrittely	14
3.2 Tavoitteet	14
3.3 Sisäilmastoluokitus	15
3.4 Käyttökohteet	16
3.5 Toteutus	16
3.5.1 P1-luokituksesta tiedottaminen ja koulutus	17
3.5.2 Rakennustarvikkeiden säilytys	18
3.5.3 Osastointi ja kohdepoisto	19
3.5.4 Henkilösuojaimet	21
3.5.5 Siivous	21
3.6 Muut järjestelmät	22
3.6.1 Kuivaketju10	22
3.6.2 Terve talo -rakentaminen	22
4 Todentaminen ja käytännön menetelmät	24
4.1 Mittauskohteet	24
4.1.1 IV-järjestelmät	24
4.1.2 Alakattotilat	26

4.1.3 Sisätilojen näkyvät pinnat	28
4.1.4 Kalusteiden sisäpinnat	28
4.2 Tutkimusvälineet ja -menetelmät	28
4.2.1 BM-Dustdetector	28
4.2.2 Suodatinkeräysmenetelmä	35
4.2.3 Aistinvarainen arviointi	36
4.3 Mittauskohteiden ja -pisteiden määrittäminen	37
4.4 Puhtaustason todentaminen	38
4.5 Insta 800 -standardi	40
4.6 Raportointi	40
5 Johtopäätökset ja kehityskohteet	42
Lähteet	44

1 Johdanto

Rakennustyöstä syntyvien pölyjen ja muiden epäpuhtauksien aiheuttamiin terveyshaittoihin on herätty enenevässä määrin 2000-luvulta alkaen. Tästä johtuen rakennustyömaiden pölynhallintaan on puututtu muun muassa lainsäädännön avulla ja hyvälle sisäilmastolle on asetettu selkät standardit P1-luokituksen muodossa.

Opinnäytetyön päätavoitteena oli luoda käytännön ohjeistus rakennustyömaan pölymittauksille ja sille, miten työmaan voidaan todeta olevan riittävän puhdas. Lisäksi työssä on perehdytty P1-puhtaudenhallinnan teoriaan ja lainsäädäntöön.

Ensimmäisessä luvussa perehdytään P1-puhtaudenhallinnan kannalta oleellisimpia rakennustyössä syntyviä epäpuhtauksiin ja niiden aiheuttamiin terveyshaittoihin. Tämän jälkeen tarkastellaan P1-puhtaudenhallinnan teoriaa, eli yksinkertaistetusti sitä, mitä "P1" tarkoittaa ja mitkä ovat sen käyttökohteet sekä tavoitteet.

Kolmannessa luvussa käsitellään P1-mittauksia ja P1-puhtaustason todentamista käytännössä sekä luodaan selkeä ohjeistus pintapölymittausten suorittajalle. Lopuksi viimeisessä luvussa käsitellään P1-puhtaudenhallinnan käytännön toteutukseen liittyviä havaintoja, johtopäätöksiä ja kehityskohteita.

2 Epäpuhtaudet ja terveyshaitat

2.1 Rakennustyön aikainen pöly

Sisäilman laatuun vaikuttaa etenkin pöly (SFS-INSTA 800-1:2019, 7). Erityisen paljon pölyä syntyy korjausrakentamisen yhteydessä, jolloin rakenteita puretaan ja hiotaan paljon uudisrakentamiseen verrattuna.

Eri rakennusmateriaaleista ja työvaiheista syntyy paljon erilaisia pölyjä, jotka aiheuttavan erilaisia terveyshaittoja, kuten kuvassa 1 on esitetty.

Korjausrakentamisen pölyt

Pölyn aiheuttaja	Pöly
Rakenteiden purkaminen ja esim. kalusteiden irrottaminen	→ asbestipöly, betoni- ja kivi- ja puupölyt, eristeilläpöly, mikrobeja sisältävät pölyt, muut erityisen vaaralliset pölyt (asbesti, kreosootti, lyijy, PCB)
Jauheimaisten aineiden, kuten kuivalaastien käsittely	→ kivi- ja sementtipöly
Tiili- ja kivimateriaalien sekä lattia- ja seinäpäällysteiden työstäminen	→ kivi- ja puupölyt, tasoite- ja maali- ym. pölyt
Hionta- ja tasoitetyöt, reikien poraaminen läpivientejä ja kiinnityksiä varten	→ betoni- ja kivi- ja puupölyt, maalipölyt
Purku- ja uudismateriaalien siirrot, työntekijöiden liikkuminen	→ laaja kirjo eri pölyjä

Pölyistä aiheutuvat haitat

TERVEYSHAITAT JA -RISKIT

Pölytite	Haitta tai vaara
Asbesti Käytetty esim. putkien eristeenä, seinä- ja kattolevyissä, lattiamateriaaleissa, tasoitteissa, laasteissa ja maaleissa.	Asbestoosi, keuhkosityöpä, keuhkopussin syöpä ja paksuuntumat, muut keuhkomuutokset.
Betonipöly	Ärsyttää hengitysteitä ja ihoa emäksisyytensä vuoksi. Sisältää myös erittäin haitallista kvartssia, ks. kvartsipöly.
Epäorgaaniset mineraalikulut Esim. lasi- ja mineraalivillaeristeissä.	Ihon, silmien ja hengitysteiden ärsytys.
Kovapuulajien pölyt Kovapuulajeja (esim. tammi ja pyökki) on käytetty mm. parketeissa ja puulevyissä.	Haitat kuten tavallisella puupölyllä, lisäksi syöpäriski.
Kreosootti Käytetty mm. puunkyllästysaineena ja kosteuseristeenä.	Syöpävaarallinen (sisältää PAH-yhdisteitä), ihoärsytys, hengitysteiden ärsytys.
Kvartsipöly Syntyy rakennusaineista, joiden valmistamisessa on käytetty luonnonkiveä tai -hiekkaa, kuten betoni, laastit, kevytbetoni ja tiilet.	Pitkäkestoisessa altistumisessa voi aiheuttaa kivipölykeuhkosairauden eli silikoozin. Kvartsipölylle altistuminen lisää keuhkosityöpärisiä ja keuhkohtaumatautiin sairastumisen riskiä.
Lyijy (lyijyhöyry ja -pöly) Käytetty betonielementtien saumausmassoissa.	Pahoinvointi, munuais- ja maksavauriot. Pitkäaikaisessa altistumisessa hermoston toimintahäiriöt.
Maalit, liimat ja tasoitteet	Astma, allerginen nuha, ärsytys- ja pahoinvointioireet. Vuosien altistuminen liuottimille voi aiheuttaa jopa hermostovaurioita
Mikrobit	Ärsytys- ja yleisoreet (nuha, äänen käheys, nenäverenvuoto ja silmäoireet), allergiset sairaudet, infektiot, myrkytykset.
PCB Käytetty mm. elementtien saumausmassoissa.	Näköhäiriöitä, vatsavaivoja, silmätulehduksia ja hermosto- oireita. Mahdollisesti syöpäa aiheuttava.
Puupöly	Hengitysteiden ärsytys, ihoärsytys ja ihottumat.
Sementtipöly	Kromista, nikkelistä ja koboltista aiheutuvat allergiaoireet.
Punaisella tekstillä erityisen vaaralliset	

Useimmat terveydelle erityisen vaaralliset pölyt ovat hiukkaskooltaan silmälle näkymättömiä.

MUUT HAITAT

Pintojen likaantuminen	Työtehon lasku
Ympäristön tilojen likaantuminen	Viihtyvyyden aleneminen
IV-kanavistojen likaantuminen	Kustannusten lisääntyminen
Pölyn pääseminen iv-sisääntuloventtiileihin	Asiakastytymättömyys

Kuva 1. Rakentamisesta syntyvien pölyjen terveyshaittoja (Ratu TT 9.11, 2013, 2.)

Seuraavissa luvuissa on perehdytty merkittävimpiin rakennustyön aikana syntyviin pölyihin ja niiden aiheuttamiin terveyshaittoihin.

2.1.1 Eristekuitupöly

Epäorgaaniset mineraalikuidut (esim. lasi- ja mineraalivillaeristeissä) aiheuttavat ihon, silmien ja hengitysteiden ärsytystä, mutta oireet loppuvat yleensä altistumisen loppumisen myötä. (Ratu TT 9.11, 2013, 2.)

2.1.2 Asbesti

Asbesti on yleisnimi useille kuitumaisille silikaattimineraaleille. Se ei ehjänä ja kiinteänä esim. putkieristeissä tai kiinnityslaasteissa aiheuta vaaraa, mutta asbestia sisältäviä rakenteita purettaessa ja korjatessa saattaa syntyä asbestipölyä, joka on terveydelle haitallista. Altistuminen asbestipölylle voi aiheuttaa mm. erilaisia keuhkorairauksia ja lisätä syöpäriskiä. (RT 18-11246, 2016, 2.)

Asbesti oli yleinen rakennusmateriaali vuoteen 1994 asti, jolloin asbestipitoisten rakennusmateriaalien myyminen ja käyttöönotto kiellettiin lailla.

Asbesti(purku)työt ovat luvanvaraisia erikoistöitä, jotka vaativat omat osastointinsa. (Työsuojeluhallinto n.d.)

2.1.3 Kivipöly

Kivipölyllä tarkoitetaan useimmissa tapauksissa betoni-, tiili ja kalkkipohjaista rakennuspölyä, jotka ovat kenties työmaan merkittävin pölynlähde niin uudis- kuin korjausrakentamisessa. Vuoden 2020 alusta lähtien etenkin kvartsipöly on noussut esille muuttuneen lainsäädännön vuoksi.

2.1.4 Kvartsipöly

Kvartsipitoista pölyä vapautuu esimerkiksi betonin ja kiven timanttikorauksessa ja sahauskassa, sekä betonin ja tasoitteiden hionnassa. Etenkin betonin ja

tasoitteiden hionnassa syntyy pölyä, jota ei pystytä keräämään riittävän tehokkaasti edes kohdepoiston avulla.

Kvartsipölyllä on todettu olevan yhteys mm. silikoosin, erilaisten syöpien sekä keuhkosairauksien kanssa ja sen käsittelyyn sekä sallittaviin raja-arvoihin on annettu valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaaran torjunnasta 1267/2019, joka tuli voimaan 1. päivänä tammikuuta 2020. (Hakala 2021, 14.)

2.1.5 Puupöly

Puupölyä syntyy rakentamisen kaikissa vaiheissa. Tavallisia kaikkiin puupölyihin liittyviä terveyshaittoja ovat silmien sekä ylempien ja alempien hengitysteiden ärsytysvaikutukset ja etenkin kovapuupölylle altistumisen ja sinonasaalisyyövän välillä on havaittu selkeä yhteys. (Tölli 2021, 17.)

2.2 Rakennusmateriaalien päästöt

P1-luokituksessa vaaditaan S1- ja S2-sisäilmastoluokkaa ja näiden tilojen rakentamisessa tulee käyttää pääasiassa päästöluokan M1-materiaaleja. M1-luokitus on kotimainen päästöluokitusjärjestelmä, jossa materiaalit jaotellaan kolmeen luokkaan; M1, M2 ja M3 siten, että M1 on vähäpäästöisin. Heikompien luokitusten materiaaleja voidaan käyttää korkeintaan 20 % huoneen sisäpinoista, ei kuitenkaan yli 1 m² huoneen lattiapinta-alaa (m²) kohden. (RT 07-11299, 2018, 11.)

M1-luokituksessa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC), formaldehydin, ammoniakkin ja karsinogeenisten aineiden emissiolle sekä aistinvaraiselle arvioinnille on asetettu raja-arvot. M1-luokkaan voidaan kuitenkin rinnastaa seuraavat materiaalit:

- tiili
- luonnonkivi
- keraaminen laatta

- lasi
- metalli
- kotimaisista puulajeista valmistetut laudat ja hirret (näiden VOC-päästöt voivat olla kuitenkin tuoreena luokan M1 raja-arvoja suuremmat).

Myös ilmanvaihtotuotteille on olemassa oma puhtausluokkamerkki M1, jossa luokiteltaville tuotteille on asetettu vaatimuksia liittyen tuloilman laatuun. (RT 20-11008, 2010, 3.)

3 P1-puhtaudenhallinta

3.1 Määrittely

P1-puhtaudenhallinnalla tarkoitetaan toimia, joilla saavutetaan P1-puhtausluokka rakennustöissä. Käytännössä tämä tarkoittaa rakennustyömaan pölyn- ja siisteydenhallinnan toteuttamista mm. kohdepoistojen, osastointien ja huolellisen siivouksen sekä rakennusmateriaalien asianmukaisen varastoinnin ja suojaksen avulla.

Rakennustöiden puhtausluokituksia on vain yksi – P1 (RT 07-11299, 2018, 12). Aiemmin puhtausluokkia on ollut kaksi, P1- ja P2-puhtausluokat, mutta jo käytöstä poistuneelle P2-puhtausluokalle ei käytännössä oltu annettu mitään tarkempaa ohjeistusta muuta kuin se, että ”pölynhallinta on oltava hyvän rakennustavan mukaista”. (Strong-Finland Oy n.d.)

Nykyään puhtausluokituksista mainitaan seuraavasti: ”mikäli kohteessa ei noudateta luokan P1 vaatimuksia, noudatetaan normaalia hyvän rakentamisen mukaista käytäntöä.” (RT 07-11299, 2018, 12.)

3.2 Tavoitteet

P1-puhtaudenhallinnan tavoitteena on suojata rakennustyömaan työntekijöitä ja valmiin rakennuksen loppukäyttäjiä pölystä ja muista epäpuhtauksista johtuvilta mahdollisilta terveyshaitoilta sekä parantaa tilojen käyttömukavuutta.

Sisäilmastoluokitus 2018:n mukaan P1-luokituksen tavoitteena on varmistaa rakennuksen tilojen puhtaus työmaan luovutusvaiheessa ja estää rakennusvaiheesta peräisin olevien epäpuhtauksien kulkeutuminen rakennuksen sisäilmaan. Lisäksi tavoitteena on se, että rakennusten tilat voidaan ottaa välittömästi käyttöön vastaanoton jälkeen varmistamalla kyseisten tilojen riittävä puhtaus. (RT 07-11299, 2018, 12.)

3.3 Sisäilmastoluokitus

Sisäilmastoluokitus 2018:n mukaan ” sisäilmastoluokitus on tarkoitettu käytettäväksi asetettaessa sisäilmastotavoitteita, jotka koskevat tavanomaisia työ- ja asuintiloja (toimisto- ja julkiset rakennukset, koulu-, päiväkot- ja asuinrakennukset).” Tilojen sisäilmastoluokituksessa on kolme tasoa:

- **S1:** Yksilöllinen sisäilmasto
 - Sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole havaittavissa hajuja.
 - Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä.
 - Lämpöolot ovat viihtyisät eikä tiloissa havaita vetoa tai yllälämpenemistä.
 - Käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja.
 - Äänisolosuhteet ovat käyttötarkoituksen mukaiset ja erittäin hyvät.
 - Valaistus on säädettävissä yksilöllisesti.
- **S2:** Hyvä sisäilmasto
 - Sisäilman laatu on hyvä eikä siinä ole havaittavissa häiritseviä hajuja.
 - Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä.
 - Lämpöolot ovat hyvät eikä tiloissa esiinny yleensä vetoa, mutta yllälämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä.
 - Ääni- ja valaistusolosuhteet ovat käyttötarkoituksen mukaiset ja hyvät.
- **S3:** Tyydyttävä sisäilmasto
 - Sisäilman laatu, lämpöolot sekä valaistus- ja äänisolosuhteet täyttävät maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetut säädökset ja terveysuojelulain perusteella asetetut vähimmäisvaatimukset. Huomioitavaa on se, että asetusten vaatimusten täyttyminen ei välttämättä edellytä S3-luokan tavoitearvojen käyttämistä.

- Eri suureiden tavoite- ja suunnitteluarvot voidaan valita eri laatuluokista. Tarvittaessa jonkin suureen arvo voidaan määrittellä tapauskohtaisesti. (RT 07-11299, 2018, 5.)

Luokan P1 mukaan tulee rakentaa tilat, joissa pyritään sisäilmastoluokan S1 tai S2 mukaiseen hyvään sisäilman laatuun (LVI 05-10417, 2007, 12), mutta myös luokkaan S3 kuuluvissa tiloissa suositellaan käytettävän P1-puhtausluokan rakennus- ja ilmanvaihtoasennustyötapoja. (RT 07-11299, 2018, 12.)

3.4 Käyttökohteet

P1-puhtaudenhallinnan käyttökohteita ovat toimisto- ja julkiset rakennukset sekä koulu-, päiväkotij- ja asuinrakennukset. (RT 07-11299, 2018, 12.)

Edellämainituista tiloista etenkin kouluissa, päiväkodeissa ja julkisiin rakennuksiin kuuluvissa sairaaloissa vietetään pitkiäkin aikoja kerralla, käyttäjämäärät ovat useasti melko suuret ja käyttäjien herkkyys epäpuhtauksille luo omanlaisensa haasteensa, joten puhtaudenhallinnan ja hyvän sisäilmaston merkitys korostuu. Lisäksi se, että rakennus voidaan ottaa käyttöön heti tarkastusten jälkeen luo kustannussäästöjä ja kohentaa etenkin julkisten palvelujen tasoa.

3.5 Toteutus

Rakennustyömaan puhtaudenhallinta alkaa jo rakennushankkeen hankesuunnitteluvaiheessa, jossa hankeohjelmaan määritetään keskeisten tilatyypin sisäilmastoluokat (S1, S2, S3). Tämän pohjalta valitaan rakennustöiden ja ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka sekä rakennusmateriaalien valintaa varten rakennusmateriaalien päästöluokka hankeohjelmaan (RT 07-11299, 2018, 12). Käytännössä tämä tarkoittaa esim. sitä, että rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä saatetaan toteuttaa P1-puhtausluokan mukaisesti ja muut loput rakennuksesta ns. tavanomaisesti, eli hyvän rakennustavan mukaisesti.

Puhtaudenhallinnassa ja pölyntorjunnassa noudatetaan pääurakoitsijan laatimaa puhtaudenhallinta- ja pölyntorjuntasuunnitelmaa. (Ratu S-1236, 2021, 23) Urakoitsija määrittää työmaalle myös kosteuden- ja puhtaudenhallintakoordinaattorit tai kyseisistä osa-alueista vastaavat henkilöt (esim. rakennuslohkojen työnjohtajat), joiden tehtävänä on valvoa ja ylläpitää työmaan hyvää puhtaudenhallinnan tasoa.

Rakennustyön sopimusasiakirjoissa pölyntorjunnan puhtausvaatimukset ja -luokitus käsitellään seuraavasti:

- **Suunnitteluvaihe**
 - Puhtaustason tavoitteet ja tavoitearvot esitetään suunnitteluun liittyvissä suunnitteluohjeissa ja toimeksiannoissa.
- **Rakentamisvaihe**
 - Urakkarajaliite
 - Rakennustyön toteutuksen keskeisin asiakirja sisäilman laadun kannalta.
 - Esitetään toteutuksen puhtausluokkaa koskevat vaatimukset ja kenen tehtävä on huolehtia kohteen puhtauteen vaikuttavista seikoista osa-alueittain (mm. talotekniikan toimintakokeet ja työmaan laatusuunnitelma).
 - Työselostus
 - Yksityiskohtaisemmat menettely- ja toimintatavat. (Ratu S-1225, 2009, 19.)

3.5.1 P1-luokituksesta tiedottaminen ja koulutus

Rakennuskohteelle asetetut sisäympäristötavoitteet ja suunnitellut ratkaisut niihin pääsemiseksi esitellään työmaan alkuvaiheen kokouksissa, joihin osallistuvat rakennuttaja, suunnittelijat ja urakoitsijat. Kokousten keskeiset kohdat kirjataan urakoitsijoiden laatusuunnitelmiin ja niiden noudattamista sekä toteutumista seurataan työmaakokouksissa.

Kohteessa noudatettavista sisäilmasto-, puhtaus- ja materiaaliluokista laaditaan jokaiselle työmaan työntekijälle jaettava tiedote. P1-puhtaudenhallinnan kriteerien toteutumisen kannalta keskeisille urakoitsijoille (ainakin rakennus-, maalaus ja LVIS-urakoitsijat) ja työntekijöille järjestetään koulutustilaisuus, jossa heille selvitetään kohteen sisäympäristötavoitteet ja niiden toteutumiseksi noudatettavat ohjeet ja tehtävät. Kyseisen koulutustilaisuuden järjestämisestä sovitaan esimerkiksi urakkarajaliitteessä.

Myös hankkeeseen ja työmaalle myöhemmin saapuvien urakoitsijoiden ja työntekijöiden koulutuksesta on muistettava huolehtia asianmukaisesti. (RT 07-11299, 2018, 14.)

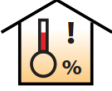




3.5.2 Rakennustarvikkeiden säilytys

Likaantumisen ja kastumisen estämiseksi sisätiloihin ja rakenteisiin tulevat rakennustarvikkeet ja osat on suojattava kuljetusten, työmaavarastoinnin, asennuspaikan välivarastoinnin ja asennustyön aikana (RT 07-11299, 2018, 13). Esimerkiksi ilmanvaihtoputket on hyvä säilyttää pystyasennossa, koska se vähentää laskeutuvat pölyn peittämää pinta-alaa ja niiden siniset suojakannet tulee pitää kiinnitettynä asennukseen asti. Asennusmateriaalien omat pakkaukset eivät kuitenkaan suojaa niitä riittävästi työmaaolosuhteissa. (Ratu S-1236, 2021, 22)

Rakennustarvikkeet varastoidaan yleensä sisätiloihin ja niiden välivarastointia vältetään, mutta esim. työmaan aikataulullisista tekijöistä johtuen tämä ei ole aina mahdollista. Täten materiaalit tulee varastoida aina irti alustastaan (esim. aluspuiden tai kuljetuslavojen avulla) kastumisen ja likaantumisen estämiseksi. Valmistunut työ tulee suojata sitä mukaa kun se edistyy. (RT 07-11299, 2018, 13; Ratu S-123, 2021, 22)

Rakennustarvikkeiden hyvä suojaus ja/tai huolellinen puhdistaminen ennen asennusta helpottaa loppusiivousta huomattavasti, koska esim. alakattotiloihin asennettuja ilmanvaihtoputkia on hankala siivota jälkikäteen. Lisäksi jo

suunnitteluvaiheessa tulee valita sopivat rakennusmateriaalit, jotka mahdollistavat P1-puhtaudenhallinnan vaatiman sisäilman ja puhtauden tason.

Käyttötila	Lämmin tila	Sisätila	Suojainen tila	Ulkotila
				
Säilytys lämmitetyssä sisätilassa. Materiaalilla voi olla erityisiä olosuhdevaatimuksia, kuten lämpötila tai ilmankosteus.	Materiaali säilytetään lämmitetyssä sisätilassa.	Materiaali tulee säilyttää sisätilassa kastumiselta. Ei välttämättä lämpötilavaatimusta. Varastointipaikka esim. ulkorakennus tai varastokontti.	Materiaali voidaan säilyttää katetussa ulkotilassa irti maasta. Esimerkiksi suojapeitteillä tai katoksella suojattu tila.	Materiaalit varastoidaan irti maasta. Materiaalilla ei ole muuta erityistä suojaustarvetta.
Parketit, laminaatit				
Kalusteet				
Matot				
Kipsi- ja lastulevyt				
Pintatuotteet				
Suojaamattomat puuikkunat ja -ovet				
Pintapuutavara				
IV-koneet ja äänenvaimentimet				
Puuelementit				
		Laastit		
		Runkopuutavara		
		Puuikkunat ja -ovet (lyhytaikainen)		
		Metalli-ikkunat ja -ovet		
		Kuivabetoni		
		Lämmöneristeet		
		Metallikasetit		
		Eristetyt betonielementit		
		Keramiikka, tiilet ja laatat		
		Betonielementit		
		Raudoitteet		
		Metallivarusteet		
		Maa-ainekset		
		Kattotiilet		
		Ulkovarusteet		

Kuva 4. Ohje eri rakennusmateriaalien ja osien säilytykseen. (Ratu S-1236, 2021, 35)

3.5.3 Osastointi ja kohdepoisto

Toimintakoevalmiit tilat erotetaan muista tiloista omiksi osastoikseen ennen loppusiivouksen käynnistämistä ja ne merkitään selvästi näkyvällä

”Puhtausluokan P1 tila”-merkinnällä. Osastoinnissa liitokset ja muut läpiviennit

tiivistetään saumanauhoilla ja tiivistämiseen sopivilla teipeillä. Lisäksi osastot alipaineistetaan siten, että ”ilmavirta kulkee hallitusti tuloilma-aukkojen kautta puhtaasta tilasta osastoon ja sieltä ilmanpuhdistimen

kautta pois”. P1-osastoituja tiloja ei saa käyttää säännölliseen läpikulkuun jos niiden vieressä sijaitsevat tilat eivät täytä toimintakoevaiheen puhtausvaatimuksia ja ne siivotaan aina sen jälkeen, kun tilassa on syntynyt pölyä. (RT 07-11299, 2018, 13; Ratu S-1225, 2009, 15). Lisäksi tilan riittävästä ilmanvaihdosta tulee huolehtia mm. lämpötila- ja kosteusteknisistä syistä.

Pölyävät työvaiheet, kuten esim. laastin sekoitus tai puutavaran leikkaaminen, tulee toteuttaa (mahdollisuuksien mukaan) ainoastaan niille osoitetuilla omilla, erillisillä työpisteillä. Nämä työpisteet voidaan osastoida erikseen niiden sijaitsemasta tilasta esimerkiksi huputuksen ja poistoilmajärjestelmän avulla. (Ratu S-1236, 2021, 23.)

Pölyäviltä työvaiheilta ei voida kuitenkaan aina välttyä, esimerkiksi seinien tai alakattojen kiinnityksiä porattaessa, joten tämän kaltaisissa tilanteissa pölyn leviäminen estetään kohdepoistolla. Kohdepoistomenetelmät voidaan jakaa niissä käytettävien laitteiden ja niiden avulla muodostetun alipaineen mukaan matala- ja korkeapaineisiin järjestelmiin. Korkeapaineisella kohdepoistolla tarkoitetaan esimerkiksi jyrkseen tai hiomakoneeseen liitettävää ja esisirottimella varustettua pölynimuria. Matalapaineisessa kohdepoistossa taas esimerkiksi purkokohteen välittömään läheisyyteen sijoitetaan ilmasuodattimella varustettu pölynkerääjä, joka kerää työssä syntyneen pölyn. Kumassakin järjestelmässä käytetään vähintään HEPA H13-tason suodattimia. (Ratu S-1225, 2009, 16.)

P1-puhtaudenhallinnan kannalta etenkin alakattotiloissa suoritettavien pölyävien töiden kohdepoistoon on kiinnitettävä erityishuomiota, koska kyseisiä tiloja on erittäin hankala siivota jälkikäteen.

3.5.4 Henkilösuojaimet

Urakoitsijoiden on huolehdittava, että heidän työntekijöillään on käytettävissään asianmukaiset henkilösuojaimet ja työmaan työnjohdon on valvottava, että kyseisten suojaimien käyttöä noudatetaan. Pölyävissä työvaiheissa, kuten esimerkiksi purkutöissä, etenkin hengityssuojaimien merkitys korostuu.

3.5.5 Siivous

P1-työmaan siivoustyöt voidaan jakaa kahteen kategoriaan: työnaikaiseen siivoukseen ja kaksivaiheiseen loppusiivoukseen.

Työnaikaisessa siivouksessa karkea jäte poistetaan käyttäen suurtehoimuria, lapiota tai lastaa ja harjasiivous on kielletty rakennuksen sisätiloissa. Hienoa irtolikaa imuroidessa tulee käyttää EN 60335-2-69 -standardin mukaisia, M-luokkaan tai H-luokkaan kuuluvia rakennus- ja teollisuusimureita tai rakentamisen aikaista keskuspölynimurijärjestelmää. Jos toimintakoevalmiissa tiloissa syntyy pölyä, niin kyseiset tilat tulee siivota heti sen jälkeen ja puhtausosastoinnin jälkeisissä pölyävissä työvaiheissa tulee aina käyttää kohdepoistoa.

Kaksivaiheisessa loppusiivouksessa hienon irtolian poistoon käytetään ammattikäyttöön tarkoitettua laitosimuria, joka on varustettu vähintään HEPA H13 -suodattimella – tämä koskee myös ei-näkyvissä olevia pintoja, kuten talotekniikka-asennuksia ja alakattojen yläpintoja. Kovat ja sileät pinnat tulee puhdistaa nihkeä- tai kosteapyyhkimällä tai käyttämällä rakennusmateriaalien valmistajien ohjeiden mukaisia peseviä menetelmiä. Puhdistus- ja hoitoaineina (mukaan lukien vahat) tulee käyttää hajusteettomia ja vähäpäästöisiä aineita. Jos toimintakoevalmiissa tiloissa syntyy pölyä, niin kyseiset tilat tulee siivota heti sen jälkeen ja kaikissa pölyävissä työvaiheissa tulee aina käyttää kohdepoistoa. Jos kohdepoiston avulla ei saada estettyä pölyn leviämistä toimintakoealueelle, niin pölyä tuottavat työvaiheet tulee tehdä

toimintakoealueen ulkopuolella tai töille erikseen osoitetussa osastoidussa ja alipaineistetussa tilassa. (RT 07-11299, 2018, 13-14.)

Siivouksen tason ylläpitämisessä ja seuraamisessa voidaan noudattaa esim. Insta 800 -standardin mukaisia toimia.

3.6 Muut järjestelmät

P1-puhtaudenhallinnan lisäksi muut terveelliseen ja turvalliseen sisäilmastoon tähtäävät järjestelmät ovat Kuivaketju10 ja Terve talo -malli.

3.6.1 Kuivaketju10

Kuivaketju10 on rakennusprosessin kosteudenhallinnan toimintamalli, jossa kosteusvaurioiden riskiä vähennetään niiden hallintaan perustuvan ”ketjun” avulla. Kuivaketju10:n pääteesit (RALA ry. n.d.) ovat

- toimenpiteiden kohdistaminen 10:een keskeisimpään kosteusriskiin
- valittujen kosteusriskien torjunta kaikissa rakennusprosessin vaiheissa
- torjumisen onnistumisen todentaminen jokaisen riskikohdan osalta.

Puhtauden- ja kosteudenhallintakordinaattorien tehtävät keskittyvät pääasiassa rakennusprosessin ja -työmaan eri osa-alueisiin, mutta joitain yhtymäkohtiakin löytyy. Rakennusmateriaalien valinta ja oikeaoppinen säilytys sekä varastointi kuuluvat niin puhtauden- kuin kosteudenhallinnankin piiriin ja esimerkiksi betonilaatan päällä oleva pöly ja roska saattaa vaikuttaa negatiivisesti betonin kuivumisaikaan.

3.6.2 Terve talo -rakentaminen

Terve talo -termi viittaa Tekesin vuonna 1998 käynnistämään viisivuotiseen hankkeeseen nimeltä Terve talo -teknologiaohjelma, jonka tavoitteena oli parantaa sisäilma- ja rakennusfysikaalista osaamista sekä luoda rakennuksille

ja niissä käytettäville tuotteille kriteerit sekä laatuluokat sisäilman ja terveyden näkökulmasta. Mira Järvinen toteaa opinnäytetyössään (Järvinen 2019, 11.), että ”Terve talo -asioilla tarkoitetaan yleisesti kaikkia kosteus- ja sisäilmastoasioita, joilla on vaikutusta rakennuksen käyttäjien terveyteen, oireiluun, viihtyvyyteen ja työn tuottavuuteen.”

Täten Terve talo -rakentamisen tehtävät limittyvät vahvasti P1-puhtaudenhallinnan tehtävien kanssa. Kosteuden- ja puhtaudenhallinnan osalta voidaan todeta, että Terve talo -asioihin sisältyy lähes kaikki Kuivaketju10:n ja P1-puhtaustason vaatimusten asiat rakennuksen ilmatiiveydestä rakenteiden kuivumiseen ja aina pölynhallintaan asti. (Kaikuranta 2019, 18–20)

Lisäksi Terve talo -koordinaattorin rinnalla voi toimia erillinen puhtaudenhallintakoordinaattori, jolle on vastuutettu Terve talo -koordinaattorin puhtaudenhallinnan tehtävät. (Järvinen 2019, 59.)

4 Todentaminen ja käytännön menetelmät

4.1 Mittauskohteet

P1-mittaukset suoritetaan kahdessa osassa: ennen ilmanvaihdon toimintakokeiden aloittamista ja ennen rakennuksen luovutusta.

4.1.1 IV-järjestelmät

IV-järjestelmien tutkittaviin osiin kuuluvat

- IV-koneet ja -konehuoneet
- tulo- ja poistoilmakanavat sekä niiden päätelaitteet.

IV-konehuoneissa tutkitaan tilojen yleistä siisteyttä samalla tavalla kuin muissakin rakennuksen tiloissa. Tämän lisäksi tarkastellaan lämmöneristeiden ja kondenssiveden viemäroinnin kuntoa. IV-koneiden kammiot ja laitteet avataan ja näiden osalta tutkitaan ainakin tulo- ja poistoilmakammioiden pölykertymät. Lisäksi erityistä huomiota kiinnitetään seuraavien osa-alueiden puhtauteen, kuntoon ja toimintaan:

- ulkoilmasäleiköt ja -kammiot
- suodattimet
- lämmönsiirtimet
- puhaltimet
- kondenssivesialtaat
- kosteuslaitteet
- äänenvaimentimet
- viemärointi.

Tulo- ja poistoilmakanavien puhtautta tutkitaan päätelaitteiden ja puhdistusluukkujen kautta vähintään viidestä pisteestä IV-järjestelmää kohden. Jos kanaviston pituus ylittää 1 000 metriä, niin tarkastuspisteitä lisätään 1 kpl

jokaista alkavaa 200 vaakakanavametriä kohti. IV-kanavien tarkastuksessa arvioidaan myös seuraavien osien puhtautta, kuntoa ja toimintaa (SuLVI ry 2016, 3–5):

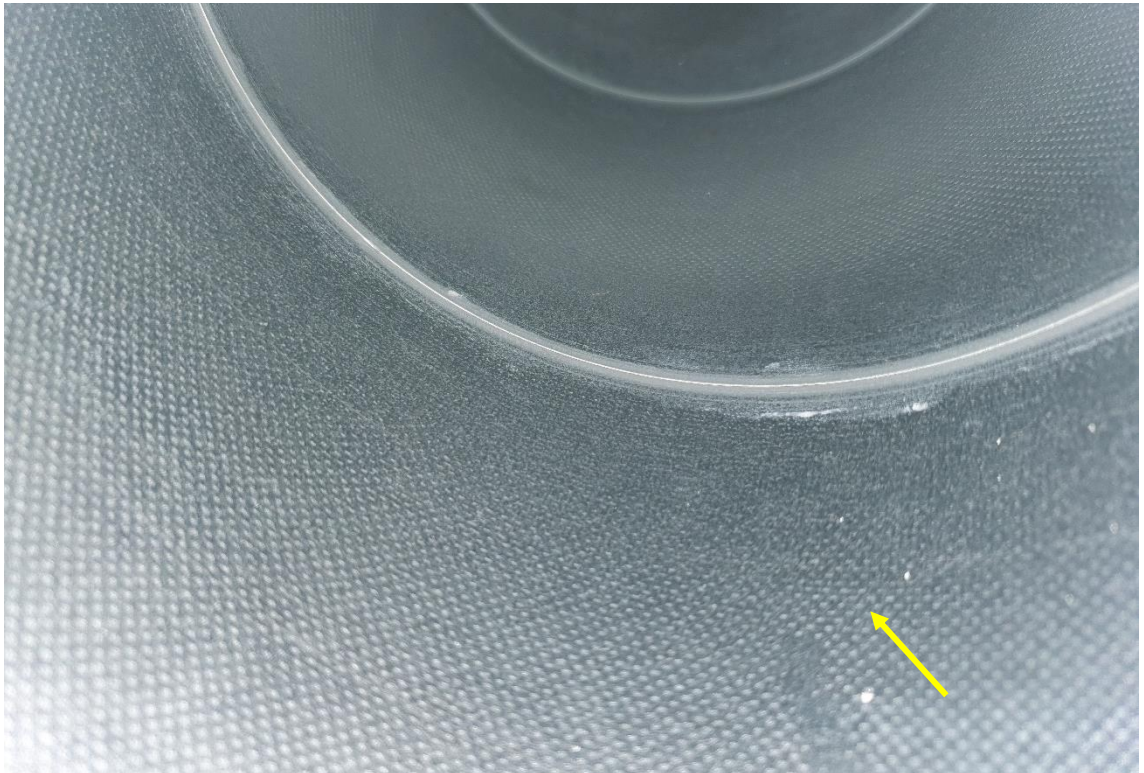
- kanavien ulkopinnat
- ilmaa kierrättävät laitteet
- tulo- ja poistoilmaventtiilit
- kohdepoistolaitteiden (esim. huuvien ja liesikupujen) suodattimet

IV-kanavistojen tutkimisessa jodutaan usein turvautumaan aistinvaraiseen arviointiin, koska esim. geeliteippimenetelmässä käytettävän BM-Dustdetector-laitteen painallustela ei välttämättä mahdu läpimitaltaan pienempien IV-kanavien sisälle poikittain ja täten kanavan sisäpinnasta ei saada otettua luotettavaa geeliteippinäytettä. Isommissa pyöreissä IV-kanavissa geeliteippi asetetaan kanavan sisäpinnalle siten, että se sijoittuu kanavan alimman kohdan ja vaakatason väliselle alueelle kohtisuoraan kanavan kulkusuuntaan nähden.



Kuva 6. Havainnekuva keltaisella nuolella merkityn geeliteipin sijoittamisesta IV-kanavan sisäpinnan "alanurkkaan".

IV-kanavan ulkopuolisessa mittauksessa geeliteippi asetetaan kanavan ulkopuolen ylimmän kohdan ja vaakatason väliselle aleelle kohtisuoraan kanavan kulkusuuntaan nähden, jos kanavan yläpuolella on tarpeeksi tilaa jotta geeliteipin telan painalluksen voimakkuus voidaan todeta. Lisäksi IV-kanavan sisäpinnan rakenne saattaa olla huokoinen tai epätasainen eikä geeliteippimenetelmällä saada aikaiseksi luotettavaa mittaustulosta.



Kuva 7. Havainnekuva ilmanvaihtokanavan sisäpinnan rakenteesta, jonka huokoisuus estää luotettavan geeliteippinäytteenoton.

4.1.2 Alakattotilat

Alakattotilojen puhtaus tulee tarkistaa ennen alakattolevytyksen asennusta ja ilmanvaihdon toimintakokeiden aloittamista. Alakattotiloihin kuuluu kaikki alakattolevytyksen ja välipohjan väliset rakenteet eli mm.

- alakattolevyt
- talotekniikan putkien, -kanavien ja laitteiden (esim. IV-kanavat) ulkopinnat

- sähköjohdot sekä sähkö- ja putkikourut
- rangat ja kannakkeet
- läpiviennit ja niiden eristeet.

Alakattotilojen puhtaudenhallinnassa olennaista on ennakointi, koska kyseisissä tiloissa sijaitsevia rakenteita on erittäin vaikea puhdistaa jälkikäteen. Paljaana olevat pölyävät pinnat (esim. tiili-, betoni- ja mineraalivillapinnat) tulee pölynsidontamaalata tai peittää ennen LVIS-putkien ja -kanavien asentamista. Lisäksi myös alakattolevyjen paljaat sekä pölyävät reunat ja pinnat tulee puhdistaa ja pölynsidontamaalata ennen asennusta tai läpivientien leikkauksen yhteydessä.



Kuvat 8 (vasemalla ylhäällä), 9 (oikealla ylhäällä), 10 (vasemmalla alhaalla) ja 11 (oikealla alhaalla). Havainnekuvia alakattotilojen rakenteista ja pölyä keräävistä pinnoista ja sitä synnyttävistä materiaaleista. (IdeaStructura Oy, 2022)

4.1.3 Sisätilojen näkyvät pinnat

Sisätilojen näkyvät pinnat ovat rakennuksen helpoimmin puhdistettavia ja puhtaudeltaan todennettavissa olevia rakenteita, joihin kuuluvat mm. seuraavat pinnat ja tasot (RT-11299 2018, 13):

- lattia-, seinä- ja alakattopinnat
- kalusteiden ulkopinnat
- lamput ja sähkökalusteet
- portaat
- listat, kaiteet, kädensijat ja paneelit.

Kyseisten pintojen kohdalla on kiinnitettävä erityistä huomiota nurkkiin ja reunoihin sekä korkealla ja matalalla sijaitseviin tasoihin, jotka ovat vaikeimmin tavoitettavissa ja jäävät todennäköisimmin siivoamatta.

4.1.4 Kalusteiden sisäpinnat

Kalusteiden sisäpintoihin kuuluu mm.

- kaapistojen tasot
- vetolaatikostot ja niiden taustat

Siivoustyön suorittavaa tahoa on hyvä muistuttaa ennen siivoustyön aloittamista, että myös edellä mainitut (sisä)pinnat kuuluvat siivottavaan ja tarkastettavaan alueeseen.

4.2 Tutkimusvälineet ja -menetelmät

4.2.1 BM-Dustdetector

BM-Dustdetector on geeliteippimenetelmään perustuva mittauslaite, joka mittaa laservalon avulla tutkittavasta pinnasta geeliteippiin tarttunutta pölymäärää. Mittalaitetta säilytetään sille suunnitellussa pehmustetussa kantosalkussa.



Kuva 13. BM-Dustdetector-laitteen kantosalkku ja tarvikkeet.

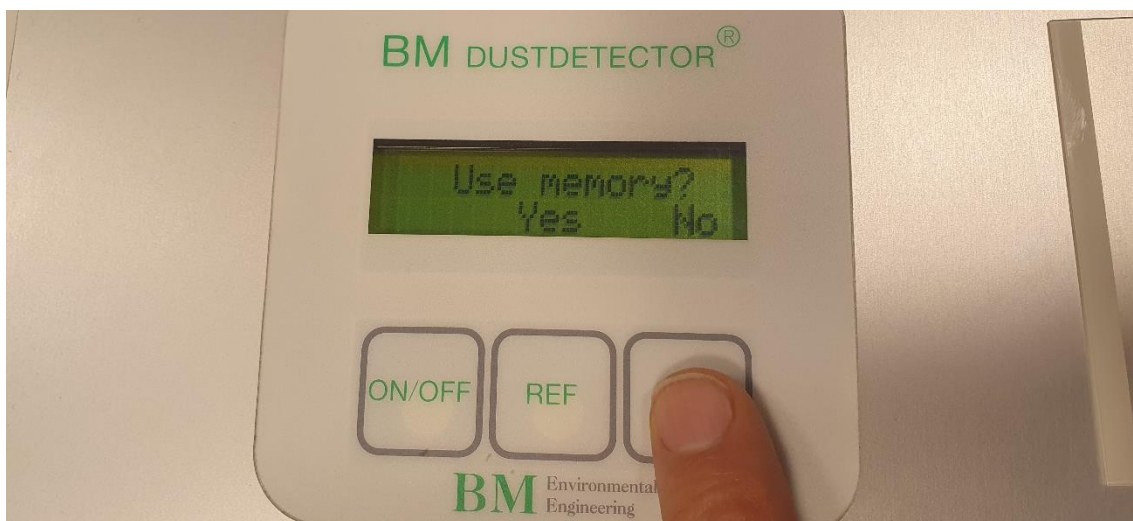
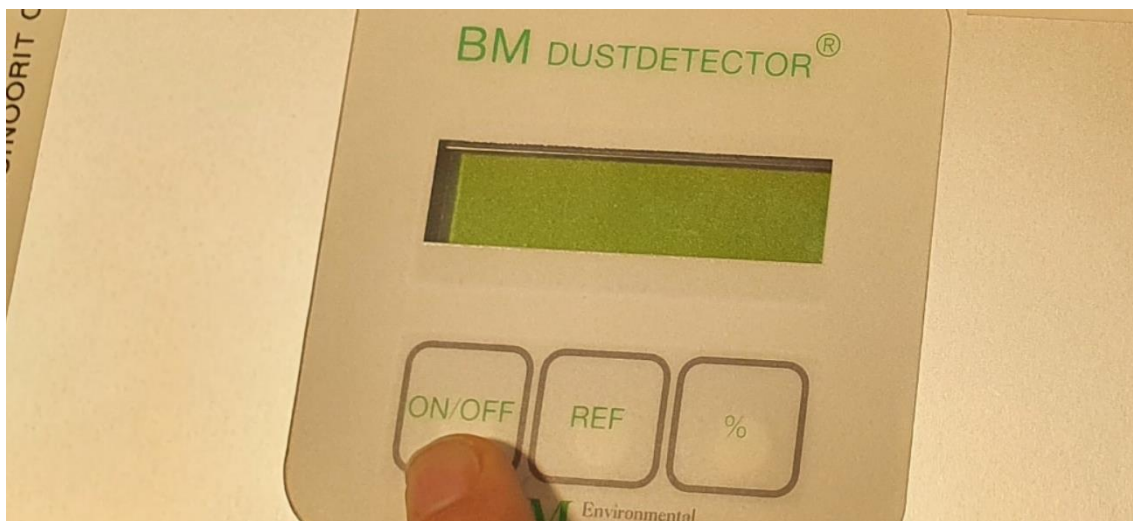
Mittaus etenee seuraavasti:

Laitteen pohjassa oleva kytkin siirretään ON-asentoon.



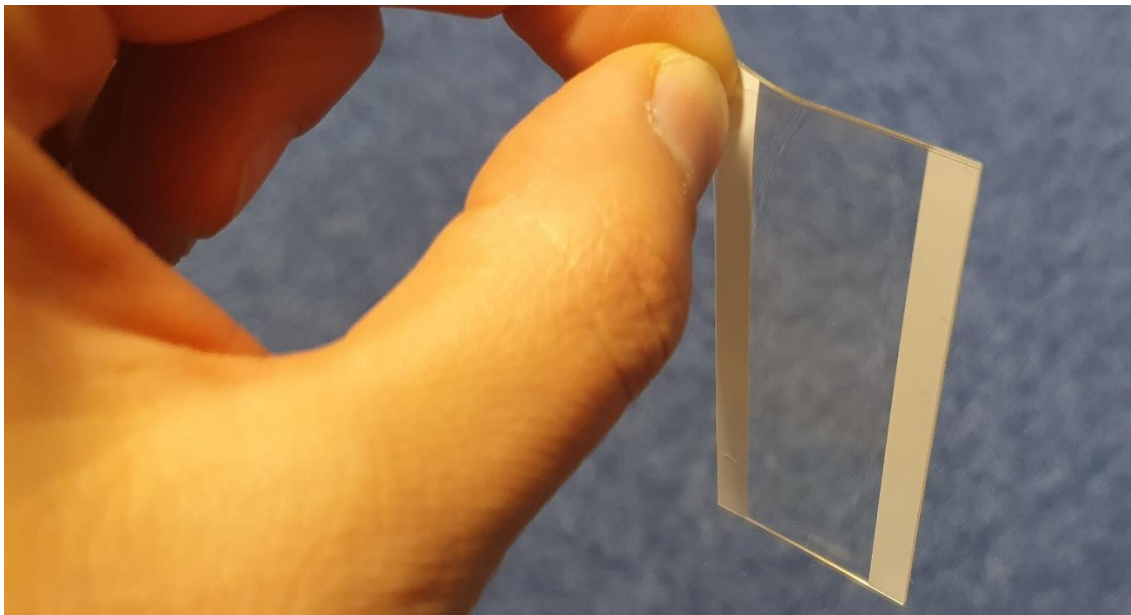
Kuva 14. BM-Dustdetector-laitteen virtakytkin.

Laite käynnistetään [ON/OFF] nappulasta. Seuraavaksi näytölle ilmestyy teksti "Use memory?", jolla voidaan valita laitteeseen valmiiksi BM-Dustdetector-laitteen omalla tietokoneohjelmalla ohjelmoituja asetuksia. Laite antaa vaihtoehdot "Kyllä" ("Yes"), joka valitaan painikkeella [REF], ja "Ei" ("No"), joka valitaan painikkeella [%]. Esimerkin vuoksi valitaan "No" ja painetaan painiketta [%]. Tämän jälkeen odotetaan 20 sekuntia laitteen kalibroidessa itseään ("Selftest").



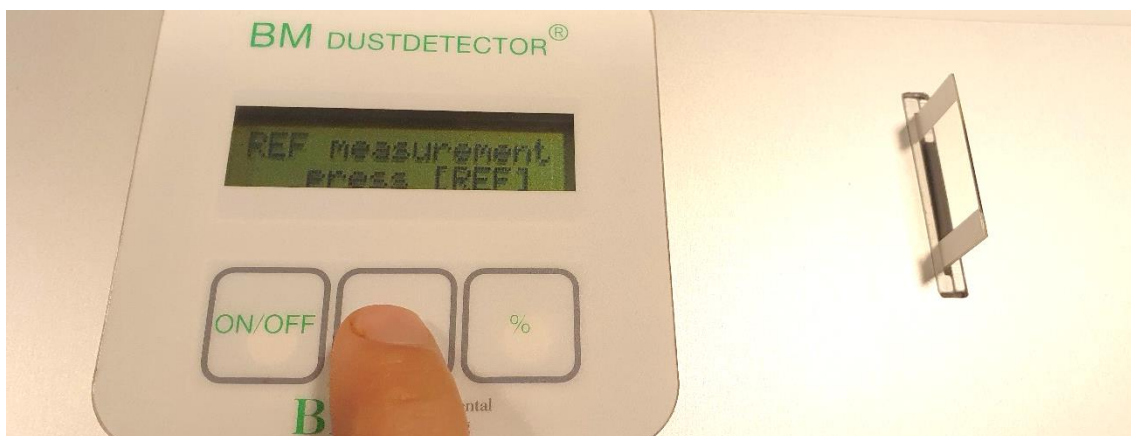
Kuvat 15-17. Havainnekuvia BM-Dustdetector-laitteen käynnistämisestä.

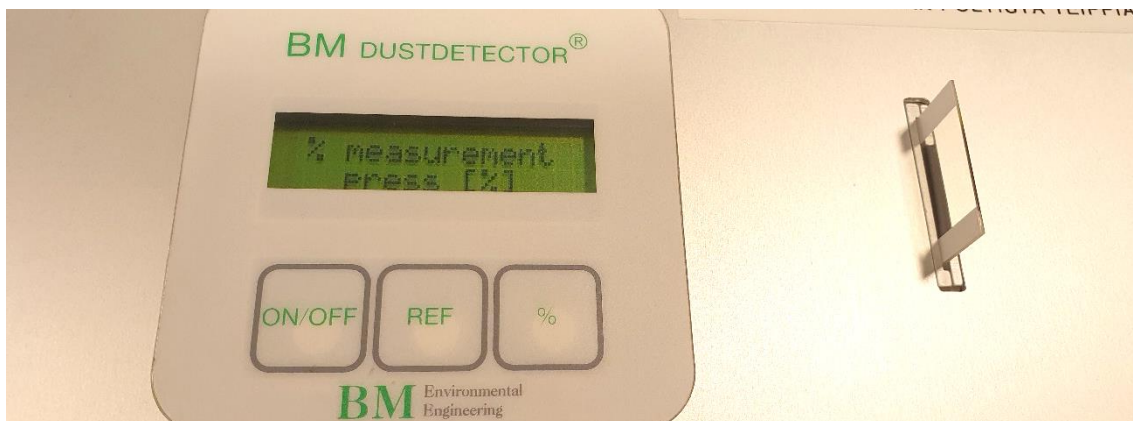
Geeliteippi poistetaan pakkauksesta ja irroitetaan sen liimapinnalla oleva suojakalvo. HUOM! Geeliteippiä saa käsitellä ainoastaan ottamalla siitä kiinni sen reunojen valkoisella merkityillä alueilta, jotta geeliteipin mittausalueelle ei tartu sormista irtoavaa rasvaa tai likaa, joka saattaa vääristää mittaustulosta.



Kuva 18. Pölymittauksissa käytettävä geeliteippi.

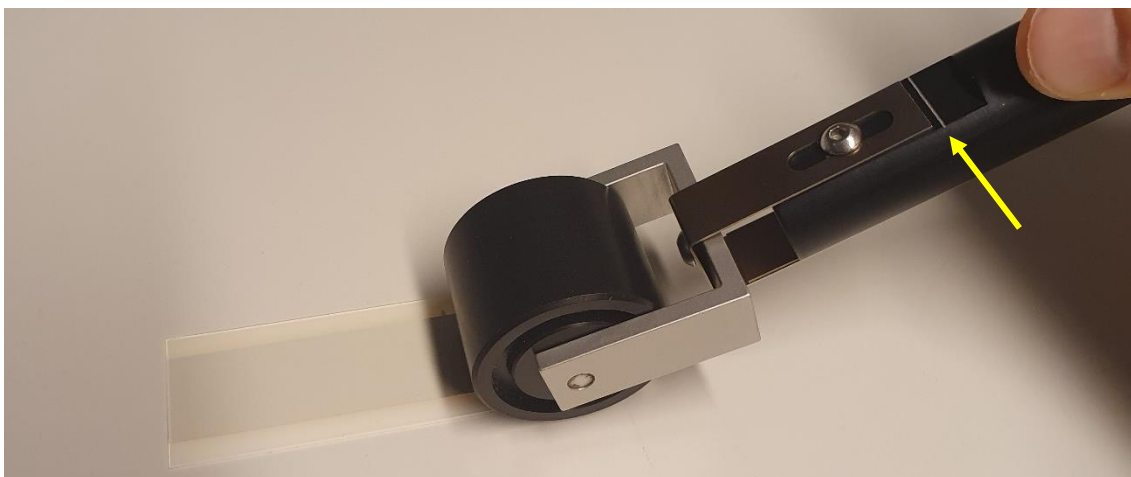
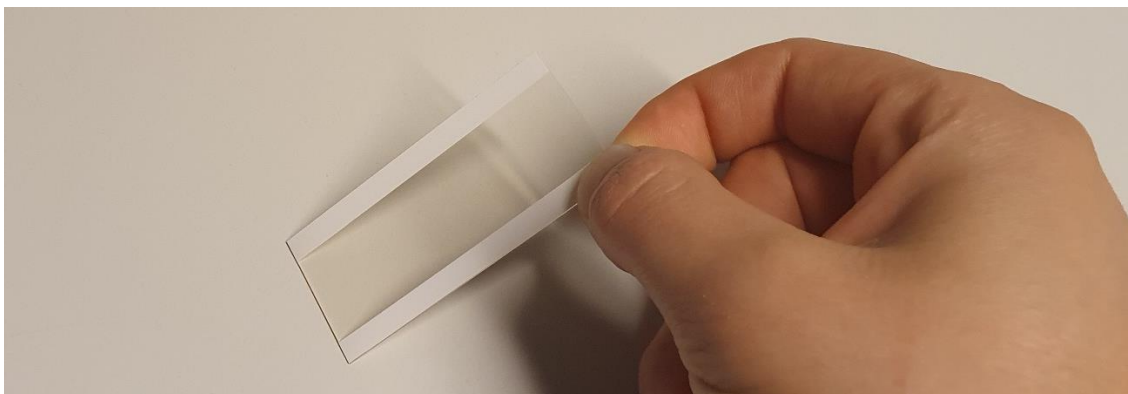
Laite suorittaa käynnistäessä 20 sekunnin itsetestauksen (selftest). Kun laitteen näytöllä lukee teksti "Ref measurement press [REF]", puhdas geeliteippi asetetaan laitteen päällä sijaitsevaan aukkoon siten, että geeliteipin liimapinta osoittaa pois päin laitteen näytöstä. Tämän jälkeen painetaan [REF]-painiketta geeliteipin referenssiarvon ottamiseksi. Laitteen näytöllä lukee "% measurement press [%]", kun näyte on valmis mitattavaksi.





Kuvat 19 ja 20. Havainnekuvia geeliteipin referenssiarvon mittamisesta.

Tämän jälkeen geeliteippi asetetaan mitattavalle pinnalle ja laitteen mukana tulevaa painallustelaa vedetään geeliteipin yli siten, että telan rulla kulkee teipin yli sen koko matkalta **kolme kertaa**. Seuraa geeliteippiä painasessa painallaustelan varressa olevaa valkoista viivaa, joka osoittaa sopivan painallusvoimakkuuden (10 N).



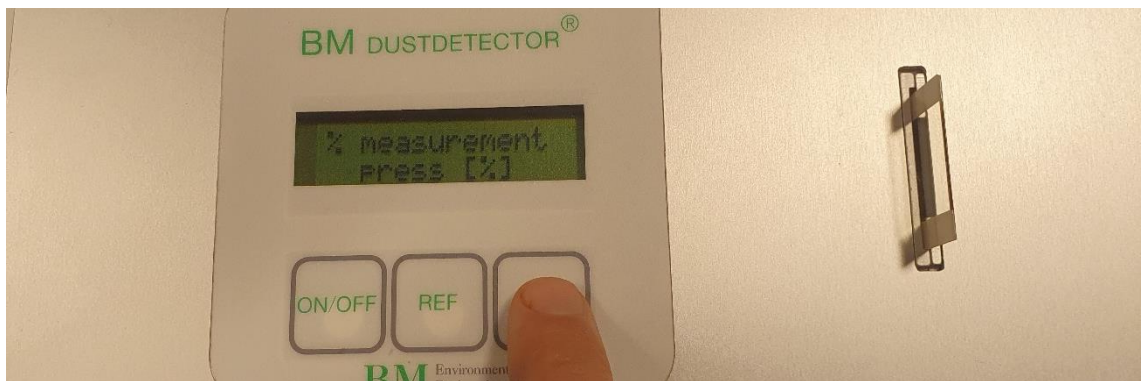
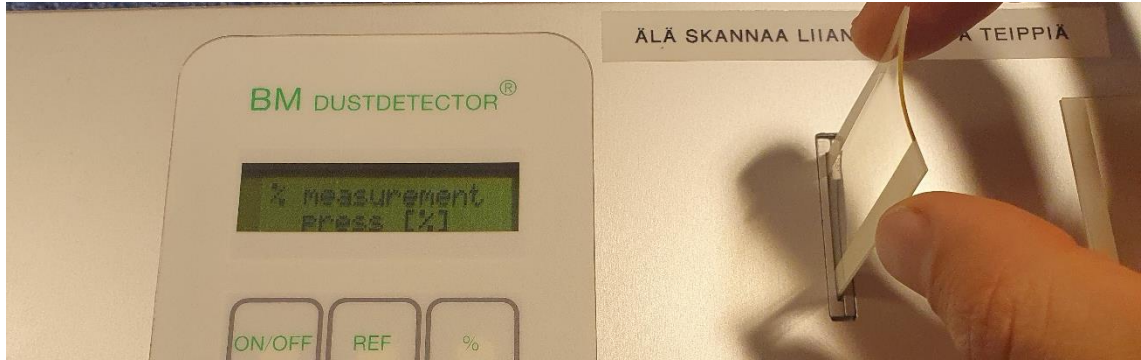


Kuvat 21–23. Havainnekuvia geeliteipin oikeaoppisesta asettamisesta mitattavalle pinnalle.

Geeliteippi irroitetaan varovaisesti mittauspinnasta ja asetetaan mittalaitteen päällä sijaitsevaan aukkoon siten, että geeliteipin pölyä sisältävä liimapinta osoittaa poispäin mittalaitteen näyttötaulusta.

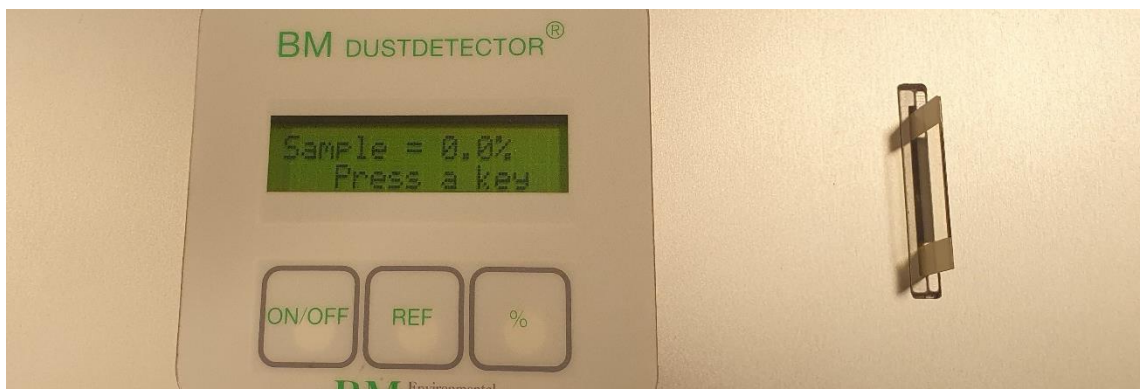
HUOM! Kun geeliteipillä tehdään mittauksia kovilla ja puolikovilla pinnoilla, on odotettava vähintään 30 sekuntia näytteenoton ja mittauksen välillä. Lisäksi geeliteippi tarkistetaan silmämääräisesti näytteenoton jälkeen, jotta testitulosta mahdollisesti väärentävät mitattavasta pinnasta irroneet palaset voidaan havaita. (SFS-INSTA 800-1:2019, 34.)





Kuvat 24–26. Havainnekuvia geeliteipin irrottamisesta mitattavalta pinnalta ja asettamisesta BM-Dustdetector-laitteeseen pölykertymän mittaamiseksi.

Geeliteippi asetetaan mittalaitteen aukkoon siten, että varmistetaan geeliteipin olevan kiinni aukon pohjassa. Seuraavaksi painetaan [%]-painiketta ja laite ilmoittaa näytteen pölyn määrän (geeliteipin liimapinnan pinta-alasta) prosentteina. Tämän jälkeen painetaan mitä tahansa laitteen kolmesta painikkeesta ([ON/OFF], [REF] tai [%]) uuden mittauksen suorittamiseksi.



Kuva 27. Geeliteipistä mitatun pölykertymän arvo (tässä kuvassa 0.0 %) näkyy BM-Dustdetector-laitteen näyttötaululla.

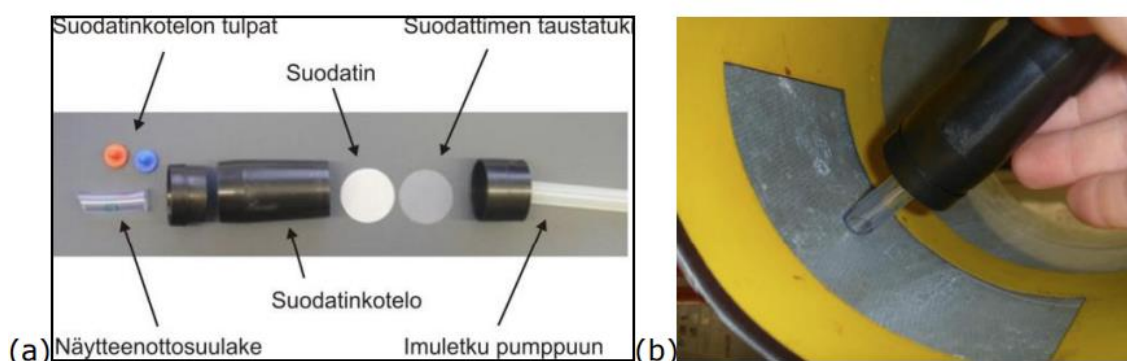
Geeliteippimitauksissa on hyvä huomioida seuraavat asiat:

- Geeliteippä tulee säilyttää viileässä (jääkaappi).
- Avattu geeliteippipakkaus pitää sulkea esim. teipin avulla siten, että pöly ja lika ei pääse kulkeutumaan avattuun pussiin.
- Laitteen akunkeston pidentämiseksi laite tulee sammuttaa mittausten jälkeen sen pohjassa olevasta ON/OFF-kytkimestä.
- Kyseinen mittaustapa ei sovellu huokoisille pinnoille (esim. kokolattiamatot), mutta myös kyseisille pinnoille on olemassa omia mittalaitteita, kuten esim. BM-Dustdetector StepTester.

4.2.2 Suodatinkeräysmenetelmä

Sisäilmastoluokitus 2018:ssa sekä muissa pintapölymittauksia käsittelevissä ohjeistuksissa on maininta myös suodatinkeräysmenetelmästä. Kyseisessä menetelmässä mittauslaitteen näytteenottosuulake asetetaan mitattavalle pinnalle, josta imetään alipaineen avulla ilmaa pölynimurin tavoin. Pölykertymän arvo saadaan mitattua laitteen sisällä olevaan suodattimeen kertyneen pölyn määrästä. (SuLVI ry, 2016, 5.)

Suodatinkeräysmenetelmästä on löydettävissä vain hyvin vähän tietoa eikä se vaikuta olevan yleisessä käytössä rakennusalailla. Kyseinen menetelmä vaikuttaa soveltuvan etenkin IV-kanavien pölymäärien arviointiin.

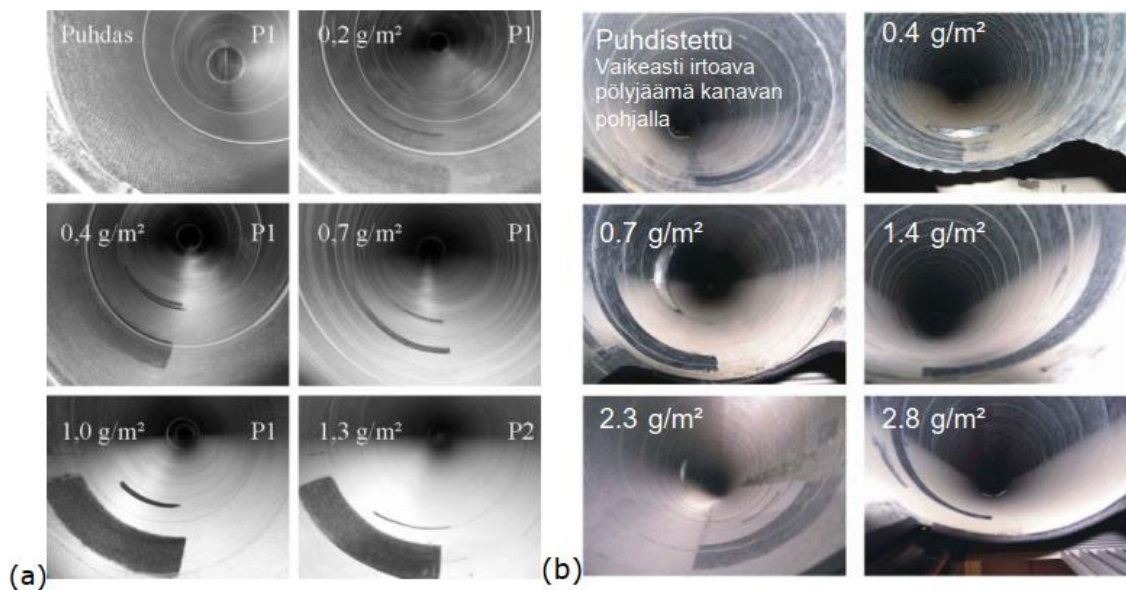


Kuva x. Havainnekuvia suodatinkeräysmenetelmästä käytettävästä laitteistosta ja toimintaperiaatteesta. (SuLVI ry, 2016, 5.)

4.2.3 Aistinvarainen arviointi

Geeliteippimenetelmän (tai jonkun muun kvantitatiivisen menetelmän) käyttäminen pölymittauksissa ei aina ole mahdollista johtuen esim. tutkittavien ilmanvaihtoputkien pienestä läpimitasta, jolloin geeliteippimenetelmässä käytettävä tela ei mahdu putken sisälle eikä geeliteippiä täten saada painettua mitattavaan pintaan luotettavasti. Näissä tapauksissa käytetään aistinvaraista tutkimusta, jossa tutkittavan pinnan pölyn määrää arvioidaan olemassa olevan referenssikuvamateriaalin perusteella.

Silmämääräisessä puhtauden tarkastuksessa tarkasteltavaa pintaa suositellaan pyyhkäistävän ”noin 10 cm:n matkalta, jotta saadaan käsitys pölykerroksen paksuudesta ja kasaantumisesta sekä siitä, miten tiukasti lika on kiinnittynyt pinnalle” (SuLVI ry, 2016, 3.)



Kuva 28. Esimerkki puhtauden arviointiin käytettävästä referenssikuvamateriaalista, jossa on kuvattu vaihtelevia pölyn määriä (a) uusille ja (b) käytössä oleville tuloilmakanaville. (SuLVI ry, 2016, 4.)

4.3 Mittauskohteiden ja -pisteiden määrittäminen

Pintapölykertymä mitataan satunnaisotannalla ja mitattavien tilojen määrä valitaan seuraavasti (RT-11299, 2018, 13.) :

- a) rakennuksessa on **enintään 50 tilaa** => mitataan **vähintään viidestä (5) tilasta**.
- b) rakennuksessa on **yli 50 tilaa** => mitataan **vähintään 10 prosentista tiloista**.

Tilat jaetaan pinta-alaltaan **enintään 100 m²:n** ja saman kokoiisiin tarkastusyksiköihin, eli esimerkiksi pinta-alaltaan 500 m²:n liikuntasali voitaisiin jakaa viiteen (5) tarkastusyksikköön ja 520 m² kuuteen (6). Tarkastusyksiköt on jaoteltu Insta 800 -standardissa kolmeen eri kokoluokkaan:

- a) korkeintaan 15 m²
- b) yli 15 m² ja enintään 35 m²
- c) 35 m² ja enintään 100 m².

Täten esimerkin 520 m² liikuntasali jaettaisiin kuuteen (6) pinta-alaltaan yhtä suureen tarkastusyksikköön, joiden koko olisi $\frac{520 \text{ m}^2}{6} = \sim 87 \text{ m}^2$.

Kustakin tilasta tai tarkastusyksiköstä otettavien näytteiden määrä valitaan (Insta 800 -standardia soveltaen) siten, että **vähintään kolmesta (3) pintaluokasta** otetaan **kustakin yksi (1) näyte**. Mittauksia voidaan tehdä seuraavista pintaluokista:

- kehoa lähellä olevat pinnat (esim. vastaanottotiskit ja työskentelytasot)
- helposti tavoitettavat huonekalut ja kiintokalusteet (esim. keittiötasot ja ikkunalaudat)
- vaikeasti tavoitettavat huonekalut ja kiintokalusteet (esim. hyllyn tai kaapin korkealla olevat pinnat, katosta riippuvan valaisimen yläpinta tai ilmanvaihtokanava)
- helposti tavoitettavat kovat lattiat, kuten kulkualueet

- vaikeasti tavoitettavat kovat lattiat (esim. kirjoituspöytien, kaappien ja kirjahyllyjen alla oleva lattia-ala)
- helposti tavoitettavat matot esim. kulkualueilla.

Näytteenotossa käytettävien kovien ja puolikovien pintojen on oltava kooltaan vähintään 20 cm x 30 cm. Jos tilassa ei ole riittävästi pintaluokkia, niin

- a) valitaan näytteenottoon toinen tila tai
- b) näytteitä otetaan **olemassa olevilta pinnoilta vähintään kolme (3) kappaletta**. (RT-11299, 2018, 13.)

4.4 Puhtaustason todentaminen

Sisäilmastoluokitus 2018:ssa on esitetty pintapölyn enimmäisarvot P1-puhtausluokalle, joiden täytyessä tarkastettava rakennuksen tai sen osan voidaan todeta olevan riittävän puhdas.

Taulukko 1. Puhtausluokan P1 pölykertymän enimmäistasot (RT-11299 2018, 13).

Tarkastusajankohta	Arvioitavat pinnat	Pölykertymä [peitto-%] (SFS 5994 INSTA 800)
Ennen ilmanvaihdon toimintakokeita	Alakaton yläpuolella olevat pinnat. Näkyvät pinnan ja kalusteiden sisäpinnat pl. lattiapinnat	5,0
Ennen rakennuksen luovutusta	Näkyvät pinnat ja kalusteiden sisäpinnat	1,0
	Lattiapinnat	3,0

Lisäksi ilmanvaihtojärjestelmille on asetettu seuraavat vaatimukset (RT-11299, 2018, 17):

- Tuloilmakanavat ja kanavaosat on tehty puhtausluokitelluista ilmanvaihtotuotteista tai työmaalla vastaavaan tasoon puhdistetuista muista tuotteista.

- Tiivistemateriaaleina käytetään rakennusmateriaalien päästoluokkaan M1 luokiteltuja tai muuten emissioiltaan alhaisiksi tunnettuja materiaaleja.
- Luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän sisäpinnan pölykertymän keskiarvo saa olla enintään 0,7 g/m suodatinmenetelmällä (Pasanen ym. 1999) mitattuna tai visuaalisesti arvioituna (Narvanne 2001). BM-Dustdetector-mittalaitteella mitattuna puhtausvaatimus $\leq 5\%$.
- Laitoksessa ei käytetä palautusilmaa lukuun ottamatta vain yhtä tilaa tai asuntoa palvelevia ilmanvaihtokoneita.
- Tuloilmassa ei saa käyttää hajusteita.

Kuitenkin työmaaolosuhteissa saattaa tulla vastaan tilanteita, joissa pintapölyn määrä ylittyy joissain yksittäisissä kohdissa tarkastusalueella eikä siivoustyön uusiminen koko tarkastusalueella olisi tarkoituksenmukaista. Tällaisissa tilanteissa tarkastus voidaan hyväksyä, jos seuraavat kaksi ehtoa täyttyvät jokaisessa pintaluokassa:

1. Kaikkien mittaustulosten keskiarvon on oltava pienempi tai yhtä suuri kuin sovitun laatutason mukainen enimmäisarvo. Keskiarvo on aina laskettava vähintään viiden geeliteippinäytteen perusteella.
2. Ylärajasta (1,5 x sovittua tasoa koskeva enimmäisvaatimus) poikkeavien arvojen lukumäärä ei saa olla alla olevan taulukon (taulukko 2) arvoa suurempi.

Taulukko 2. Pölykertymän ylärajasta (1,5 x sovittu enimmäisarvo) poikkeavien arvojen suurin sallittu lukumäärä jokaista pintaluokkaa kohden. (SFS-INSTA 800-1:2019, 35.)

Mittausten lukumäärä	Poikkeamien suurin sallittu lukumäärä per pintaluokka
5–9	1
10–14	2
15–19	3
20–24	4
25–29	5
30–33	6

Jos näytetarkastuksen tulos ei kuitenkaan täytä hyväksymiskriteerejä, niin erä luokitellaan hylätyksi ja hylkäyksestä ilmoitetaan välittömästi kaikille osapuolille.

Hylkäystilanteissa etenkin siivousurakoisijoille ja työmaan työnjohdolle olisi hyvä antaa käytännön vinkkejä ja toimia havaittujen puutteiden korjaamiseen ja ennaltaehkäisyyn tulevaisuudessa. Insta 800:ssa mainitaan, että ” ellei erää hyväksytä, on suoritettava uusi näytetarkastus 1 kuukauden kuluessa ilmoituspäivämäärästä.”. Tämä ohjeistus ei ole kuitenkaan rakennusosalalle soveltuva mm. aikataulutekijöistä johtuen, joten uusintatarkastus voidaan suorittaa heti, kun siivoustyön puutteet on saatu korjattua – kuitenkin aikaisintaan kahden tunnin päästä siitä, kun siivoustyöt on saatu valmiiksi tarkastettavalla alueella. (SFS-INSTA 800-1:2019, 20)

4.5 Insta 800 -standardi

Insta 800 -standardi on Islannin, Norjan, Ruotsin, Suomen ja Tanskan siivousalan yrittäjien, konsulttien, julkisen ja yksityisen sektorin kiinteistönomistajien, työnantajajärjestöjen, tutkimuslaitosten ja ammattijärjestöjen edustajien yhteistyössä laatima siivouksen teknisen laadun kuvaus- ja arviointijärjestelmä. (SFS-INSTA 800-1:2019, 4) Kyseiseen standardiin viitataan esimerkiksi Sisäilmastoluokitus 2018:ssa ja se antaa selkeät parametrit siivoustyön arvioimiselle ja onnistumisen todentamiselle.

Standardi on kuitenkin tarkoitettu ensisijaisesti jo käytössä olevien rakennusten siivoustyön ohjeistukseksi eikä se täten sovellu kaikilta osin rakennustyömaan olosuhteisiin.

4.6 Raportointi

Insta 800 -standardin luvussa 8 on eritelty tarkastuksista tehtäviä raportteja koskevat vaatimukset, joita soveltamalla P1-mittausten raporttien tulisi sisältää seuraavat tiedot:

- tarkastuksen tarkoitus (esim. "A-lohkon tilojen puhtauden arviointi")
- tarkastuksen suorittaneiden henkilöiden ja vastuuhenkilöiden nimet sekä ammattinimike/toimenkuva (esim. Matti Meikäläinen, siivousurakoitsijan työnjohtaja)
- tarkastettava kohde (yritys, työmaan osoite, kerros/lohko)
- tarkastuksen päivämäärä ja kellonaika
- mahdolliset tarkastukseen liittyvät erikoisjärjestelyt (esimerkiksi isompien tilojen jakaminen tarkastuslohkoihin).
- tarkastusyksikköjen lukumäärä kussakin erässä/kullakin näytteenotokerralla (N)
- tarkastettavaksi valittujen tarkastusyksikköjen lukumäärä (n)
- hyväksymisluku (Ac)
- hylkäysluku (jos käytetään kaksinkertaista näytteenottosuunnitelmaa)
- kaikkien otosten tulokset (hyväksytyt/hylätyt)
- hyväksytyjen tai hylättyjen tarkastusyksikköjen määrä kussakin otoksessa
- edellä mainittujen tietojen seuraukset, kuten mahdollinen ylimääräinen laadunvalvonta tai tarkastuksen keskeyttäminen.
(SFS-INSTA 800:1-2019, 23.)

Lisäksi raportin liitteeksi on hyvä lisätä ajantasaiset (IV-)pohjapiirustukset, joihin on merkitty tarkastetut tilat/tarkastusyksiköt ja se, täyttivätkö kyseiset tilat P1-puhtausluokan vaatimukset.

5 Johtopäätökset ja kehityskohteet

P1-puhtaudenhallinnan vaatimusten toteutumisen todentaminen työmaaolosuhteissa voi välillä olla haastavaa. Esimerkiksi alakattotiloihin asennettavan IV-laitteiston ja välipohjan välissä saattaa olla tasoja, joihin siivooja ei ylety tavanomaisilla siivousvälineillä. Tämän kaltaisissa tilanteissa urakoitsijoita tulisi ohjeistaa suojaamaan kyseiset rakenteet siten, että rakennustöistä syntyvä pöly ei pääse kulkeutumaan tasoille, joita ei saada siivottua jälkikäteen.

Ilmanvaihtojärjestelmien tarkastaminen on osoittautunut hankalaksi, koska erinäisistä syistä johtuen geeliteippimenetelmä ei sovellu etenkin halkaisijaltaan pienempien IV-putkien mittaamiseen. Näiltä osin ainoaksi tavaksi todeta kyseisten kanavien pölyn ja muun lian määrä on silmämääräinen arviointi tai suodatinmenetelmä, joka ei vaikuta käytössä olevalta mittaustavalla nykypäivän rakennustyömailla. Olemassa oleva referenssimateriaali IV-kanavien silmämääräiseen arviointiin on jo yli 20 vuotta vanhaa, joten sen päivittäminen ja laajentaminen käsittelemään eri tyyppisiä pintamateriaaleja vaikuttaa ajankohtaiselta.

Työmaan puhtaudenhallinnan tehtävillä on selvä yhteys etenkin kosteudenhallintaan, esimerkiksi rakennustarvikkeiden oikeaoppisen säilytyksen ja sisäilmastoon vaikuttavien korkeiden mikrobitasojen ennaltaehkäisyyn osalta. Puhtauden- ja kosteudenhallinnasta vastuussa olevien henkilöiden ja tahojen välisen kommunikaation ja tiedonvaihdon merkitys korostuu etenkin työmailla, joissa on samanaikaisesti käynnissä monta eri työvaihetta. Työmaan olosuhteiden kokonaisvaltaista hallintaa on kehitetty esimerkiksi Kuivaketju10- ja Terve talo -järjestelmien (tervetalokoordinaattori) avulla, mutta esimerkiksi puhtauden- ja kosteudenhallintakoordinaattorien ja mittausten suorittajien tehtävien yhdistämisessä ja tehokkaammassa synkronoinnissa on kehitettävää. Iso osa eri koordinaattorien (laskutettavasta) työajasta kuluu työmaakäynteihin sekä -kierroksiin, ja Terve talo -mallin kaltainen kokonaisvaltaisempi kosteus- ja

puhtausolosuhteiden koordinointi voi osoittautua selvästi eriteltyjä koordinoinnin vastuualueita tehokkaammaksi ratkaisuksi myös kustannusten näkökulmasta.

Lopuksi työmaalla käytännön ongelmaksi on noussut esiin P1-puhtaudenhallinnasta tiedottaminen ja sen puutteellisuus. Etenkin työmaalle myöhemmissä vaiheissa saapuvien urakoitsijoiden ja työntekijöiden asianmukaiseen kouluttamiseen tulee panostaa riittävästi. Työmaan P1-puhtaudenhallinnan onnistuminen on kiinni jokaisesta työmaan urakoitsijasta ja työntekijästä.

Lähteet

Hakala, V. 2021. Kvartsipöly rakennustyömailla. Opinnäytetyö (YAMK). Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Helsinki: Metropolia ammattikorkeakoulu. Viitattu 29.10.2022. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202104265747>

Kaikuranta, J. 2019. Kosteuden- ja puhtaudenhallintajärjestelmien ristiin vertailu. Opinnäytetyö (AMK). Tekniikan ja liikenteen ala. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 1.1.2023. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201903183343>

Järvinen, M. 2019. Terveellisen ja turvallisen toteutuminen rakentamisessa – koordinaattorien tehtävät hankkeissa. Opinnäytetyö (AMK). Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 1.1.2023. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019061517033>

LVI 05-10417. 2007. Rakennusten sisäilmaston suunnitteluperusteet. Helsinki: Rakennustieto.

RALA ry. n.d. Mikä on Kuivaketju10. Viitattu 1.1.2023. <http://kuivaketju10.fi/>

Ratu S-1225. Pölyntorjunta rakennustyössä. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu S-1236. 2021. Olosuhteiden hallinta rakentamisessa. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu TT 9.11. 2013. Ohjeita korjausrakentamisen pölyntorjuntaan. Tampere: Itä-Suomen yliopisto, Työterveyslaitos, VTT.

RT 07-11299. 2018. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Helsinki: Rakennustieto.

RT 18-11246. 2016. Asbesti rakentamisessa. Helsinki: Rakennustieto.

RT 20-11008. 2010. Rakennustuotteiden vapaaehtoiset sertifiointimenettelyt. Helsinki: Rakennustieto.

SFS-INSTA 800-1:2019. Siivouksen tekninen laatu. Osa 1: Siivouksen teknisen laadn määrittely- ja arviointijärjestelmä (INSTA 800-1:2018). 2. painos. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Strong-Finland Oy. n.d. Lait ja asetukset. Viitattu 3.12.2022.
<http://www.pölyntorjunta.fi/lait-ja-asetukset-2/>

SuLVI ry. 2016. Ohje 4, IV-kuntotutkimus. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tutkiminen. Suomen LVI-liitto, SuLVI ry.

Työsuojeluhallinto. n.d. Asbesti. Viitattu 3.12.2022.
<https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala/asbesti/>.

Tölli, A. 2021. Syöpävaaralliset pölyt rakentamisessa. Opinnäytetyö (AMK).
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Seinäjoki: Seinäjoen ammattikorkeakoulu.
Viitattu 29.10.2022. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-20210316>