



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

TIIVISTYSKORJAUSTEN TOIMINTAOHJE

Jarno Mäkelä

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2017
Rakennustekniikka
Talonrakennus



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Talonrakennus

MÄKELÄ JARNO:
Tiivistyskorjausten toimintaohje

Opinnäytetyö 23 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Kesäkuu 2017

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa tilaajayhtiön käyttöön rakentamisen korjaustöiden yhteydessä tehtävää tiivistyskorjausten valvontaa ja toteutusta avustava ohjekirja. Työnjohtajalle suunnattua toimintaohjetta voidaan käyttää myös henkilökunnan koulutusmateriaalina.

Ohje käsittää työvaiheet ja työtavat rakennusvaiheen alusta alkaen tilojen käyttäjälle luovutukseen asti. Työtä voi käyttää soveltuvasti suureen osaan erilaisista tiivistyskorjauksista. Tiivistyskorjausten luonteen monipuolisuuden vuoksi erikoisemmat kohteet vaativat lisäsuunnittelua.

Pääasiallisesti ohje jää tilaajan käyttöön luottamukselliseksi. Tässä raporttiosiossa kuvataan ohjeen luonnetta sopimuksen sallimissa rajoissa, selvennetään sen käyttötarkoitusta ja linkittyvyyttä korjausprojektiin.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in construction engineering
Building construction

MAKELA JARNO:

Manual for air tightness improvement in buildings

Bachelor's thesis 23 pages, appendices 3 pages

May 2017

The purpose of the thesis is to produce a manual for ATL-Rakennushuolto to be used alongside renovations as a guide for supervision and completion of a project to improve a buildings air tightness. The manual designed for a foreman can also be used as educative material.

The manual includes the work processes and methods from the beginning of the construction phase to a room ready for use. This project can be applied to a wide variety of air tightness improvement works. Because of the differentiating nature of aforementioned projects extra designing is needed for more unique structures.

The actual guide stays mainly classified and in the use of ATL-Rakennushuolto. The guide is described in this report as the contract between the writer and the company allows. More so this report clarifies the guides purpose and usability in a project.

Key words: air tightness, indoor air quality problems, report

SISÄLLYS

| | | |
|---|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 6 |
| 2 | Tilaaaja..... | 7 |
| 3 | Tietolähteet..... | 8 |
| 4 | Ohjeen sisältö | 9 |
| | 4.1 Tavoite | 9 |
| | 4.2 Teoria..... | 9 |
| | 4.3 Työkortit | 10 |
| | 4.4 Käyttökohteet..... | 10 |
| | 4.5 Käyttäjät..... | 10 |
| | 4.6 Valvonta..... | 10 |
| 5 | Ohjeen käytettävyys | 11 |
| | 5.1 Ohjeen avulla ratkaistavat ongelmat..... | 11 |
| | 5.1.1 Mikrobiperäiset haitta-aineet | 11 |
| | 5.1.2 Radon | 13 |
| | 5.1.3 Epäorgaaniset kuidut (mineraalivillapöly)..... | 14 |
| | 5.1.4 Työn aiheuttama epäorgaaninen pöly | 15 |
| | 5.1.5 Muut työn aikaiset sisäilmastolliset ongelmat | 17 |
| | 5.2 Vaaditut lähtötiedot..... | 22 |
| | 5.3 Ohjeen käytön jälkeen | 23 |
| 6 | Ohjeen perusteella toteutetun korjauksen toimivuus..... | 24 |
| | 6.1 Osastointi ja alipaineistus | 24 |
| | 6.2 Tiivistys | 25 |
| | 6.3 Purettujen rakenteiden kokoonpano..... | 27 |
| 7 | POHDINTA..... | 30 |
| | LÄHTEET..... | 31 |
| | LIITTEET | 33 |
| | Liite 1. Kuntotutkimusraportin mallipohja (Pitkäranta, M. 2016.) | 33 |
| | 34 | |
| | Liite 2. Esimerkkikuva työkortista: Alipaineistus | 35 |

LYHENTEET JA TERMIT

| | |
|-------------------|--|
| HTP-arvo | Haitallisiksi tunnettujen pitoisuuksien ohjeraja-arvo |
| HTP _{8h} | HTP-arvo 8 tunnin aikana |
| Hengittyvä pöly | Hiukkaset, jotka pysähtyvät jäävät ylähengitysteihin |
| Alveolijae | Hiukkaset, jotka kulkeutuvat syvimmälle, keuhkorakkuloihin asti |
| Konvektio | Ilmavirtaus |
| Emissio | Materiaalista huoneilmaan kulkeutuva kemikaalipäästö |

1 JOHDANTO

Rakennusten osakorjauksissa ja remonteissa työn pöly- sekä hiukkasrasitusten rajausta on tärkeää. Opinnäytetyö toimii ohjeistavana tekstinä ja työrunkona tiivistyskorjausten tekemisessä korjausrakentamisessa sekä koulutusmateriaalina uusille työnjohtajille. Ensimmäinen tavoite on parantaa ja nopeuttaa työn laadukasta toteutusta. Toinen tavoite on lisätä turvallisuutta ja parantaa korjausprojektiorganisaation yhteistyökykyä. Ohjeiden yksityiskohdat ovat muokattavissa tilaajan ja käyttäjän toiveiden ja vaatimusten mukaisesti.

Ohjeen mukaiset korjaukset tulevat tarpeellisiksi, kun rakenteessa havaitaan terveydelle haitallisia aineita ja tiivistysratkaisu on käytännöllisin ja taloudellisin ratkaisu. Tiivistyskorjauksissa ongelmakohdat keskittyvät työn tarkkaan toteutukseen ja laadunvarmistukseen. Tiivistysten täytyy olla aukottomia ja toteutettu kauttaaltaan niiden toiminnan takaamiseksi. Sisäilmaongelmien aiheuttajat ovat selvillä, mutta joidenkin osa-alueiden ja niiden yhteistoiminnan tutkiminen ja ymmärtäminen on niiden monimuotoisuuden vuoksi puutteellista.

Tässä opinnäytetyön raporttiosassa kerrotaan miksi tämänlainen ohje on tarpeellinen ja mitä asioita se pyrkii parantamaan. Koska ohje on lähes kokonaan luottamuksellinen ja käytössä vain tilaajalla, käydään tässä raportissa läpi ohjeen luonteeseen liittyviä asioita yleisemmällä tasolla.

2 Tilaaja

Tiivistyskorjausten toimintaohjeen tilasi pääkaupunkiseudulla toimiva rakennusliike ATL-Rakennushuolto. ATL-Rakennushuolto toimii tytäryhtiönä yhteistyössä ERAT-arkkitehtien kanssa toteuttaen sekä projektin arkkitehtisuunnittelun että rakentamisen.

Rakennusliike työskentelee pääasiassa korjausrakentamisen parissa ja suuri osa työstä liittyy tiivistyskorjauksiin. Tarve ohjeelle ja työnjohtajan koulutusmateriaalille syntyi yhtiön kasvun, henkilökunnan vaihtumisen sekä mahdollisen sijaishenkilön tarpeen myötä. Tiivistyskorjausten toimintaohje on käyttöönnotosta lähtien tilaajalla yksityisesti käytössä ja arvioitavana. Ohjeeseen tehdään päivityksiä tarpeen tullen.

3 Tietolähteet

Aihe on erittäin käytännönläheinen, joten parhaana tiedonlähteenä toimii kirjoittajan oma kokemus työnjohtajana tiivistyskorjausten parissa kahdeksan kuukauden aikana. Oman kokemuksen lisäksi tietoa hankittiin kokeneemmilta työntekijöiltä, niin työnjohtajilta kuin rakennusammattimiehiltä. Työntekijöitä haastateltiin ja asioista keskusteltiin havaittujen ongelmien ratkaisemiseksi tai tulevien ennaltaehkäisemiseksi. Näiden kuukausien aikana käynnissä oli kahdeksan eri tiivistyskorjaustyömaata. Kohteissa oli useita eri rakenneratkaisuja laajuuksien vaihdellessa yhdestä huoneesta koulun 150 luokkahuoneeseen.

Toisena tiedonlähteenä työssä on käytetty kirjallisuutta, jolla täydennetään käytännön perusteena olevaa ja kokein tutkittua teoriaa. Opinnäytetyöhön on haettu kirjallisuudesta mm. lakipykälää sekä tutkimustuloksia. Tietolähteitä yhdistelemällä on mahdollisuus muodostaa kokonaisuus, joka ohjaa työn kulkua helposti ymmärrettävästi ja perustellusti.

4 Ohjeen sisältö

4.1 Tavoite

Sisällöllisesti tavoitteena oli tehdä ohje, jonka avulla kokemattomankin työnjohtajan on mahdollista ohjata työskentelyä ja saattaa yhteistyössä muiden osapuolten kanssa korjaukset loppuun laadukkaasti ja turvallisesti. Rakenne on korjausprojektin mukaan kronologisesti suunniteltu siten että ohjeen voi käydä läpi vaihe vaiheelta ja työskennellä sen mukaan.

4.2 Teoria

Tiivistyskorjausten toimintaohje koostuu teoria- ja työkortti-osiosta. Teoriaosa on 35 sivun mittainen teksti- ja kuvadokumentti. Sisältö keskittyy työn ohjaamiseen kaikissa seuraavissa työn vaiheissa:

- Osastointi
- Alipaineistus
- Suojaus
- Purkutyö
- Tiivistys
- Laaduntarkastus
- Kokoonpano
- Siivous
- Suojausten purku

Sen tarkoitus ja tavoite on perehdyttää työnjohtaja tiivistyskorjausten ydinasioihin ja antaa mahdollisuudet toimia työnjohtajana tiivistyskorjaustyömaalla. Osastointi kappale ei liity palo-osastointiin vaan työn aikaiseen pölynhallintaan. Kokoonpanovaihe tarkoittaa tiivistysten tieltä purettujen rakenteiden takaisin asennusta.

4.3 Työkortit

Työkortit ovat tehty teoriaosuuteen perustuen ja sisältävät kaikista yllämainituista työvaiheista tärkeimmät asiat tiivistettyinä. Korttien on tarkoitus toimia eräänlaisina muistilistoina ja helposti käsiteltävinä apuvälineinä työmaalla. Tavoite on nopeuttaa ja edesauttaa laadukkaan toteutuksen onnistumista.

Liitteessä 2 on esimerkkikuva työkortista.

4.4 Käyttökohteet

Ohjeen sisältöä on mahdollista käyttää monipuolisesti rakenteista, rakennuksesta tai sen käyttötarkoituksesta riippumatta. Työ on alun perin suunniteltu Espoon kaupungin kiinteistöille julkisiin, korjauksen aikana käytössä oleviin rakennuksiin, mutta sitä voidaan soveltaa myös pientaloissa. Erikoisvaatimuksia omaavissa rakennuksissa kuten sairaaloissa käytettäessä on huomioitava ohjeen kohdekohtaiset vajavaisuudet.

4.5 Käyttäjät

Käyttäjät-osiossa korostetaan työnjohtajan ja käyttäjän kanssakäymisestä. Julkisissa rakennuksissa kuten kouluissa työnjohtajalla on päivittäin kohtaamisia henkilökunnan eli käyttäjien kanssa. Tämä osa ohjeesta kertoo tiedonkulun ja tiedottamisen tärkeydestä käyttäjän kanssa.

4.6 Valvonta

Valvonta on yleisesti jokaisen työntekijän vastuulla millä tahansa työmaalla, mutta tässä kappaleessa keskitytään työnjohtajan velvollisuuksiin. Painopiste on asioissa, joihin pitää keskittyä julkisissa, käytössä olevissa tiivistyskorjauskohteissa. Käytännössä kaikki asiat, joita valvotaan, liittyy työntekijöiden, käyttäjien tai sivullisten terveyteen. Terveysvaikutukset voivat ilmetä työtapaturmina, virheellisenä työtapana, puutteellisena työn jälkeenä ym.

5 Ohjeen käytettävyys

5.1 Ohjeen avulla ratkaistavat ongelmat

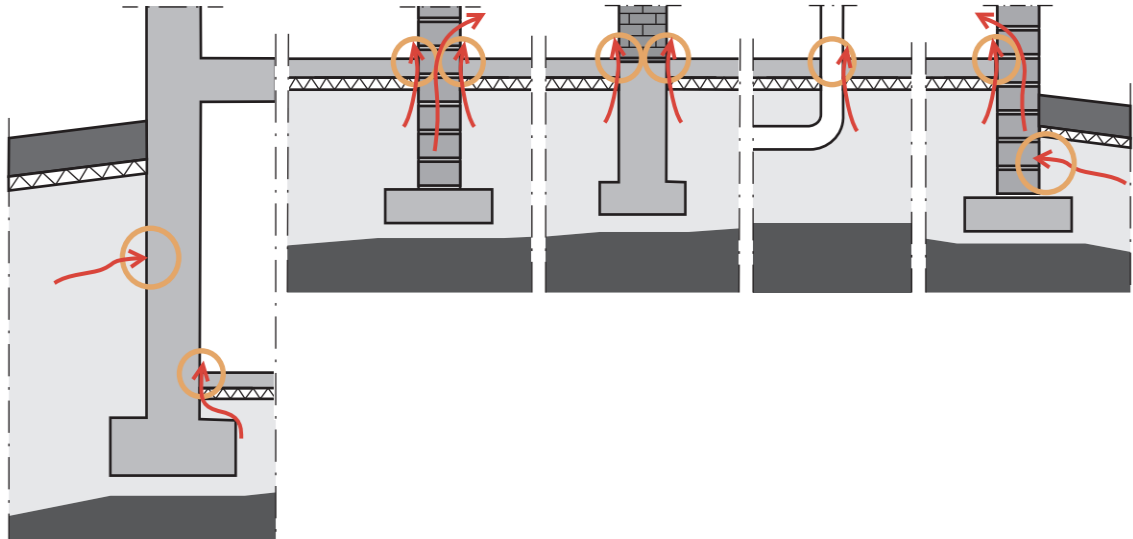
Tämä ohje käsittelee huonetilaan konvektion avulla rakenteiden halkeamien ja saumojen kautta päätyvien haitta-aineiden kulun estämistä. Kulkeutuvien epäpuhtauksien lähteinä ovat mm. alapohjan alapuoliset rakenteet, seinien tuuletus- ja eristetilat sekä välipohjien sisäiset rakenteet. Ratkaisevat haitta-aineet ovat mikrobiperäiset aineet, radon, epäorgaaniset kuidut sekä työn aiheuttama pöly.

5.1.1 Mikrobiperäiset haitta-aineet

Mikrobiperäisten epäpuhtauksien kulkeutumisesta rakenteiden läpi huoneilmaan on jonkin verran tutkittua tietoa. Ulkoilmassa ja maaperässä on luonnollisesti mikrobeja. Siksi maaperään ja ulkoilmaan kosketuksissa olevissa vaipparakenteissa (ulkoseinät, alapohja ja yläpohja) on lähes aina ulkoilmasta sekä maaperästä kulkeutuneita mikrobeja. Epäpuhtauksien sijainti, määrä ja ominaisuudet vaikuttavat siihen, tulkitaanko epäpuhtaudet vaurioksi ja onko niillä sisäilman laatua huonontavia vaikutuksia. Epäpuhtaudet heikentävät sisäilman laatua päästessään huonetilaan liian suurina pitoisuuksina.

Maaperän ja ulkoilman mikrobit ovat luonnollinen olosuhde ja suunnittelussa huomioitava reunaehto. Esimerkiksi rakennuksen alla maaperässä on tyypillisesti mikrobikasvulle suotuisat lämpö- ja kosteusolosuhteet. Maan huokosilman suhteellinen kosteuspitoisuus on lähellä 100 %RH. Maapohjan lämpötila rakennuksen alla on normaaleissa käyttöolosuhteissa noin +15...+16 °C. Mitä voimakkaampi epäpuhtauslähde on ja mitä lähempänä huoneilmaa se sijaitsee, sen todennäköisempiä haitalliset vaikutukset ovat. (RIL 250-2011, Leivo ym. 2002, Leivo 2007, Kurnitski ym. 1999).

Alapohjan alla olevat maakerrokset ovat massan materiaalista riippumatta enemmän tai vähemmän huokoisia, joten ilma liikkuu myös laatan alla. Tästä syystä epäpuhtauksien on mahdollista liikkua konvektion mukana sisätilaan epätiivetyshkohdista, sisätilan ollessa alipaineinen suhteessa alapohjan alapuoliseen tilaan. Ryömintätilallisissa alapohjissa on havaittu vähemmän mikrobien tai radonin aiheuttamia ongelmalähteitä. Kuvassa 1 on tyypillisiä alapohja vuotokohtia.



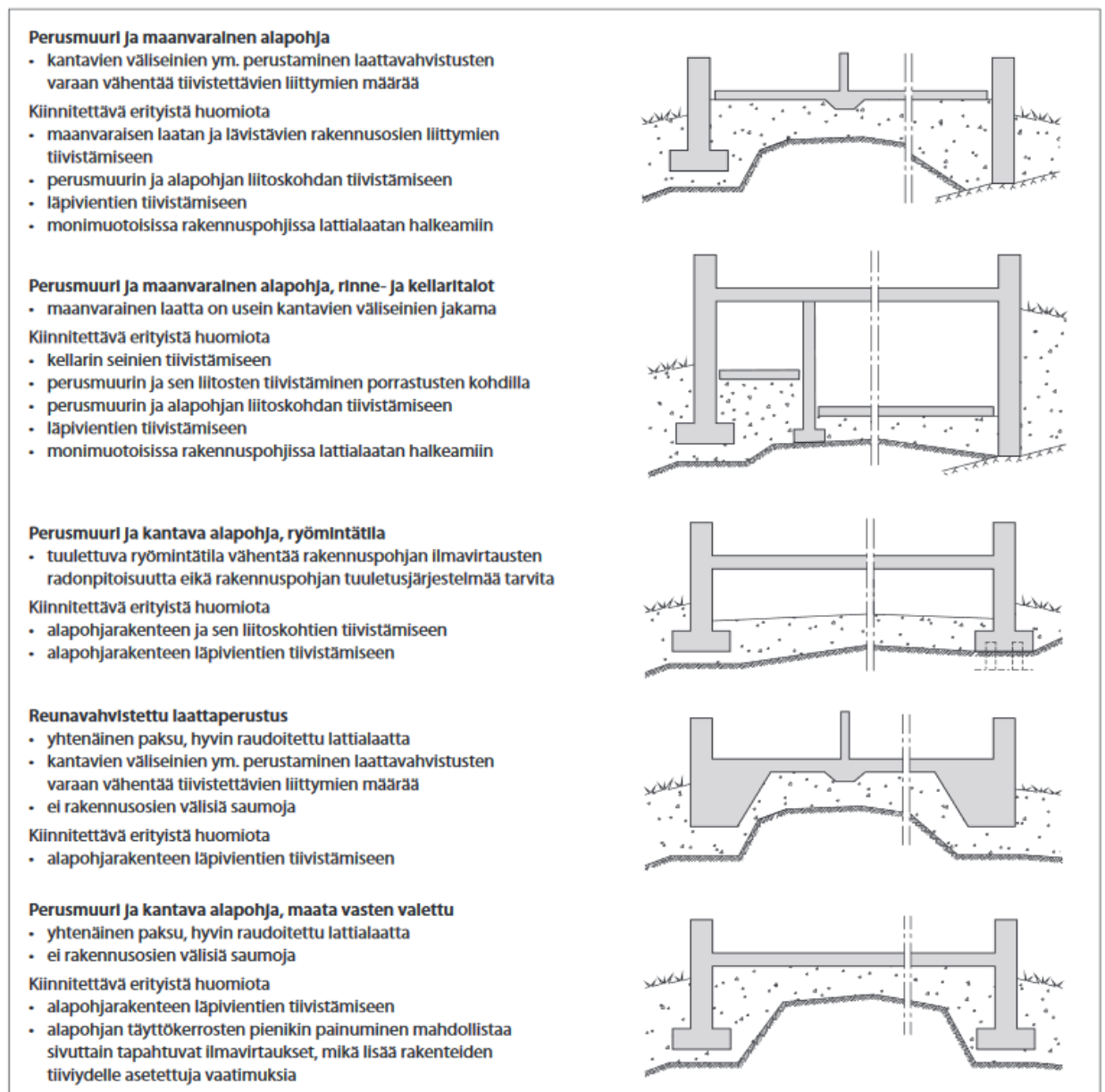
KUVA 1. Tyypillisiä ilmanvuotokohtia maanvaraisen laatan liitoksissa (RATU 14-11197)

Pessi ym. tekemässä tutkimuksessa (1999) todettiin mikrobien kasvavan seinän kivi-, puu-, eriste- sekä saumausrakenteissa. Tuuletusvälillisiin rakenteisiin päätyy tuuletusilman mukana enemmän mikrobeja kuin välittömiin. Sisätilojen ollessa alipaineistettuja epäpuhtaudet päätyvät rakenteiden epätiivyyden kohtien kautta huoneilmaan.

Ulkoseinissä vuotokohtat tarkoittavat höyrynsulun puutteita, jotka sijaitsevat yleisimmin rakenteiden liitoskohdissa. Tämänhetkisen Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa C2 asettaa sisäpinnan tiiveyden vaatimukset. Määräyksissä sanotaan, että ilmansulun ja ilmansulkuna toimivan höyrynsulun saumat, reunat ja läpivientikohdat on tiivistettävä huolellisesti. Lisäyksenä tarkennus kyseisistä alueista selostaa ilmansulun sekä tuulen- suojan tiiveyden pakollisuudesta seinän ala-, ylä- ja välipohjien liittymissä ja ikkunoiden ja ovien karmien saumoissa.

5.1.2 Radon

Tutkitumpi haitta-aine on Suomessa yleinen radon, radioaktiivinen kaasu. Arvela H:n ym. (2003) laatimassa rakennustietokortissa kerrotaan radonin syntyvän kaikesta mineraalainesta sisältävistä rakennusaineista ja maaperästä. Merkittävin määrä radonia (30 000...100 000 Bq/m³) on valmiiksi maaperän huokosilmassa. Tämä on kiviaineksessa olevan uraanin ja radiumin hajoamisreaktion seurausta. Rakentamismääräyskokoelmassa säädettiin vasta 2004 lopullisesti pakolliseksi ottaa radon huomioon suunnittelussa, poikkeuksena selkeästi osoittavat tutkimukset radonin ohjearvon (200 Bq/m³) alittumisesta (RakMk osa B3). Kuvassa 2 kuvataan eri perustusratkaisujen vaikutuksista tiivistyksen radontekniseen suunnitteluun.



KUVA 2. Eri perustusratkaisujen vaikutuksesta tiivistämisen radontekniseen suunnitteluun (RT 81-11099)

5.1.3 Epäorgaaniset kuidut (mineraalivillapöly)

Mineraalivillapölyn haitallisuus tiivistyskorjauksen suhteen tulee kyseeseen pääasiassa rakennuksen lämmön- ja ääneneristeissä. Tarkemmin sanottuna villapölyä joutuu ilmaan vaipparakenteiden eristeistä, akustiikkalevyistä sekä ikkunoiden ja ovien ääneneristeistä. Sen olemassa olevat haitat ovat vähemmän keskusteltu aihe kuin muilla haitta-aineilla, kuten asbestilla ja homepölyllä.

Villapöly on rakenteeltaan kuitumaista, asbestia muistuttavaa. Suuren kokonsa vuoksi villakuidut eivät päädy keuhkojen seinämien sisään eikä aiheuta niin suuria terveysongelmia. Epäorgaaniset kuidut aiheuttavat lähinnä ärsytystä ylähengitysteissä, iholla ja silmissä sekä saattavat altistaa ylähengitysteiden tulehduksille. Toimenpidearvona pidetään harvoin siivotuilta pinnoilta otetuilla teippinäytteillä yli 10kpl/cm².(Sisäilmäyhdistys.fi)

Kuten mikrobit ja radon, epäorgaanisia kuituja päätyy ilmavirtojen kautta vuotokohdista sisäilmaan yllä mainituista rakenteista. Normaalisti rakenteista tuleva pölyn määrä on pientä eikä ole tiivistyskorjausten aiheuttaja. Radonin tai mikrobien kulkua estettäessä pysäytetään myös villojen kuidut tehokkaasti, tarkkaavaisuutta tarvitaan läpivientien ja sisäovien ja ikkunoiden eristeiden tiivistämisessä.

Vaikkakin ohjeessa keskitytään vain tiivistämiseen haitta-aineiden estämiseksi, läpivientien ollessa kyseessä otetaan myös huomioon tiivistys palotilanteen kannalta (palokatkosten tekeminen). Suomen Palokatkoyhdistys ry:n palokatko-oppaassa selvennetään palokatkon olevan sähköjohtojen, putkien tai muiden teknisten järjestelmien palotekninen tiivistys läpäistävän rakenteen palo-osastointia vastaavaksi (palokatkoyhdistys.fi). Läpivientien tiivistämisessä se vaikuttaa yleensä ainoastaan käytettävään materiaaliin, toisinaan vaativammassa paloluokissa joudutaan käyttämään kestävämpiä ratkaisuja. Vaativammassa tapauksessa työmateriaalin ja -tavan kertoo tiivistyskorjausten suunnittelija.

5.1.4 Työn aiheuttama epäorgaaninen pöly

Työn aikana aiemmin mainittujen haitta-aineiden pitoisuus kasvaa ja sen lisäksi ilmaan joutuu muuta ainesta, kuten kivipölyä. Kaikkein tärkein asia on parantaa asumisterveyttä, joten korjaukset eivät saa aiheuttaa lisää haittoja.

Rakennuksessa valmiiksi olevaa haittaa väärin korjattaessa on mahdollista aiheuttaa vakavampia, laajempia ja pitkäkestoisempia ongelmia. Haitta-ainepäästöt ovat työn aikana suurimmillaan rakenteita avattaessa ja rakenteita työstettäessä. Pölynhallinta ja henkilökohtaiset suojaimet ovat tiivistyskorjauksen tärkein osa aukottoman tiiveyden ohella.

Suurin työn aiheuttama ilman epäpuhtaus korjaustyömailla on betonipöly, jota irtoaa eniten betonin hionnassa. Hionta on työvaihe, joka tapahtuu jokaisessa betonirakenteisessa tiivistyskohteessa.

Riihimäki ym. (2008) kirjoittavat asiasta että, työn aikaisten epäpuhtauksien raja-arvot on määrittänyt sosiaali- ja terveysministeriö asetuksessaan 2013/2011. Raja-arvojen mittarina käytetään HTP-arvoja, jotka ovat arvioita pienimmästä pitoisuudesta epäpuhtautta, joka aiheuttaa vaaraa työntekijän terveydelle, turvallisuudelle tai lisääntymiskyvylle. Hengittävälle epäorgaaniselle pölylle raja-arvoksi on määritetty $HTP_{8h} = 10\text{mg}/\text{m}^3$. Alveolijakeiselle epäorgaaniselle pölylle ei ole Suomessa määrätty HTP-arvoa. Alveolijakeiselle epäorgaaniselle pölylle voidaan mittarina käyttää suhteutusta HTP-arvoon seuraavasti:

- Altistuminen vähäistä jos pitoisuus <10 % HTP-arvosta
- Altistuminen kohtalaista jos pitoisuus = 10- 50 % HTP-arvosta
- Altistuminen merkittävää jos pitoisuus = 50- 100 % HTP-arvosta
- Altistuminen liiallista jos pitoisuus >100 % HTP-arvosta

Taulukossa 1 on nähtävillä mittaustuloksia betonipölyn alveolijakeen pitoisuudesta eri työvaiheissa.

TAULUKKO 1. Mittaustuloksia alveolijaepitoisuuksista betonia työstettäessä (Lappalainen V. 2012)

| TYÖVAIHE | PITOISUUS (mg/m ³) | HUOMIOT | VIITE |
|---|-----------------------------------|--|-----------------------------|
| Betonin hionta | 866 | testikammio, henkilökohtainen altistuminen | Akbar-Khanzadeh ym. 2007 |
| Betonin hionta | 250 | testikammio | Akbar-Khanzadeh ym. 2010 |
| Piikkaus ja betonin hionta | 6 | henkilökohtainen altistuminen | Asikainen ym. 2009 |
| | 2 | työskentelyalueen pitoisuus | |
| Seinä- ja kattotasoitteen ruiskutus | 7 | henkilökohtainen altistuminen | Asikainen ym. 2009 |
| | 2 | työskentelyalueen pitoisuus | |
| Lattiatasoitteen hionta | 1 | henkilökohtainen altistuminen | Asikainen ym. 2009 |
| | 1 | työskentelyalueen pitoisuus | |
| Betonitiilen katkaisu | 44 | testikammio | Carlo ym. 2010 |
| Betonin hionta | 27 | vaihteluväli suuri (2-84) | Echt ja Shulman 2002 |
| Betoniharkon leikkaus | 56 | henkilökohtainen altistuminen, vaihteluväli suuri (21-115) | Echt ym. 2007 |
| Piikkaus | 1 | henkilökohtainen altistuminen | Echt ym. 2004 |
| Laastin hionta | 11 | henkilökohtainen altistuminen | Heitbrink 2000 |

5.1.5 Muut työn aikaiset sisäilmastolliset ongelmat

Seuraavilla sivuilla käsitellään myös työn aikana pölynhallinnan lisäksi huomioon otettavia seuraavia kolmea sisäilmastollista kriteeriä:

- Lämpötila
- Melu
- Materiaalipäästöt

Ensimmäisenä listassa on lämpötilavaikutukset; Lähes jokaiseen tiivistyskorjaukseen kuuluu käsittely ulkoseinien ja lattian saumoille, joiden työstämisen mahdollistamiseksi lämpöpatterit on irrotettava seinältä. Tämän lisäksi alipaineistuksen puhallus- tai imu-putki on johdettava ulos, joka aiheuttaa mm. puutteellisen kohdan lämmöneristykseen. Ulkolämpötilan ollessa alhainen nämä puutteet lämmityksessä ja lämmöneristyksessä täytyy huomioida ja korvata väliaikaisilla ratkaisuilla, jotta hyväksyttävät sisäolot säilyvät. Seuraavan sivun taulukossa 2 on sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjeen mukaisia suosituslämpötiloja. Huoneen lämpötilan alittaessa välttävän tason ovat terveyshaitat ja etenkin alentunut viihtyvyys mahdollisia. Vaikka välttävän tason ylitys riittäisi asumisterveysohjeen mukaan, on hyvä ottaa huomioon käyttäjän tarpeet ja toiveet.

TAULUKKO 2. Asumisterveysohjeen määrittämät lämpötilasuositukset (Sosiaali- ja terveysministeriö, 2003)

TAULUKKO 1.

LÄMPÖILOJEN LÄMPÖTILAINDEKSIEN / ILMAN VIRTAAUSNOPEUDEN OHJEELLISIA ARVOJA

| Asunto ja muu oleskelutila | välttävä taso | TI | hyvä taso | TI |
|---|------------------|----|-------------|----|
| Huoneilman lämpötila (°C) ¹⁾ | 18 ¹⁾ | | 21 | |
| Operatiivinen lämpötila (°C) | 18 ²⁾ | | 20 | |
| Seinän lämpötila (°C) ³⁾ | 16 | 81 | 18 | 87 |
| Lattian lämpötila (°C) ³⁾ | 18 | 87 | 20 | 97 |
| Pistemäinen pintalämpötila (°C) | 11 ⁴⁾ | 61 | 12 | 65 |
| Ilman virtausnopeus ⁵⁾ | vetokäyrä 3 | | Vetokäyrä 2 | |

- 1) Huoneilman lämpötila ei saa kohota yli 26 °C, ellei lämpötilan kohoaminen johdu ulkoilman lämpimyydestä. Lämmityskaudella huoneilman lämpötilan ei tulisi ylittää arvoa 23 – 24 °C.
- 2) Palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa huoneilman lämpötilan ja operatiivisen lämpötilan välttävä taso on 20 °C sekä lattian pintalämpötilan välttävä taso 19 °C.
- 3) Keskiarvo standardin SFS 5511 mukaan määriteltynä kun ulkoilman lämpötila on – 5 °C ja sisäilman lämpötila + 21 °C. Mikäli mittausolosuhteet poikkeavat vertailuolosuhteista, käytetään lämpötilaindeksillä laskettua vastaavaa pintalämpötilaa.
- 4) Lämpötilaindeksiä 61 % vastaava pintalämpötila. Lämpötilaindeksi on laskettu lämpötilaindeksin laskentakaavan mukaan vastaamaan 9 °C pintalämpötilaa (huoneilman lämpötilaa 21 °C ja suhteellista kosteutta 45 % vastaava kastepistelämpötila) kun ulkoilman lämpötila on – 10 °C ja sisäilman lämpötila 21 °C. Ikkunan, seinänurkkien ja putkien läpiviennin alin hyväksyttävä pintalämpötila.
- 5) Ilman virtausnopeuden enimmäisarvo, joka määräytyy standardin SFS 5511 kuvan 7 vetokäyristä.

Toisena listassa on melu; Melu on haitta, joka täytyy ottaa huomioon. Sitä aiheutuu jokaisella rakennustyömaalla. Toimintaohjeeseen liittyen melulla on vaikutusta kun työ tapahtuu samanaikaisesti käytössä olevissa kiinteistöissä. Työskentelyä täytyy säädellä, vaimentaa ja porrastaa riippuen melun aiheuttamasta häiriöstä. Asumisterveysohjeessa löytyy eri tilojen ja käyttötarkoitusten mukaan ohjearvot melulle, jotka ovat mainittu taulukossa 3. Ohjearvoista huolimatta on kuitenkin suositeltavaa keskustella käyttäjän kanssa mahdollisesta melun aiheuttamasta häiriöstä ja toimia sen mukaan.

Tiivistyskorjauksessa melun haitta on haasteellinen sillä yleensä vain rakenteiden ja suojausten massiivisuus rajoittaa melun volyyymia ja sen etenemistä. Melun haaste täytyy ratkaista kohteissa tapauskohtaisesti tilaajan tarpeet huomioiden.

TAULUKKO 3. Asumisterveysohjeen asettamat ohjearvot melulle (Sosiaali- ja terveysministeriö)

TAULUKKO 2

**PÄIVÄ- JA YÖAJAN MELUTASOJEN OHJEARVOT ASUNNOISSA JA
MUISSA OLESKELUTILOISSA**

| Huoneisto ja huonetila | $L_{Aeq,07-22\text{ h}}$ | $L_{Aeq,22-07\text{ h}}$ |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Asuinhuoneisto | | |
| - asuinhuoneet, paitsi keittiö | 35 dB | 30 dB ⁽²⁾ |
| - asunnon muut tilat ⁽¹⁾ ja keittiöt | 40 dB | 40 dB |
| Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat | | |
| - potilashuoneet, majoitushuoneet | 35 dB | 30 dB |
| - päiväkodit, lapsien ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitettut huoneet | 35 dB | 30 dB ⁽³⁾ |
| Kokoontumis- ja opetushuoneistot | | |
| - luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänenvahvistuslaitteiden käyttöä. | 35 dB ⁽⁴⁾ | - |
| - muut kokoontumistilat ⁽⁴⁾ | 40 dB ^(4,6) | - |
| Työhuoneistot (yleisön kannalta) | | |
| - yleisön vastaanottotilat ja toimistohuoneet | 45 dB ^(4,7) | - |

- 1) Asunnon muita tiloja ovat mm. kylpyhuone, sauna, vaatehuone ja apukeittiö. Jos tällainen tila tai keittiö muodostaa yhteistilan asuinhuoneen kanssa, ohjearvona on asuinhuoneen arvo.
- 2) Asuntojen makuuhuoneisiin yöaikaan kuuluvalla musiikkimelulle ja matalataajuiselle melulle on annettu jäljempänä kohdassa 5.3 ja 5.4 erilliset ohjearvot.
- 3) Yöarvoa sovelletaan vain huoneisiin, joissa nukutaan yöaikaan.
- 4) Ohjearvo aikana, jona yleisö oleskelee huoneessa. Äänitasot saavat olla korkeampia aikoina, jolloin huoneessa ei ole yleisöä. Kuulovammaisten ja kielenopetuksen luokkahuoneille suositellaan ohjearvoksi 30 dB.
- 5) Muita kokoontumistiloja ovat esimerkiksi kokoontumistilojen lämpiöt ja ravintolasalit.
- 6) Tiloissa, joissa harjoitettu toiminta ei edellytä yleisön saavan puheesta tai muista äänistä selvää, voidaan käyttää 5 dB suurempaa ohjearvoa.
- 7) Jos esimerkiksi yleisön ja palvelun intymiteettisuoja edellyttää kuuluvuuden rajoittamista samassa huoneessa olevasta palvelupisteestä toiseen, puhetta voidaan peittää ohjearvoa voimakkaammalla, säädettävällä kohinalla tai taustamusiikilla.

Kolmantena listassa ovat materiaalipäästöt; Sisätiloissa työskennellessä materiaalivalinnat ja niihin liittyvät emissiot ovat tärkeitä. Maalit, akryylit ym. on lähtökohtaisesti valittava vähäisen emissionsa mukaan. Suomessa matalaemissioisissa tuotteissa käytetään M1-luokitusta, jonka myöntää rakennustietosäätiö. ”Luokituksessa asetetaan vaatimuksia ainoastaan materiaaleista huoneilmaan kulkeutuville kemiallisille päästöille eli emissioille. Ainoa tuotteen koostumukseen kohdistuva vaatimus on vaatimus laastien, tasotteiden ja silotteiden kaseiinittomuudesta.” (Rakennustietosäätiö) Tuotteet tunnistaa siinä olevasta kuvan 3 mukaisesta merkistä. Poikkeustilanteissa, joissa tilanteeseen ei ole sopivaa M1-luokituksen omaavaa tuotetta, voidaan yhteisen sopimuksen mukaan käyttää korvaavaa tuotetta. Taulukossa 4 on materiaalien testattavat ominaisuudet ja niiden raja-arvot. M1 ja suurempipäästöiseen M2-luokkaan pääsevät materiaalit, jotka täyttävät taulukon 4 ominaisuudet neljän viikon ikäisinä.



KUVA 3. Vähäpäästöisten rakennustarvikkeiden tunnus (Rakennustietosäätiö)

TAULUKKO 4. M1 ja M2-luokituksen raja-arvot päästöille (Rakennustietosäätiö)

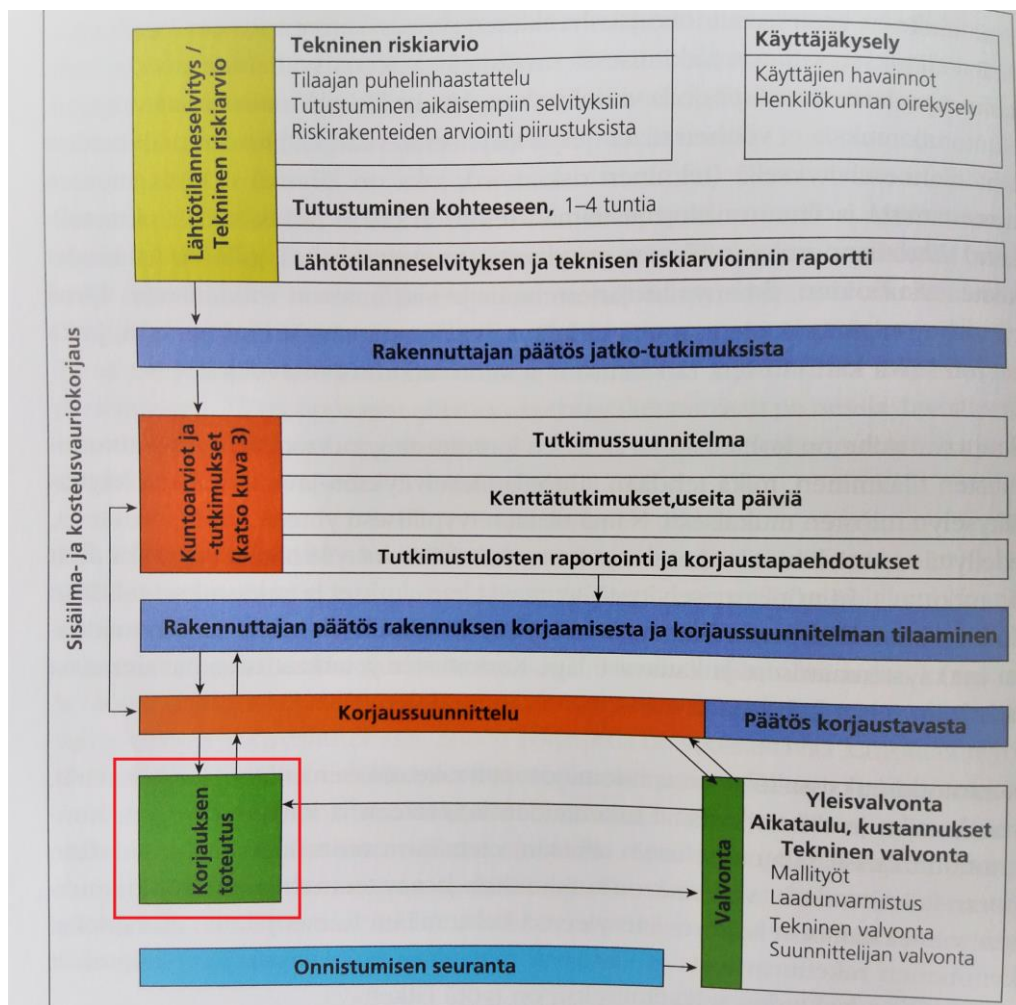
| Tutkittavat ominaisuudet | M1 [mg/m ² h] | M2 [mg/m ² h] |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC) kokonaisemissio. Yhdisteistä tunnistettava vähintään 70%. | < 0,2 | < 0,4 |
| Formaldehydin (HCOH) emissio | < 0,05 | < 0,125 |
| Ammoniakin (NH ₃) emissio | < 0,03 | < 0,06 |
| (EC) No 1272/2008 luokittelun mukaisten luokkaan 1A ja 1B kuuluvien karsinogeenisten aineiden emissio ^{1*} | < 0,005 | < 0,005 |
| Haju (epämiellyttävien havaintojen määrä alle 15%) ^{2*} | ei haise | ei haise |

1* ei koske formaldehydiä

2* Aistinvaraisen arvioinnin tulos on oltava vähintään +0,0

5.2 Vaaditut lähtötiedot

Mahdollisuus soveltaa ohjetta alkaa tilanteesta, jossa rakennusmiehet voivat aloittaa työnsä. Tätä ennen on urakkatarjouksessa määritetty lähtötietojen tarvittava taso tiivistyskorjauksen suhteen. Tarkoitus on että työn organisaatio ja päälinjat on selvillä sekä kohteesta löytyy kuntotutkimus ja korjaussuunnitelma. Joissakin tilanteissa tarkempia suunnitelmia ei ole tehty ja työnjohtajan on kuntotutkimuksen (LIITE 1.) perusteella tehtävä itse ehdotus korjaustavasta. Ehdotus käydään läpi ja hyväksytetään tilaajalla ja valvojalla. Kun nämä asiat ovat kunnossa, saa ohjeesta tiivistyskorjauksen päälinjoja mukaillevan tuen tilojen luovutukseen asti. Kuvassa 3 on hahmoteltu toimintaohjeen suunniteltu käyttöajankohta.



KUVA 4. Ohjeen käytön ajankohta projektissa on merkattu punaisella.

5.3 Ohjeen käytön jälkeen

Ohjeen läpikäymisen ja sitä mukailevan toteutuksen jälkeen on mahdollista luovuttaa käyttäjälle tilat, joista ei enää aiheudu mikrobi-, radon- tai villapölyhaittaa. Kohteet ovat näiden osa-alueiden tiimoilta pääasiallisesti seurannassa käyttäjän toimesta. Kyseisiin tiloihin tehdään tilaajan kanssa tehdyn sopimuksen mukaan tietyn ajan kuluttua uudet merkkiainekokeet ja tarkastetaan tiivistyksien pitävyys. Lisäksi tiivistystyössä pidetään työmaapöytäkirjaa ja toteutuksen onnistuminen vahvistaa ohjeen toimivuuden. Muissa tapauksissa ohjetta täydennetään.

6 Ohjeen perusteella toteutetun korjauksen toimivuus

6.1 Osastointi ja alipaineistus

Rautiala (1998) kirjoitti pölynhallintamenetelmien vaikutuksesta mikrobin leviämiseen saneeratusta tilasta ympäröivään tilaan kosteusvaurioituneen rakenteen purkamisen aikana. Osastoinnin ja alipaineistuksen ollessa käytössä saneeratussa tilassa mikrobipitoisuudet olivat lähes 100-kertaisia ympäröivään tilaan verrattuna. Ympäröivän tilan pitoisuudet olivat kuitenkin hieman korkeammat kuin ennen saneerausta mitatut pitoisuudet. Osastoinnin ja kohdepoiston ollessa käytössä saneeratun tilan mikrobipitoisuudet olivat noin 10-kertaisia ympäröivän tilan pitoisuuksiin nähden, ja ympäröivän tilan pitoisuudet pysyivät ennen saneerausta mitattujen pitoisuuksien tasolla. Alipaineistuksen eron suuruuden korrelointia hiukkas- ja mikrobimääriin ei ole tässä työssä tutkittu. Kuvissa 5 ja 6 esimerkit osastoinnista.



KUVA 5. Pieni osastointi toteutettu pelkän tuulikaapin avulla



KUVA 6. Suuri tila, jossa osastoitu koko ulkoseinän mitta yhdellä kerralla

6.2 Tiivistys

Eräessä kohteessa seurantatutkimuksena tehtyjen ilmatiiviysmittausten mukaan täyttökerroksellisiin välipohjarakenteisiin tehdyt tiivistyskorjaukset olivat yhtä ilmatiiviitä, kuin vuotta aikaisemmin korjausten yhteydessä tehdyissä laadunvarmistusmittauksissa. Kohteen välipohjarakenteet olivat alkuperäisiä puupalkkivälipohjia, joissa täyteenä oli sammalta, turvetta sekä muita luonnonmateriaaleja. Tiivistyskorjaukset tehtiin välipohjien ylä- ja alapintaan siten, että alkuperäiset täyttökerrokset jäivät välipohjarakenteeseen. Merkkiainetekniikalla tehdyissä tutkimuksissa todettiin, välipohjarakenteen ja huonetilan välisen paine-eron ollessa 10 Pa, että välipohjarakenteen sisälle päästettyä merkkiainekaasua ei kulkeutunut lainkaan huonetiloihin. Kun paine-ero nostettiin 50 Pa, havaittiin tarkastelluissa tiloissa paikallisia vuotokohtia. Vähäisistä vuodoista huolimatta rakenteiden ilmatiiviys todettiin tavanomaista täyttökerroksellistavälipohja rakennetta huomattavasti paremmaksi, minkä ansiosta epäpuhtauksien kulkeutuminen rakenteista sisäilmaan on vähäisempää (Lahtinen ym. 2008).



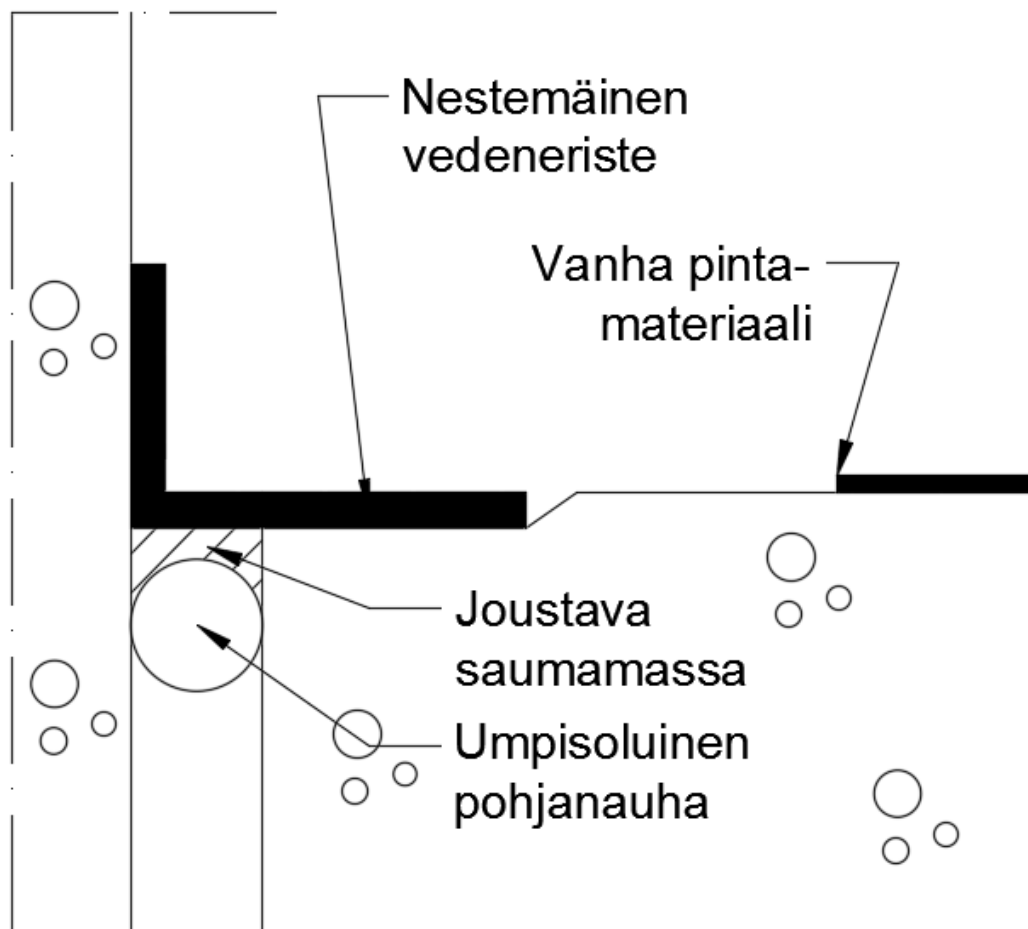
KUVA 7. Nestemäisellä vedeneristeellä tiivistettyjä läpivientejä



KUVA 8. Laattasaumat tiivistetty vedeneristyslaastilla ennen pintalaatan valamista

6.3 Purettujen rakenteiden kokoonpano

Tiivistäessä aiheutuu ajoittain ongelmia pintamateriaalin palauttamisessa ennalleen, rakenteeseen lisätyn materiaalin takia. Vaikka nestemäisiä tiivistemassojaakin lisätään vain muutaman millimetrin kerroksia, tämä näkyy herkästi maalipinnassa tai ohuessa muovimatossa. Työn jälki on laadukasta vasta silloin kun lopullisen pinnan jälki on huomioitu jo purkuvaiheessa. Tämä on parhaiden mahdollisuuksien ja työnteon käytännöllisyyden mukaan huomioitu toimintaohjeessa. Yleisimpänä esimerkkinä tiivistettäessä betonilaa-tallisen rakennuksen lattianrajaa, johon on jälkikäteen tarkoitus asentaa muovimatto tai –laatta. Kuvassa 4 on havainnollistettu lattiapinnan koron huomiointi ja kuvassa 5 entiseen korkoon toteutettu lattiapinta.



KUVA 9. Esimerkkipystyleikkaus. Lopputulos on huomioitu jo purkuvaiheessa syvem-mällä hionnalla.



KUVA 10. Esimerkkitoteutus lattia-rajantiivistyksestä ja linoleum maton asennuksesta entisen lattiapinnan tasoon.



KUVA 11. Koteloinnin sisällä olevat läpiviennit tiivistetty, esimerkkitoteutus pintamateriaalien kokoonpanon toteutuksesta

7 POHDINTA

Rakennusten elinkaari on rajallinen ja korjaustarve kasvaa ikääntyvän rakennuskannan myötä. Omaksi erityiseksi korjaushaasteeksi ovat nousseet sisäilmaongelmat. Lehdissä ovat olleet erityisesti esillä suomalaiset homekoulut. Vuonna 2015 eduskunnalle tehdyn raportin mukaan 12-15% kouluista ovat vaurioituneita (Roininen, A., Eronen, J. 2015). Syynä pidetään toisen maailmansodan jälkeistä kasvukautta Suomessa ja sen myötä räjähdysmäisesti kasvanutta rakentamisen määrää muutaman seuraavan vuosikymmenen aikana. Toisena osasyynä on varmasti rakennustyyppien muutos ja tietämättömyys uusien rakenteiden käyttäytymisestä. Rakennukset olivat entistä tiiviimpiä eikä silloin osattu murehtia asioista kuten rakennusaikainen kosteus. Mahdollisten lähtökohtaisten virheiden lisäksi ongelmia aiheuttavat huolimattomuudesta ja inhimillisistä virheistä johtuvat puutteet.

Rakennusten huonot sisäilmaolot johtuvat monien eri asioiden yhteensattumista, eikä tiivistyskorjaus ole aina oikea vaihtoehto. Joskus kyseessä on vesivahingon kautta vaurioituneet rakenteet, vuotokohtien kautta kulkevat haitta-aineet, villapöly ilmanvaihdossa, ilmanvaihdon toimimattomuus tai sen väärinkäyttö tai mahdollisesti joidenkin näiden yhdistelmä. Ongelmien alkuperäisten aiheuttajien lisäksi lisää haittaa saattaa aiheuttaa virheet korjauksissa, jonka tekijä voi olla lähes kuka tahansa projektin osallinen. Aihe on monipuolinen ja pohdinnassa on hyvä ottaa huomioon muitakin osapuolia kuin tiivistyskorjauksen tekijät ja suunnittelijat.

Sisäilmakorjausten kehittämistä voidaan ja viedään koko ajan eteenpäin, mutta ensimmäisenä pitäisi pyrkiä kehittämään uudisrakentamista, jotta nämä samat ongelmat eivät ilmenisi uudestaan. Mahdollisesti sisäilmakorjausten suorittajien pätevyysvaatimuksia täytyisi nostaa ja sertifioida. Laine, K. mainitsee opinnäytetyössään radon tiivistyskorjauksia 1980-luvulta ja tiivistyskorjauksia 1990-luvulta, jotka toimivat yhä. Tiedossa siis on, että tiivistyskorjaus on toimiva ratkaisu kunhan sitä käytetään oikeissa kohteissa ja otetaan huomioon muu osio, kuten ilmanvaihdon tarkistus ja painottaminen. Toimintaohjeen, josta raportti kertoo, on tarkoitus olla osana parantamassa tiivistyskorjausten laatutasoa osana sisäilmakorjauksia. Työn seurantaan liittyy kentältä saatava palaute ja tarvittaessa saadun palautteen myötä lisä- ja jatkotutkimukset.

LÄHTEET

Akbar-Khanzadeh F., Milz S., Ames A., Susi P.P., Bisesi M., Khuder S.A. ja AkbarKhanzadeh M. 2007. Crystalline Silica Dust and Respirable Particulate Matter During Indoor Concrete Grinding – Wet Grinding and Ventilated Grinding Compared with Uncontrolled Conventional Grinding. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 4: 770-779.

Akbar-Khanzadeh F., Milz S.A., Wagner C.D., Bisesi M.S., Ames A.L., Khuder S., Susi P. ja Akbar-Khanzadeh M. 2010. Effectiveness of Dust Control Methods for Crystalline Silica and Respirable Suspended Particulate Matter Exposure During Manual Concrete Surface Grinding. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 7: 700-711.

Arvela, H., Järvinen, P., Kettunen, A., Miettinen, J., Pöysti, M. 2003. RT 81-11099. Radonin torjunta

Laine, K. 2014. Rakenteiden ilmatiivyyden parantaminen sisäilmakorjauksessa. Opinnäytetyö. Itä-Suomen yliopisto.

Lappalainen, V. 2012. Osastointi ja alipaineistus pölynhallintamenetelminä saneeraus-
sessa. Pro-gradu tutkielma. Itä-Suomen yliopiston ympäristötieteen laitos.

Lahtinen, M., Salonen, H., Lappalainen, S., Salmikivi, T., Lajunen, K., Putkinen, E-L., Huttunen, J ja Reijula, K. 2008. Sisäilmastoseminaari 2008, SIY raportti 26. s.11-216.

Lehtinen, R., Kemppainen, J., Palonkoski, T., Sallinen, P., Torikka-Jalkanen, K., Virtanen, M. ja Lukkarinen V. 2015. RT 14-11197, Rakenteiden ilmatiivyyden tarkastelu merkkiainekokein.

Leivo, V., Rantala, J. 2006. Maanvastaisten rakenteiden mikrobiologinen toimivuus. Tutkimusraportti 139. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennetekniikan laitos.

Pessi, A-M, Suonketo, J., Pentti, M ja Rantio-Lehtimäki, A. 1999. Betonielementtijulkisivujen mikrobiologinen toimivuus. Julkaisu 101, Talonrakennustekniikka, Rakennustekniikan osasto. TTKK. Tampere.

Pitkäranta, M. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus.
<http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>

Rakennustietosäätiö. M1-vaatimukset ja luokiteltujen tuotteiden käyttö.
<http://m1.rts.fi/m1-vaatimukset-ja-luokiteltujen-tuotteiden-kaytto>

Rautiala S., Reponen T., Nevalainen A., Husman T. ja Kalliokoski p. 1998. Control of Exposure to Airborne Viable Microorganisms During Remediation of Moldy Buildings; Report of Three Case Studies. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 59, 455- 460.

Roininen, A., Eronen, J. 2015. YLE-uutiset.
<http://yle.fi/uutiset/3-8430886>

Riihimäki V., Zitting A. ja Santonen T. 2008. Kemiallisten tekijöiden raja-arvot. Teoksessa Starck J, Kalliokoski P, Kangas J, Pääkkönen R, Rantanen S, Riihimäki V ja Karhula A-L. Työhygieniä, 41 -60. Työterveyslaitos. Keuruu.

Sisäilmayhdistys ry. 2008. Hiukkasmaiset epäpuhtaudet.

<http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Hiukkasmaiset-epapuhtaudet>

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2003. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät.

Suomen Palokatkoysthdistys ry. 2013. Osastoivat läpiviennit ja –saumaukset.

http://www.palokatkoysthdistys.fi/pdf/palokatko-opas_2013.pdf

Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa B3, Pohjarakenteet. Määräykset ja ohjeet 2004. Ympäristöministeriö, Helsinki.

Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa C2, Kosteus, Määräykset ja ohjeet, 1998, Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.

Rautiala, S. 2004. Microbial exposure in remediation work. Luettu 13.2.2017.

http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_951-27-0004-2/urn_isbn_951-27-0004-2.pdf

LIITTEET

Liite 1. Kuntotutkimusraportin mallipohja (Pitkäranta, M. 2016.)

Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimusraportin pohja

1 (2)

Kansilehti / Otsikko

- Esimerkiksi: Tutkimusselostus, Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus
- Kohteen nimi ja raportin päiväys, tutkimuksen tehneen yrityksen nimi

Tiivistelmä [pituus yleensä enintään 1 x A4, lyhyissä raporteissa ei tarpeen]

- Tutkimuksen tarkoitus
- Tehdyt tutkimukset ja mittaukset
- Tärkeimmät havainnot
- Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.

Sisällysluettelo [lyhyissä raporteissa ei tarpeen]

1. Yleistiedot

- Tutkimuskohde
- Tutkimuksen tilaaja ja kiinteistönomistaja, jos eri kuin tilaaja
- Tutkimuksen tekijä ja vastuuhenkilö(-t)
- Tutkimuksen tarkoitus / tavoite
- Tutkimuksen ajankohta
- Muut mahdolliset tahot

2. Kohteen yleiskuvaus [Lyhyt kuvaus kohteen perusominaisuuksista]

- Rakennusvuosi ja mahdollinen peruskorjausvuosi
- Käyttötarkoitus
- Tärkeimmät runko- ym. rakenneratkaisut ja -materiaalit sekä ilmanvaihtojärjestelmän tyyppi
- Pohja- tai paikannuskuva, mahdollinen tutkimusalueen rajaus
- Tiedossa olevat sisäilmaongelmat

3. Lähtötiedot [Tilaaajalta saatu tausta-aineisto, tai maininta, jos ei saatavilla]

- Lista asiakirjoista, mm. huoltokirja, aiemmat selvitykset, pääpiirustukset, rakennepiirustukset, korjaustyöselostukset, sähköpostitse saadut tiedot (otsikko, tekijä, päiväys)
- Maininta suullisista tietolähteistä (esim. teknisen henkilökunnan haastattelut) ja saadut tiedot.

- Mahdollinen yhteenveto lähtötietojen (yleensä aiempien tutkimusten) tuloksista

4. Tutkimusmenetelmät

- Pienessä tutkimuksessa voidaan esittää omana kappaleenaan. Laajoissa tutkimuksissa erillisenä liitteenä, johon viitataan teksteissä.
- Menetelmien ryhmittely tutkitun ilmiön mukaan, esim. kosteusmittaukset, ilmamäärämittaukset, paine-eromittaukset, ilmavuo- ja tiiveysmittaukset, rakenneavaukset jne.
- Kuntotutkijan itse tekemät mittaukset: mittauskalusto, toimintaperiaatteet, mahdolliset käyttöasetukset, kalibroinnit sekä tulosten tulkintaperusteet, mahdolliset rajoitukset, tulosten tulkinnassa käytetyt viitearvot / ohjeet.
- Laboratorioanalyysit: käytetty näytteenottovälineistö, näytteenotto, näytteiden kuljetus, laboratorioanalyysimenetelmät ja niiden rajoitukset, käytetyt asiantuntijalaboratoriot ja tarvittaessa maininta näiden laatujärjestelmistä tai sertifiointeista (esim. Finasertifiointi), tulosten tulkinnassa käytetty viitearvo / ohje.
- Rakenneavaukset: maininta tekijästä (tutkija itse / ulkopuolinen yritys), avausten koko karkeasti, suojaustapa.

5. Rakenneteknisten tutkimusten tulokset

- Kattavissa kosteus- ja sisäilmateknisissä kuntotutkimuksissa havainnot, johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset esitetään rakenneosittain. Näiden lisäksi raportin lopussa esitetään yhteenveto suositeltavista toimenpiteistä.
- Suppeammassa selvityksessä eri rakennosien havainnot esitetään peräkkäin mahdollisine mittaustuloksineen, sitten erillisissä kappaleissa johtopäätökset sekä toimenpidesuosituksset.
- Esimerkki kappalejaosta kattavassa tutkimuksessa:

2 (2)

5.1 Alapohja ja maanvastaiset seinät**5.1.1 Rakenne**

- Tarkasteltu rakenneosia kuvataan luettelemalla rakennekerrokset ja -paksuudet
- Liittymien ja detaljien osalta käytetään tarvittaessa kuvia (valokuvat, otteet suunnitelmista tai piirretään kuva)
- Suunnitelmien mukaisuus ja poikkeamat

5.1.2 Havainnot ja mittaustulokset

- Havainnot tekstiin ja ydinasiat mielellään myös pohjakuvaan, joka sijoitetaan tekstin joukkoon tai liitteeksi
- Rakenteen kunto, tekniset puutteet, tarvittaessa poikkeamat määräyksistä ja ohjeista
- Kosteusvauriot, mikrobikasvustot, haitta-aineet, poikkeavat hajut
- Mittaustulokset (kosteus, mikrobit, materiaaliemissiot jne.) taulukkoon, tekstiin tai pohjakuvaan, mitta- ja näytteenottokohdat pohjakuvaan
- Mittaus- ja näytteenotto kohtien tarkka sijainti rakenteessa
- Tekstin joukkoon liitetään havainnollistavia kuvia. Erityisesti:
 - yleiskuvat
 - vauriojäljet ja muut puutteet
 - rakenneavaukset

5.1.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

- Päätelmät rakenneosan kunnosta sekä vikojen ja vaurioiden syistä
- Riskiarvio (arvio havaittujen poikkeamien sisäilmavaikutusten suuruudesta ja todennäköisyydestä, käyttäjien altistumisesta epäpuhtauksille, sekä muista riskeistä)
- Toimenpiteitä edellyttävät puutteet, viat ja vauriot, toimenpidealueet
- Suositellut (vaihtoehtoiset) korjausperiaatteet ja niiden kiireellisyys
- Korjaussuunnittelussa huomioon otettavat muut seikat
- Epäselviksi jääneet asiat, mahdolliset lisätutkimustarpeet

5.2 Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet [kuten edellä]**5.3 Välipohjat, väliseinät ja pintarakenteet [kuten edellä]**

- Huom. Myös putkikanaalit ja -tunnelit, talotekniikkakulut, umpinaiset ontelot esim. portaiden alla

5.4 Yläpohjat ja vesikatot [kuten edellä]**5.5 Piha-alueet [kuten edellä]****6. LVI-järjestelmien tutkimusten tulokset****6.1.1 Ilmanvaihto- / LVI-järjestelmän kuvaus****6.1.2 Tilojen ilmanjako ja ilmamäärät****6.1.3 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus****6.1.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset****7. Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset****7.1.1 Paine-ero****7.1.2 Hiilidioksidipitoisuus****7.1.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteuspitoisuus****7.1.4 Epäpuhtausmittaukset (esim. mineraalivillakuidut, mikrobit, VOC:it ym.)****7.1.5 Radon****7.1.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset****8. Muiden selvitysten tulokset**

- Tutkimuksen osana tehdyn käyttäjäkyselyn, oirekyselyn tai sisäilmastokyselyn tulokset ja niiden johtopäätökset
- Muut selvitykset ja niiden johtopäätökset

9. Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

- Lista tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä
- Järjestetään laajuuden, kustannusten ja/tai kiireellisyyden mukaan

10. Päiväys ja allekirjoitukset

- Raportti päivätään toimituspäivän mukaan. Raportin allekirjoittaa tutkimuksista ja johtopäätöksistä vastaava henkilö tai henkilöt.

Liitteet

1. Käytetyt tutkimusmenetelmät
Pienessä tutkimuksessa käytetyt tutkimusmenetelmät voidaan esittää varsinaisen tekstin osana. Laajoissa tutkimuksissa erillisenä liitteenä, johon viitataan tekstissä.
2. Pohjakuva, johon on merkitty mitta- ja näytteenotto paikat
3. Pohjakuva, johon on merkitty tärkeimmät havainnot
4. Laboratorion alkuperäiset analyysivastaukset
5. Mahdolliset muut liitteet, esimerkiksi tarkempia mittaustuloksia

Liite 2. Esimerkkikuva työkortista: Alipaineistus

Alipaineistus

Tarkoitus:

- Luo alipaineen osastoituun tilaan
- Pitää epäpuhtaudet osastoidussa tilassa

Materiaalit:

- Alipainekone (HEPA)
- Taipuisa muoviputki "sukka"
- Kiristysremmi
- Vaneri/kova eristelevy
- Puurima
- Suojausteippi

Asennuksessa huomioitavaa:

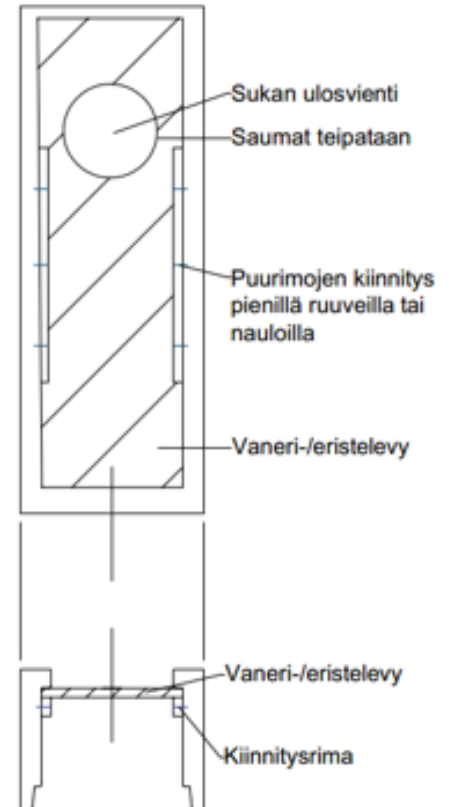
- Alipaineistuksessa pyritään 6...10 kertaiseen ilmanvaihtuvuuteen tunnissa. (Ratu 82-0384)
- Koneen korvausilmapuoli jätetään avoimeksi
- Poistokanavana käytetään taipuisaa muoviputkea, esimerkiksi muovista haitariletkaa tai vähintään 0.10 mm vahvuista muovikalvosukkaa (Ratu 1225-S)
- Puhallusilma ohjataan sopivasta aukosta esim. ikkunasta ulkoilmaan, niin ettei rakennuksen tuloilmanotto ole puhallusaukon lähellä
- Ikkuna-aukko suojataan esim. finnfoamilla ja levytyksellä. Painovoimaisen ilmanvaihdon tiloissa on huomioitava ilman riittävyys alipaineistajalle sekä mahdollinen rakenteiden läpi kulkeva tuloilma. (Ratu 82-0239)
- Muovisukka pyritään viemään ulos siten, että se ei häiritse tulevia töitä
- Ilman kulku sukassa ei saa estyä missään tilanteessa
- Käytettävästä pistorasiasta ei tarvitse kytkeä virtaa pois purkuvaiheessa

Asennuksen kulku:

- Alipainekoneen sijoittelu sekä sukan viennin suunnittelu
- Ulosviennin vaatima purku (yleisesti ikkunan irrotus)
- Vanerin/eristelevyn leikkaus (ulkona tai muussa tilassa johon ei aiheudu haittaa leikkausjätteestä) ja kiinnitys puurimojen avulla
- Sukan kiinnitys remmillä koneeseen, ulosvienti ja levyn reiän saumojen teippaus
- Koneen päälle kytkentä

Tärkeimmät valvottavat:

- Ilman kulku sukassa
- Alipainekoneen HEPA-suodattimen kunto



Projektio ja vaakaleikkaus ikkunan kautta vietävän puhallusilman järjestelystä.