

Rakennusterveysasiantuntija-koulutuksen 2016–2017 loppuseminaari 7.–8.6.2017

Toimittaneet: Helmi Kokotti, Meri Hietala ja Arja Vainio

Opinnäytetöiden tiivistelmät.
Rakennusterveysasiantuntija
RTA 2016 – 2017
Helsinki 2017



Toimittajat Helmi Kokotti, Meri Hietala ja Arja Vainio	Ryhmä RTA 2016 - 2017
Nimi RTA – opiskelijaryhmän 2016 – 2017 opinnäytetöiden tiivistelmät. Rakennusterveysasiantuntija -koulutuksen loppuseminaari 7.-8.6.2017.	Sivu- ja liitesivumäärä 172 sivua
Tämä julkaisu koostuu RATEKOn Rakennusterveysasiantuntija (RTA) - koulutuksessa 2016-2017 opiskelleiden asiantuntijoiden tuottamien lopputöiden tiivistelmistä. Rakennusterveysasiantuntija (RTA) -koulutukseen sisältyvän lopputyön tarkoituksena on soveltaa muiden tekemiä tutkimuksia ja esittää omat tutkimustuloksensa samassa viitekehyksessä käytännön kentän ongelmien aiheista. Aiheina on mm. rakennusten kuntotutkimuksiin ja korjauksiin sekä sisäilman laatuun liittyviä tutkimuksia. Lopputyöt esitetään itsenäisenä raporttina, tiivistelmänä tässä seminaarikirjassa, seminaariesitelmänä ja posterina. RATEKOn Rakennusterveysasiantuntija-koulutuksen ja koulutukseen sisältyvän lopputyön hyväksytysti suorittaneet opiskelijat voivat hakea Rakennusterveysasiantuntijan henkilösertifikaattia. Rakennusterveysasiantuntija-koulutuksen ja lopputyön lisäksi henkilösertifikaatin saamiseen edellytyksenä ovat soveltuva perustutkinto ja riittävä määrä soveltuvaa työkokemusta. Rakennusterveysasiantuntijan pätevyydestä ja koulutusvaatimuksista säädetään Terveysturvallisuuslain muutoksessa (1237/2014) ja Asumisterveysasetuksessa (545/2015) sekä Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeissa (2016). Rakennusterveysasiantuntijoita (RTA) tarvitaan johtamaan sisäilmaongelman selvitysprosessia, laatimaan näytteenotto- ja tutkimussuunnitelmia, suorittamaan sisäilma- ja kosteusteknisiä kuntotutkimuksia, tulkitsemaan niiden tuloksia, raporttoimaan selvityksistä, sekä tilaamaan, suunnittelemaan ja valvomaan korjauksia. Edellä mainittuihin tehtäviin soveltuminen pohjautuu jokaisen henkilökohtaiseen osaamiseen mm. tutkinnon alaan. Lisätietoa RATEKOn Rakennusterveysasiantuntija-koulutuksesta sekä muista henkilösertifiointiin ja pätevytymisiin valmentavista koulutuksista: www.rakennusteollisuus.fi/RATEKO/Koulutusohjelmat/Henkilösertifiointi/	
Avainsanat rakennusterveys, terveyshaitta, kuntotutkimukset, suunnittelu, riskirakenteet, ilmanvaihto, puhtaudenhallinta, korjaukset, sisäilma, ulkopuolinen asiantuntija, koulutus	Luottamuksellisuus julkinen

Editors Helmi Kokotti, Meri Hietala and Arja Vainio	Course RTA 2016 - 2017
Title The abstracts of the research reports conducted by the students of RTA-2016-2017. Seminar of Experts of Healthy Buildings 7.-8.6.2017.	No. of pages and annexes 172 pages
The education program (45 cu in 1.5 years) for Experts of Healthy Buildings has been conducted for the third time in the Training Centre of the Confederation of Finnish Construction Industries RT (CFCI). The content of the education program is guided by the regulations of the Ministry of Social Affairs and Health and by the National Supervisory Authority for Welfare and Health, Valvira. The students can after the education program apply personal certification from VTT Expert Services Oy. The cross-scientific education program includes the final research thesis consisting of the problem subjects in the field. The research work has to be published as the report accepted by reviewers, as short written and oral presentations and as a poster in the public seminar. This book contains short presentations by the students studied in 2016-2017. Their subjects are damages, investigations, and design and repair work of building structures, ventilation systems, studies concerning IAQ and health effects.	
Keywords healthy building, health effects, damages, building investigation, construction design, repair, ventilation and air conditioning systems, indoor air quality IAQ, education	Confidentiality public

ESIPUHE

RATEKOn toinen puolitoistavuotinen Rakennusterveysasiantuntija-koulutus on loppumetreillään. Koulutusohjelmaan osallistui 30 opiskelijaa, joista useimmilla oli jo entuudestaan kokemusta rakennusterveyteen liittyvistä asiantuntijatehtävistä. Tähän julkaisuun olemme koonneet tiivistelmät lopputöistä, jotka opiskelijat esittelevät Vantaan Martintalolla 7.-8.6.2017 järjestettävässä koulutuksen loppuseminaarissa.

Haluamme lämpimästi kiittää itsemme ja opiskelijoidemme puolesta kaikkia koulutuksen toteutuksessa mukana olleita opettajia. Monipuoliset luennot, keskustelut, ryhmätyöt, käytännön harjoitukset, monet harjoitustehtävät ja tentit ovat kartuttaneet tehokkaasti opiskelijoidemme rakennusterveysasiantuntemusta.

Kiitämme tässä julkaisussa esiteltävien lopputöiden ohjaajia. Lopputöiden tekeminen on vaatinut opiskelijoilta osaamista sekä sinnikkyyttä ja ohjaajilta asiantuntevaa tukea. Lopputöiden kautta opiskelijat ovat osoittaneet rakennusterveyden eri osa-alueiden merkityksen ymmärtämisen.

Esitämme kiitokset myös opiskelijoidemme työnantajille panostuksesta opiskelijoidemme koulutukseen. Voimme vakuuttaa, että koulutuksen kautta syventyneet tiedot ja taidot tulevat jatkossa hyödyttämään organisaatiotanne ja asiakkaitanne.

Kiitokset opiskelijoiden perheille ja läheisille, jotka ovat ymmärtäneet opiskelun vievän yhteisiä voimavaroja ja aikaa, sallien sen.

Lämmin ja iso Kiitos antoisista ja mielenkiintoisista yhteisistä hetkistä opiskelijoillemme!

Arja, Meri ja Helmi

*Tärkeintä elämässä ei ole se että
näemme sen mitä on jossain kaukana,
vaan se että teemme sen mikä on
suoraan edessämme.*

Thomas Carlyle

Rakennusteollisuuden koulutuskeskus RATEKO

Helsingissä 29.5.2017

SISÄLLYSLUETTELO

Ohjeet ja toimintamallit

Parempi sisäilma Poriin - Toimintamalli sisäilmaongelmien ehkäisyyn ja hallintaan Jouni Lehtinen	1
Ohje tilaajalle: Sisäilmahaitan selvittämisen ensivaiheet ja kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen kilpailutus Miia Kurri	7
Ohje julkisen rakennuksen sisäilmakorjauksen rakennuttajalle Marko Levola	13
Peruskorjauskohteen päätöksentekoprosessi sisäilmateknisessä mielessä Päivi Kalli	19
Huoltokirja kiinteistön hoitajille ja ylläpitäjille (talotekniikka) Aleksi Vihtilä	25
Sisäilmakorjausten onnistumisen varmentaminen Taija Poutiainen	31
Tiivistyskorjausten onnistuminen Jukka Sulkakoski	36

Sisäilman laatua huonontavia tekijöitä

Öljyhiilivetyjen ja PAH -yhdisteiden huomioiminen teollisuuskiinteistön käyttötarkoituksen muutoksessa Sanna Koskela	41
1890 – 1940-luvun rakennuksien haitta-aineet vesivahinko- ja kosteusvauriokorjauksissa Maija Leinonen	47
Kiinteistöjen vesijärjestelmien messinkiosien vauriot vesivahinkojen aiheuttajana Riika Mäkinen, Aino Peltö-Huikko	52
Kohteiden sisäilmaongelmiin viittaavat vauriot Anniina Rantamäki	61

Pölyn ja puhtauden hallinta

Loppusiivouksen laadunvarmistus on tärkeä osa rakennushankkeen pölyn- ja puhtaudenhallintaa Titta Manninen	67
Pölyisyys ja koettu sisäilman laatu toimistorakennuksissa Hanna Tuovila	74
Uuden asbestilainsäädännön vaatimat paine-eromittaukset Timo Jalonen	80
Irtaimiston puhdistus väistötiloihin siirryttäessä Heidi Rosenblad	86

Kuntotutkimukset

Sisäilmaongelman koulurakennuksen kuntotutkimus Asko Karvonen	90
Omakotitalon sisäilmaongelmien syiden selvitys ja suositukset korjaustoimenpiteistä Kari Salminen	96
1920-luvun vuokratalojen kuntotutkimus ja korjausehdotuksia Mauri Pihlajaviita	100
1950-luvun toimistorakennuksen kellarikerrosten kuntotutkimukset ja korjaustapavaihtoehto Juho Lipponen	105
Sisäilmaongelmakohteen osittainen sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus ja korjaustyön valvonta Eveliina Mattila	111
1950-luvun omakotitalon peruskorjauksen virheet kosteiden tilojen korjauksessa ja niiden uudelleen korjaus Jari Lehesvuori	117
Koulurakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Tiina Janhunen	121
Suojellun 1830-luvun hirsirakenteisen koulun kuntotutkimus Saku Nieminen	126
Kuntotutkimus ja korjaustapojen valinta suojellussa rakennuksessa Tuomas Tahvonen	132
1960-luvulla valmistuneen oppilaitosrakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Matti Manninen	138

Korjaukset

Koulurakennuksen sisäilmakorjausten onnistumisen varmentaminen ja sisäilman laadun mittaukset Pasi Tuuvanen	144
Kunnantalosta hyvinvointikeskukseksi. Kosteusvauriokorjausten toimivuus. Jari Harju	153
Rakenteellisen ilmatiiveyden parantaminen korjausrakentamisessa – laadunvarmistus Timo Puhakka	159
Märkätilojen tuulettuvat rakenteet korjausrakentamisessa Mika Suojanen	164

Ohjeet ja toimintamallit

Parempi sisäilma Poriin - Toimintamalli sisäilmaongelmien ehkäisyyn ja hallintaan Jouni Lehtinen	1
Ohje tilaajalle: Sisäilmahaitan selvittämisen ensivaiheet ja kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen kilpailutus Miia Kurri	7
Ohje julkisen rakennuksen sisäilmakorjauksen rakennuttajalle Marko Levola	13
Peruskorjauskohteen päätöksentekoprosessi sisäilmateknisessä mielessä Päivi Kalli	19
Huoltokirja kiinteistön hoitajille ja ylläpitäjille (talotekniikka) Aleksi Vihtilä	25
Sisäilmakorjausten onnistumisen varmentaminen Taija Poutiainen	31
Tiivistyskorjausten onnistuminen Jukka Sulkakoski	36

PAREMPI SISÄILMA PORIIN

TOIMINTAMALLI SISÄILMAONGELMIEN HALLINTAAN JA EHKÄISYYN

Jouni Lehtinen

Porin kaupunki, Tekninen palvelukeskus

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen lähtökohdat tulevat työstäni Porin kaupungin sisäilmatyöryhmän puheenjohtajana. Työssäni joudun käsittelemään erilaisia sisäilmaongelmia ja olen niiden ratkaisuja selvittäessä joutunut törmäämään moniin ongelmiin eri toimijatahojen erilaisten menettelytapojen takia. Työn tarkoituksena oli toimintamallin luominen ja käyttöönotto sisäilmaongelmien hallintaan ja ehkäisyyn Porin kaupungille. Toimintamalli sisältää ilmoitusmenettelyn sisäilmaongelmaa epäiltäessä, eri tahojen vastuut, tehtävät ja viestintäsuunnitelman sekä ohjeet siitä, kuinka käyttäjät voivat vaikuttaa sisäilman laatuun omalla toiminnallaan.

Tutkimushypoteesina on, ettei Porin kaupungin nykyinen toimintatapa takaa sisäilmaongelmien poistumista. Laajan ja kokonaisvaltaisen käsityksen muodostamisessa hyödynnetään tausta-aineistoista ja nykytilannekartoituksesta saatua olemassa olevaa tietoa. Nykyisistä toimintavoista ja niiden eri vaiheista pyritään muodostamaan mahdollisimman kokonaisvaltainen käsitys, jota tarkastellaan viitekehyksen sisällä olemassa olevia käytäntöjä ja malleja vasten. Aineistoista selvitettiin sisäilmaongelmiin liittyvää lainsäädäntöä ja ohjeistusta ja arvioitiin sisäilmaongelmien ratkaisua varten tehtyjä tutkimuksia ja kehitettyjä malleja. Tutkittiin Case kohde: Päiväkotia ja selvitettiin kyseisen hankkeen ne kriittiset tekijät, jotka johtivat sisäilmakorjauksen epäonnistumiseen.

Työssä arvioitiin Porin kaupungin nykytilannetta ongelmien ja kehittämistarpeiden arvioinnin perusteella ja tehtiin toimintamalli, ja ohjeet prosessin eri vaiheisiin. Opinnäytetyön merkitys Porin kaupungille on pitkällä aikavälillä sisäilmaongelmien ja niistä seuraavien kustannusten ennaltaehkäisy. Lyhemmällä aikavälillä työn merkitys on toimintatapojen yhtenäistyminen sekä kokonaisvaltaisen ymmärryksen lisääntyminen.

Porissa odotetaan toimintamallin käyttöönoton näkyvän tulevaisuudessa parempana sisäilmana.

1 JOHDANTO

Hyvään sisäilmaongelman käsittelyyn liittyy inhimillisen ja sosiaalisten ulottuvuuksien huomioiminen samanaikaisesti ongelmanratkaisun teknisten näkökulmien rinnalla. Ihmiset reagoivat vaikeisiin sisäilmaongelmiin myös tunteillaan. Esimerkiksi kosteus- ja homevauriot voivat huolestuttaa ja terveyden mahdollinen järkkäytyminen pelottaa.

Hyvä sisäilma vähentää sairauksia, lisää viihtyvyyttä ja parantaa työtehoa. Sisäilman huono laatu lisää oireilua ja sairastuvuutta. Ihmisen terveydentila, ikä, herkistyminen, altistuksen laatu, suuruus ja kesto jne. vaikuttavat terveyshaitan syntyriskiin. Sisäilman laadulla on sekä

terveydellisiä että taloudellisia vaikutuksia.

Ihmisen reagointi huonoon sisäilmastoon on yksilöllistä, mikä tekee kohteessa vaikuttavien tekijöiden tunnistamisesta ja tutkimisesta vaikeaa. Lisäksi tunnetaan vain murto-osa sisäilmastoon vaikuttavista tekijöistä ja niiden tutkimusmenetelmät ovat puutteellisia.

Sisäilmastolla tarkoitetaan rakennuksen ympäristötekijöitä, jotka vaikuttavat ihmisen terveyteen ja viihtyvyyteen. Sisäilman terveellisyteen vaikuttavat tekijät voidaan jakaa fysikaalisiin, kemiallisiin, biologisiin ja tuntemattomiin tekijöihin. Psykologisilla seikoilla on myös vaikutusta. Fysikaalisia tekijöitä ovat mm. lämpötila, kosteus, melu, ilmanvaihto, säteily ja valaistus. Kemiallisia tekijöitä ovat mm. orgaaniset haihtuvat yhdisteet (VOC). Biologisista tekijöistä mainittakoon erilaiset mikrobit (virukset, bakteerit, homesienet ym.), punkit ja siitepöly.

Sisäilman laatu on hyvä, kun tilaa käyttävät ovat siihen tyytyväisiä eikä siitä sairastu. Terveys on viihtymistä tärkeämpi näkökulma. Terveyttä uhkaavat sisäilmahaitat vaikuttavat keskeisesti päätöksiin, jotka koskevat rakennuksen ja ilmanvaihdon korjaamista.

Sisäilmaongelman ratkaisussa ei ole pelkästään kysymys teknisen ongelman korjaamisesta vaan samalla myös ihmisten kokemuksista. Jos työntekijöiden subjektiivinen kokemus ja tulkinta tilanteesta eivät muutu, niin teknisesti onnistuneesta korjausratkaisuista huolimatta työympäristöön kohdistuvat valitukset ja oireilu jatkuu. Epäonnistuneen hankkeen hoidon jäljiltä valitukset, epäselvä tiedotus, huhut ja huono kommunikaatio eri osapuolten kesken ylläpitävät ja vahvistavat sisäilmaongelmaa sen jälkeen, kun ongelman varsinaiset fyysiset ympäristöön liittyvät pulmat on ratkaistu, mutta työyhteisö ei pääse silti irti ongelmastaan.

1.1 Teoreettinen viitekehys ja lähestymistapa

Tutkimuksessa tarkastellaan Porin kaupunkiorganisaation käytössä olevia rakennuksia työympäristönä, jossa työnantajaa sitovat työturvallisuuslaki sekä työterveyshuoltolaki ja rakennuksen omistajaa maankäyttö- ja rakennuslaki. Lisäksi työssä tarkastellaan myös terveydensuojeluun liittyvän lainsäädännön velvoitteet koskien esimerkiksi päiväkotia ja kouluja. Tutkimushypoteesina on, ettei Porin kaupungin nykyinen toimintatapa takaa sisäilmaongelmien poistumista.

Laajan ja kokonaisvaltaisen käsityksen muodostamisessa hyödynnetään tausta-aineistoista ja nykytilannekartoituksesta ja case-tapauksesta saatua tietoa.

Nykyisistä toimintavoista ja niiden eri vaiheista muodostettiin mahdollisimman kokonaisvaltainen käsitys, jota tarkastellaan viitekehyksen sisällä olemassa olevia käytäntöjä ja malleja vasten.

1.2 Sisäilmaongelmat Porissa

Porin kaupunkiorganisaatiossa tilannetta sisäilmaongelmien suhteen voidaan kuvata siten, että tilanne on vakava, mutta kaikesta huolimatta hallinnassa. Toisaalta rakennusten oikea korjaus ja oikea-aikainen tiedottaminen on osoittautunut hyvin vaikeaksi. Korjaukset ovat usein

epäonnistuneet ja rakennusta on jouduttu korjaamaan useaan kertaan. Lopulta, kun sisäilmaongelmat eivät ole syystä tai toisesta ratkenneet, niin tiloista on jouduttu luopumaan.

Tosiasia on, että tiukassa taloustilanteessa on jouduttu priorisoimaan, mutta tietenkään kenenkään terveyttä ei saa vaarantaa. Porissa sisätilailmaongelmien ydin saattaa olla se, että on liikaa tilaa tarpeeseen nähden ja tässä tilanteessa ei pystytä panostamaan ennaltaehkäisevään ylläpitoon. Toimitilastrategialle on tarve ja tässä yhteydessä on tilat käytävä läpi ja tehtävä radikaaleja päätöksiä.

Vuonna 2015 oli sisäilmatyöryhmän käsiteltävänä Porin kaupunkiorganisaation kohteissa eriasteisia sisäilmaolosuhteiden haittailmoituksia yli kaksikymmentä tapausta, joista merkittäviä sisäilmaongelmakohteita oli neljä. Suurin osa kohteista oli joko päiväkoteja, tai kouluja.

2. SISÄILMAONGELMIEN RATKAISUN TOIMINTAMALLI

Opinnäytetyössä tehty toimintamalli kattaa koko prosessin sisäilmaongelmien havaitsemisesta jälkiseurantaan.

Tutkitussa case päiväkoti tapauksessa todettiin sisäilmaongelmalähtöisessä prosessissa viisi kriittistä päävaihetta, jotka tarvitsevat selkeän toimintamallin ja ohjeistuksen. Nämä vaiheet ovat: ongelman alkuvaihe, selvitys, suunnittelu, korjaus ja korjausten onnistumisen arviointi sekä prosessin onnistumisen arviointi.

Toimintamallissa on panostettu erityisesti ongelman alkuvaiheen ohjeistukseen, jossa epäonnistumista tapahtuu eniten ja epäonnistumisen vaikutus on suuri.

Toimintamallissa kuvataan toimintatavat ja vastuut sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen.

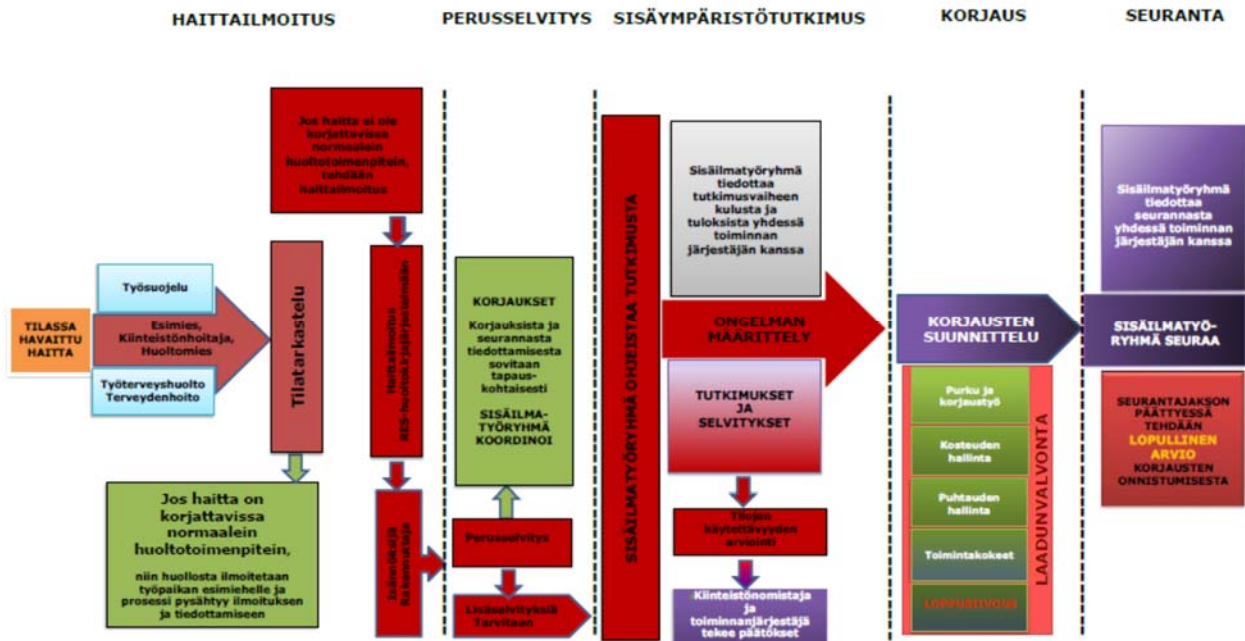
- kuinka sisäilmaongelman epäilyn selvittäminen laitetaan vireille, kuka, miten ja kenelle ilmoitetaan ensimmäisestä epäilystä,
- kuinka selvittely etenee,
- avataan toimintamallin työryhmien ja toimijoiden tehtäviä ja vastuita,
- ohjataan kaupungin eri toimijatahot tekemään yhteistyötä kaupungin kiinteistöjä koskevissa sisäilmasto-ongelmissa,
- lisätään sisäilmasto-ongelmaprosessin sujuvuutta,
- ohjeistetaan tiedottaminen

2.1 Sisäilmaongelmien ratkaisuprosessin kuvaus

Sisäympäristöongelmien ehkäisemisessä on oleellista hyvä ja suunnitelmallinen rakennusten ylläpito ja huolto. Tavanomaiset rakennusten tekniset viat hoidetaan normaalina rakennuksen kunnossapitona. Laajempien tai vaikeiden sisäympäristön ongelmatilanteiden selvittely ja ratkaiseminen hoidetaan sisäilmaryhmätoiminnalla. Porin kaupungin moniammatilliseen yhteistyöhön perustuva sisäympäristöongelmien ratkaisuprosessissa kuvataan toimintatavat ja vastuut sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen:

- kuinka sisäilmaongelman epäilyn selvittäminen laitetaan vireille, kuka, miten ja kenelle ilmoitetaan ensimmäisestä epäilystä, kuinka selvittely etenee,

- avataan toimintamallin työryhmien ja toimijoiden tehtäviä ja vastuita,
- ohjataan kaupungin eri toimijatahot tekemään yhteistyötä kaupungin kiinteistöjä koskevilla sisäilmasto-ongelmissa,
- lisätään sisäilmasto-ongelmaprosessin sujuvuutta ja ohjeistetaan tiedottaminen



Kuva 1. Porin kaupungille luotu toimintamalli noudattaa pääpiirteissään Työterveyslaitoksen ohjetta: Työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, 2016 Työterveyslaitos. Lisäksi toimintamallissa on soveltuvien osin hyödynnetty Suomen Yliopistokiinteistöt Oy:n sisäympäristöongelman selvitystyöhön liittyvää kampuskohtaista toimintamallia.

Sisäympäristöongelmanratkaisun prosessi käynnistyy tilan käyttäjän kokeman haitan tai oireilun perusteella. Tämä johtaa tilojen käytön ja toiminnan kriittiseen tarkasteluun, ja tarvittaessa tilasta voidaan tehdä haittailmoitus. Haittailmoitus puolestaan johtaa tekniseen perusselvitykseen, ja mikäli tämän jälkeen todetaan laajempien tutkimusten ja selvitysten tarve, käynnistetään sisäympäristötutkimukset. Tutkimusvaiheen päätyttyä yleensä käynnistyy korjaussuunnittelu, ja purku- ja korjaustöiden jälkeen tilat otetaan käyttöön. Korjausten onnistumista seurataan laaditun seurantasuunnitelman mukaisesti useammankin vuoden ajan. Aika, joka kuluu haittailmoituksesta korjattujen tilojen käyttöönottoon, riippuu tutkittavan ja korjattavan alueen sekä korjaustoimenpiteiden laajuudesta.

3. JOHTOPÄÄTÖKSET

Budjettivastuu voi olla yksi syy siihen, että sisäilmaongelman tunnistuskynnys on korkea. Jos sisäilmaongelman korjauksen toteutuksen ongelma on rahan puute, niin se johtaa siihen, ettei korjata oikeaa asiaa ja kierre on valmis ja kustannukset lisääntyvät. Tämä seikka korostaa sitä tosiasiaa, että ongelman alkuvaiheen toimenpiteisiin ja tiedottamiseen ja käyttäjälähtöiseen vaikuttamiseen tulee erityisesti panostaa. Niin kauan kuin tähän vaiheeseen ei haluta tai osata kiinnittää huomiota, ongelmat tulevat jatkumaan ja pahenemaan.

Tutkimusaineistosta oli pääteltävissä, että jos rakennuksen kunnosta ei huolehdita ajoissa, niin korjausvelka alkaa näkyä rakennuksen käytettävyyden huonontumisena ja ennen pitkää rakennus vaurioituu, niin että seurauksena on sisäilmaongelmia. Porin rakennusomaisuuden keskimääräinen kuntoluokka oli vuonna 2014 73,4 %, kun 75 % korjausvelkaa pidetään sellaisena rajana, jossa rakennuksen heikentynyt kunto alkaa viimeistään näkyä rakennuksen käyttäjille erilaisina ongelmina.

On tärkeätä, että Porissa 2015 aloitetut rakennusten kuntoarvioiden ja PTS-korjaussuunnitelmien laadinta viedään päätökseen ja tältä pohjalta korjaukset priorisoidaan ja sovitetaan investointiohjelmaan. Hyvin tehtyjen kuntotutkimusten perusteella korjaukset voidaan suunnitella laadukkaasti ja tällöin myös korjausten onnistumismahdollisuudet paranevat, kun korjataan oikeaa asiaa.

Sisäilmaongelmia ennaltaehkäisevään kunnossapitoon pääseminen edellyttää mittavia ja systemaattisia toimenpiteitä korjausvelan vähentämiseksi. Mikäli näin ei tehdä, tilanne huononee tulevaisuudessa ja huonosta sisäilmasta aiheutuvat terveyshaitat jatkuva. Kyseisestä panostuksesta ei kuitenkaan aiheudu pitkällä tähtäimellä ylimääräisiä kustannuksia. Rakennukset on korjattava joka tapauksessa ja kiinteistöjen ennakoivan ylläpidon on arvioitu olevan noin 30 % halvempaa kuin viivästynyt korjaaminen.

4. KIITOKSET

Haluan kiittää opinnäytetyön valvojia TkL Jarkko Heinosta Satakunnan ammattikorkeakoulusta ja Porin kaupungin työhyvinvointipäällikkö Ulla Roinista arvokkaista neuvoista ja mielenkiinnosta työtäni kohtaan.

Erityiset kiitokset haluan antaa rakkailleni, niin vaimolleni Marikalle, kuin viisivuotiaalle pojallamme Veetille ymmärryksestä ajankäytön haasteisiin opintojeni aikana.

Haluan myös kiittää Porin kaupunkia työnantajana mahdollisuudesta osallistua rakennusterveysasiantuntija-koulutukseen. Samalla haluan kiittää Porin kaupungin sisäilmatyöryhmää kaikesta avusta ja tarvittavista ohjeista mitä olen työni valmistelussa heiltä saanut.

LÄHDE- JA KIRJALLISUUSLUETTELO

Hietanen-Peltola M., Korpilahti U. 2015. Terveellinen, turvallinen ja hyvinvoiva oppilaitos - Opas ympäristön ja yhteisön monialaiseen tarkastamiseen.

Hyvärinen A., Turunen M., Ung -Lanki S. 2015. Koulujen sisäilmaongelmien selvittämisen ja ohjeistuksen kehittäminen. Kuntien toimintatavat koulujen sisäilmaongelmien selvittämisessä ja toimenpiteiden kiireellisyyden arvioinnissa.

IVKT 2016 / SuLVI, Suomen LVI-liitto, SuLVI Ry ” Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien kuntotutkimus. yleisohje ja tilaajan ohje

Kero P. 2011. Diplomityö: Kosteus ja homevaurioproessin arviointi kuntien kiinteistöissä
Lahtinen M., Lappalainen S., Reijula K. 2009. Tietokortti 17. Sisäilmaongelmien ratkaisun toimintamalli. TTL.

Lappalainen S., Lahtinen M., Hapuoja P. ym. Sisäympäristöongelmien ratkaiseminen kuntien rakennuksissa. Ohje toimintatavoista sisäympäristöongelmia hoitaville ryhmille ja henkilöille. Kuntaliitto 2010.

Lappalainen S., Reijula K., Lahtinen M. ym. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Työterveyslaitos 2016.

Nevalainen, A. 2008. Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot, Opas ongelmien selvittämiseen. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja C 2/ 2008.

Pekkola, V. 2012 Kuntien julkisten kiinteistöjen sisäilmaongelmien hallinta. Ympäristö- ja Terveys –lehti

Toim. Pitkäranta M, Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, Julkaisija: Ympäristöministeriö 2016.

E., Ruokojoki J, ym. Kehitysehdotuksia kuntien julkisten rakennusten sisäilmaongelmien vähentämiseksi ja ennaltaehkäisemiseksi. Ympäristöministeriö. Kosteus- ja Hometalkoot.

Reijula K., ym. 2012. Rakennusten kosteus- ja homeongelmat.

Sisäilmayhdistys 2015: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Terveydelliset-tutkimukset/Altistumisen-tutkiminen>, (luettu10.11.2016)

Asumisterveysasetus (STMa 545/2015) ja sen soveltamisohje (Sosiaali- ja terveysalan lupavirasto Valvira, 2016)

OHJE TILAAJALLE: SISÄILMAHAITAN SELVITTÄMISEN ENSIVAIHEET JA KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNISEN KUNTOTUTKIMUKSEN KILPAILUTUS

Miia Kurri

Porin kaupunki

TIIVISTELMÄ

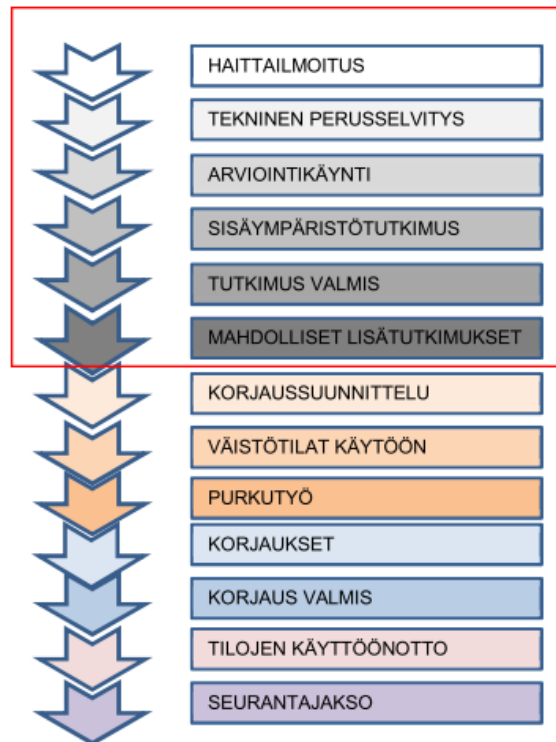
Työssä käydään yksityiskohtaisesti läpi kiinteistössä havaitun sisäilmahaitan selvittämisen ensi vaiheita päätyen lopulta sisäilmatutkimuksen tilaamiseen. Työn tarkoituksena on parantaa ja yhtenäistää, sekä osaltaan helpottaa sisäilmatutkimuksien tilaamisen käytäntöjä Porin kaupungissa ja toimia ohjeena rakennuttajalle sisäilmaongelmien selvityksen ensi vaiheissa. Lopputyönä valmistunut ohje on osa laajempaa kokonaisuutta Parempi sisäilma Poriin. Työn pääasialliset tutkimusmenetelmät ovat kirjallisuusselvitykset ja case-kohteiden analysointi. Työssä laadittiin rakennuttajien avuksi sisäilmaongelmien selvitykseen Asumisterveysasetuksen mukainen viite- ja raja-arvotaulukko, kiinteistön teknisen perusselvityksen tarkastuslomakkeet sekä kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen tarjouspyyntö.

Sisäilmaongelmaa ei selvitetä yksin, vaan se edellyttää monen eri asiantuntijan, käyttäjän ja kiinteistön omistajan edustajan välistä yhteistyötä. Avoin, rehellinen ja oikea-aikainen viestintä on merkittävä osa onnistunutta sisäilmaongelman selvitysprosessia.

1. JOHDANTO

Porin kaupungissa kiinteistöjen erilaiset sisäilmaongelmat ovat valitettavasti osa kiinteistöjen kunnossapidon arkea. Porin kaupungin hallitsemisissa rakennuksissa on 2013-2016 vuosien välisenä aikana ollut eri asteisia ja erilaisia sisäilmaongelmia yhteensä 168 kpl. Näiden kohteiden sisäilmaongelmien yhteydessä on teetetty kymmeniä erilaisia ja eri laajuisia sisäilmatutkimuksia sisäilmaongelmien selvittämiseksi.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on parantaa ja yhtenäistää, sekä osaltaan helpottaa sisäilmatutkimuksien tilaamisen käytäntöjä Porin kaupungissa. Ohje on tehty Porin kaupungin Teknisen palvelukeskuksen rakennuttajainsinöörien käyttöön, mutta se on pääosiltaan käytettävissä monilta osin myös muiden kaupunkien ja kuntien käyttöön kiinteistöjen sisäilmahaittojen selvittämisprosesseissa. Tämä RTA-koulutuksen lopputyönä valmistunut ohje on osa laajempaa kokonaisuutta Parempi sisäilma Poriin – toimintamalli sisäilmaongelmien hallintaan ja ehkäisyyn. Kokonaisuudessa toimintamalliin liittyy yhteensä neljä eri opinnäytetyötä, joista yksi on varsinaisen toimintamallin määrittelyä koskeva ja muut toimintamallin eri vaiheita tarkemmin kuvaavia asiakokonaisuuksia. Alla esitetyssä kuvassa on esitetty sisäilmaongelman selvittämistä kuvaava koko prosessi kaikkine eri vaiheineen. Punaisella rajaviivalla on rajattu prosessin vaiheet haittailmoituksesta sisäympäristötutkimukseen, joita tässä ohjeessa käsitellään.



Kuva 1. Sisäilmaongelman ratkaisuprosessi

2. SISÄILMAHAITAN SELVITYKSEN ENSI VAIHEET

Sisäympäristöongelmanratkaisun prosessi käynnistyy tilan käyttäjän kokeman haitan tai oireilun perusteella. Tämä johtaa tilojen käytön ja toiminnan kriittiseen tarkasteluun. Tämä vaihe sisältää myös tilojen siivottavuuden arvioinnin. Tarvittaessa tilasta voidaan tehdä haittailmoitus. Haittailmoitus puolestaan johtaa tekniseen perusselvitykseen, ja mikäli tämän jälkeen todetaan laajempien tutkimusten ja selvitysten tarve, käynnistetään sisäympäristötutkimukset. /2/

Kiinteistössä on olemassa erilaisia haittoja, joita rakennuksen eri tiloissa voi tilojen käyttäjä kokea ja havainnoida tiloissa työskennellessään. Rakennuksen ja tilapintojen etu on, että haittoista ilmoitetaan aina eteenpäin oikealle taholle. Haitat voidaan jakaa teknisiin ja sisäilmaolosuhdehaittoihin. Kun kyseessä epäily sisäympäristöhaitasta rakennuksessa toimivan yksikön esimiehen tulee ilmoittaa haitasta viipymättä kiinteistön omistajan edustajataholle reviirirakennuttajalle/isännöitsijälle, joka on vastuussa sen jälkeen vastuussa haittailmoituksen tekemisestä sähköiseen huoltokirjaan, RES-järjestelmään. Ennen haittailmoituksen tekemistä tiloissa on suoritettava reviirirakennuttajan toimesta ennakkotarkastelu tilan puhtauden ja käyttäjän oman toiminnan mahdollisesti aiheuttamasta olosuhdehaitoista.

Kiinteistöön suoritettava perusselvitys on moniongelmaisen sisäilmakohteen selvityksen kannalta kriittinen vaihe. Tässä prosessin alkuvaiheessa päätetään, aiheuttavatko kohteesta tehdyt valitukset prosessin käynnistämisen vai olisiko aiheutta uskoa, että käyttäjä itse tai hänen toimintansa vaikuttavat sisäilmaan tai käsitykseen sisäilmasta. Tällöin rakennuksessa itsessään ei ole (aiempien selvitysten mukaan) todettavissa sellaisia korjausta edellyttäviä vikoja tai

vaurioita, joilla koettuihin sisäilmaongelmiin tai oireisiin pystyttäisiin vaikuttamaan. Tilojen käyttäjän on myös osoitettava, että tiloja käytetään suunnitellusti eikä tiloissa toteutettava toiminta kuormita sisäilmaa epäedullisesti. Kiinteistön omistajan edustajan tulee suhtautua sisäilman laatuun viittaaviin valituksiin kuitenkin vakavasti, ja alkuvaiheessa tulee varmistaa, että ilmanvaihto ja talotekniikka toimivat suunnitellusti. /2/

Oireilun / valitusten laajuuden selvittämiseksi voidaan tilojen käyttäjille teettää myös käyttäjäkysely työterveyshuollon toimesta. Sisäilman laatua ei ole mitattavissa, mutta sen laatua voidaan selvittää kyselemällä käyttäjiltä heidän kokemia työympäristön olosuhteita. Sisäilmakyselyt ovat ainoa tapa selvittää sisäilman laatua kokonaisuutena. /3/

Rakennuksen sisätilojen sekä pintojen säännöllinen siivous ja puhdistus ovat tärkeitä toimenpiteitä, joilla on koettu olevan vaikutusta sisäympäristöön. Riittävän hyvistä säännöllisistä siivouksesta sopiminen ja sen toteutuksen seuraaminen ennaltaehkäisevät sisäilmahaittojen syntymiseen omalta osaltaan. /2/ Myös kiinteistön omistajan etu on, että tiloja käytetään, siivotaan ja huolletaan asianmukaisesti. Kiinteistön oikea siivous- ja huoltotoimenpiteet pidentävät rakennuksen, varsinkin sisäpintojen, käyttöikää huomattavasti ja auttavat osaltaan pitämään sisäilman laadukkaana.

3. KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Jos kohteen sisäilmahaitta ei ole ratkennut kiinteistöön suoritetulla perusselvityksellä, kiinteistön omistajan edustaja rakennuttaja tai isännöitsijä käynnistää kohteeseen laajemman sisäympäristötutkimuksen. /2/ Kosteusvauriot ovat yleisiä rakennuksien sisäilmaongelmien aiheuttajia, mutta sisäilmaongelmia aiheuttavat myös muut, kosteudesta riippumattomat tekijät. Siksi sisäilmaongelman ratkaisu edellyttää tyypillisesti hyvää kokonaisuuden hallintaa, jossa otetaan huomioon paitsi erilaisten kemiallisten ja mikrobiologisten altisteiden mahdollisuus, myös tilojen käyttöön, fysikaalisiin olosuhteisiin ja ilmanvaihtoon liittyvät tekijät. Sisäilmaongelman ratkaisun rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus on oleellinen osa haitan korjaushanketta. Kuntotutkimuksella selvitetään ongelmien ja syntyneiden vaurioiden syyt, jotta rakennuksen korjaamiseksi osataan valita oikeat korjausmenetelmät. /4/

Perusteellisesti laaditut kuntotutkimukset toimivat rakennuksen elinkaaren hallinnan työkaluna ja auttavat kiinteistön omistajan edustajaa teettämään rakennukseen oikea-aikaisia kunnossapitotoimenpiteitä. Tutkimuksen yhteydessä on hyvä teettää kohteeseen myös haitta-ainekartoitus tulevia, mahdollisia korjaustöitä varten. Kuntotutkimuksen tilaavalla kiinteistön omistajalla, isännöitsijällä tai rakennuttajalla on usein aktiivinen rooli kuntotutkimuksen ja koko selvitysprosessin ajan. Kiinteistönomistaja on vastuussa rakennuksen turvallisuudesta ja terveellisyydestä. /4/ Useasti kuntotutkimuksen tilaaja toimii tulkkina ja tiedon välittäjänä tilojen käyttäjien ja kuntotutkijan välillä. On tärkeää osata ilmaista ja selvittää kuntotutkimuksen tarkoitus ja tutkimustavat tilojen käyttäjille ilman vaikeasti ymmärrettäviä teknisiä ilmaisuja.

Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen hankinnan kilpailuttamisen kannalta tärkeimmät tarjouspyynnön asiakokonaisuudet ovat: tehtävän kuvaus ja tavoitteet sekä vaaditut kelpoisuusehdot. Näiden osa-alueiden avulla kuvataan yksityiskohtaisesti tilaajan tahtotila ja kuntotutkimuksen laajuus ko. kiinteistöön kohdistuvan kuntotutkimuksen osalta. Tilaajan tulee ottaa huomioon kuntotutkimuksen toteutukseen osoitetun henkilöstön pätevyys ja kokemus sisäilmaongelmien tutkimisesta sekä henkilöstön organisointi, koska kuntotutkimukseen osoitetulla henkilöstön laadulla on merkittävä vaikutus lopputulokseen. Tarjouspyyntöön voidaan määrittellä erilaisia vähimmäisvaatimuksia, jotka kaikki tulee tarjouksen jättävien tarjoajien täyttää. Vähimmäisvaatimukset ovat asioita, jotka tilaaja katsoo ehdottoman tärkeiksi ko. hankinnan kannalta

4. ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI

Rakennuksen altistumisen arviointi rakennuksesta peräisin oleville epäpuhtauksille perustuu teknisen kokonaisuuden hallintaan, jossa huomioidaan rakennus- ja talotekniikan sekä rakennuksesta peräsin olevien epäpuhtauslähteiden vaikutus myös sisäilmaston laatuun. Altistumisen arviointi on osa riskinarviota. Altistumisen arviointi suoritetaan sisäilmaongelmaiseen rakennukseen, kun siitä on tehty ensin laaja-alaiset rakenne- ja talotekniset kuntotutkimukset. Altistumisen arvioinnissa esitetään kriteerit jokaisen osa-alueen arvioimiseksi ja sen perusteella tehdään haitallisen altistumisen arviointi. Altistumisen arvioinnissa otetaan huomioon myös rakennuksen käyttäjien kokema sisäilmaston laatu ja tilojen käyttöön liittyvä ryhmätason terveydellinen tieto. /1/

Yleensä sisäilmasto-ongelmaisissa kohteissa esiintyy useita eritasoisia haittatekijöitä, jotka on huomioitava altistumisen arvioinnissa ja jatkotoimenpiteiden määrittelyssä. Altistumisen arvioinnista saatuja tietoja tulee hyödyntää lähtötietona rakennusten peruskorjausten laajuuden sekä niiden kiireellisyyden suunnittelussa. /1/

5. VIESTINTÄ TÄRKEÄ OSA SISÄILMAONGELMAN SELVITYSPROSESSIA

Yhteistyön toiminen eri osapuolten välillä edellyttää tiedottamista, joka tulee aloittaa heti hankkeen alkuvaiheessa. Kaikista työ- ja tutkimusvaiheista, mahdollisista tutkimuksen aiheuttamista haitoista ja häiriöistä sekä hankkeen aikataulusta tiedotetaan eri osapuolia hyvissä ajoin ja tasapuolisesti. Ajoissa hoidettu tiedottaminen antaa käyttäjille mahdollisuuden sopeutua tilanteeseen. Tiedottamisen tulee olla samanlaista kaikille osapuolille. Viestinnän peruslähtökohta on luottamus, jonka edellytyksenä on avoimuus sekä oikea asenne asianosaisia kohtaan. Viestinnässä on huomioitava myös median tarpeet, mikä on huomioitava oikea-aikaisena ja riittävänä tiedottamisena, mikä tulee tehdä ennen huhujen syntymistä. /5/

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli kertoa yksityiskohtaisesti sisäilmahaitan selvittämisprosessin ensi vaiheiden sisällöstä. Sisäilmahaitan selvittelyprosessin jakaminen pienempiin osakokonaisuuksiin

auttaa kiinteistön omistajan edustajaa, reviiirakennuttajaa, ymmärtämään paremmin eri vaiheiden merkityksen sisäilmahaitan selvittämisessä. Porin kaupungille luotu yhtenäinen Parempi sisäilma Poriin -toimintamalli mahdollistaa yhteneväisen tavan toimia, rakennuttaja ei jää kiinteistön sisäilmaongelmien selvittämisen kanssa yksin.

Ohjeen laadinnan aikana käsitys selvitysprosessin ensi vaiheiden tärkeydestä vahvistui. Ensi vaiheet ovat sisäilmahaitan selvityksen kannalta ratkaisevia. Prosessin alkuvaiheessa selvittää, aiheuttavatko kohteesta tehdyt valitukset prosessin käynnistämisen vai olisiko aiheutta uskoa, että käyttäjä itse tai hänen toimintansa vaikuttavat sisäilmaan tai käsitykseen sisäilmasta. Haittailmoitus tuo esiin rakennuksessa esiin koetun teknisen tai sisäilmaolosuhdehaitan, minkä jälkeen haitan aiheuttajaa lähdetään selvittämään. Perusselvityksen yhteydessä tarkistetaan aistinvaraisesti kiinteistön tilat ja niiden kunto sekä taloteknisten järjestelmien toimivuus suorittamalla rakennukseen tarkastuskäynti. Rakennuksen suunnitellun käyttötarkoituksen vastainen toiminta tiloissa vaikuttaa rakennuksen mahdollisuuksiin palvella tiloissa tapahtuvaa toimintaa sen tarkoituksen mukaisesti, esim. lepohuone varastossa. Rakennuksen erilaisten tilapintojen ylläpitosiivouksella on myös suuri merkitys koetun sisäilman laatuun.

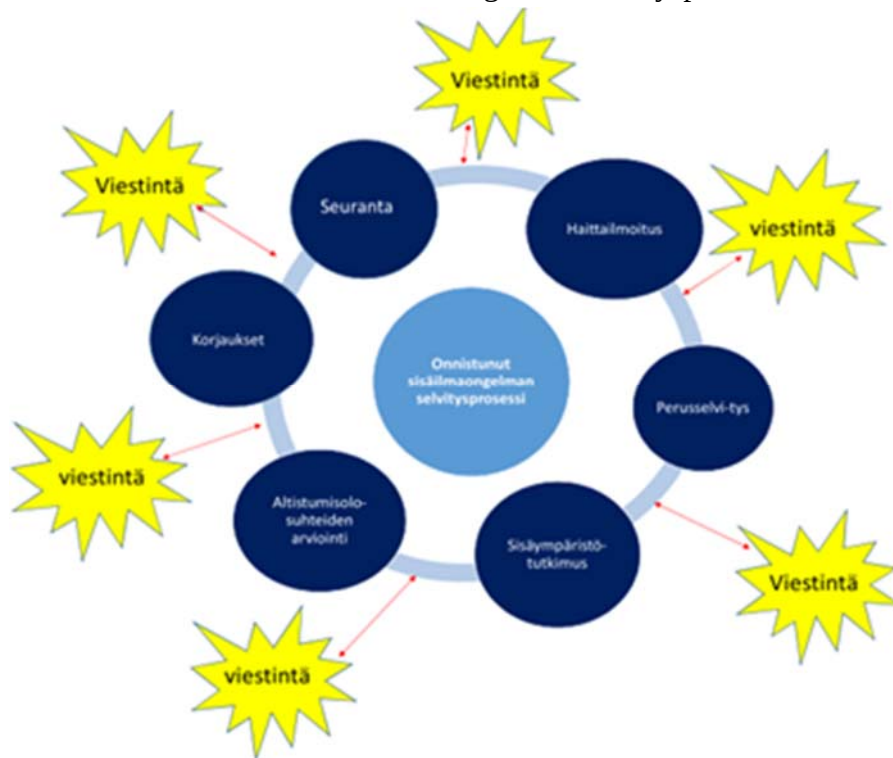
Käyttäjien kokiessa rakennuksessa sisäilmahaittaan liittyvää oireilua tulee heidän olla yhteydessä työterveyshuoltoon. Käyttäjille teetetävän sisäilmastokyselyn tulokset auttavat sisäilmahaitan selvitysprosessissa reviiirakennuttajaa haitan aiheuttajan, laajuuden ja vaikutusalueen selvitystyössä.

Jos rakennuksessa koettu sisäilmaolosuhdehaitta ei selvinnyt vielä selvitysprosessin ensivaiheiden aikana aloitetaan kiinteistössä sisäympäristötutkimus –vaihe, jonka tarkoituksena on tutkia rakennuksen kosteus- ja sisäilmateknisiä asioita, niiden toimivuutta rakennusfysikaalisesti tarkasteltuna sekä taloteknisten järjestelmien kuntoa ja toimintakykyä. Kiinteistöön tehdyn laajan tutkimustyön jälkeen tiedetään mikä rakenneaurio tai talotekninen järjestelmän toimimattomuus aiheuttaa tiloihin sisäilmahaittaa. Tutkimuksessa saadaan paljon lisätietoa myös rakennuksen eri rakenteiden kunnosta, mikä auttaa kiinteistön omistajaa, reviiirakennuttajaa, kiinteistöomaisuuden tavoitteellisessa hallinnassa, esim. peruskorjaus.

Kuntotutkimuksen tulokset sekä tieto tilojen käyttäjien terveydestä auttavat moniammatillista sisäilmatyöryhmää laatimaan rakennuksesta altistumisolosuhteiden arvioinnin, jonka perusteella määräytyy sisäilmaongelman laajuus ja tarvittavien korjaustoimenpiteiden kiireellisyys sisäilmaongelman poistamiseksi. Altistumisolosuhteiden arviointi on kriittinen kohta selvitysprosessia, koska siinä arvioidaan sisäympäristöongelman terveydellisiä vaikutuksia tilojen käyttäjille ja tarvittavien toimenpiteiden kiireellisyyttä.

Viestinnän tärkeys korostuu koko selvitysprosessin aikana. Viestintä on ratkaiseva tekijä sisäilmaongelman selvitysprosessi. Viestinnän avulla pystytään pitämään kaikki selvitysprosessin osapuolet ja media tietoisina eri vaiheista ja niiden tuloksista. Viestinnän tulee olla tasapuolista ja oikea-aikaista. Riittävällä viestinnällä pystytään estämään perättömien huhujen syntyminen. Käyttäjien epätietoisuus työpaikan sisäilmaongelman syystä ja selvityksen eri vaiheista on ensi

askel kohti epäonnistumista sisäilmaongelman selvitystä. Vain hyvällä ja vastavuoroisella viestinnällä voidaan onnistua monitahoisen sisäilmaongelman selvitysprosessissa.



Kuva 2. Viestintä on osa sisäilmaongelman selvitysprosessia

Sisäilmaongelmien hallintaan ja ehkäisyyn laadittu toimintamalli tulee ottaa käyttöön Porin kaupungin Teknisen palvelukeskuksessa nopeasti, jotta toimintamalli saadaan jalkautettua myös varsinaisten tilojen käyttäjien ja huoltohenkilökunnan tietoon. Toimintamallista on tarkoitus tulla normaalin reviirirakennuttajan arkityöelämän menettelytapa kiinteistöjen sisäilmaongelma-tapauksissa, mikä edellyttää reviirirakennuttajilta ja sisäilmatyöryhmältä tiivistä yhteistyötä toimintamallin käyttöönoton alkuvaiheessa.

6. LÄHDELUETTELO

1. Holopainen R., Hyvärinen A., Lappalainen S., Pietarinen V-M., Reijula K., Tähtinen K., 2015. Altistumisen arviointi sisäilmaston laatuun vaikuttavien tekijöiden perusteella. Sisäilmastoyhdistyksen raportti 35
2. Porin kaupungin sisäilmatyöryhmä. 2016. Parempi sisäilma Poriin, Toimintamalli sisäilmaongelmien ehkäisyyn ja hallintaan
3. Seuri M., 3.11.2016. Terveysvaikutukset: Kyselyt sisäilmaongelmissa. RATEKO/RTA-koulutus 2016
4. Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö.
5. <http://www.sisailmayhdistys.fi>, Viitattu 17.4.2017

OHJE JULKISEN RAKENNUKSEN SISÄILMAKORJAUKSEN RAKENNUTTAJALLE

Marko Levola

Porin kaupunki, tekninen palvelukeskus

TIIVISTELMÄ

Ammattitaitoisen rakennuttajan rooli on sisäilmakorjauksen onnistumisen kannalta oleellisen tärkeä, sillä rakennuttaja on ainut henkilö, joka on hankkeessa mukana alusta aivan loppuun asti. Tämän lopputyön tavoitteena on parantaa ja yhtenäistää sisäilmakorjausten rakennuttamisen käytäntöjä Porin kaupungilla ja tällä tavoin edesauttaa sisäilmakorjausten onnistumista. Lopputyö on osa laajempaa kokonaisuutta *Parempi Sisäilma Poriin*. Se on tehty Porin kaupungin Teknisen Palvelukeskuksen rakennuttajainsinöörien käyttöön, mutta on monelta osin sovellettavissa muuhunkin kuntiin ja kaupunkeihin. Työn pääasialliset tutkimusmenetelmät olivat kirjallisuusselvitykset, asiantuntijahaastattelut ja case-kohteiden analysointi. Työssä laadittiin myös asiakirjapohjia rakennuttajien työkaluiksi.

1. LÄHTÖTILANNE

Sisäilmakorjauksia on Porin kaupungin toimesta tehty n. 2000-luvun alusta alkaen ja niiden käytännöt ovat olleet vaihtelevia – niin myös korjausten onnistuminen. Useissa tapauksissa sisäilmakorjaukset eivät ole käyttäjien kokemusten mukaan auttaneet, vaan oireista on raportoitu korjausten jälkeenkin. Joissain tapauksissa ongelmien on koettu jopa lisääntyneen.

2. LOPPUTYÖN TAVOITE

Edellä esitetyistä lähtökohdista käsin on tämän työn päätavoitteena yhtenäistää ja parantaa rakennuttamisen prosessia. Tavoite saavutetaan kolmella kokonaisuudella:

- Kuvataan suositeltu rakennuttamisen prosessi sisäilmakorjaushankkeisiin sovellettuna.
- Määritetään sisäilmakorjaushankkeiden kriittiset pisteet ja suositellut menettelytavat niihin.
- Laaditaan rakennuttajille työkaluja hankkeiden parempaan läpivientiin.

3. KESKEISET TYÖN TULOKSET

3.1. Rakennuttamisen prosessin kuvaus sisäilmakorjaushankkeisiin sovellettuna

Työssä käsitellään erityisesti rakennuttamisen prosessi sisäilmakorjaushankkeiden kannalta, mutta kuvataan myös lyhyesti yleinen korjaushankkeen rakennuttamisen prosessi. Vaativassa sisäilmakorjaushankkeessa on usein enemmän osapuolia kuin vastaavan laajuudessa uudisrakennus- tai peruskorjaushankkeessa, sillä sisäilmaan liittyvät kysymykset edellyttävät sisäilma-

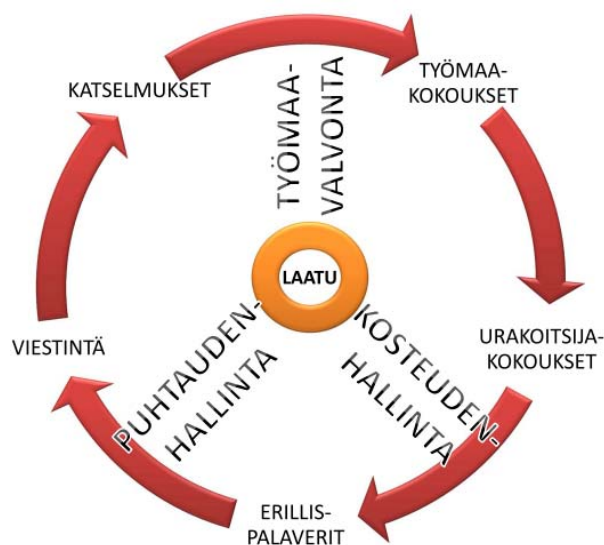
ja kosteusteknisen kuntotutkijan, terveysturvaviranomaisten, työterveyshuollon ja sisäilma-työryhmän osallistumista hankkeeseen. Sisäilmakorjaushankkeissa korostuu osapuolten välinen vuorovaikutus ja tiedottaminen rakennuksen käyttäjille.

Sisäilmakorjaushankkeen lähtökohtana on riittävä tieto kohteen sisäilmaongelmien aiheuttajista. Lähdetessä tutkimaan sisäilmaongelmia, kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkija tutustuu kohteeseen, sen korjaushistoriaan ja mahdollisiin aiempiin selvityksiin. Tämän lähtötillanneselvityksen perusteella em. tutkija tekee tutkimussuunnitelman. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus on aina räätälöitävä kohteen mukaan. Tutkimusvaiheen jälkeen hanke jatkuu korjaushankkeiden yleistä vaiheistusta noudattaen, mutta erityisesti sisäilmakorjauksen erityispiirteet ja riskialttiit vaiheet huomioiden.

Rakennuttajalla on tärkeä rooli hankkeen osapuolien välisen yhteistyön varmistamisessa. Rakennuttaja pitää säännölliset työmaakokoukset, ja tarpeen niin vaatiessa on aloitteellinen tarvittavien erillispalaverien järjestämisessä. Pääurakoitsijan vastuulla on pitää säännölliset urakoitsijakokoukset, joihin osallistuu myös kohteen valvoja. Urakoitsija järjestää työselityksissä ym. asiakirjoissa edellytetyt katselmukset. Hankkeen osapuolten välisen tiedonkulun tulee olla katkeamatonta ja sen pitää kulkea molempiin suuntiin heidän välillään.

Sisäilmakorjaustyömaan ohjaus on työssä kuvattu 'ohjauspyöränä', joka muodostuu oheisen kuvan mukaan:

- Työmaan ohjauselementeistä: kokoukset, viestintä, katselmukset.
- Keskeisistä laatuun vaikuttavista kokonaisuuksista: puhtaudenhallinta, kosteudenhallinta ja työmaavalvonta.
- Ohjauspyörän keskiössä on laatu.



Kuva 1. Sisäilmakorjaustyömaan 'ohjauspyörä'.

3.2. Sisäilmakorjaushankkeen kriittiset pisteet ja suositellut menettelytavat niihin

Hankkeen riittävä korjauslaajuus on varmistettava jo hankesuunnitteluvaiheessa. Varmistetaan, että kohteessa suoritettu kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus on riittävän kattava. Täydentäviä tutkimuksia voidaan tehdä vielä suunnitteluvaiheessa.

Suunnitelmien ja tarjouspyyntöasiakirjojen kattavuus: Varmistettava että suunnitelmissa ja tarjouspyyntöasiakirjoissa on kaikki korjausten onnistumisen kannalta oleelliset asiat.

Laatukriteerit kilpailutuksessa: ei pelkällä hinnalla kilpailutusta. Kaiken kaikkiaan kilpailutuksessa käytettävien laatukriteerien määrittäminen on hankala tehtävä. Hankintalain mukaan kriteerien tulisi olla tasapuolisia eivätkä ne saisi syrjiä ketään. Kriteerien tulisi kuitenkin tehdä tarjoajien väliset laatuero näkyviksi niin, ettei laatu-/hintakilpailussa lopulta kuitenkin ratkaise pelkkä hinta. Toisaalta kriteerien täytyy vastata todellista vaatimustasoa: Liian tiukat kriteerit karsivat liikaa tarjoajien määrää. Tyypillisimmin käytetään hintaa ja laatukriteereitä eri painoituksin. Esimerkiksi hinta 30 % ja laatu 70 %. Lopputyön liitteenä on laatukriteereitä suunnittelijoiden, valvojien ja urakoitsijoiden kilpailutukseen.

Työmaan aloitusvaiheessa on suositeltavaa järjestää **työmaan aloituspalaveri**, missä käydään läpi työvaiheet korostaen korjauksen onnistumisen kannalta oleellisimpia asioita. Aloituspalaveriin osallistuvat kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkija, suunnittelijat, valvoja ja urakoitsijat.

Pätevä valvoja: Sisäilmakorjaukset vaativat myös valvojalta erikoistumista. Hyvä valvonta on luonteeltaan ennakoivaa ja osapuolten yhteistyötä edistävää. On eduksi, mikäli valvoja on mukana mahdollisimman aikaisin, mielellään jo suunnitteluvaiheessa. Tällöin valvoja tuntee ongelmien taustat ja korjaussuunnitelmat riittävän hyvin. Töiden kuluessa valvoja on avainroolissa ennakoimaan lisäsuunnittelu- tai lisätutkimustarpeita, jotta korjaustyöt pääsevät keskeytyksittä etenemään ja rakenteita avatessa havaitut ns. yllätykset tulevat huomioitua korjauksissa.

Valvoja tekee kohteelle valvontasuunnitelman, missä kerrotaan työvaiheittain vähintään ja aina tarkistettavat asiat. Erityisesti valvottavia asioita ovat tyypillisesti mm.:

- Purkutöiden valvonta ja riittävän purkusyvyyden tai -laajuuden määrittäminen. Tarvittaessa materiaalinäyttein varmistetaan että esim. että kaikki pilaantunut aines tulee poistetuksi, ja toisaalta että säilyvät rakenteet ovat puhtaita.
- Osastointien tiiveyden ja alipaineistuksen valvonta rekisteröivin laittein. Voidaan käyttää rekisteröivää sisäilman olosuhdemittaria, joka mittaa paine-eroa, lämpötilaa ja suhteellista kosteutta.
- Ilmatiiveyksien varmistaminen ennen pintarakenteiden tekoa. Tiivistysten valvonta tehdään tarvittaessa merkkisavu-, merkkiaine- tai painekokein. Ilmatiiveysluku antaa tehokkaasti kuvan rakennuksen tiiveydestä.

- Rakennusaikaiset kosteudet ja pinnoitettavuuden varmistaminen. Valvoja teettää itse tai valvoo, että urakoitsija teettää (mikäli se kuuluu urakkaan) pinnoitettavuusmittaukset ammattitaitoisella mittaajalla. Betonilattioiden pinnoitettavuudet on aina varmistettava mittauksin.
- Sisäilmakorjausten kriittiset kohdat varmennetaan mittauksin ja tutkimuksin valvontasuunnitelman mukaan. Mittausten seikkaperäinen dokumentointi on tärkeää!

Työmaan kosteudenhallinta: Rakennuttajan laatima kosteudenhallinta-asiakirja on pohjana koko työmaan kuivaketjun hallinnassa. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma on ensimmäisiä ja tärkeimpiä urakoitsijan vastuulla olevia suunnitelmia. Urakoitsijalta on edellytettävä kosteudenhallintasuunnitelma hyväksyttäväksi ennen kuin purku- tai rakennustöihin ryhdytään. Kosteudenhallintasuunnitelmassa esitetään myös rakennustarvikkeiden varastointi

Työmaan puhtauden hallinta ja huolellinen loppusiivous (ns. 'homeettomaksi siivous'). Työmaan pölynhallinta on tärkeää. Jos siitä ei huolehdi, voi työmaalla ilmassa leijuvat epäpuhtaudet jäädä heikentämään valmiin kohteen sisäilman laatua. Sisäilmakorjauskohteet tehdään pääsääntöisesti puhtausluokan P1-mukaan. Urakoitsijoilta pitää edellyttää ennen pölyävien työvaiheiden alkua kirjalliset pölynhallintasuunnitelmat.

Muutoin onnistunut sisäilmakorjaushanke voidaan vielä pilata huolimattomalla siivouksella. Alalla yleisesti puhutaan ns. home- tai homeettomaksi siivouksesta, mutta tässä yhteydessä sillä tarkoitetaan tavallista rakennussiivousta perusteellisempaa siivousta, joka tehdään eri-koismenetelmin ja –välinein. Homeettomaksi siivouksen tavoitteena on poistaa pinnoille kertynyt homeitiöitä ja mikrobirihmastoja sisältävä pöly.

Käyttöönotto- ja jälkiseurantavaihe: Irtaimiston puhdistus ja hallittu muutto, tehostettu siivous, tehostettu ilmanvaihto. Jälkiseurantavaiheessa sisäilmaryhmä on mukana tai vähintään pidetään informoituna.

Viestintä: Epäselvä, ristiriitainen tai liian myöhäinen viestintä ylläpitää huhuja ja huonontaa korjauksen onnistumismahdollisuuksia.

3.3. Rakennuttajille työkaluja hankkeiden parempaan läpivientiin

Työssä laadittiin rakennuttajien työtä helpottamaan ja yhdenmukaistamaan:

- Kilpailutuksessa käytettäviä laatukriteereitä suunnittelun, valvonnan ja urakoiden kilpailutukseen. Kustakin kriteeristä on annettu kriteerin kuvaus ja arvosteluperusteet.
- Valvontasuunnitelma: Excel –pohja, joka voidaan muokata kohteeseen sopivaksi.
- Rakennuttajan muistilista sisäilmakorjaushankkeeseen.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Työssä tehdyt keskeiset johtopäätökset:

- Nykyinen korjaushankkeiden toimintamalli Porin kaupungilla on vakiintumaton eikä aina anna tyydyttäviä tuloksia.
- Rakennuttajan rooli rakennushankkeessa on tärkeä: rakennuttaja on ainut henkilö, joka on mukana hankkeen alusta aivan loppuun asti.
- Sisäilmakorjauksissa huolellinen työnsuoritus on tärkeä. Asenne ratkaisee!
- Työmaan puhtauden hallinta on otettava tosissaan.
- Hyvällä viestinnällä ei pysty paikkaamaan epäonnistunutta korjausta, mutta huonolla viestinnällä voi pilata onnistuneen korjauksen.

Kaikista haasteista huolimatta korjauksissa on mahdollista onnistua. Se edellyttää onnistumista kaikilla osa-alueilla:

- Selvitys, joka paljastaa terveyshaittojen aiheuttajan.
- Oikein ja riittävässä laajuudessa tehdyt korjaukset.
- Hyvä viestintä.

5. KIITOKSET

Kirjottaja kiittää työnantajaansa Porin kaupunkia mahdollisuudesta osallistua RTA-koulutukseen, Sari Honkasta Lahden kaupungin Tilakeskuksesta ja Piritta Salmea FCG Oy:stä lopputyön ohjaamisesta sekä RATEKOn Helmi Kokottia rakentavasta kritiikistä.

5. LÄHDELUETTELO

1. Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen, Opetushallitus
2. Rakennustöiden puhtausluokitus Porin kaupungin kiinteistöissä korjaus- ja uudisrakentamisessa.
3. Pohjonen M. Julkisten rakennushankintojen kilpailuttamisopas. RTK OY 2011
4. Ohjeita korjausrakentamisen pölyntorjuntaan, Putusa -tutkimushanke
5. Kuivaketju10, Oulun kaupungin rakennusvalvonta.
6. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Tarja Merikallio. Suomen Betonitieto Oy. 2002.
7. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje osa IV, 8/2016
8. Rakennusterveysasiantuntijakoulutuksen luentoaineisto 3.11.2016 Vantaalla. Työlääketieteen dosentti, erikoislääkäri Markku Seuri, Mikrobioni Oy.
9. Vaikeiden sisäilmakohteiden toimintaohje Porin kaupungissa, Porin kaupungin sisäilma-työryhmä 2017
10. Talonrakennustyön työmaavalvonnan tehtäväluettelo RT 16-11121.
11. Ratu 1180-S Työmaan laatusuunnitelma.
12. Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen. Työterveyslaitos, Kosteus- ja hometalkoot 2011.

13. Väistötiloihin muuttaminen ja irtaimiston puhdistus. RTA-lopputyö, Heidi Rosenblad 2017.
14. Mikrobiologiaa rakennusterveysasiantuntijoille, luentoaineisto 1.11.2016 Miia Pitkäranta, Vahanen Rakennusfysiikka Oy.
15. Suunnittelupalveluiden hankintaopas 2007, Matti Tauriainen. SKOL.
16. Puurakenteiden kosteustekninen toiminta. VTT tiedotteita 1991. Kokko, Ojanen, Salonvaara, Hukka, Viitanen.
17. Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Ympäristöministeriö. Toim. Miia Pitkäranta.
18. <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/kosteudenhallintasuunnitelma>
19. Lattiapäällystevauriot, tutkiminen ja korjaustavat, luentoaineisto 1.12.2016 Katariina Laine, Vahanen Rakennusfysiikka Oy.
20. Tauriainen, M. (2002) Suunnittelupalveluiden hankinta, Tampere: Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL ry ja Rakennustieto Oy.
21. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. TTL 2017. Lappalainen ym.

PERUSKORJAUSKOHTTEEN PÄÄTÖKSENTEON PROSESSI SISÄILMATEKNISESSÄ MELESSÄ

Päivi Kalli
Porin kaupunki
Tekninen palvelukeskus

TIIVISTELMÄ

Peruskorjaushankkeen päätöksenteon prosessissa on tärkeää, että hankkeen tavoitteet, korjaustarpeet ja kustannukset ovat oikealla tasolla jo hankkeen alkuvaiheista lähtien. Opinnäytetyössä selvitettiin kirjallisuusselvityksin rakennushankkeen vaiheet, ja niissä tehtävät päätökset.

Opinnäytetyössä tutkittiin esimerkkikohteen avulla minkälaisia sisäilmaa heikentäviä, kosteusteknisiä asioita ja kustannuksia nostavia työvaiheita tulee esiin korjaustarveselvityksistä ja tutkimuksista, joita ei ole huomioitu peruskorjaushankkeen tarveselvitysvaiheessa. Tämän selvityksen tutkimuskysymykset ovat: voidaanko esimerkkikohteesta tehtävät johtopäätökset hyödyntää muihin kohteisiin, voidaanko peruskorjauskohteen sisäilmateknisiä korjauksia ennakoida kustannusarviossa sekä minkälaisiin sisäilmaa parantaviin toimenpiteisiin on syytä varautua jo ennen suunnittelua ja mahdollisesti jo ennen tutkimuksiakin. Tähän työhön sisältyy myös esimerkkikohteen työmenetelmien valinta.

Opinnäytetyön tutkimuksen tuloksena on laadittu muistilista peruskorjauskohteen riskien ennakkohallinnasta alustavassa kustannusarviossa. Muistilistan avulla rakennuttaja pystyy jo ennen kuntotutkimusta kartoittamaan alustavasti hankkeen korjaustarpeet ja riskitekijät rakennusosittain sekä varautumaan niihin kustannusarviossa.

1. JOHDANTO

Kunnan talousarvio laaditaan kolmelle vuodelle eteenpäin ja edellisen vuoden keväällä tehdään seuraavan vuoden talousarvioesitys. Talonrakennuksen investointihankkeen budjetti joudutaan antamaan usein talousarvioraamien puitteissa jo ennen kuin peruskorjaushankkeesta on tehty mitään selvityksiä tai tutkimuksia. Peruskorjaushankkeen tarveselvitys-, ja hankesuunnitteluvaiheen sekä kuntotutkimusten ajoitus on haastavaa, koska tutkimuksiin ja suunnitteluun ei ole riittäviä resursseja riittävän aikaisin. Toimivan kiinteistöstrategian ja pitkän aikavälin kunnossapitosuunnitelman (PTS:n) laatiminen on tärkeää, millä voidaan koordinoita, hallinnoida ja ajoittaa rakennushankkeita.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään enemmän peruskorjaushankkeen alkuvaiheisiin eli tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheisiin sekä niissä tehtäviin päätöksiin. Peruskorjauskohteen tarveselvitysvaihe ja alustavan kustannusarvion laadinta tehdään jo ennen rakennuksen tutkimuksia ja suunnitelmia. Alustavan kustannusarvion laadinnassa on haastavaa

tarkastella tarvitseeko, ja millä laajuudella ottaa huomioon sisäilmateknisiä ja sisäilmaa parantavia asioita kuten tiiviiden parantamista.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda muistilista kosteusteknisistä ja sisäilmaa heikentävistä riskitekijöistä, jotka tulisi ottaa huomioon jo alustavassa kustannusarvion laadinnassa. Peruskorjauskohteen kustannusarvion laadinnassa tulisi käydä tarvittavat rakennusosat läpi ja varata riittävät varaukset korjaustoimenpiteille. Muistilistaan on koottu tutkimuksissa esiin tulleet kustannuksia lisäävät sisäilmaaparantavat tekijät, mitä kustannuslaskentaohjelma ei huomioi automaattisesti. Rakennushankkeen onnistumisen kannalta on tärkeää, että jo tarveselvitysvaiheen alustava kustannusarvio on lähellä lopullista kustannusarviota.

2. RAKENNUSHANKKEEN PÄÄVAIHEET JA PÄÄTÖSTILANTEET

Rakennushanke aloitetaan yleensä tarveselvityksellä. Tarveselvityksessä perustellaan tilanhankinnan tarpeellisuus, kuvataan alustavasti tarvittavat tilat, rakenteet ja niille asetettavat vaatimukset. Jos peruskorjaushankkeen tarve on selvä heti hankkeen alussa, niin voidaan tehdä yhdistetty tarveselvitys ja hankesuunnitelma. Tarveselvitysvaiheen tärkein funktio on eri tilanhankintavaihtoehtojen sekä niiden kelpoisuuden ja edullisuuden tutkiminen.

Tarveselvitysvaihe päättyy hankepäätökseen, jonka jälkeen alkaa hankesuunnitteluvaihe. Hankesuunnitteluvaiheessa rakennushankkeelle asetetaan tarkemmat tavoitteet koskien mm. hankkeen laajuutta, toimivuutta, laatua, kosteudenhallintaa, kustannuksia, aikataulua sekä ylläpitoa. Tässä vaiheessa määritellään hankkeen kosteudenhallinnan tavoitteet, jotka ovat osa koko hankkeen tavoiteasettelua, johon kuuluvat myös mm. esteettiset tavoitteet, toimivuustavoitteet, sisäilman laatutavoitteet (sisäilmastoluokan ja rakennustöiden puhtausluokan määrittäminen), energiankulutus- ja ympäristötavoitteet, elinkaaritoustavoitteet sekä yleiset tekniset elinkaaritavoitteet (RIL 250- 2011, 2011, 25). Hankesuunnitteluvaihe päättyy investointipäätökseen, jonka jälkeen edetään varsinaiseen suunnitteluvaiheeseen. Rakennushankkeen tavoitteet tarkentuvat suunnittelun edetessä. Tavoitteet sitovat ja ohjaavat suunnittelua, työmaavaihetta ja rakennuksen käyttöä sekä ylläpitoa.

Suunnitteluvaihe alkaa luonnossuunnittelulla, joka päättyy teknisten ratkaisujen valintaan ja käynnistää toteutussuunnittelun lopullisten suunnitelmien laadinnan. Tarjouslaskentavaiheen jälkeen tehdään rakentamispäätös, joka käynnistää rakentamisen. Rakentaminen päättyy vastaanottoon, jossa rakennus otetaan käyttöön ja alkaa ylläpitovaihe. Rakennuksen käyttö ja ylläpito sisältävät tarvittavat kiinteistön ylläpito- ja korjaustoimenpiteet. (RIL 250- 2011, 2011, 19)

3. CASE: PÄIVÄKOTIRAKENNUKSEN VAIHEITTAINEN PERUSKORJAUS

Tutkimuksen kohde on kolmikerroksinen vuonna 1954 valmistunut betonirunkoinen rakennus, jossa on kaksi maanpäällistä kerrosta sekä kellari ja alakellarikerros. Rakennus on pinta-alaltaan 1051 bruttoneliötä (brm²) ja suojeltu luokituksen sr-20 mukaan. Rakennuksen 2.kerros

on peruskorjattu vuonna 2011. Samassa yhteydessä myös 1. kerroksen ja kellaritilojen peruskorjauksesta tehtiin luonnossuunnitelmat. Toisen kerroksen hankesuunnitteluvaiheessa ei tehty varsinaista koko taloa koskevaa kuntotutkimusta. Ensimmäisen kerroksen ja kellarien osalta peruskorjaus on lykkääntynyt useaan otteeseen mm. rahoituksen, henkilöresurssipulan ja väistötilojen puuttumisen takia. Lisäksi hankkeessa on vaihtunut rakennuttaja useaan kertaan.

Toisen kerroksen peruskorjauksen jälkeen rakennuksessa on ollut joitakin vesivahinkoja, jotka on korjattu. Vahanen Oy teki vuonna 2015 koko rakennuksen rakenne-, kosteus- ja ilmanvaihtoteknisen korjaustarveselvityksen peruskorjausta varten. Tässä opinnäytetyössä käsitellään lähinnä kosteusteknistä osaa tutkimuksesta, selvitetään sisäilmaa heikentäviä ja kosteusteknisiä asioita. Korjaustarveselvityksen perusteella tehtiin päätökset korjaustöidenlaajuudesta. RIL 250-2011 kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen kirjassa esitetyistä kriittisistä teknisistä laatutekijöistä esimerkkikohteessa uusittiin mm. salaoja- ja maapohjarakenteet, osittain alapohja-, vesikatto- sekä urakka-alueen märkätilarakenteet (RIL 250- 2011. 2011, 21-23). Rakennuksen sisältä purettiin ensimmäisestä kerroksesta ja kellarista kaikki rakenteet ja talotekniikka, runkorakennetta lukuun ottamatta. Betonirakenteiden kaksoislaattapalkiston orgaaniset materiaalit purettiin molemmista välipohjista korjaustarveselvityksessä otettujen materiaalinäytteiden perusteella. Materiaalinäytteissä oli selvää mikrobikasvua ja lisäksi osa kaksoislaattapalkiston muottilautoista oli paikoillaan ja huonokuntoisia.

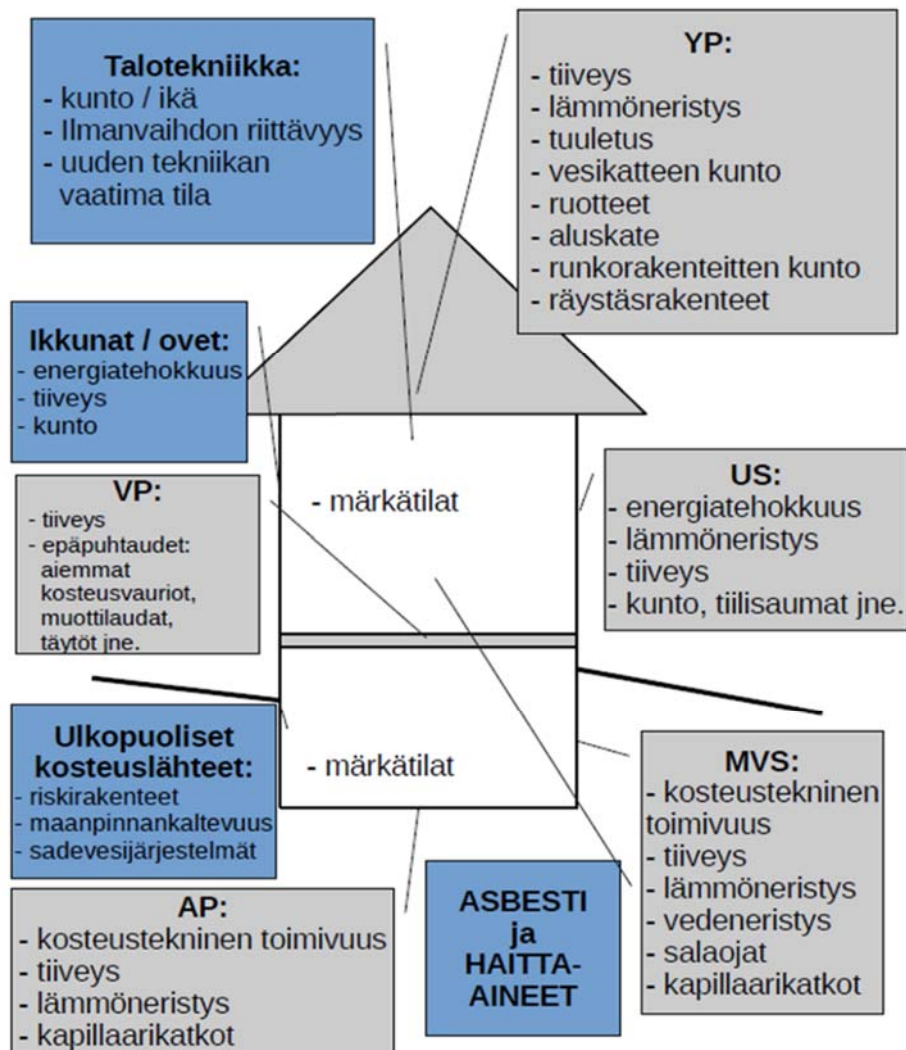
4. TARKASTUSLISTA RAKENNUTTAJILLE ALUSTAVAN KUSTANNUSARVION LAADINTAA VARTEN

Tässä opinnäytetyössä on laadittu rakennuttajalle peruskorjaushankkeen alkuvaiheen muistilista, joka tulisi käydä läpi alustavan kustannusarvion laadinnan yhteydessä. Lähdeaineistona tarkastuslistan laadinnassa on käytetty RIL 250-2011 liite 4 kuvaamia kosteusvaurioiden syitä, jotka ovat samalla kriittisiä teknisiä laatutekijöitä (RIL 250- 2011. 2011, 189-198) sekä esimerkkikohteessa esiin tuulleet korjaustarpeet ja kokemusperäinen kustannuslaskentatieto. Lisäksi esimerkkikohdetta ja muistilistaa verrattiin sisäilmastoseminaarissa 15.3.2017 Petri Annilan esittämiin tutkimustuloksiin osana COMBI-tutkimushanketta eri ikäisten kuntarakennusten korjaustapeista. Annila P. ym. tutkimuksen vuosina 1950-1959 rakennetuissa rakennuksissa korjaustarpeet olivat samanlaisia kuin esimerkkikohteessa, joka on rakennettu 1954.

Esimerkkikohteessa merkittävimmät kustannuksia lisäävät sisäilmaa parantavat korjaustoimenpiteet olivat osittainen maanvastaisten alapohjien uusiminen, maanvastaisen seinän kosteusteknisen toimivuuden parantaminen (veden- ja lämmöneristys, salaoja- sekä sadevesijärjestelmien uusiminen), ensimmäisen kerroksen alalaatan alapinnan (sementtilastulevy (tojalevy), korkkilevy ja puukoolaus) rakenteen purku betonilaattaan asti koko kellarin alueella, välipohjien kaksoislaattapalkiston korjaustoimenpiteet (orgaanisten täyttöjen purku, puhdistus, kantavuuden parantaminen, rakenteiden tiivistykset sekä uuden palopermannon rakentaminen), väliseinien tiivistäminen tai kokonaan uusiminen, 2.kerroksen

vuonna 2011 uusitun muovimaton osittainen uusiminen välipohjarakenteen tiiveyden saamiseksi ja vesikaton uusiminen sääsuojan alla sekä laajat asbestipurkutööt.

Esimerkkikohteessa laajasta korjaustarveselvityksestä huolimatta tuli purkuvaiheessa esiin yllätyksiä kustannuksien ja korjaustapojen kannalta merkittäviä asioita, kuten välipohjien kaksoislaattapalkistojen heikko kunto, johon jouduttiin tekemään uudet suunnitelmat välipohjan vahvistamiseksi. Haasteena oli korjattu 2.kerros, jonka kaksoislaattapalkiston orgaaniset materiaalit piti purkaa alakautta ensimmäisen kerroksen kautta. Lisäksi kellarin katon puukoolattu sementtilastu- ja korkkilevyrakenne koko kellarin katon alueella yllätti.



(Lyhenteet: AP = alapohja, MVS = maanvastainen seinä, US= ulkoseinä, VP= välipohja, YP= yläpohja)

Kuva 1. Muistilista rakennuttajalle **peruskorjauskohteen alustavan kustannusarvion** laadintaan, ennen kun kohteesta on tehty kuntotutkimuksia. Rakennuttajan on kartoitettava muistilistan avulla rakennuksen, rakennusosien ja järjestelmien ikä, kunto, riskirakenteet sekä tiedossa olevat ongelmat.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Peruskorjaushankkeen onnistumisen kannalta on tärkeää, että rakennuttaja tilaa viimeistään hankesuunnitteluvaiheessa rakennuksen asbesti- ja haitta-ainekartoitukset sekä teettää rakennukseen kuntotutkimuksen ympäristöopas 2016 mukaisesti (Ympäristöministeriö 2016). Tarvittaessa rakennuksesta ja korjauksen laajuudesta riippuen tehdään rakennukseen sisäilmapainotteinen korjaustarveselvitys. Tutkimukset ja kustannusarviot tulee tehdä koko rakennukselle, vaikka peruskorjaus toteutettaisiinkin useammassa eri vaiheessa ja hanke ajoittuisi useammalle vuodelle.

Mitään yleispätevää kustannustietoa esimerkkikohteen perusteella ei voida antaa, koska kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä on paljon. Kustannuksiin vaikuttavat mm. rakennusosien korjaustoimenpiteet, materiaalit, kohteen laajuus. Kustannuksia lisäävät toimenpiteet on tunnistettava, ja kustannusarvioon on varattava riittävästi lisä-, muutos- sekä riskivaroja. Peruskorjauskohteessa varaukset on syytä arvioida kohteen koon ja riskien mukaan. Peruskorjauskohteen lisä- ja muutostyövarauksia on syytä varata kohteesta riippuen 5- 10 %.

Tässä opinnäytetyössä on laadittu rakennuttajalle alustavan kustannusarvion laadinnan avuksi muistilista peruskorjaushanketta varten, kun rakennuksesta ei ole tehty kuntotutkimuksia. Rakennuttajan tulee käydä hankkeen rakennusosat läpi tarkastuslistaa apuna käyttäen, ja tunnistaa sieltä rakennusosien korjaustarpeet sekä riskitekijät. Onnistuneen peruskorjaushankkeen läpi viemisessä on tärkeää, että rakennuttajalla on jo hankkeen tavoitteiden asettamisen yhteydessä käsitys korjaustarpeesta, riskeistä ja hankkeen kustannustasosta. Näin pystytään tekemään oikeanlaisia päätöksiä ja pysymään asetetuissa tavoitteissa.

6. KIITOKSET

Haluan kiittää työnantajaani Porin kaupunkia mahdollisuudesta osallistua rakennusterveysasiantuntija koulutukseen. Haluan kiittää myös opinnäytetyön valvojaa Sirpa Sandelinia Satakunnan ammattikorkeakoulusta arvokkaista neuvoista ja mielenkiinnosta työtäni kohtaan.

Erityiskiitokset haluan antaa miehelleni Jukka-Pekalle sekä lapsilleni Jennalle ja Jimille ymmärryksestä, joustavuudesta ja jokaisen panoksesta kotitöihin sekä arjen haasteisiin opintojeni aikana.

7. LÄHDELUETTELO

Annala P, Lahdensivu J, Suonketo J, Pentti M, Laukkanen A, Vinha J: Eri ikäisten kuntarakennusten korjaustarpeet. Sisäilmastoseminaari. Helsinki 2017.

Haahtela Y, Kiiras J: Talonrakennuksen kustannustieto 2015. Helsinki. 2015.

Hongisto L: Kaksoislaattapalkiston korjausmenetelmät sisäilman laadun parantamiseksi. Sisäilmastoseminaari. Helsinki. 2017.

Porin kaupunki Tekninen palvelukeskus, Omistaminen/ rakennuttaminen. Rakennustöiden puhtausluokitusohje Porin kaupungin kiinteistöissä korjaus- ja uudisrakentamisessa. Pori.2012.

Porin kaupunki Tekninen palvelukeskus, Omistaminen/ talosuunnittelu. Rakennetyypit. 31.3.2016.

Purkukolmio Oy. Asbesti ja haitta-ainekartoitus. 7.4.2016.

RT 07-10946: Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset.2009.

RT 10-11107: Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR12. 2013.

RT 10-11221: Talonrakennushankkeen kulku. 2016.

RT 16-10660: Rakennusurakan yliset sopimusehdot YSE 1998. 2016.

Sisäilmayhdistys 2016: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Julkaisut/Sisailmastoluokitus>, (luettu 21.1.2017)

Sisäilmayhdistys 2016: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto>, (luettu 21.1.2017)

Sosiaali- ja terveysministeriö: Asetus 545/2015 Asumisterveysasetus ja soveltamisohje. 2015.

Sosiaali- ja terveysministeriö: Asetus 1214/2016 haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista. 2016.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry: RIL 250-2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. 2011.

Työterveyslaitos: PAH-yhdisteiden tavoitetasoperustelumistio 20.6.2016. Helsinki.2016.

Vahnen Oy: Tutkimusselostus, päiväkodin rakenne-, kosteus- ja ilmanvaihtotekninen korjaustarveselvitys 12.1.2016.Helsinki. 2016.

Wiiste Oy: SolidRH SH1-betoniin kiinteästi asennettava anturi tuotekortti. Tampere. 2015

ILMANVAIHTOLAITTEISTOJEN HUOLTO- JA KÄYTTÖOHJEISTUS PORIN KAUPUNKIORGANISAATIOILLE

Aleksi Vihtilä

Porin Kaupunki

TIIVISTELMÄ

Tämän työn tarkoituksena on luoda yksinkertainen ja tiivistetty ohje Porin kaupungin hallinnassa olevien kiinteistöjen ilmanvaihtokojien huoltoon ja sitä kautta hyvien sisäympäristöolosuhteiden säilyttämiseksi. Ohje on tarkoitettu huoltohenkilökunnan käyttöön sekä ohjeeksi ja työtilauksiin liitettäväksi huoltotöiden tilaajille. Työssä paneudutaan ohjeen lisäksi hieman syvällisemmin tuloilman suodattimien toimintaa, tarkastukseen ja ylläpitoon.

1 JOHDANTO

Laadittavan ohjeen tavoitteena on yhdenmukaistaa tehtävä työ sekä yhdenmukaistaa työstä tehtävät kirjaukset tietojärjestelmään, niin että toimenpiteistä kirjattava data saatetaan samankaltaiseksi tilaavasta tai tekevästä tahosta riippumatta. Huollettu ja suunnitelmien mukaan toimiva ilmanvaihtojärjestelmä on merkittävässä osassa rakennuksen sisäilmaston laadun varmistamisessa, sekä energiankulutuksen hallinnassa.

Porin kaupungin kiinteistönhoidon piirissä on tällä hetkellä yhteensä 481 kohdetta. Kohteiden yhteenlaskettu neliömäärä on 446tm², Kiinteistötiedon seuranta tehdään ArcGIS Online (AGOL) – palvelun kautta.

2 LMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

Julkisen rakennuksen kiinteistönhoitajan tulee päivittäin tehdä havaintoja hoitamansa kiinteistön sisäilman laadusta, tarkastaa ja ylläpitää ilmastointijärjestelmää ohjeistuksen mukaisesti sekä kirjata tiedot käytössä olevaan järjestelmään.

2.1 Havaintojen tekeminen

Tuloilmajärjestelmän puhtaustason toteutuksen ensisijaiseksi menetelmäksi on tarkoitettu järjestelmän visuaalinen arviointi. Sen perusteella voidaan useimmissa tapauksissa tehdä päätös järjestelmän puhdistustarpeesta, kuten myös mahdollisesti jo tehdyn puhdistustyön onnistumisesta. Jos arviointi ei anna selkeää kuvaa järjestelmän puhtaudesta, voidaan puhtaus arvioida suodatinkeräysmenetelmällä tehtävällä pölynkertymämittauksella tai optisella geeliteippimenetelmällä. (LVI39-10409) Sisäilmastoluokitus 2008 suosittelee tarkastuksen tekemistä 5 vuoden välein.

Kiinteistönhoitajan tulee myös tarkastella tuloilman laatua, esimerkiksi sitä onko palautusilma haisevaa. Toinen merkittävä sisäilmastollinen tekijä on käyttöaikojen ulkopuolisen ilmanvaihdon riittämättömyys. Pelkkä hygieniatilojen ilmanvaihto ei riitä rakennuksen käyttöajan ulkopuoliseksi ilmanvaihdoksi, koska yleisilmanvaihdon ollessa pois päältä alipaine imee epäpuhtauksia rakenteista. Puhtausluokitellut rakennusmateriaalit ei sellaisenaan takaa puhdasta sisäilmaa. (Saari ym.)

Teknisten tilojen riittämätön ilmanvaihto voi aiheuttaa hajujen leviämistä puhtaisiin tiloihin kuilujen, asennusputkien ja tiivistämättömien läpivientien kautta. Myös kiinni olevat palopellit ovat hyvin yleinen syy puutteelliseen ilmanvaihtoon ja paine-erojen muutokseen. (Saari ym.) Kiinteistönhoitajan tulee myös huolehtia ulkoilmakammioiden viemäroinnin tarkistamisesta, ettei viemäri tuuletu alipaineeseen kammioon aiheuttaen viemärinhajua puhtaissa tiloissa.

2.2 Järjestelmän tarkastus

Silmämääräisessä puhtauden tarkastuksessa kiinteistönhoitajan tulee pyyhkäistä tarkasteltavaa pintaa sormellaan noin 10cm matkalta. Tällöin tilojen hoitaja saa käsityksen pölykerroksen paksuudesta sekä siitä miten tiukasti lika on pinnalle kiinnittynyt. Mikäli laitteiston hoitaja ei pysty silmämääräisen arvion perusteella tekemään päätöstä järjestelmän puhdistustarpeesta, tulee hänen tilata pölykertymän mittausta. Mineraalivillakuitukertymät voidaan määrittää geeliteippinäytteellä ja mikrobinäytteet laimennossarjamenetelmällä, tarkastuksen tekijän tulee ilmoittaa näytteenoton tarpeesta esimiehelleen. Tarkastuspisteet valokuvataan ja liitetään AGOL – tiedonkeruujärjestelmän raporttipohjaan. Havaintoja tehdään myös järjestelmään kuulumattomasta kosteudesta, vaurioituneista tai pinnoittamattomista äänenvaimentimista, sekä poikkeavasta hajusta. Myös nämä tiedot liitetään ArcGIS- palvelun tiedonkeruujärjestelmään. Kiinteistönhoitajan tulee kirjata raporttipohjaan myös järjestelmän puhdistettavuutta vaikeuttavat tekijät, sekä havaitsemansa puutteet ilmavaihtokoneiden ja –kanavien tiiveydessä ja palonrajoittimien toiminnassa.

Ilmanvaihtokonehuoneissa kiinteistönhoitaja tarkastelee tilojen yleistä siisteyttä sekä lattiakaivojen puhtautta, kuten myös koneiden ulkopuolista puhtautta, viemäroinnin toimintaa ja lämmöneristeiden kuntoa.

Kammiot ja laitteet avataan sen mukaan mitä se tarkastuksen tekemisen onnistumiseksi vaatii. Erityishuomiota on puhtauden osalta syytä kiinnittää:

- ulkoilmasäleikköihin
- ulkoilmakammioihin
- suodattimiin
- lämmönsiirtimiin
- puhaltimiin
- kondenssivesialtaisiin
- kostutuslaitteisiin

Tulo- ja poistoilmakanavien sisäpuolinen puhtaus tarkastetaan päätelaitteiden ja puhdistusluukkujen kautta, vähintään viidestä pisteestä. (Työterveyslaitos 2013)

Kiinteistönhoitaja avaa päätelaitteita niiltä osin kuin se puhtauden arvioimiseksi on tarpeen. Erityishuomioita tulee kiinnittää ilmaa kierrättävien laitteiden sekä tulo- ja poistoilmaventtiilien puhtauteen. Kohdepoistolaitteista tarkastetaan suodattimien puhtaus ja kunto.

Tarvittaessa kiinteistönhoitajan tulee ilmoittaa rakennuksen omistajalle ilmanvaihtokanavien videokuvauksesta. Kuvauksesta tulee kirjata ALOG:neen kuvatut kanavan osat.

2.3 Suodattimet

Tuloilman suodatin ovat yksi keskeisimmistä komponenteista ilmanvaihtojärjestelmän toimivuuden ja sisäilman laadun kannalta. Tuloilmasuodatin puhdistaa ilmaa hiukkasista ja ehkäisee näin ilmanvaihtokonetta likaantumasta. Tuloilmasuodattimilla on merkittävä vaikutus ulkoilman hiukkasten kulkeutumisen estämisessä sisätiloihin.

Suodattimen kostuessa (RH80%) mikrobien kasvuriski kasvaa huomattavasti. Ilman suodatuksen kaksi tärkeää tunnuslukua ovat suodatuksen tehokkuus sekä painehäviö, joka kuvastaa IV-järjestelmän energian kulutusta ja siten toiminnasta aiheutuvia kustannuksia. Suodattimien vaihtokriteerinä käytetty painehäviö ei anna luotettavaa kuvaa suodattimien vaihtotarpeesta.

Lasikuitu on hallinnut markkinoita suodatinmateriaaleissa, mm. HEPA/ULPA. Polymeerikuitujen kehitys on kuitenkin korvannut osaksi lasikuitumateriaalia.

Suodattimen valinnassa ja tarjouspyyntö laadittaessa on huomioitava:

- Suodattimen toimittajan arviointikriteerit
 - sertifioidut tuotteet
 - laadunvalvonta
 - muut palvelut
- Käyttöolosuhteet ja sisäilman taso
- Täsmälliset tiedot kohteen suodattimista ja tehollinen pinta-ala
- Suodattimen energia- ja käyttökulutuksen arviointi
- Käytettyjen suodattimien todellisten erotusasteiden arviointi
- Käytettyjen suodattimien jätteenkäsittely ja kierrättäminen

Tehokkaan suodatuksen ansioista suodattimet muuttuvat yhdeksi IV-järjestelmän merkittävimmäksi epäpuhtauksien lähteeksi, joten niiden vaihto tulee optimoida. IV-koneen tarkastukset ja suodattimien vaihdot on tehtävä riittävän usein, vähintään 2krt/v.

Kuitusuodattimet on vaihdettava suunnittelijan määrittelemän loppupainehäviön mukaisesti tai viimeistään, kun sen takapinnasta on yli puolet tummunut erottuneen pölyn vaikutuksesta tai kun suodatin on ollut pitkään kastuneena (mikrobikasvu suodattimella voi alkaa muutaman

vuorokauden – viikon märkänä olon aikana). Yksiportaisen suodatuksen kuitusuodattimet on vaihdettava vähintään kuuden kuukauden välein. Käytettäessä kaksiportaista suodatusta karkeasuodattimet on vaihdettava vähintään kuuden kuukauden välein ja hienosuodattimet vähintään vuoden välein.

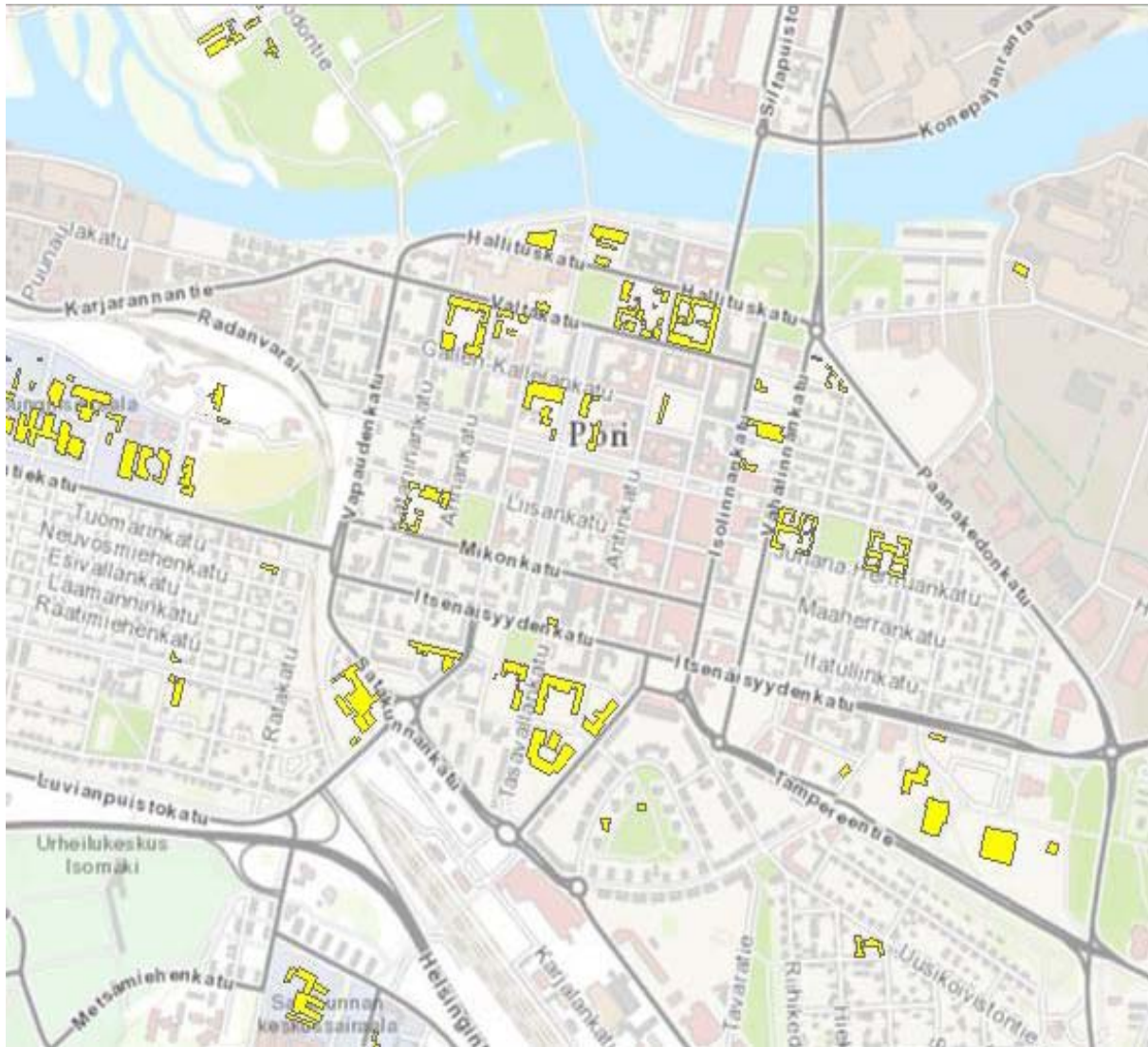
Suodattimen vaihdon yhteydessä kiinteistönhoitajan tulee kirjata järjestelmään omat (visuaaliset) havainnot ennen ja jälkeen likaisen suodattimen irrottamisen, kuten onko lattialla jälkiä vesijäämistä, vettä tai lunta sekä ohivuodoista. Päivämäärä ja suodattimen painehäviö on myös kirjattava suodatinkorttiin. (Hyttinen 2016)

2.4 AGOL

AGOL on pilvessä toimiva palvelu paikkatietoaineistojen käyttämiseen ja jakamiseen. AGOL:ssa on mahdollista tehdä omia aineistoja ja käyttää muiden luomia aineistoja ja sovelluksia. On myös mahdollista luoda ryhmiä, joille omien aineistojen käyttö sallitaan. AGOL:lla on myös Collector- niminen sovellus, jolla aineistot haetaan ja tallennetaan puhelimen avulla. Porin kaupunki hyödyntää palvelua kiinteistön hoidon kohteissaan, joten palvelun käytöllä on merkittävä vaikutus sisäilmasto-olosuhteiden seurantaan, hallintaan ja ylläpitoon. AGOL:n kautta hoidetaan Porin kaupungin kiinteistöhoitopalvelut kartoittaminen, töiden suunnittelu, tehtävien toteutus ja tiedon päivitys. (Viitala 2016)

AGOL:en kirjataan määrätyin ajoin kunkin hoidettavan kohteen:

- Ilmanvaihtokoneiden tarkastus
- Suodattimien paine-erojen tarkkailu sekä mittareiden toiminnan tarkastus ja tarvittaessa nesteen lisäys
- Sisäänpuhalluslämpötilojen valvonta ja säätö
- Ilmastointijärjestelmien käyttöaikojen asetukset
- Ilmastointijärjestelmien käyttöaikojen tarkkailu
- Säätö ja hälytyslaitteiden toimintojen testaukset ja tarkastukset
- Sekoitus- ja sulkupeltien toiminnan tarkastus ja säätö
- IV-koneiden hihnojen ja hihnapyörien kunnon tarkastus
- Palopeltien toiminnan tarkastus pistokokein
- Suodattimet
- Jäätymissuojan toiminnan tarkastus ja testaus
- LTO-laitteiden toiminnan tarkastus
- IV-koneen sisäpuolinen sekä LTO-, lämmitys ja jäähdytyspattereiden puhdistusajat



Kuva 1. ArcGISin näkymä Porin kaupungin kiinteistönhoidon kohteista keskustan alueella

3 KIITOS

Kiitos työnantajalle mahdollisuudesta osallistua koulutukseen, matkaseurueelle, luennoitsijoille sekä koulutuksen järjestäjille.

4 LÄHDELUETTELO

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastus (LVI39-10409)

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tutkiminen (Työterveyslaitos 17.12.2013)

Havaintoja ilmastointijärjestelmistä sisäilmaongelmaisissa kohteissa (VTT EXPERT SERVICES OY, Mikko Saari, Mikko Nyman, Taneli Päckilä, Helena Järnström)

Marko Hyttinen, Itä-Suomen yliopisto (Ilmanvaihdon kemialliset emissiot 29.11.2016 luentomateriaali)

Rakennusmassan tilannekuvan luominen paikkatietojärjestelmällä (Mikko Viitala, diplomityö 2016)

Sisäilmastoluokitus 2008.

SISÄILMAKORJAUSTEN ONNISTUMISEN VARMENTAMINEN

Taija Poutiainen

Vahnen Rakennusfysiikka Oy

TIIVISTELMÄ

Rakennusten sisäilmaongelmat ovat usein laaja-alaisia ja niiden selvitys- ja korjausprosessit ovat monivaiheisia ja haasteellisia hallita. Opinnäytetyössä on esitetty sisäilmakorjaushankkeen aikana ja sen jälkeen tehtäviä korjausten onnistumisen varmentamiseen soveltuvia menetelmiä.

Sisäilmakorjaushankkeen tavoitteena on, että ongelma tutkitaan riittävän laajasti ja löydetään syyt sisäilmaongelmalle, jonka jälkeen korjaukset suunnitellaan ja tehdään suunnitelmien mukaan. Sisäilmaongelmaisen rakennuksen korjaushankkeen onnistumisen kannalta ratkaisevassa asemassa ovat valveutuneet tilaajat sekä kokeneet ja asiantuntevat kuntotutkijat, suunnittelijat, urakoitsijat, valvojat ja muut hankkeessa mukana olevat henkilöt. Onnistunut sisäilmakorjaushanke sisältää riittävän laajat kuntotutkimukset ja ongelman syyn selvittämisen, kattavat korjaussuunnitelmat, sisäilmakorjauksiin perehtyneen valvojan ja urakoitsijan, asianmukaiset suojaukset, laadunvarmistuksen, kosteuden- ja puhtaudenhallinnan, korjausten dokumentoinnin, tiiviin yhteistyön, täsmällisen tiedotuksen ja aktiivisen seurannan.

Korjausten aikaista korjausten onnistumisen todentamista tehdään erilaisilla laadunvarmistustoimenpiteillä, valvonnalla, katselmuksilla sekä mittauksilla ja tutkimuksilla. Tarvittavat seurantamittaukset määritellään korjaussuunnittelun yhteydessä kohdekohtaisesti. Parhaaseen lopputulokseen päästään, kun laadunvarmistusta ja onnistumisen varmentamista tehdään koko korjausten ajan ja korjausten jälkeisenä seurantana. Korjausten jälkeen kohteessa voidaan tehdä korjausprosessin onnistumisen arviointi, arviointia tukevia tutkimuksia ja mittauksia sekä käyttäjä- tai sisäilmastokysely. Korjaushankkeen onnistumisen arvioinnissa on huomioitava korjaukseen johtaneet tutkimukset ja selvitykset, korjaussuunnittelun laatu, korjausten toteutus, korjausten jälkeinen siivous ja korjausten jälkeinen seuranta.

1. JOHDANTO

Sisäilmaongelmaisen rakennuksen korjaushanke käyttäjien havaitsemista puutteista tai oireiden alkamisesta korjausten valmistumiseen kestää tyypillisesti 2–5 vuotta. Sisäilmaongelmaisen rakennuksen korjaaminen ja korjausten onnistumisen varmentaminen koetaan vaikeaksi, koska korjausprosessi on usein laaja, monivaiheinen ja pitkäkestoinen, koettuihin sisäilmaongelmiin voi olla useita syitä, korjaustyössä on mukana useita eri osapuolia, korjausten aikana voi tulla esiin uusia aiemmin havaitsemattomia ongelmia, korjausten onnistumista ei yleensä pitkäaikaisesti seurata ja ei ole selkeitä menetelmiä, miten korjausten onnistuminen todennetaan.

Korjaustöille ja korjaushankkeen eri vaiheille on olemassa erilaisia laadunvarmistuskeinoja ja korjausten onnistumista voidaan todentaa riittävän huolellisen valvonnan ja dokumentoinnin avulla. Kohteen korjausten jälkeistä seuranta ja korjausten onnistumisen varmistamista voidaan myös tehdä erilaisin kyselyin, mittauksin ja menetelmin, mutta seurantamenetelmiä ei usein ole ennakolta suunniteltu ja näin ollen seuranta jää vähäiseksi. Tässä työssä on tavoitteena esittää erilaisia toimivia menetelmiä sisäilmakorjausten onnistumisen varmentamiseen.

2. SISÄILMAKORJAUSPROSESSI

Epäily sisäilmaongelmasta tulee useimmiten esille tilojen käyttäjien kokemana haittana tai oikeiluna ja sisäilmakorjausprosessi alkaa yleensä tilojen käyttäjien kiinteistön omistajalle tekevästä ilmoituksesta ja etenee lähtötilanneselvityksen kautta aistinvaraisessa katselmuksessa tehtävään sisäilman laadun arviointiin. Koettu sisäilmaongelma voi ratketa tiloissa tehtävällä katselmoinnilla, mutta yleensä tarvitaan vielä tarkempia sisäilma-, rakenne- ja taloteknisiä kuntotutkimuksia, joissa rakennuksen kunto selvitetään erilaisin kattavin mittauksin ja näytteenotoin. Kuntotutkimusten onnistumiseen vaikuttavat kohteesta saatavien lähtötietojen määrä, tutkimusten laajuus ja kohdistaminen oikeisiin asioihin. Vaurioiden ja ongelmien aiheuttajan todellisen syyn löytäminen ja oikean korjausmenetelmän valinta kohdekohtaisesti muodostavat edellytykset korjauksen onnistumiselle.

Kuntotutkimuksia seuraa kohteen korjaussuunnittelu. Korjausten suunnitteluvaiheessa on tärkeää asettaa tavoitteet korjausprosessille, sisäympäristön laadulle sekä käyttäjien hyvinvoinnille korjausten jälkeen. Korjaussuunnittelun yhteydessä laaditaan laadunvarmistus- ja seurantasuunnitelmassa, jossa on kuvattu työnaikainen laadunvarmistus, vastuut ja työvaiheiden dokumentointi sekä työmaanaikainen siivous ja loppusiivouksen laadunvarmistus. Suunnitelmassa on kuvattu myös korjaustoimenpiteiden onnistumisen seurantamenetelmät ja tehtävät seurantamittaukset. Toisinaan sisäilmakorjaushankkeissa kohteelle tulee laatia myös kosteudenhallintasuunnitelma sekä pölyn- ja puhtaudenhallintasuunnitelmat.

Korjausvaiheessa rakennuttaja valitsee sisäilmakorjaushankkeelle sisäilmaongelmiin ja niiden korjaamiseen perehtyneen valvojan ja urakoitsijan ja järjestää kohteeseen työn aloituskokouksen. Urakoitsija vastaa korjaustyön laadusta ja hänen tehtäviinsä kuuluu korjaustyön laadunvalvonta. Korjaustyön valvoja valvoo ja tarkastaa eri työvaiheita ja huolehtii, että mallityöt ja laadunvarmistuskokeet toteutetaan ja hyväksytetään laadunvarmistusasiakirjojen mukaisesti. Korjaustyön etenemistä tulee dokumentoida valokuvin ja tarkastusten yhteydessä tehtyt huomautukset ja määrätyt täydentävät työt tulee kirjata muistioihin.

Ennen kohteen valmistumista ja loppukatselmusta varmistetaan mittauksin, että korjaukset on tehty asianmukaisesti ja laitteet ovat vastaanoton edellyttämässä kunnossa. Taloteknisten järjestelmien kuten lämmitys- ja ilmanvaihtolaitteiden sekä tuuletettujen rakenneosien järjestelmien toimivuus tarkastetaan ja testataan toimintakokein. Ilmanvaihdon tarkastelussa on tärkeää mitata ilmamäärien lisäksi myös rakennuksen painesuhteita. Rakenneteknisten korjausten

osalta varmistus perustuu pääosin valmiin rakenteen katselmointiin. Lisäksi korjauksesta riippuen voidaan tehdä erillisiä, yleensä lähinnä rakenteen tiiviyn varmistamiseen liittyviä laadunvarmistuskokeita sekä korjattujen tilojen puhtauden tarkastuksia. Korjausten valmistuttua järjestetään hankkeen vastaanottotarkastus, johon korjaushanke päättyy.

Sisäilmakorjaushankkeen onnistumista tulee seurata sisäilmakorjausten valmistumisen jälkeen, sillä useimmiten korjausprojektin onnistuminen voidaan varmuudella varmentaa ainoastaan rakennuksen kunnon ja olosuhteiden pitkäaikaisella seurannalla. Seuranta voi sisältää tilojen aistinvaraisen katselmuksen, käyttäjille tehtävän haastattelun sekä käyttäjä- tai sisäilmastokyselyn, ilmanvaihdon ja rakennusautomaation tarkastuksen, paine-erojen sekä sisäilman olosuhteiden seurannan, rakenteiden tiiviyn tarkastamisen merkkiainekokein, rakenteiden kosteuden seurannan sekä pinnoilta tai sisäilmasta otettavia pöly-, mikrobi- tai kemiallisten yhdisteiden näytteitä kohteessa esiintyneistä sisäilmaongelmista riippuen. Mikäli kohteessa on tehty sisäilmastokysely ennen korjauksia, uusintakyselyllä voidaan saada merkittävää tietoa korjausten vaikutuksista koettuun sisäilman laatuun. Korjausten onnistumisen arviointitapoja käytetään suunnitelmallisissa korjauksia seuraavassa seurannassa sekä erillisenä toimeksiantona korjausten jälkeen.

3. SISÄILMAKORJAUSTEN ONNISTUMISEN SELVITTÄMINEN ERILLISENÄ TOIMEKSIANTONA

Edellä on kuvattu sisäilmakorjausprosessi sisäilmaongelman havaitsemisesta korjausten onnistumisen arviointiin. Melko tavanomaista kuitenkin on, että suunnitelmallista korjausten onnistumisen seurantaa ei tehdä, vaan tarve korjausten arviointiin todetaan vasta korjausten jälkeen. Usein tavoitteena on arvioida syitä korjausten jälkeen koetuille tai uudelleen alkaneille sisäilman laadun puutteille. Erillisenä selvityksenä tehtävässä korjausten arvioinnissa korjausprosessi arvioidaan uudelleen, korjatut tilat katselmoidaan ja haastatellaan tilojen käyttäjiä sekä voidaan tehdä käyttäjä- tai sisäilmastokysely. Korjausprosessin arvioinnin tulee kattaa korjaukseen johtaneet tutkimukset ja selvitykset, korjaussuunnittelun, korjausten toteutuksen, korjausten jälkeinen siivouksen ja korjausten jälkeisen seurannan. Lisäksi rakenteiden toimivuutta ja kuntoa sekä sisäilman laatua voidaan tutkia soveltaen sisäilmaongelmaisen rakennuksen kuntotutkimuksissa käytettäviä tutkimus- ja mittausten menetelmiä.

4. YHTEENVETO

Opinnäytetyössä selvitettiin menetelmiä, joiden avulla voidaan varmentaa sisäilmakorjausten onnistuminen. Sisäilmaongelmien korjaaminen on usein haasteellista, eikä sisäilmakorjauksissa aina onnistuta poistamaan havaittuja sisäilmaongelmia. Epäonnistuneissa korjausprojekteissa sisäilmaongelmat yleensä jatkuvat tai uusiutuvat pian korjausten jälkeen, jolloin ongelman aiheuttajaa ei ole saatu poistettua ja rakennukseen on jäänyt sisäilmaongelmia aiheuttavia tekijöitä. Sisäilmaongelmien poistumisen ja korjausten onnistuminen riippuu siitä, onko sisäilma-ongelmien aiheuttaja tunnistettu, tehty laadukkaat suunnitelmat ja onko korjaukset toteutettu suunnitelmien mukaan.

Sisäilmakorjausprojekteissa laadunvarmistus ja korjausten onnistumisen varmentaminen on tärkeää ja näitä tulee tehdä koko korjausprosessin ajan, jotta voidaan varmentaa sisäilmaongelmien aiheuttajien poistuminen. Onnistumisen varmentamista voidaan parhaiten toteuttaa asiantuntevan projektihenkilöstön avulla. Sisäilma-asioihin valveutunut tilaaja valitsee projektiin kokeneet ja asiantuntevat kuntotutkijat, suunnittelijat, urakoitsijat, valvojat sekä projektihenkilöt, jotka yhteistyössä keskenään varmistavat toimillaan korjausten onnistuneen lopputuloksen.

Työmaavalvonta on paras keino varmentaa korjaushankkeen onnistuminen ja valvojien toiminta on sisäilmakorjaushankkeen onnistumisen kannalta erittäin tärkeää. Valvojalla tulee olla riittävästi tietoa sisäilma-asioista sekä aiempaa kokemusta sisäilmakorjauksista. Sisäilmakorjauksia tekevillä urakoitsijoilla tulee olla tietämystä ja kokemusta sisäilma-asioista sillä, jos urakoitsija ei ymmärrä sisäilmakorjausten tarkoitusta, voidaan korjaukset tehdä väärin tai puutteellisesti.

Työnaikaista korjausten onnistumisen varmentamista tehdään erilaisilla laadunvarmistustoimenpiteillä, valvonnalla, katselmuksilla sekä erilaisilla mittauksilla ja tutkimuksilla. Kriittisiä vaiheita ovat muun muassa vaurioituneiden rakenteiden ja materiaalien riittävän laaja-alainen poisto sekä kastuneiden rakenteiden riittävä kuivatus. Tavoitteena on, että ongelma tutkitaan ja löydetään syyt sekä suunnitellaan ja tehdään korjaukset suunnitelmien mukaan. Vaikka kaikki vaiheet tehtäisiin mahdollisimman hyvin, ei se aina takaa lopputuloksen onnistumista.

Korjauksen voidaan todeta olevan onnistunut, kun voidaan todeta, että korjaukset toimivat ja ovat suunnitelmien mukaan tehty. Tämä voidaan todentaa huolellisen valvonnan ja dokumentaation avulla sekä erilaisilla kohteessa tehtävillä tarkastuksilla ja mittauksilla. Käyttäjien kokemus tilojen sisäilmasta on myös merkittävä korjausten onnistumisen arviointiperuste ja käyttäjille tehtävällä kyselyllä tai haastattelulla voidaan myös osaltaan varmistaa korjausten onnistuminen.

Kohteessa tehtävät takuu- ja jälkitarkastukset varmentavat osaltaan korjausten onnistumista, mutta pidempään jatkuvaa seuranta ei yleensä tehdä, vaikka ongelmallisissa sisäilmakohteissa seurannalla voitaisi saada hyödyllistä tietoa kohteen sisäilman laadusta ja tilanteesta. Korjausten seuranta ovat esimerkiksi käyttäjille pidettävä sisäilmastokysely, sisäilmanäytteiden otto, rakenteiden tarkistus merkkiainekokeilla ja kosteuden havainnointi. Jatkuvan seurannan avulla saataisi tietoa käyttäjien kokemasta sisäilmasta sekä rakennuksen ja laitteiden toiminnasta.

Sisäilmaongelmaisen rakennuksen korjausprosessin tavoitteena on lähtökohtaisesti poistaa sisäilmaongelman aiheuttajat ja saada käyttäjien oireilu loppumaan. Arvioitaessa korjausten onnistumista käyttäjien oireilun ja sisäilmaston kokemusten perusteella, tulee ottaa huomioon, että osa käyttäjistä voi olla herkistyneitä sisäilmaongelmille ja täysin oireettomaan tilanteeseen ei välttämättä päästä. Tutkimusten perusteella on määritetty normaalitaso erilaisten oireiden esiintymiselle ja vertaamalla sisäilmakyselyn tuloksia mahdolliseen korjauksia edeltäviin sisäilmakyselyn tuloksiin, voidaan arvioida oireilun yleisyyttä korjausten jälkeen.

Sisäilmakyselyjen tulkinnessa keskimääräisen terveen sisäilmaston normaalina oiretasona voidaan pitää 10 prosentin oireilua ja realistinen tavoite on, että 95 prosenttia tilojen käyttäjistä pystyy työskentelemään tiloissa korjauksen jälkeen. Käytettäessä käyttäjien oireilua ja sisäilmaston kokemuksia sisäilmakorjauksen onnistumisen arvioinnissa, tulee kohteesta olla vertailutietoa tilanteesta ennen korjausta. Korjausta ennen ja jälkeen tehtävät sisäilmakyselyt kannattaa tehdä samaan vuodenaikaan, jolloin pystytään vähentämään ulkoisten tekijöiden aiheuttamaa vaikutusta tuloksiin.

5. LÄHTEET

Asikainen V, Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen, Osa 1, Kiinteistön omistajan opas sisäilmaongelmaisten koulurakennusten kunnon tutkimiseen ja korjaushankkeisiin, Espoo, 2008

Levänen O, Sisäilmakorjausprojektin onnistumisen varmentaminen ja laadunvarmistus, Diplomityö, Aalto-yliopisto, 27.1.2016

Suomen Yliopistokiinteistöt Oy, SYK, Sisäilmakäsikirja, Tampere, 31.5.2013, päivitetty 1.9.2014

Tiili M, Palomäki T, Koulujen ja päiväkotien sisäilmakorjaukset, Arviointimuistio, Helsingin kaupunki, 6.3.2015

Torikka K, Hyypöläinen T, Mattila, J, Lindberg R, Kosteusvauriokorjausten laadunvarmistus, TTKK, Rakennustekniikan osasto, Tampere, 1999

Tähtinen K, Aalto L, Pietarinen V-M ym., Arvorakennusten käytettävyys ja hyvät korjauskäytännöt, Työterveyslaitos, 2013

Tähtinen K, Lappalainen S, Tilaajan ohje sisäilmasto-ongelman selvittämiseen, Työterveyslaitos, 2016

TIIVISTYSKORJAUSTEN ONNISTUMINEN

Jukka Sulkakoski

VAHANEN-YHTIÖT

Vahanen Jyväskylä Oy

1. TIIVISTYSKORJAUSTEN ONGELMIA

Tiivistyskorjaukset ovat vaativa rakentamisen osa-alue. Kohteissa, joissa vaurion poistaminen ei ole taloudellisesti tai muusta syystä, esimerkiksi rakennussuojelutavoitteiden vuoksi, mahdollista, voi vaurioalueen tiivistyskorjaus olla ainoa vaihtoehto. Yleisönosastoiden keskusteluissa sisäilmaongelmat yhdistetään yleisesti liian tiiviisiin rakenteisiin ja nämä mielletään yleisesti ongelmallisiksi. Julkisuudessa asian käsittely ei ole kaikilta osin pysynyt asialinjalla, ja tunteisiin vetoavat otsikot ovatkin tavanomaisia. Usein asiaan on otettu hyvin vahvasti kantaa ammatin suomalla auktoriteetilla ja asioita on yksinkertaistettu asiaperusteiden kustannuksella. ”1970-luvulla alettiin rakentaa energiatäiviä taloja, jotka ovat lääkärille sama asia kuin myrkytälöt.” (Ville Valtonen, 14.10.2015 Vantaan Sanomat). Asiaa monimutkaistaa osaltaan se, että rakenteiden tiiviyn merkitystä, rakennusfysikaalista puolta, ei ymmärretä, vaan tiivis on muodostunut synonyymiksi ”mahdolliselle homeloukulle”. Rakenteiden tiiviyn ja tiivistyskorjausten koetaan helposti kuuluvan samaan tuomittavan rakentamisen kategoriaan. Asiaa on osaltaan mutkistanut se tosiasia, että tiivistyskorjaukset ovat harmillisen usein epäonnistuneet joko osittain tai kokonaan.

Tiivistyskorjausmenetelmää on käytetty sisäilmaongelmakohteissa jo pitkään osana muita korjaustoimenpiteitä vaihtelevalla menestyksellä. Kokemusperäisesti on todettu, että pelkkä tiivistyskorjaus yksin käytettynä harvoin riittää, vaan ongelmien poistamiseksi tarvitaan myös muita toimenpiteitä. Siten rakenteiden sisäpinnan ilmatiiviyn parantaminen on aina osa muita korjaustoimenpiteitä. Korjaukset ovat voineet epäonnistua puutteellisten suunnitelmien, huolimatoman toteutuksen tai laadunvarmistuksen puuttumisen vuoksi sekä rakenteissa tapahtuvien ilmiöiden ja kokonaisuuden ymmärtämättömyyden vuoksi. Lisäksi on saatettu tiivistää rakenteita, joihin tiivistyskorjaus ei sovellu. Tutkimustietoa eri menetelmistä ja korjausten onnistumisesta on saatavilla vähän. (Laine 2014)

Rakennusten sisäilmaongelmakohteiden parissa työskentelevillä asiantuntijoilla on näkemys eroja tiivistyskorjausten onnistumisesta, korjaustavan vaikutuksesta sisäilmaan sekä korjaustavan käyttöiästä ja vaikutuksista rakennuksen elinkaarikustannuksiin. Erimielisiä ollaan myös siitä, mitä rakenteita ylipäättään on mahdollista ja järkevä korjata ja kuka lopulta päättää korjaustavan valinnasta ja millä edellytyksillä. Yhtenäisten toimintatapojen ja ohjeistuksen puutteen vuoksi syksyllä 2013 käynnistyi yhteistyössä ympäristöministeriön kosteus- ja home-talkoiden sekä Vahanen Oy:n kanssa toteutettu hanke, jonka tarkoituksena oli saavuttaa työpaatoiminnan avulla yhteinen konsensus tiivistyskorjausmenetelmän käytöstä yhtenä sisäilmaongelmakohteiden korjausratkaisuna. (Laine 2014)

Tiivistyskorjauksista on saatavilla runsaasti ohjeita ja materiaalia mutta toteutettujen korjausten onnistumista on tutkittu verraten vähän. Korjauksiin saatavilla olevan ohjemateriaalin runsaudesta huolimatta tiivistyskorjaukset on mielletty herkästi epäonnistuviksi, ja ne herättävät asiantuntijoissakin osin ristiriitaisia tunteita. Monilla on kokemuksia epäonnistuneista tiivistyskorjauksista, jotka ovat johtaneet korjauskierteeseen sekä riitoihin työsuorituksen ja valvonnan asianmukaisuudesta.

Tämän lopputyön tavoitteena on osaltaan selvittää tiivistyskorjausten onnistumisen sekä epäonnistumisen syitä yhden kohteen sisäilmakorjauksen kokemusten perusteella.

2. TARKASTELTAVA KOHDE

Tarkasteltavana kohteena oli Keski-Suomessa sijaitseva opetuskäytössä oleva rakennus. Rakennus valittiin tarkasteltavaksi siinä hiljan suoritettujen sisäilmalähtöisten tiivistyskorjausten ja niiden jälkeen ilmenneiden sisäilmaongelman epäilyjen vuoksi.

Kohde on valmistunut 1973 ja peruskorjattu 1996-1998 sekä 2011-2012. Rakennuksessa on kolme maanpäällistä kerrosta ja kellarikerros. Rakennuksen siipiosa on ainoastaan yksikerroksinen. Kerrosala on 11 024 m² ja tilavuus 45 400 m³. Rakennus on kokonaan suojeltu, suojeluluokka S1. Rakennuksessa on ympärivuotisessa käytössä olevia opetus- ja luentotiloja.

Viimeisin vuonna 2012 valmistunut korjaus käynnistettiin käyttäjillä ilmenneiden sisäilmaongelmien vuoksi. Ongelmia oli kartoitettu ennen korjaukseen ryhtymistä mm Örebro-kyselyllä. Kyselyn avulla voitiin ensisijaisesti selvittää koettujen ongelmien laajuus ja myös jollain lailla niiden luonnetta.

Tarkasteltavassa rakennuksessa sisäilmaoireet palasivat käyttäjille käytännössä heti korjauksen jälkeen. Lisätutkimuksissa, suoritettua sisäilmakorjauksen jälkeen, todettiin useita uusia korjaustarpeita, mm liikuntasalien alakatoissa ja väestönsuojan yläpuolisissa rakenteissa sekä maanvastaisissa seinissä. Rakenteissa todettiin kosteus- ja mikrobiongelmiä, mistä aiheutui maakellarin hajua sisätiloihin. Sokkelin vedeneristeet todettiin myös osin puutteellisesti asennetuksi, mikä mahdollisti sokkelin kastumisen sade- ja sulamisvesistä, kun maanpinnan ja ympäröivien betonilaatitusten kaadot olivat paikoin rakennukseen päin. Tutkimukset ja lisäkorjaaminen alkoivat käytännössä uudelleen heti sisäilmakorjauksen jälkeen.

3. KORJAUSTEN SUUNNITTELU JA VIRANOMAISVALVONTA

Rakennuksen tiivistyskorjaukset on tehty rakennesuunnittelijan 28.2.2012 päivätyn työselityksen ja suunnitelmien mukaan. Tiivistyskorjaukset on kohdistettu rakennuksen ulkovaipan, liikuntasauvojen ja läpivientien ilmavuotojen tiivistämiseen.

Kaikki rakennuksen ikkunoiden tiivistyskorjaukset on työselityksessä esitetty tehtäväksi vedeneristeellä ja tarravahvistusnauhalla. Suojelun vuoksi suoritettua korjaukset on tehty rakenteita

säästään. Laajoja rakenneavauksia ei ole suoritettu. Purkutyöt ja yleisesti kaikki suunnitelmat ja työmaa-aikana poikkeamat hyväksytyistä suunnitelmista piti hyväksyttää museovirastolla ennen toteutusta.

Yleisellä tasolla rakennusvalvonnan tehtävänä on valvoa ja opastaa sekä edistää laadukkaan ja viihtyisän rakennuskannan toteutumista. Maankäyttö- ja rakennuslain 125§:n mukaan rakennuksen käyttäjien terveyteen ja turvallisuuteen vaikuttavat korjaukset edellyttävät rakennusluvan hakemista korjauksille. Näihin kohdistuvat toimenpiteet laukaisevat lähes poikkeuksetta rakennuslupatarpeen. Maankäyttö- ja rakennuslakia voidaan tulkita tiukasti siten, että kaikille sisäilmaongelmakohteiden korjauksille olisi haettava rakennuslupa. Käytännössä sisäilmaongelmakohteiden korjauksille haetaan rakennuslupa melko harvoin, ellei korjaukseen sisälly muita rakennuslupaa vaativia toimenpiteitä. Rakennuslupamenettelyn kannalta pelkät yksittäiset, vain osaan rakennusta tehtävät tiivistyskorjaukset ovat erittäin hankalia hyväksyttäviä rakennuslupapäätöksiä, sillä osittaisia tai kokeilukorjauksia MRL ei salli, koska niissä kokonaisuus ei ole helposti hallittavissa. Maankäyttö- ja rakennuslain tiukan tulkinnan mukaan rakennusvalvontaviranomainen ei voi osaltaan varmistua MRL 166§:n edellytyksen mukaisesti, että rakennus on käyttäjilleen terveellinen ja turvallinen. Siksi rakennuslupaviranomainen edellyttää sisäilmaongelmakohteissa kokonaisvaltaista kuntotutkimusta, huolellista erikoissuunnittelua, työn toteutuksen laadunvarmistusta työmaalla sekä korjausten jälkeistä seuranta- ja korjausten onnistumisen varmistamiseksi. Hankkeen eri vaiheisiin osallistuvilta edellytetään rakennusfysikaalista osaamista, pätevyyttä ko. tehtävään ja riittävää kokemusta. Vaatimuksia täsmennetään rakennuslupakohtaisesti. Tällä konseptilla on toteutettu onnistuneesti sisäilmaongelmakohteiden korjauksia. (Laine 2014)

Korjausten toteutus edellyttää suojellussa rakennuksessa tavanomaista suurempaa tarkkuutta toimenpiteiden laajuuden ja suorituksen suhteen. Suojelun vaatimusten vuoksi muutokset oleviin suunnitelmiin aiheuttavat lausuntopyyntöineen viivettä ja kiristävät aikataulua. Työmaakokousten pöytäkirjoista voitiin todeta työmaan aikataulun olleen yksi painavimmista huolenaiheista koko korjauksen ajan. Voidaan ajatella, että onko havaittuja lisäkorjaustarpeita mahdollisesti ohitettu, koska niiden aikatauluvaikutus lausuntokierroksineen olisi muodostunut työmaalle liian raskaaksi, ts. aikataulu olisi venynyt.

Museovirastolle ei ole vielä kertynyt riittävästi tietoa tiivistyskorjausmenetelmästä, korjauksissa käytettävien tuotteiden materiaaliominaisuuksista ja korjausratkaisun pitkäaikaiskestävyydestä.

Museoviraston näkökulmasta tiivistyskorjausmateriaali ei saisi vaurioittaa muita rakenteita eikä asentamisessa saisi kovin paljon kajota muuhun materiaan. Lisäksi tiivistyskorjausmateriaalit tulisi olla tarvittaessa helposti poistettavissa. Museoviranomaiselle voi joskus tulla yllätyksenä, kuinka laaja-alaisia tiivistyskorjaukset voivat olla, eikä aina ole tiedostettu, että korjaus saattaa koskea koko pintaa eikä vain pientä rakoa. (Laine 2014)

4. KORJAUSTEN SUORITUS JA TYÖN VALVONTA

Tiivistyskorjaukset oli kohdistettu vaipparakenteisiin, lähinnä ulkoseinien ovi- ja ikkunaliittymiin. Korjauksen onnistumista pyrittiin varmistamaan normaalin työmaavalvonnan ohella merkkiainekokein. RT-ohjekortti rakenteiden ilmatiiviyn tarkastelusta merkkiainekokein on julkaistu vasta korjausten jälkeen marraskuussa 2015. Korjausajankohtana merkkikaasulla suoritettut tutkimukset olivat vielä käytännössä kokeiluja, sillä kokemusta merkkiainekokeista ei ollut työmaalla käytettävissä. Kokeneimmat merkkiainekokeiden suorittajat olivat korjausajan kohtana eteläsuomalaisia insinööritoimistoja, joita ei kohteessa tuolloin ollut käytettävissä. Korjauskohteessa suoritettiin merkkiainekokeita rakenteiden ilmatiiviyn ts. tiivistyskorjausten onnistumisen toteamiseksi. Merkkiainekokeista on kolme raporttia, 26.4.2011, 11.6.2012 ja 31.7.2012. Ikkunapenkkiin laatoitusten saumauksissa todetaan olevan halkeamia ja niiden todetaan olevan osittain irti alustastaan ts. kopoja. Tilat, joissa merkkiaineella havaittiin vuotoa laatoituksien saumauksista tai ikkunoiden karmirakenteiden raoista, on lueteltu raporteissa. Toimenpide-ehdotuksena raportissa esitetään halkeamien ja irtonaisten laatoitusten korjaamista injektioimalla laatan ja kiinnityslaastin väliin epoksiliimaa niin, että ilmareitti tätä kautta saadaan katkaistua. Korjauksen tiivistyksen onnistumisen toteamista uusintakokeella ei esitetä.

Liikuntasauvojen tiivistystä välipohjien ja väliseinien sekä pilareiden kohdilla ei tarkastettu merkkiainekokeella.

Tiivistämisessä on yleisesti noudatettava huolellisuutta, jotta tiivistämisen työvirheiden vaikutus jäisi merkityksettömäksi. Huolellisesti suunnitellulla ja toteutetulla työllä, jonka lopputulos on varmistettu laadunvarmistusmenettelyillä asianmukaisesti, voidaan tällaisista kohteista mittauksiltaan perustuvan kokemusten mukaan katkaista esimerkiksi radonia sisäilmaan kuljettavat ilmavirtaukset kokonaan. Tällöin radonia voi siirtyä enää diffuusiolla rakenteiden läpi. Yleisesti tiedetään, että esimerkiksi tiivistämällä 70 % ilmavuotokohdista ei saavuteta 70 % alenemaa radonpitoisuudessa, vaan suuri osa ilmavuodoista siirtyy tiivistämättömiin kohtiin. Olennaisena vaatimuksena radonin torjunnassa rakenteita tiivistämällä on, että ilmavirtausreitit katkaistaan kokonaan, eikä vain osittain. (Kettunen ym. 1991)

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Kosteus- ja sisäilmatekniset Kuntotutkimukset toimivat rakennesuunnittelijan (kosteusvaurion korjaustyön suunnittelijan) lähtötietoina korjausten suunnittelussa. Riittävän laajat ja perusteelliset tutkimukset ovat välttämättömiä suunnittelun ja korjausten onnistumisen kannalta. Vaikka korjauksia jouduttaisiin kustannussyistä rajaamaan, tutkimuksista, jotka muodostavat pohjan korjausten suunnittelulle, ei tulisi tinkiä. Kohteen lisätutkimus- ja -korjaustarpeita olisi pystytty välttämään alun perin riittävän laajoilla tutkimuksilla.

Korjausten onnistumisen tarkastaminen luotettavalla menetelmällä on olennaisen tärkeää tiivistyskorjauksissa. Epäonnistunut lopputulos mitätöi korjauksen helposti kokonaan johtaen lisätutkimus- ja korjauskierteeseen. Vaikka pelkkä silmämääräinen tarkastelu ei tiivistyskorjauksissa ole riittävä tarkastusmenetelmä, jo sen avulla olisi pystytty havaitsemaan merkittävä osa

tutkimuksessa nyt todetuista tiivistyskorjausten epäkohdista. Kokeneen tarkastajan merkkikaa-sulla suorittamalla tarkastuksella voidaan kohtuullisella varmuudella todeta tiivistyskorjausten onnistuminen. Tarkastuksilla saadaan selvitettyä heikosti suoritettut tiivistyskorjaukset ja ilma-vuotoreitit, joita muilla menetelmillä ei olisi mahdollista havaita. Erityisesti piiloon jäävät tiivistykset tulee tarkastaa ennen peittämistä.

Liikuntasaumojen tiivistettäessä korjausten huolellisella suunnittelulla ja tiivistysten onnistumisen varmistamisella on suuri merkitys. Liikuntasaumat muodostavat käytännössä rakennukseen koko rakennuksen levyisen pystyhormin. Avoimessa tai heikosti tiivistetyssä liikuntasaumassa syntyy luonnostaan ilmavirtausta ns. hormivaikutuksen aiheuttamana. Virtausta voi lisätä tuulen aiheuttama paine-ero rakennuksen eri puolilla. Kohteessa liikuntasaumojen ilmatiiveyden merkitystä korosti se, että rakennuksessa on 13 eri ilmanvaihtokonetta, joiden vaikutusalueet menevät ristiin liikuntasaumojen kanssa. Ilmanvaihtokoneiden käyntiaikojen vaihtelu eri tilojen välillä saattaa muodostaa tilojen välille ajoittain muodostuvien paine-erojen vuoksi merkittävää hallitsematonta vuotoilmavirtausta liikuntasaumojen kautta sisäilmaan. Hallitsematto-muutta lisää vaikutusalueiden risteäminen päällekkäisissä tiloissa. Kun ilmanvaihdon korjaukset suoritetaan normaalina ilmanvaihtoteknisenä suorituksena, jossa ilmamäärät säädetään suunnitelmien mukaisesti litramääräisesti kohdalleen, tilojen painesuhteita toisiinsa tai suhteessa ulkoilmaan ei käytännössä mitata. Esimerkiksi suunnitelmissa mainittu putkitunnelin alipaineisuus ensimmäisen kerroksen tiloihin nähden on toteutettu ilmamäärien säädöillä, ei mit-taamalla paine-eroja tilojen välillä tai suhteessa ulkoilmaan.

5. KIITOKSET

Kiitokset Suomen Yliopistokiinteistöt Oy:n ylläpitöpäällikkö Jarmo Perkiölle sekä Ramboll Oy:n toimialapäällikkö Timo Turuselle kärsivällisestä myötävaikuttamisesta, joka mahdollisti tämän opinnäytetyön valmistumisen.

LÄHDELUETTELO

1. Kettunen, A-V., Slunga E., Viljanen M. 1991. Radonin merkitys talonrakennustekniikassa. Radonsuunnitteluohje normaalin radonluokan alueille. Teknillinen korkeakoulu, Rakennetekniikan laitos. Julkaisu/Report 114. Espoo.
2. Kettunen, A-V, 2015. Maaperän epäpuhtaudet. RTA-koulutuksen luento 16.12.2015.
3. Laine, K. 2014. Rakenteiden ilmatiiviyden parantaminen sisäilmakorjauksessa. Itä-suomen yliopisto, Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate, Opinnäytetyö.

Sisäilman laatua huonontavia tekijöitä

Öljyhiilivetyjen ja PAH -yhdisteiden huomioiminen teollisuuskiinteistön käyttötarkoituksen muutoksessa <i>Sanna Koskela</i>	41
1890 – 1940-luvun rakennuksien haitta-aineet vesivahinko- ja kosteusvauriokorjauksissa <i>Maija Leinonen</i>	47
Kiinteistöjen vesijärjestelmien messinkiosien vauriot vesivahinkojen aiheuttajana <i>Riika Mäkinen, Aino Pelto-Huikko</i>	52
Kohteiden sisäilmaongelmiin viittaavat vauriot <i>Anniina Rantamäki</i>	61

ÖLJYHIILIVETYJEN JA PAH-YHDISTEIDEN HUOMIOIMINEN TEOLLISUUSKIINTEISTÖN KÄYTTÖTARKOITUKSEN MUUTOKSESSA

Sanna Koskela

Ramboll Finland Oy

TIIVISTELMÄ

Tutkimuskohteena on massiivitiilinen kaasukello, jonka sisäpuolen maaperässä on 2010-luvun alussa tehtyjen mittausten perusteella havaittu haitta-aineita kuten bentseeniä ja naftaleenia. Kohde on suojeltu, tyhjillään ja tarkoitus ottaa korjauksen jälkeen käyttöön kulttuuritilaksi. Kohteeseen on tehty myös sisäilmanäytteenottoa ja havaittu kohonneita öljyhiilivety- ja PAH -yhdistepitoisuuksia.

Toteutetuilla tutkimuksilla on pyritty selvittämään rakennuksen materiaaleissa olevien haitta-ainepitoisuuksien määrä, arvioimaan sen merkitystä sisäilman laadun ja rakennuksen terveellisyyden kannalta sekä laatia toimenpide-ehdotuksia tulevaa korjausta varten.

Tutkimukset toteutettiin analysoimalla rakennuksen tiili- ja betonirakenteista otettuja materiaalinäytteitä. Tutkimuksissa havaittiin kohonneita öljyhiilivety- ja PAH -yhdisteitä havaittiin vain vähäisiä määriä perustusrakenteen vedeneristystä lukuun ottamatta. Öljyhiilivetyjen osalta pienilläkin pitoisuuksilla voi olla merkitystä sisäilman laadun kannalta. PAH -yhdisteiden osalta ainakin vedeneristeestä haihtuvat yhdistepitoisuudet voivat olla merkittäviä.

Korjausratkaisuna tulevat kysymykseen rakenteiden osittainen purku tai erilaiset kotelointi- ja päällystysvaihtoehdot. Nyt otettujen näytteiden perusteella ei voida täysin luotettavasti arvioida sisäilman tulevaa laatua. Kohteessa tulee jatkaa sisäilman pitoisuusmittauksia, jotta voidaan luotettavasti arvioida terveellisen ja turvallisen sisäilman laatu tulevassa käytössä.

1. JOHDANTO

Suomalaisessa rakennuskannassa haitta-aineiden esiintyminen vaikuttaa rakennusten käyttöön, korjaustapoihin sekä purkujätteen käsittelyyn. Haitta-aineiden esiintymisellä on terveysperusteisten seikkojen lisäksi merkittävä vaikutus kiinteistöihin liittyviin käyttö-, huolto-, ja korjauskustannuksiin. Teollisuuskiinteistöissä ongelmallisia haitta-aineita ovat mm. PAH -yhdisteet sekä öljyhiilivedyt. Molemmat sisältävät yhdisteitä, joilla on karsinogeenisiä vaikutuksia ja joiden ominaisuutena on myös haihtuvuus. Ongelmalliseksi nämä yhdisteet muodostuvat rakennuksissa juuri sisäilmaan haihtuvuutensa johdosta sekä matalan hajukynnyksen vuoksi. Lisäksi kyseisille haitta-aineille voi altistua ihokosketuksen kautta. Kaikissa tilanteissa haitta-aineiden poisto rakenteista ei ole mahdollista, jolloin joudutaan arvioimaan tarkkaan haitta-aineen rakenteisiin jättämisestä syntyvät riskit ja korjauskustannukset.

Opinnäytetyössä käsitellään PAH-yhdisteiden ja öljyhiilivetyjen esiintymistä rakentamisessa sekä tarkastellaan yhden rakennuskohteen, suojellun tiilisen kaasukellon haitta-ainetutkimusta ja arvioidaan mahdollisia korjausratkaisuehdotuksia kohteessa tehtyjen tutkimusten perusteella.

2. PAH-YHDISTEIDEN JA ÖLJYHIILIVETYJEN OMINAISUUDET, ESIINTYMINEN JA LAINSÄÄDÄNTÖ

2.1. Yhdisteiden ominaisuudet

Polysykliset aromaattiset hiilivety-yhdisteet (PAH -yhdisteet) ovat orgaanisia yhdisteitä. Huoneenlämpötilassa ne ovat kiinteitä ja heikosti haihtuvia naftaleenia lukuun ottamatta. Ihokontaktia tulisi välttää, koska PAH -yhdisteet ovat rasvahakuisia. Vaikka PAH -yhdisteet ovat heikosti haihtuvia, voi niitä kuitenkin esiintyä sisäilmassa sekä vapaina yhdisteinä että muihin hiukkasiin sitoutuneena.

Öljyhiilivedyt ovat raakaöljyperäisiä yhdisteitä esiintyville erityyppisille hiilivedyille, jotka voidaan jakaa karkeasti alifaattisiin tai aromaattisiin yhdisteisiin. Öljynjalostuksen tislauksessa öljy jaetaan jakeisiin alenevan haihtuvuuden ja hiiliketjun pituuden mukaisesti. Öljyjakeita välillä C₁₀ – C₄₀ kutsutaan mineraaliöljyiksi. Aromaattiset yhdisteet ovat haitallisia ja esimerkiksi bentseeni on luokiteltu syöpävaaralliseksi yhdisteeksi. Muita aromaattisia hiilivetyjä ovat esimerkiksi tolueeni, etyylibentseeni ja (m-, p-, o-)-ksyleenit (BTEx -yhdisteet).

2.2. Esiintyminen

PAH- yhdisteitä muodostuu mm. liikenteestä, teollisuudesta, metsäpaloista, elintarvikkeiden prosessoinneissa, tupakoinnista ja fossiilisista polttoaineista. PAH -yhdisteiden alkuperä rakennusmateriaaleissa on usein kivihiiliterva eli kreosootti, josta niitä voi haihtua sisäilmaan suoraan tai hiukkasiin sitoutuneina. Tällaisia rakennusmateriaaleja voivat olla mm. vedeneristeet (pikisively), langat ja punokset, tervapaperit ja -pahvit, kattohuovat tai bitumiliimat ja -pinnoitteet.

Rakennuksessa tai rakennuksen sisäilmassa olevat öljyhiilivedyt ovat usein peräisin rakennuksessa tapahtuvasta toiminnasta. Tavanomaisia päästölähteitä ovat esimerkiksi konepajat, huoltoasemat tai muut teollisuuden tuotantolaitokset, joissa käsitellään mineraaliöljyjä. Lisäksi öljyhiilivetyjä voi kulkeutua rakenteisiin tai sisäilmaan öljyvuodoista, pilaantuneesta maa-aineksesta tai liikenteen päästöistä. BTEx -yhdisteitä esiintyy mm. bensiinissä ja liikenteen pakokaasupäästöissä.

2.3. Lainsäädäntö ja ohjeistus

Rakennuksissa esiintyvien haitta-aineiden aiheuttamia henkilöihin kohdistuvia terveysriskejä tai rakennuksessa suoritettavia rakennustoimenpiteitä velvoittaa Suomessa useampi lakikoelma sekä EU-lainsäädäntö. Keskeisimpiä tällaisia kansallisia lakisäädöksiä ovat Maan-

käyttö- ja rakennuslaki, Terveysuojelulaki, Työturvallisuuslaki, Jätelaki sekä Kemikaalilaki. Euroopan unionin osalta keskeisessä merkityksessä ovat kemikaalilainsäädäntö ja CLP -asetus. Näiden lakisäädösten lisäksi rakentamisessa esiintyviä haitta-aineita käsitellään mm. Työterveyslaitoksen ja Terveys- ja hyvinvoinnin laitoksen oppaissa sekä Rakennustietosäätiön RT –kortistossa.

Valtioneuvoston asetuksessa 716/2000 on asetettu työpaikolle sitova HTP₈-arvo bentseenille ja teollisuustyöpaikkoja koskee Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 268/2014, jossa on työhygieenisissä mittauksissa käytettäviä muita HTP- arvoja. Nämä eivät kuitenkaan useinkaan sovellu toimiston tai asuntojen kaltaisiin kohteisiin. Asumisterveysasetuksessa on asetettu toimenpideraja naftaleenille sekä yksittäisille VOC -yhdisteille että TVOC -pitoisuudelle.

3. TUTKIMUKSEN KOHDE

Tutkimuskohde on massiivitiilinen vanha kaasukello, joka on toiminut kaasun varastona ennen kaasun syöttämistä kaupungin jakeluverkkoon. Massiivirungon sisäpuolella on betonisia kulutasoja, jotka sijaitsevat rakennuksen ulkokehällä. Varsinainen kaasun säilytysäiliö on teräksinen teleskooppirakenne, jonka purku on tällä hetkellä käynnissä.

Kohteessa on havaittu rakenteissa mineraaliöljyjäämiä ja sen maaperässä on esiintynyt haitta-aineita kuten öljyhiilivetyjä ja PAH -yhdisteitä. Maaperässä esiintyneistä yhdisteistä etenkin bentseeni ja naftaleeni ovat herkästi ilmaan haihtuvia. Maaperään on asennettu huokoskaasuputkisto, jolla maaperää puhdistetaan nyt ja jatkossa.

Kaasukellossa esiintyvien haitta-aineiden syntymisen alkuperää ei tiedetä tarkkaan, mutta kaasuntuotannon sivutuotteena on syntynyt mm. bentseeniä sekä kivihiilitervaa. Kaasukellosta tehdyn historiaselvityksen perusteella on hyvin mahdollista, että haitta-aineet ovat päässeet maaperään eri vuosikymmeninä tapahtuneiden muutos- ja korjaustöiden seurauksena tai sitä on voinut päästä maaperään esimerkiksi rikkoutuneista säiliöistä. Viime vuosisadan alkupuolella haitta-aineiden haitallisia terveysvaikutuksia ei vielä tunnistettu.

Rakennuksessa on tehty maaperä- ja ilmanäytetutkimuksia vuosina 2010-2014.

4. TUTKIMUSMENETELMÄT

Rakennuksen massiivitiilisestä ulkovaipasta, betonisista perustuksista sekä betonisista huoltotasoista (5 korkeustasoa) otettiin timanttiporauksella lieriönäytteet, joiden haitta-ainepitoisuutta analysoitiin Vahanen Oy:n toimesta. Näytteet analysoitiin öljyhiilivetyjen osalta kaasukromatografilla GC-FID ja GC-MS tekniikoilla ja PAH-yhdisteet GC-MS tekniikalla. FID menetelmässä detektorina (ilmaisin) on liekki-ionisaattori ja MS menetelmässä massaspektrometri.

Tutkimukset toteutettiin kahdessa eri vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa rakenteista otetuista lieriönäytteistä analysoitiin haitta-ainepitoisuutta pintakerroksessa sekä n. 100 mm syvyydellä.

Toisen vaiheen näytteenotto kohdistettiin ensimmäisen vaiheen näytteenoton perusteella syvyyksille 20...40 sekä 40...60 mm.

5. TULOKSET

Kohonneita öljyhiilivetyjen pitoisuuksia esiintyi fraktioalueella C₁₀-C₄₀. Näytekappaleita otettiin yhteensä 61, joista n. 20 % ei havaittu öljyhiilivetyjä. Näytekappaleista 64 % sisälsi öljyhiilivetyjen fraktioita C₁₀-C₂₁. BTEX -yhdisteiden pitoisuudet olivat alle määrittäysrajan kaikissa tutkituissa näytteissä.

Öljyhiilivetyjen kohonneita pitoisuuksia havaittiin otetuissa näytteissä:

- tiiliseinissä 0...60 mm syvyydellä tasolle 4 asti (45 % näytteistä sisältää C₁₀-C₂₁ fraktion yhdisteitä)
- betonisokkelissa 0...20 mm (100 % näytteistä sisältää C₁₀-C₂₁)
- betonitasoissa 0...40 mm syvyydessä tasolle 3 asti sekä 0...20 mm syvyydessä tasolle 5 asti. Pitoisuuksia havaittiin sekä ala- että yläpinnassa. (38 % näytteistä sisältää C₁₀-C₂₁ fraktion yhdisteitä)
- pilastereissa 0...60 mm syvyydellä tasolla 1 sekä 0...20 mm tasolle 5 asti. Kahden ylimmän tason pitoisuudet ovat alhaiset. (95 % näytteistä sisältää C₁₀-C₂₁ fraktion yhdisteitä)

PAH-yhdisteiden pitoisuudet olivat pääosin pieniä. Vaarallisen jätteen raja-arvon ylittävä määrän PAH -yhdisteitä havaittiin vain materiaalinäytteessä, joka otettiin vedeneristeestä betonisokkelin ja massiivitiiliseinän välistä. Näytteessä havaittiin mm. karsinogeenistä bentso(a)pyreeniä 2910 mg/kg (vaarallisen jätteen raja-arvo 1000 mg/kg) ja PAH₁₆ -summapitoisuus oli 78 200 mg/kg.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Analyysissä havaitut fraktiot C₁₀-C₄₀ ovat todennäköisesti peräisin rakennuksen huoltotöissä käytetyistä mineraaliöljyistä sekä seurausta maaperästä pitkäaikaisesti haihtuneista ja rakenteisiin imeytyneistä yhdisteistä. Maaperästä otetuissa aiemmissa tutkimuksissa korkeita pitoisuuksia havaittiin nimenomaan fraktioalueella C₁₀-C₄₀. Nyt otetuissa näytteissä havaittiin myös herkemmin haihtuvia fraktioita C₁₀-C₂₁, mutta ei esimerkiksi maaperänäytteissä havaittua herkästi haihtuvaa bentseeniä tai muita BTEX -yhdisteitä. Kohonneita öljyhiilivetyjen pitoisuuksia havaittiin laajasti kaikissa tiili- ja betonirakenteissa. Rakenteissa havaitut pitoisuudet eivät kuitenkaan kaikilta osin korreloineet rakenteiden pinnassa havaittujen jälkien kanssa, joten pinnassa havaittujen öljyjäämien perusteella ei voi tehdä päätelmiä korjaustarpeen laajuudesta tai haitta-aineen esiintymisestä.

Tutkituissa lieriönäytteissä havaittiin PAH -yhdisteitä vain pieninä pitoisuuksina ja kokemusperäisesti arvioiden pitoisuuksilla ei ole merkitystä sisäilman laadulle. Vedeneristeessä olevalla PAH -yhdisteillä sen sijaan voi olla merkitystä sisäilman laadun kannalta ja korkea naftaleenipitoisuus voi aiheuttaa hajun tunnistamisen myös aistinvaraisesti.

Havaittujen yhdisteiden vaikutusta sisäilman laatuun tulevaisuudessa tai niiden mahdollisesti aiheuttamaa terveyshaittaa ei voida tässä vaiheessa kuitenkaan vielä arvioida. Rakennuksessa vuosina 2010-2014 otettujen sisäilmanäytteiden pitoisuuksien perusteella sisäilmassa esiintyy pieniä määriä öljyhiilivetyjä, mutta näytteet on pääosin otettu kylmänä ajanjaksona, jolloin haihtuminen on vähäisempää kuin lämpimänä kautena tai lämmitetyissä tiloissa. Kaasukellon teräsrakenteen purku ja alapohjaan rakennettava kerroksellinen alapohjarakenne vaikuttavat todennäköisesti myös sisäilman laatuun.

Kokemusperäisesti tiedetään, että pienilläkin määrillä öljyhiilivetyjakeita (C_5 - C_{16} ... C_{21}) saattaa olla vaikutusta sisäilman laatuun. Lisäksi esimerkiksi naftaleenin (PAH -yhdiste) osalta Asu-
misterveysasetuksessa on toimenpideraja-arvoksi määritetty naftaleenin haju. Hajukynnyksen ylittymistä ei rakennuksen nykytilassa voida arvioida olemattoman ilmavaihdon vuoksi.

Öljyhiilivetyjen kulkeutumisen estäminen rakenteiden läpi sisäilmaan on nykyisten menetelmien ja tietämyksen perusteella vaikeaa. Rakennuksessa ja rakennuksen alla maaperässä olevien haitta-aineiden määrän sekä niiden vähentämiseksi tarvittavien rakenneratkaisujen kustannukset ja riskit voivat kohota merkittäviksi.

7. KORJAUSRATKAISUT

Ehdotetut toimenpiteet ovat keinoja, joilla voidaan mahdollisesti hallita ja vähentää haitta-aineiden kulkeutumista sisätiloihin. Korjaustoimenpiteiden riskitekijöiksi voivat muodostua kuitenkin rakenteisiin jäävät epäpuhtaudet, rakenteissa olevat halkeamat, tiilirakenteiden huokoisuus, liittymädetaljien toteutus sekä ilmanvaihdon ja tuuletuksen ratkaisut. Korjaukset edellyttävät huolellista ja oikea-aikaista suunnittelua sekä rakennusfysiikan hallintaa. Korjauksessa tulee ottaa huomioon rakennuksen suojele.

Rakenteisiin imeytyneiden epäpuhtauksien vähentämiseksi ja haihtumisen tehostamiseksi rakennusta suositellaan lämmittämään ja tilojen ilmanvaihtuvuutta tehostamaan.

Rakennuksen betonitasoille tehtävät korjaustoimenpiteet voivat olla tasojen täydellinen purku ja uusiminen tai betonin pintaosien poisto ja uudelleen betonointi. Tiilirakenteista voidaan poistaa pintarakenne n. ½ tiilen verran ja sisäpinta ennallistetaan puhtaalla rakennusmateriaalilla. Toisina ratkaisuin voi tulla kysymykseen tiilirakenteen kotelointi kaasutiiviillä materiaalilla (esim. teräs) ja välitilan alipaineistaminen tai vaihtoehtoisesti tiilen pinnoittaminen kaasutiiviillä materiaalilla kuten metallipintaaisella bitumikermillä.

Kotelointiratkaisussa erityistä huomiota tulee kiinnittää koteloinnin liittymiseen ympäröiviin rakenteisiin. Alipaineistuksen suunnittelussa tulee huomioda rakenteen korkeus ja muoto sekä tilan sisäpuolisen ilmanvaihdon vaikutus ja seuranta. Bitumikermillä pinnoitettaessa rakenteen toimivuutta on syytä arvioida myös rakennusfysiikallaisella mallinnuksella ja samalla arvioida, miten toteutettava rakenne vaikuttaa mahdollisesti tiilirakenteen rapautumiseen. Bitumikermin käyttämisestä ei ole tiedossa olevia käyttökokemuksia eikä bitumikermin käytön mahdollisia vaikutuksia sisäilman laatuun pystytty arvioimaan.

8. JATKOTOIMENPITEET

Sisäilman laatua suositellaan seuraamaan sisäilmamittauksin lämpimänä ajanjaksona vähintään kaasukellon teräsrakenteiden purun jälkeen. Sisäilman laadun mittaukset tulee ajoittaa ajankohtaan, jolloin riski rakenteista sisäilmaan haihtuvien epäpuhtauksien määrästä on suurin. Rakennuksen sisäilman lämpötilan tulisi mittausten aikana olla lähellä käyttölämpötilaa.

9. KIITOKSET

Kiitän työni ohjaajia Kirsi Torikka-Jalkasta sekä Leif Wirtasta avusta sekä perhettäni ja kollegoitani pitkämielisyydestä ja kannustuksesta työtäni kohtaan.

10. LÄHDELUETTELO

Arkkitehtitoimisto Schulman Oy (Sari Schulman, Johanna Luhtala, Markus Manninen, Jaana Tiikkaja) 2009. Suvilahti, rakennushistoriaselvitys. Helsingin kaupunki, painamaton

Pirjo Napari. Orgaaninen kemia. Opetushallitus. Helsinki 1995.

Rakennustieto. 2014. Haitta-ainetutkimus. Rakennustuotteet ja rakenteet. RT 20-11160

Asumisterveysasetus 545/2015.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus haitalliseksi tunnetuista pitoisuuksista 268/2014

Suomen ympäristö 23/2007. Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittäysperusteet. Toim. Jussi Reinikainen. Helsinki 2007. Suomen ympäristökeskus

Valtioneuvoston asetus työhön liittyvän syöpävaarallisuuden torjunnasta 716/2000

Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2016. Jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi. Toim. Eevaleena Häkkinen. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö

Lappalainen Sanna, Reijula Kari, Tähtinen Katja, Latvala Jari, Holopainen Rauno, Hongisto Valtteri, Kurttio Päivi, Lahtinen Marjaana, Rautiala Sirpa, Tuomi Tapani, Valtanen Arja. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Työterveyslaitos 2016. Luettavissa: <http://www.julkari.fi/handle/10024/129932>

1890 – 1940-LUVUN RAKENNUKSIEN HAITTA-AINEET VESIVAHINKO- JA KOSTEUSVAURIOKORJAUKSISSA

Maija Leinonen

Uudenmaan Kuivauspalvelu Oy

TIIVISTELMÄ

1800- luvun lopun ja 1900-luvun alun rakennuksissa esiintyy haitta-aineita, jotka on otettava huomioon rakenteita purettaessa ja käsiteltäessä. Vastuu haitta-aineiden kartoittamisesta on kiinteistön omistajalla. Haitta-aineen vaikutusta vesivahingon korjaustyöhön on tässä työssä käsitelty esimerkkikohteen kautta. Kohde on vuonna 1904 rakennettu kartanorakennus. Kohteen vahinkokartoitus, haitta-ainehavainnot, purku ja kuivaustyö, korjaus sekä tiedottaminen on esitetty vaiheittain.

1. JOHDANTO

Vesivahingon sattuessa, ei rakenteiden sisällä olevista haitta-aineista ole aina tietoa tai tieto ei ole helposti saatavilla. Usein rakennuksissa putkistovuodot johtuvat putkiston teknisen käyttöiän ollessa lopussa ja putkisaneeraus on hankesuunnitteluasteella. Tuolloin putkisaneerauksen tai muun peruskorjauksen yhteydessä tehtävän haitta-ainetutkimuksen tulokset eivät ole vielä käytettävissä.

Lainsäädännöllä ja ohjeistuksilla pyritään parantamaan korjausrakentamisen työturvallisuutta ja laatua mm. pölyntorjunnan, haitta-aineiden sekä kosteus- ja mikrobivaurioiden kannalta. Laki (684/2015) eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista ja valtioneuvoston asetus (798/2015) asbestityön turvallisuudesta tulivat voimaan vuoden 2016 alussa. Tämä on vaikuttanut erityisesti kiinteistöjen omistajien, huoltohenkilöiden, osakkaiden, isännöitsijöiden ja kiinteistöissä työskentelevien tietoisuuteen asbestista haitta-aineena.

Tämän työ on suunnattu vesivahinkoalan työntekijöille sekä kiinteistöjen omistajille ja isännöitsijöille. Työn tavoitteena on koota vesivahinko- ja kosteusvauriokorjaamiseen liittyvät keskeiset ohjeistukset ja menetelmät sekä selventää haitta-aineiden vaikutusta työn etenemiseen. Työssä on esitetty esimerkkirakennus haitta-aineita sisältävien rakenteiden purku-, kuivaus- ja korjaustyöstä vuonna 1904 rakennetussa kartanorakennuksessa.

2. HAITTA-AINEET JA NIIDEN TUTKIMINEN

1800-luvun lopun ja 1900-luvun alun kerrostalojen tavallisimmat rakennuksissa havaittavat haitta-aineet ovat asbesti, polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet), metalliyhdisteet, polyklooratut bifenyylit (PCB-yhdisteet), öljyhiilivedyt ja BTEX-yhdisteet, kloorifenolit ja

torjunta-aineet (Komulainen, 2016). Lisäksi vesivahinkoihin ja kosteusvaurioihin liittyy usein mikrobivaurioita.

Suomen lainsäädäntö velvoittaa kartoittamaan rakennusten haitalliset aineet. Ensisijainen vastuu rakennuksessa käytettyjen rakennusmateriaalien ja laitteistojen sisältämistä haitta-aineiden tunnistamisesta ja vaihtamisesta on kiinteistön omistajalla. Myös rakennustyön aikana kiinteistön omistajan on varmistettava että rakennusosien purku- ja korjaustöissä työmenetelmät ovat mahdollisimman vähän haitta-aineille altistavia ja purkujätteet käsitellään asianmukaisesti. (Komulainen ym. 2011)

Haitta-ainearviolla ja tutkimuksella selvitetään mahdollisten terveydelle vaarallisten ja haitallisten aineiden sekä rakennustarvikkeiden sijainti rakennuksessa. Selvityksestä laaditaan raportti korjaus- ja purkusuunnittelua sekä urakalaskentaa ja työturvallisuutta varten. (RT-20-11160)

Haitta-ainearvio (kartoitus) tehdään lähtötietojen perusteella ja siinä voidaan ehdottaa haitta-ainetutkimusta. Haitta-ainearvio on usein tarpeen tehdä kiinteistön korjaus- ja purkuhankkeiden sekä käyttötarkoituksen muutoksien yhteydessä. Rakennuksessa jo toteutetuista tila- ja käyttötarkoituksen muutoksista sekä käyttöhistoriasta kirjataan tiedot muistiin. Lähtöselvityksessä tutustutaan kiinteistön alkuperäisiin ja mahdollisten muutostöiden aikaisiin rakennussuunnitelmiin. Haitta-ainetutkimuksessa paikallistetaan ja tutkitaan tutkimussuunnitelman mukaisesti haitta-aineet rakennuksessa. (RT-20-11160)

Tyypilliset haitta-aineet vahinkosaneerauksen kannalta ovat asbesti, PAH-yhdisteet (kivihiilipiki), öljyhiilivedyt ja vaurion kestosta riippuen mikrobivauriot. Haitta-aineet vaikuttavat mm. purkutöiden suoritukseen, kun valitaan purkumenetelmää sekä korjaustapaan mm. kun haitta-aineita joudutaan jättämään rakenteisiin.

4. KOHDE, KARTANORAKENNUS

Kohteena on vuonna 1904 rakennettu hirsirunkoinen kartanorakennus luonnonkivisokkelilla. Kartanorakennuksen julkisivu on museoviraston suojelema. Tutkittu alue on vanhalla palvelusväen osalla, jossa on keittiö, pesutilat, ruokavarasto sekä lisäksi kellaritilat.

Välipohjarakenteena on paikalla valettu betonivälipohja, jossa puurakenteinen ponttilautalattia turve-eristeellä. Betonilaatan yläpinnassa on pikieriste. Kellaritila on puolilämmin tila.

5. VAHINKOKARTOITUS JA HAITTA-AINEHAVAINNOT

Tiloissa oli noin 3 vuotta aiemmin putkivuoto, jonka yhteydessä rakenteita oli avattu ja kuivattu koneellisesti. Uusi putkivuoto on tapahtunut kovan pakkasjakson aikana, kun pintaan asennetun putken liitos on irronnut ja vettä vuotanut useamman tunnin ajan rakenteisiin. Välipohjarakenne on kastunut lähes koko alueella. Myös joitain pintarakenteita, kuten seinäpintoja on kastunut.

Kastunut alue määritettiin eristetilan suhteellisen kosteuden mittauksin sekä osittain perustuen tietoon vuotoveden läpitulosta kellaritilaan. Usein vanhoissa rakenteissa eristekerroksen paksuus on 300-400mm, jolloin suhteellisen kosteuden mittaus eristetilan pohjakerroksesta on haastavaa lattiarakenteen läpi. Tästä johtuen käytettiin vahinkoalueen rajaamiseen apuna puun kosteuden mittaukseen tarkoitettua piikkimittaria, jonka pitkällä eristetyillä piikeillä pystyttiin havaitsemaan pintakosteudenosoittimen kaltaisesti lukemaeroja eristekerroksen pohjaosissa. Purkutyön edetessä varmistettiin purkualueen rajausta lämmöneristeen suhteellisen kosteuden mittauksin sekä aistinvaraisin havainnoin.

Ennen purkutöiden aloitusta vahinkoalue osastoitiin siten, että vahinkoalue eristettiin muista asuintiloista. Tila osastoitiin rakentamalla vahinkoalueeseen rajoittuvien tilojen oviaukkoihin erilliset puurunkoiset muoviseinät. Purkualue oli alipaineistettu purkutyön aikana. Vahinkoalueella oli koko työn ajan erillinen uloskäynti.

Välipohjaeristeen poiston yhteydessä havaittiin voimakas pistävä haju vahinkoalueella urakoitsijan toimesta. Urakoitsija ilmoitti vahinkokartoittajalle tilanteesta ja haitta-aine-epäilystä. Tila alipaineistettiin HEPA-suodattimella varustetulla alipaineistajalla, koska rakenteissa olevan pikieristeen epäiltiin sisältävän PAH-yhdisteitä.

Välipohjan betoniholvin pikieristeestä otettiin materiaalinäyte. Materiaalinäyte kerättiin irtolaisesta pikimateriaalista. Näytteestä määritettyjen PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus oli 12 000 mg/kg (Liite 1). Rakennusteollisuuden Keskusliiton julkaiseman ohjeen (Ratu 82-0283) kivihiilipikeä sisältävien rakenteiden purku) PAH-yhdisteiden kokonaismäärän ollessa yli 200 mg/kg, on purkujäte ongelmajätettä.

6. KORJAUS

Vahinkoalueelta purettiin lattiarakenteen puurungot sekä kellariin johtavaa porraskäytävää vasten olevan seinän alaohjauspuu sekä panelointi. Eristetylle vahinkoalueelle asennettiin tilakui-vaus (adsorptiokuivain) sekä ilmankiertoa tehostavat apupuhaltimet. Kuivausalueella hyödynnettiin kiinteistön omaa lämmitystä huoneilman lämpötilan hallitsemiseksi. Kuivauksen kesto oli xx vuorokautta.

Hirsirakenteiden kosteus ennen jälleenrakennustöitä oli 10-15p-%. Välipohjan betonirakenteen suhteellista kosteutta mitattiin alueella, jossa vesi oli tullut läpi kellaritilaan ja holvipinnan pikieriste hilseili. Betonin suhteellinen kosteus oli välillä 54-60% / 18,9-19,1°C.

Välipohjan betonilaatta sekä hirsiseinien alaosat kapseloitiin Ardex EP 2000. Lämmöneristeenä käytettiin selluvillaa ja puurungot eristettiin välipohjarakenteesta bitumihuopakaistaleella. Lopputaporttiin merkittiin mittaustulokset, kapseloitu välipohja-alue ja tieto siitä, että osa vastaavaa välipohjarakennetta on kapseloimatta.

7. TIEDOTTAMINEN

Kyseessä oli yksityinen kartanorakennus ja vahinko kuului vakuutuksen korvauksen piiriin. Työn aikana tiedottaminen tapahtui lähinnä urakoitsijan, vahinkokartoittajan sekä asiakkaan kesken. Alkuperäiseen vahinkoalueeseen tulleet muutokset sekä lisätutkimustarpeet ilmoitettiin asiakkaalle ja vakuutusyhtiölle. Kuivauksen loppupuolella pidettiin työmaakokous, johon osallistui myös vakuutusyhtiön edustaja.

8. POHDINTAA

Purkutyö ja korjausalue rajattiin vesivahingosta kastuneelle alueelle, jolloin osa keittiötilan välipohjarakennetta sekä pesutilojen kellaritilaa vasten olevat rakenteet jäivät ennalleen. Välipohjassa on siis edelleen haitta-ainetta, jota ei ole kapseloitu rakenteeseen. Pesutilojen alueella ei välipohjarakennetta tutkittu, mutta oletettavasti vastaava pikieriste on välipohjan betonilaatan pinnassa. Toisaalta sisäilmasta ei otettu PAH-näytettä eikä yhdisteiden vaikutusta sisäilmaan arvioitu. Haitta-aineen osalta päädyttiin välipohjarakenteen kapselointiin, koska kyseinen alue oli kastunut pahoin kahdessa eri vesivahingossa ja eriste ajan myötä kulunut.

Vesivahingon korjaus- ja kuivaustöitä helpotti työn suorittajan sekä asiakkaan kannalta merkittävästi vahinkoalueen helppo rajaaminen huonejakojen suhteen ja oma uloskäynti vahinkoalueelta.

9. KIITOKSET

Työn ohjaajana on toiminut Ramboll Oy:n Timo Turunen. Haluan kiittää työn ohjaajaa asiantuntevasta opastuksesta sekä työantajaani Uudenmaan Kuivauspalvelu Oy:tä ja aiemmin Polygon Finland Oy:tä opiskelun mahdollistamisesta. Erityisesti haluan kiittää esimiehiäni Jannea ja Teemua, työkavereitani Henriä ja Petriä sekä läheisiä joustamisesta, kun opiskelu on sitä vaatinut.

10. LÄHDELUETTELO

Komulainen J, Haitta-ainetutkimukset, Vahanen, 29.11.2016

Komulainen J, Huttunen J, Sääntti J. Haittalliset aineet rakennuksissa ja niiden hallinta, Rakentajainkalenteri 2011

Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista (684/2015)

Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta (798/2015)

Rakennustieto, Haitta-ainetutkimus RT20-11160, Rakennustieto Oy, 2014

KIINTEISTÖJEN VESIJÄRJESTELMIEN MESSINKIOSIEN VAURIOT VESIVAHINKOJEN AIHEUTTAJANA

Riika Mäkinen, Aino Peltö-Huikko

Satakunnan ammattikorkeakoulu / Vesi-Instituutti WANDER

TIIVISTELMÄ

Kiinteistöjen vesijärjestelmissä käytetään messinkiosia putkien liittimissä ja venttiileissä. Tekniseltä laadultaan aggressiivinen talousvesi voi aiheuttaa messinkiosille vaurioita muun muassa jännityskorroosion tai sinkinkadon muodossa. Vesijärjestelmien messinkiosien vaurioituminen voi johtaa vesivuotoihin ja sitä kautta rakenteiden kastumiseen. Vesijärjestelmien kestävyys edistämiseksi Suomen lainsäädännössä onkin ohjeistettu, että messinkiosien tulee olla pääosin sinkinkadon kestävä messinkiä.

Raumalla joidenkin vesijärjestelmien messinkiosissa on havaittu yllättäviä vaurioita jo muutaman käyttövuoden jälkeen. RTA-lopputyön tavoitteena oli tarkastella Rauman tapauksen messinkiosien laatua ja vaurioita sekä arvioida paikallisen vedenlaadun vaikutusta sinkinkadon syntyyn. Lisäksi arvioitiin messinkiosien kelpoisuutta talousvesikäyttöön sekä kelpoisuuden toteamista toimitusketjun eri vaiheissa.

RTA-lopputyön messinkiosien kokeellinen tutkimus tehtiin Raumalla teknologiatalo Sytyttimessä. Tutkittavat messinkiosat kuvattiin, halkaistiin pituussuunnassa ja myös sisäpinnat kuvattiin. Näytteistä valmistettiin poikkileikkaushieet, joista tutkittiin mikrorakenne ja vauriotyyppi. Lisäksi messinkinäytteistä analysoitiin metalliseoksen kemiallinen koostumus ja pintakerrostumien alkuaineet. Vesinäytteistä määritettiin muun muassa alkaliteetti, kovuus, johtokyky, pH, suoloja ja ravinteita sekä metalleja kuten lyijy (Pb), sinkki (Zn) ja kupari (Cu), jotta messinkiosien vaikutusta veden laatuun voitiin analysoida.

Sinkinkadon kestävämmästä messingistä valmistetut vesijärjestelmän osat voivat aiheuttaa vesivahingon kiinteistössä. Veden laatu vaikuttaa olennaisesti messingin sinkinkatoon, mutta messingin laatu vaikuttaa sinkinkadon nopeuteen. Käytännössä sinkinkadon kestävä messingin asentamisen varmistaminen työmaalla varsinkin pienien liittimien osalta on haastavaa, sillä tarkistusta ei voi luotettavasti perustaa CR-merkintänä tai LVI-numeroon. Koska asennettaessa tuotteen laatua ei voi varmistaa, tulee hankintaketjun toimivuus varmistaa. Myös veden laatu vaikuttaa olennaisesti sinkinkadonkestävyyteen. Veden syövyttävyyteen voidaan vaikuttaa veden käsittelyllä. Kansallisen lainsäädännön mukaan veden laatu ei saa olla syövyttävää, mutta tähän ei ole määritelty tarkempia parametreja.

1. JOHDANTO

Kiinteistöjen vesijärjestelmissä käytetään messinkiosia putkien liittimissä ja venttiileissä. Suomalainen ja pohjoismainen vedenlaatu on yleisesti ottaen haastava vesijärjestelmien metalliosille. Vesijärjestelmien messinkiosien vaurioituminen voi johtaa vesivuotoihin ja sitä kautta rakenteiden kastumiseen. Vesijärjestelmien kestävyys edistämiseksi kansallisessa lainsäädännössä onkin ohjeistettu, että messinkiosien tulee olla pääosin sinkinkadon kestävä messinkiä. Vesijärjestelmien tuotteiden kelpoisuus tulisi osoittaa ennen tuotteen valintaa käyttöön. Suomessa on käytössä tyyppihyväksyntä joillekin vesijärjestelmien osille.

Raumalla joidenkin vesijärjestelmien messinkiosissa on havaittu yllättäviä vaurioita jo muutaman käyttövuoden jälkeen. RTA-lopputyön tavoitteena oli tarkastella Rauman tapauksen messinkiosien laatua ja vaurioita sekä arvioida paikallisen vedenlaadun vaikutusta sinkinkadon syntyyn. Lisäksi arvioitiin messinkiosien kelpoisuutta talousvesikäyttöön sekä kelpoisuuden toteutamisesta toimitusketjun eri vaiheissa.

2. MESSINKI VESIJÄRJESTELMIEN MATERIAALINA

Messinki on kupariseos, jossa kuparin lisäksi on sinkkiä ja muita metalleja. Vaikka kuparimetallien korroosionkestävyys vesijärjestelmissä on yleisesti ottaen hyvä, messingillä sinkkipitoisuuden kasvaessa korroosionkestävyys heikkenee jonkin verran ja käyttöikää lyhentävää syöpymistä voi tapahtua. (Metalliteollisuuden Keskusliitto 2001) Messingin korroosiolajeista lähemmin on tarkasteltu sinkinkatoa ja jännityskorroosiota. Lisäksi on tarkasteltu vedenlaadun vaikutusta näihin korroosionmuotoihin.

2.1. Messingin sinkinkato ja jännityskorroosio

Sinkinkato on selektiivisen korroosion muoto, jossa messingistä liukenee sinkkiä ja jäljelle jää huokoinen kuparirakenne. Tämän myötä messinkiosa menettää lujuuttaan ja tiiviyttään, vaikka säilyttääkin ulkoisen muotonsa. Sinkinkadon ensimmäisiä merkkejä voivat olla ulkopinnalle saostuvat vaaleat korroosiotuotteet sekä pienehköt vuodot. Korroosiotuotteita voi tulla myös venttiilin sisäpinnalle ja siten aiheuttaa messinkiventtiilien tukkeutumista. Messinkituotteiden sinkinkadon kestävyys voidaan vaikuttaa valitsemalla tuotteeseen sinkinkadon kestävä messinkilaatu. (Kaunisto 2010; Kekki et al 2008; Metalliteollisuuden Keskusliitto 2001)

Messingin jännityskorroosiossa metallikomponenttiin kohdistuvat vetojännitykset ja syövyttävä ympäristö yhdessä aiheuttavat metalliin murtumia. On myös todettu, että jännityskorroosio voi edistää sinkinkatoa ja sinkinkato jännityskorroosiota. Kemikaaleille tai sisäisille vetojännityksille ei tunneta niin sanottuja minimiarvoja eli valmistuksessa syntyneet pienetkin jännitykset tai aggressiiviset kemikaalit voivat aiheuttaa jännityskorroosiota. Käyttövesijärjestelmien messinkiosien tyyppihyväksyntävaatimukset edellyttävät

sinkinkadonkestävyyden lisäksi myös jännityskorroosionkestävyyttä, joten jännityskorroosiotestaus on osa messinkisten liittimien ja putkiyhteiden tyyppihyväksyntää Suomessa. (ASM International 2005, Kaunisto 2010)

2.2. Veden laadun vaikutus messinkiosiin

Korroosiovaurioihin vaikuttavista käytönaikaisista tekijöistä merkittävin on veden laatu. EU:n juomavesidirektiivi (Euroopan unionin neuvosto 1998) on implementoitu Suomessa talousvesiasetuksella (Sosiaali- ja terveysministeriö 2015), joka keskittyy veden terveydelliseen laatuun. Asetus ei ohjeista tai huomioi veden teknistä laatua, mikä saattaa johtaa raakavedestä johtuen heikkoon veden tekniseen laatuun ja edelleen korroosioriskiin verkostomateriaaleille. Veden teknistä laatua voidaan parantaa erilaisten vedenkäsittelyjen avulla, esimerkiksi kalkkikivialkaloinnilla. Metallien korroosioon vaikuttavista veden laatutekijöistä tärkeimpiä ovat veden happipitoisuuden lisäksi sen happamuus eli pH-arvo, suolapitoisuus (kloridit, sulfaatit), kovuus (kalsium- ja magnesiumipitoisuus) ja alkaliteetti (bikarbonaattipitoisuus). Veden laatutavoitteiksi messingin sinkinkadon estämiseksi on esitetty, että pH olisi alle 8,3 ja bikarbonaatin ja kloridin suhde yli 2 (Suomen kuntaliitto 1993). Käyttöveden syövyttävyydelle on kuitenkin verrattain hankala asettaa yleispäteviä rajoja verkostomateriaalien eroavaisuuksien vuoksi. (Kaunisto 2010)

2.3. Lainsäädäntö koskien vesijärjestelmien messinkiosia ja hankintoja

Kiinteistöjen vesijärjestelmiä koskeva lainsäädäntö on Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemärijärjestelmät (2007). Lainsäädännön ohjeistuksen mukaan kiinteistön vesijärjestelmien messinkiosien tulee olla veden koskettamilta osiltaan sinkinkadon kestäviä. Lisäksi määräyksissä todetaan, että vesikalusteet eivät saa heikentää talousveden laatua. Verkostoon johdettavan veden tulee täyttää sosiaali- ja terveysministeriön talousvesiasetuksen (2015) mukaiset vaatimukset. Vesikalusteille ei ole käytössä CE-merkintää, joten tuotteen kelpoisuus tulee osoittaa esimerkiksi tyyppihyväksynnällä. Ympäristöministeriön tyyppihyväksyntäasetuksessa messinkisille ja kuparisille putkiyhteille (2008) todetaan, että messinkiyhteiden sinkinkato tulee testata tuotteesta standardin SFS-EN ISO 6509 mukaisessa testauksessa.

Julkisten alojen hankintalaki (Työ- ja elinkeinoministeriö 2016) säätelee julkisten alojen hankintoja, myös julkisten kiinteistöjen vesijärjestelmien osia. Hankintojen yhteydessä on varmistettava, että tarjouspyynnössä on riittävällä tavalla määritelty tuotteen ominaisuudet, myös sinkinkadon kestävyys.

2.4. Vesijärjestelmien suunnittelu ja messinkiosien toimitusketju

Vesijärjestelmien toimivuuden ja kestävyysvarmistamiseksi tulee suunnittelun, materiaalien valinnan, asennuksen, käytön ja kunnossapidon olla ammattitaitoisia. Rakennusvalvontaa ja rakennusten suunnittelua koskevat Suomen rakentamismääräyskokoelman osat A1 ja A2. Sinkinkadon estämiseksi tulee suunnitelmiin kirjata sinkinkadon kestävä messinkilaatu vaatimukseksi tuotteille.

Messinkiosien toimitusketjusta on olemassa vain vähän kirjallisuutta. Topias Palon insinööriyössä (2016) selvitettiin vaihtoehtoja messinkiosien hankinnalle. Työssä tehtyjen haastattelujen perusteella LVI-urakointiyritykset käyttivät pääsääntöisesti tukkua hankintakanavanaan, ja LVI-tukut Suomessa vaativat myymiltään messinkiosiltaan kelpoisuudenosoittamisen. Työssä tuotiin esille, että on mahdollista ostaa osia myös toisesta maasta, jolloin tuotteen vaatimukset eivät välttämättä vastaa kansallista lainsäädäntöä sinkinkadon osalta. LVI-numeroiden yhteisnumeroitujen tuotteiden osalta LVI-tukkujen vastuu tuotteiden laadusta messingin sinkinkadonkestävyyden osalta on suuri (Kaunisto 2013, 30).

3. TUTKIMUS

RTA-lopputyön messinkiosien kokeellinen tutkimus tehtiin Raumalla teknologiatalo Sytyttimessä. Kiinteistö on valmistunut vuonna 2011 uudisrakennuksena. Kiinteistössä on innovatiivinen Living Lab -ympäristö; kiinteistön vesijärjestelmät (kupari ja PEX) ovat normaalikäytön lisäksi myös tutkimuskäytössä. Vesijärjestelmät on kuvattu tarkemmin lopputyössä, RYM-IE loppuraportissa ja Inkisen artikkelissa (Peltto-Huikko 2015; Inkinen et al 2014). Kiinteistöön tulee vesi Rauman Vedeltä, joka valmistaa talousvettä pintavedestä.

3.1. Messingin analyysit ja tulokset

Messinkiosat olivat teknologiatalo Sytyttimestä yhden ja viiden käyttövuoden jälkeen irrotettuja osia vesijärjestelmän alkuosasta, läheltä lämmönjakohuonetta sekä kolmannen kerroksen konehuoneesta. Lämmönjakohuoneen lähellä olevat näytteet olivat kylmän ja kuumen veden linjoista sekä PEX- että kuparijärjestelmästä. Konehuoneessa oleva näyte oli verrokinäyte, jossa ei ollut näkyvää sinkinkatoa. Yhden vuoden käytön jälkeen tutkittavat messinkiosat kuvattiin ja arvioitiin silmämääräisesti. Viiden vuoden käytön jälkeen tutkittavat messinkiosat kuvattiin, halkaistiin pituussuunnassa ja myös sisäpinnat kuvattiin. Näytteistä valmistettiin poikkileikkaushieet, joista tutkittiin mikrorakenne ja vauriotyyppi. Lisäksi messinkinäytteistä analysoitiin metalliseoksen kemiallinen koostumus optisella emissiospektrometrilla (OES). Pintakerrostumien alkuaineet analysoitiin SEM/EDS:llä (scanning electron microscope/energy dispersive analyzer).

Irrotetuista putkinäytteestä sekä messinkiliittimistä havaittiin selkeitä sinkinkadon merkkejä (Kuva 1).



Kuva 1. Kuvissa näkyy viiden käyttövuoden jälkeen sinkinkatoa liittimen pinnalla (marenkimainen saostuma sekä punertavuus liittimen pinnalla, kuva A). Liittimessä näkyy edelleen saostumaa sisäpinnalla (kuva B) sekä poikkileikkauskuvassa (kuva C). (VTT 2016)

Messinkiosista analysoitiin myös messinkikoostumus (Taulukko 1). Kaikkien kappaleiden messinkikoostumus vastaa standardin CEN/TS 13388 (2015) mukaiselle materiaalille CW617N (CuZn40Pb2) annettua messinkikoostumusta. Tämä messinkiseos ei ole sinkinkadon kestävä, sillä siitä puuttuu arseeni-, antimoni- tai fosforilisäys, jonka tarkoituksena on vähentää sinkinkatoa.

Taulukko 1. Näytekappaleiden analysoitu kemiallinen koostumus verrattuna standardissa CEN/TS 13388 (2015) kuvattuun messinkilaadun CW617N koostumukseen. (VTT 2016)

Näyte	Koostumusprosenttiosuus										
	Sn	Pb	Zn	Ni	P	Fe	Si	Mn	As	Al	Cu
1	0,25	2,0	39,2	0,04	<0,005	0,23	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	58,2
2	0,23	2,1	39,4	0,05	<0,005	0,22	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	57,9
3	0,25	2,0	39,4	0,05	<0,005	0,22	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	58,0
4	0,25	1,9	38,9	0,05	<0,005	0,22	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	58,6
5	0,25	2,0	38,9	0,03	0,008	0,26	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	58,5
CW617N	0-0,3	1,6-2,5	Loput	0-0,3		0-0,3				0-0,05	57-59

Messinkikappaleista analysoitiin myös mikrorakenne, joka vaikuttaa kappaleen sinkinkadon kestävyys. Mikrorakenne analysoitiin poikkileikkausten keskikohdilta, joissa ei ole havaittavissa sinkinkatoa. Kaikissa kappaleissa mikrorakenne altistaa kappaleen sinkinkadolle.

3.2. Vedenlaadun analyysit ja tulokset

Teknologiatalo Sytyttimen vesijärjestelmien käyttöveden vedenlaatua analysoitiin osana Tekes-rahoitteista Hygtech-tutkimusta (Ahonen ym. 2013). Kiinteistön ensimmäisen

käyttövuoden aikana käyttövesijärjestelmistä otettiin säännöllisesti vesinäytteitä, joista määritettiin muun muassa alkaliteetti, kovuus, johtokyky, pH, suoloja ja ravinteita (mm. Cl⁻, NO₂⁻, NO₃²⁻, PO₄³⁻, SO₄²⁻, NH₄⁺), AOC, MAP, HPC (R2A), DAPI ja ATP. Vesinäytteistä analysoitiin myös metalleja kuten lyijy (Pb), sinkki (Zn) ja kupari (Cu), jotta messinkiosien vaikutusta veden laatuun voitiin analysoida. Metallianalyyskejä varten vesinäytteet esikäsiteltiin typpihappomärkäpoltolla (SFS-EN ISO 15587-2) ja metallit analysoitiin ICP-MS-menetelmällä (SFS-EN ISO 17294-2). Veden syövyttävyyteen liittyvät analysoidut parametrit olivat alkaliteetti (SFS 3005), sulfaatti (SO₄⁻) ja kloridi (Cl⁻) (Hach Lange DR 2800 spectrometer valmistajan ohjeiden mukaan).

Kiinteistöön sisään tulevan veden eli Rauman talousveden vedenlaatu on joidenkin muuttujien suhteen melko aggressiivista eli vesijärjestelmien metalliosia mahdollisesti syövyttävää. Talousvesiasetuksen soveltamisohjeessa esitelty syövyttävyyden arviointiin avuksi kehitetty laskukaava antaa Rauman talousvedelle arvon 0,23, kun suositus on $\geq 1,5$. Laskennallisen arvon mukaan Rauman talousvesi on siis mahdollisesti hyvinkin syövyttävää. Taulukossa 2 on esitelty kiinteistöön sisään tulevan vedenlaadun arvoja. Viimeisenä sarakkeena on vastaava arvo Suomen talousvesissä keskimäärin (Ahonen ym. 2008).

Taulukko 2. Tutkimuskohteen sisään tulevan veden ja suomalaisen talousveden keskimääräinen laatu joidenkin syövyttävyyttä arvioivien muuttujien suhteen.

	Minimi arvo	Maksimi arvo	Keskiarvo	Keskiarvo suomalaisissa vesissä (Ahonen ym. 2008)
Kloridi (mg/l)	11,0	15,1	13,6	8,0
Sulfaatti (mg/l)	106,4	86,8	130,0	32,0
pH	7,76	8,69	8,25	7,8
Sähkönjohtokyky (µS/cm)	319,1	411,7	366,3	150,0
Kovuus (mmol/l)	1,1	1,6	1,3	0,6
Alkaliteetti (mmol/l)	0,36	0,64	0,49	0,7
Kupari (µg/l)	2,6	17,4	9,2	30,0
Sinkki (µg/l)	5,7	67,1	23,8	2–8
Lyijy (µg/l)	0,3	4,8	0,89	1,0

Analysoitujen metalli-ionien pitoisuudet kiinteistön verkostopisteissä nousevat selvästi sisään tulevaan veteen verrattuna ja käyttäytyvät muutenkin sinkinkatoon viittaavalla tavalla; pitoisuuden laskevat ensimmäisten viikkojen aikana suhteellisen tasaisesti, mutta lähtevät jälleen nousuun n. 40 viikon jälkeen. Selkeä pitoisuuspiikki havaitaan kaikissa noin 100 viikon kohdalla. Inkinen ym. (2013) toteavat artikkelissaan, että tällainen eräiden metalli-ionien käyttäytyminen on hyvin tyypillistä juuri sinkinkadon yhteydessä.

Talousveden teknisen laadun parantaminen vedenkäsittelyn avulla on haastavaa. Rauman talousvesi valmistetaan pintavedestä ja prosessissa käytetään puhdistuskemikaaleina muun muassa sulfaattipitoisia kemikaaleja. Talousvesiasetuksen soveltamisohjeen syövyttävyyden arviointiin kehitetyn laskukaavan mukaan syövyttävyyteen vaikuttavat alkaliteetti, sulfaatti ja kloridi. Sulfaattipitoiset kemikaalit voidaan korvata, mutta useimmiten korvaavat kemikaalit ovat vastaavia klorideja, jolloin vaihdon hyöty ei todennäköisesti ole paras mahdollinen. Alkaliteetin nostaminen on järkevä ja mahdollinen toimenpide, erityisesti koska se onkin Raumalla suhteellisen alhainen (Taulukko 2). Vedenkäsittelyn sijasta tai sen lisäksi korroosiota voidaan estää käyttämällä vesijohtoverkostoissa kestävämpiä materiaaleja.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Sinkinkadon kestäättömästä messingistä valmistetut vesijärjestelmän osat voivat aiheuttaa vesivahingon kiinteistössä. Veden laatu vaikuttaa olennaisesti messingin sinkinkatoon, mutta messingin laatu vaikuttaa sinkinkadon nopeuteen.

Messinkilaatua ei arvioida silmämääräisesti. Messinkiosia, jotka on valmistettu sinkinkadon kestävästä messingistä, on merkitty kirjaimilla CR tai DZR. Kuitenkaan pienemmissä liittimissä ja osissa tätä merkintää ei välttämättä ole. LVI-tuotteilla on LVI-numerot, joiden perusteella voidaan yksilöidä tuote ja valmistaja. Pienillä tuotteilla, kuten messinkiliittimillä, on yhden LVI-numeron takana eri valmistajien tuotteita. Käytännössä sinkinkadon kestävä messingin asentamisen varmistaminen työmaalla varsinkin pienien liittimien osalta on haastavaa, sillä tarkistusta ei voi luotettavasti perustaa CR-merkintänä tai LVI-numeroon.

Koska asennettaessa tuotteen laatua ei voi varmistaa, tulee hankintaketjun toimivuus varmistaa. Hankintaketjussa LVI-tukkujen sekä isojen urakoitsijoiden oman hankintakanavan toimivuus on ensisijaista. Toimijoiden tulee myös ymmärtää eri tuotehyväksyntöjen merkitys. Tuote voi olla hyväksytty juomavesikäyttöön, ja olla silti valmistettu sinkinkadon kestäättömästä messingistä. Lisäksi tulee huomioda, että sinkinkadon kestävyysvaatimusta ei ole muissa Euroopan maissa. Sinkinkadon kestäättömästä messingistä valmistetut tuotteet ovat sallittuja muissa maissa sekä Suomessakin muuhun käyttöön kuin kiinteistöjen vesilaitteistoihin. Suomessa kansallisen lainsäädännön mukaan kiinteistön vesijärjestelmissä tulee riittävän kestävyysvaatimuksen varmistamiseksi käyttää sinkinkadon kestävä messinkiä.

Kiinteistön vesijärjestelmien laadusta on vastuussa rakennushankkeeseen ryhtyvä. Julkisten kiinteistöjen rakentamisessa on noudatettava hankintalakia. Tuotteiden määrittelemiseen voi käyttää standardeja tai teknisiä hyväksyntöjä, mutta jotta kilpailua ei rajoiteta, on tarjouspyyntöön lisättävä ”tai vastaava”. Tällöin tulee vaatia ja varmistaa, että tuotteen vastaavuus tarkoittaa myös sinkinkadon kestävä messingin käyttöä tuotteessa.

Veden laatu vaikuttaa olennaisesti sinkinkadonkestävyyteen. Veden syövyttävyyteen voidaan vaikuttaa veden käsittelyllä. Kansallisen lainsäädännön mukaan veden laatu ei saa olla syövyttävää, mutta tähän ei ole määritelty tarkempia parametreja.

5. LÄHDELUETTELO

- Ahonen M, Heinonen J, Inkinen J, Kleemola H, Kukka M., Mäkinen R. (2013). Loppuraportti. Kiinteistöjen hygieniakonsepti HYGTECH. Vesi-Instituutin julkaisuja 1. Satakunnan ammattikorkeakoulu. www.theseus.fi/handle/10024/70248
- Ahonen MH, Kaunisto T, Mäkinen R, Hatakka T, Vesterbacka P, Zacheus O, Keinänen-Toivola MM. 2008. Suomalaisen talousveden laatu raakavedestä kuluttajan hanaan vuosina 1999–2007. Vesi-Instituutti/Prizztech Oy, Turku, 147 s.
- ASM International 2005. ASM Handbook, Volume 13B Corrosion: Materials. Corrosion of Copper and Copper Alloys. 125–163.
- Euroopan unionin neuvosto 1998. Neuvoston direktiivi 98/83/EY ihmisten käyttöön tarkoitetun veden laadusta. (Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption.) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31998L0083>
- Inkinen J, Kaunisto T, Pursiainen A, Miettinen IT, Kusnetsov J, Riihinen K, Keinänen-Toivola MM. 2014. Drinking water quality and formation of biofilms in an office building during its first year of operation, a full scale study, Water Research 49. s. 83-91
- Kaunisto T. 2010. Messinkikomponenttien vauriomekanismit. Vesi-Instituutti/Prizztech Oy. 8 s. Saatavilla 27.7.2016 http://www.samk.fi/wp-content/uploads/2016/06/Messinkivauriot_raportti1_FI.pdf
- Kaunisto T. 2013. Kiinteistöjen vesijärjestelmien riskienhallinta. Vesi-Instituutin raportteja 5. Vesi-Instituutti/Prizztech Oy. 41 s. Saatavilla 27.12.2016 http://www.samk.fi/wp-content/uploads/2016/06/Kiinteist%C3%B6jen-vesij%C3%A4rjestelmien-riskienhallinta_Kaunisto.pdf
- Kekki T.K., Kaunisto T., Keinänen-Toivola M.M. ja Luntamo M. (2008). Vesijohtomateriaalien vauriot ja käyttöikä Suomessa. Vesi-Instituutti/Prizztech Oy. Karhukopio, Turku. 186 s. Saatavilla 7.7.2016 <http://www.samk.fi/wp-content/uploads/2016/06/Vesijohtomateriaalien-vauriot-ja-k%C3%A4ytt%C3%B6ik%C3%A4-Suomessa.pdf>
- Metalliteollisuuden Keskusliitto. 2001. Raaka-ainekäsikirja 3. Kuparimetallit. 2. uudistettu painos. Tampere. 186 s.
- Palo, Topias. 2016. Messinkivauriot talousvesiputkistoissa. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. 36 s. + liitteet. Saatavilla 6.7.2016: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2016052610032>
- Pelto-Huikko, A. 2015. Käyttövesijärjestelmien tutkimus Sisäympäristö-ohjelmassa: laatu, turvallisuus sekä veden- ja energiansäästö. Satakunnan ammattikorkeakoulu, Sarja B, Raportit 8/2015, Satakunnan ammattikorkeakoulu. Saatavilla 8.7.2016: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2015052911327>

SFS-EN ISO 15587-2. 2002. Water quality. Digestion for the determination of selected elements in water. Part 2: Nitric acid digestion (ISO 15587-2:2002)

SFS-EN ISO 17294-2. 2016. Water quality. Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes (ISO 17294-2:2016)

SFS 3005. 2000. Veden alkaliteetin ja asiditeetin määrittäminen. Potentiometrinen titraus

Sosiaali- ja terveysministeriö 2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista, 1352/2015.

Suomen kuntaliitto (1993). Vesijohtoveden laatu ja korroosio. Suomen kuntaliitto & Vesi- ja Viemärlaitosyhdistys. Helsinki. 33 s.

Suomen rakentamismääräyskokoelma A1. Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus. Määräykset ja ohjeet 2006. Ympäristöministeriön asetus rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus. Helsinki 2006

Suomen rakentamismääräyskokoelma A2. Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat. Määräykset ja ohjeet 2002. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen suunnittelijoista ja suunnitelmista. Helsinki 2002

Suomen rakentamismääräyskokoelma D1. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. Ympäristöministeriön asetus rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta. Helsinki 2007

CEN/TS 13388. 2015. Kupari ja kupariseokset. Yhteenveto kemiallisista koostumuksista ja tuotemuodoista

Työ- ja elinkeinoministeriö 2016. Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista, 1397/2016.

VTT. 2016. Messinkiosien sinkinkadon analysointi. Luottamuksellinen tutkimusraportti.

KOhteiden Sisäilmaongelmiin Viittaavat Vauriot

Anniina Rantamäki

1. JOHDANTO

Kosteus- ja homeongelmat ovat nykyisin yleisiä. Julkisten rakennusten kunnosta kirjoitetaan mediassa usein ja ihmisten tietoisuus kosteus- ja homeongelmista on lisääntynyt merkittävästi. Ongelmat eivät koske vain vanhoja rakennuksia, vaan vaurioita voi olla myös uusissa rakennuksissa. Niissä vauriot monesti liittyvät pinnoitteiden vaurioihin, kun pinnoite on asennettu liian kostean betonin päälle ja pinnoite on vaurioitunut. Kyseessä on usein myös joko huolimattomasti toteutetut rakenteet tai rakennusmateriaalien kastuminen rakennus- tai varastointivaiheessa. Myös pinnoitteiden ja materiaalien ohjeidenvastainen huolto voi olla syynä ongelmiin.

Monet kaupungit ja kunnat ovat tilaajan ominaisuudessa tulleet yhä tietoisemmiksi kosteusvaurioista, sekä niiden merkityksestä sisäilmalle ja rakennuksien käyttäjien terveydelle. Oulun kaupunki onkin kehittänyt palkitun kuivaketju10-toimintamallin, jonka tarkoituksena on huomion kiinnittäminen kymmeneen erityiseen kosteusriskiin jo suunnitteluvaiheessa. Mallissa rakennushankkeeseen nimetään jo tällöin kosteuskoordinaattori, jonka tehtävänä on huolehtia, että riskit otetaan huomioon jokaisessa rakennushankkeen vaiheessa.

Helsingin ja Vantaan kaupungit ovat tehneet oman ohjeistuksensa kosteudenhallintaan, jonka perustana on ollut Oulun kaupungin kuivaketju10-toimintamalli.

Tässä työssä perehdytään kohteisiin ja niissä havaittuihin sisäilmaongelmiin.

2. PÖLYN- JA KOSTEUDENHALLINTA RAKENTAMISEN AIKANA

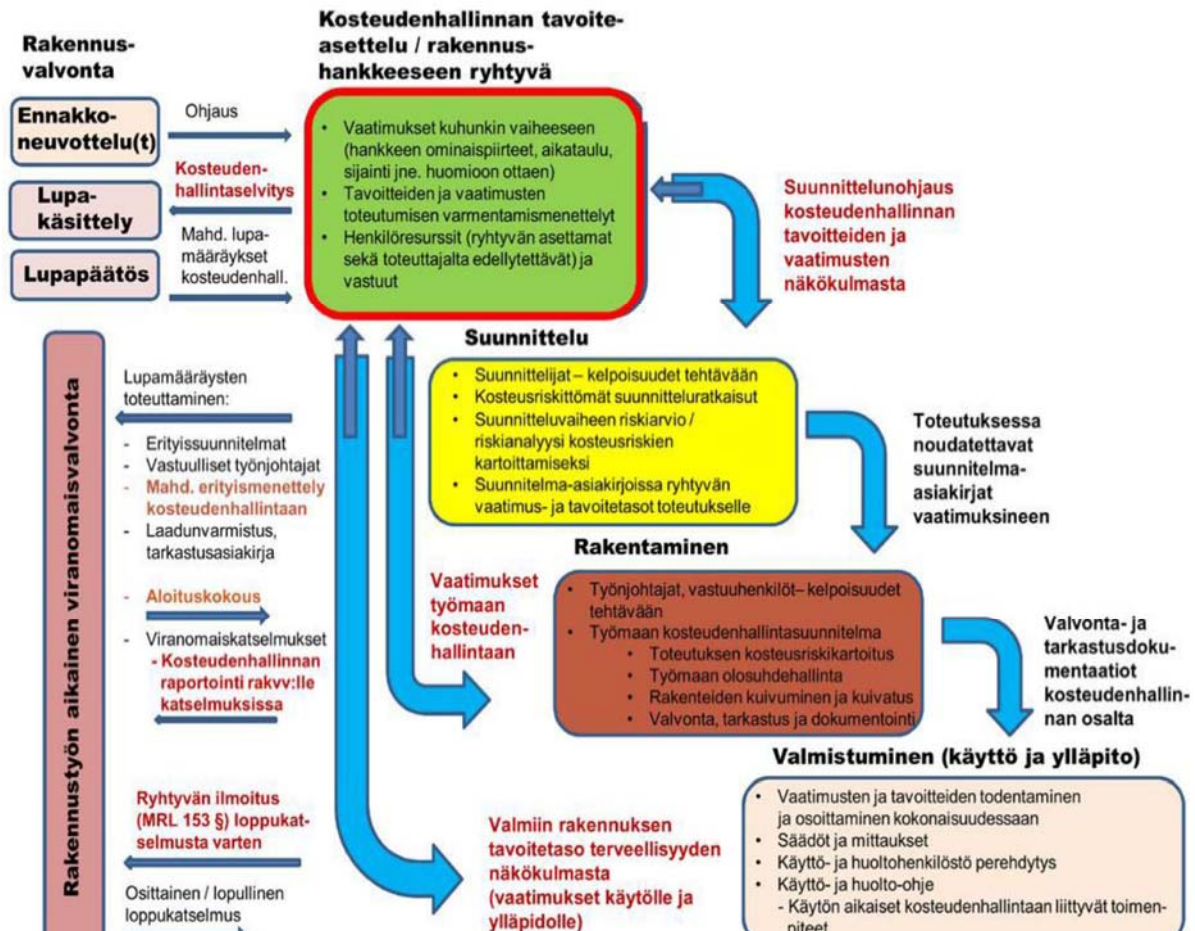
2.1. Rakentamisen puhtausluokitus

Rakennustöiden puhtausluokituksessa esitetään tavoitteet asuin- ja työtilojen puhtaudelle. Tavoitteet määrittelevät sen, missä puhtausluokassa rakentaminen toteutetaan. Rakennustöiden puhtaudelle on Sisäilmastoluokitus 2008-ohjeen mukaisesti määritelty kaksi puhtausluokkaa: P1 ja P2. Rakennustöiden P1-luokituksella tarkoitetaan sitä, että rakennuksen tulee olla puhdas, eikä tiloissa saa olla näkyvää pölyä silloin kun ilmanvaihdon koekäytöt voidaan suorittaa. Materiaaleja ja rakennustarvikkeita ei saa säilyttää tiloissa, jos ne estävät tilojen puhtaanapidon. Rakennustöiden P2-luokituksella tarkoitetaan sitä, että rakennustyöt ja siivous toteutetaan hyvän rakentamistavan mukaisesti, mutta erityisiä vaatimuksia tai tarkennuksia ei ole.

2.2. Tilaajan vaatimukset rakennuksen pölyn- ja kosteudenhallinnasta

Rakennushankkeen tilaaja asettaa vaatimuksia päätoteuttajalle koskien rakentamisen aikaista pölyn- ja kosteudenhallintaa.

Oulun kaupungin rakennusvalvonta on kehittänyt rakennusprosessin Kuivaketju10-toimintamallin, jonka tarkoituksena on ehkäistä kosteusvaurioita kohdentamalla toimenpiteitä 10:n keskeisempään kosteusriskiin rakennuksen elinkaaren aikana (www.kuivaketju10.fi, 2017). Helsingin ja Vantaan kaupungit ovat laatineet omat ohjeistuksensa kosteudenhallintaan, jotka mukailevat Oulun kaupungin rakennusvalvonnan Kuivaketju10-toimintamallia. (Kuva 1)



Kuva 1. Helsingin ja Vantaan kosteudenhallintaohjeistus 8/2016

Kosteudenhallintaohjeistuksen päätavoitteena on ohjata rakennushankkeen osapuolia kiinnittämään huomiota kosteudenhallintaan suunnittelutyöstä alkaen sekä tiedostamaan kunkin työ- ja rakennusvaiheen kosteudenhallintaan liittyvät riskit ja suunnittelemaan niiden ennaltaehkäisy. Rakennusluvan liitteenä pääurakoitsijan on toimitettava kosteudenhallintaselvitys, jossa kerrotaan kosteudenhallinnan vaatimukset suunnitteluun, toteutukseen ja käyttöönottoon sekä toimenpiteet joilla tilaajan vaatimukset toteutetaan.

Pääsääntöisesti tilaajat vaativat pääkaupunkiseudulla rakentamiselta P2-luokkaa. Iv-kanaviston rakentamisen osalta käytetään yleisesti P1-luokitusta. Muutama poikkeus löytyy, joissa koko rakentamiselta vaaditaan P1-luokkaa. Joillakin paikkakunnilla, esimerkiksi Jyväskylässä, vaaditaan jo poikkeuksetta rakentamiselta P1-luokkaa.

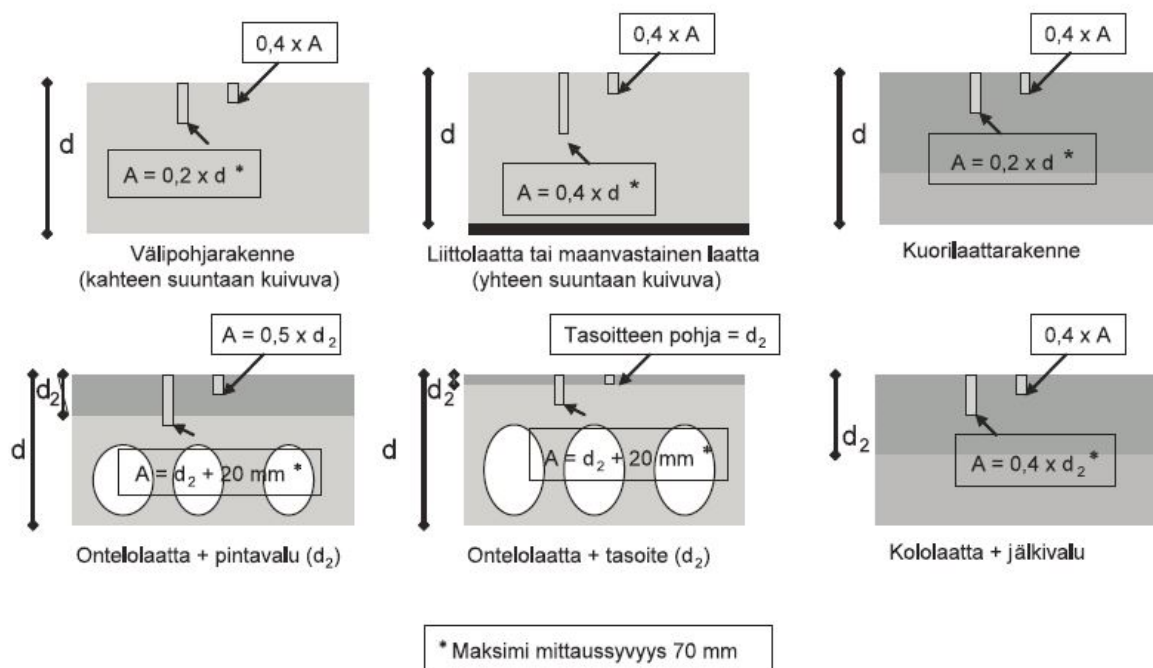
3. SISÄILMAONGELMIA AIHEUTTAVIEN RAKENNUSVIRHEIDEN ENNALTAEHKÄISY

Suurin osa viime vuosina tapahtuneista rakennusvirheistä on liittynyt betonin liialliseen kosteuteen päällysteen asentamishetkellä, ilmavaihdon ongelmiin (ilma ei vaihdu tarpeeksi tai laitteet sijoitettu väärin), katon rakennusvirheisiin (puutteelliset eristeet ja tiivisteet), puutteisiin julkisivuissa tai ikkunoiden asennuksessa. Muita ongelmia aiheuttavia tekijöitä ovat olleet putkivuodot, ontelolaattoihin jäänyt rakennusaikainen vesi, viemärin haju sisällä, iv-kanavien puutteet (kanavien osia irti) ja sadevesikaivojen ja maansisäisten seinien vedeneristykseen liittyvät ongelmat.

3.1. Betonin liiallinen kosteus ennen pinnoittamista

Betonirakenteiden kosteus ennen päällystämistä tulee mitata riittävällä otannalla oikeasta syvyydestä. Betonirakenteiden kosteusmittaukselle on määritetty mittaussyvytydet (Kuva 2), joiden mukaisesti mittaamalla saadaan todelliset tulokset kosteuspitoisuudesta, joiden avulla kuivumistilannetta voi arvioida.

BETONIRAKENTEIDEN KOSTEUDEN MITTAAMINEN JA ONNISTUNUT PÄÄLLYSTÄMINEN

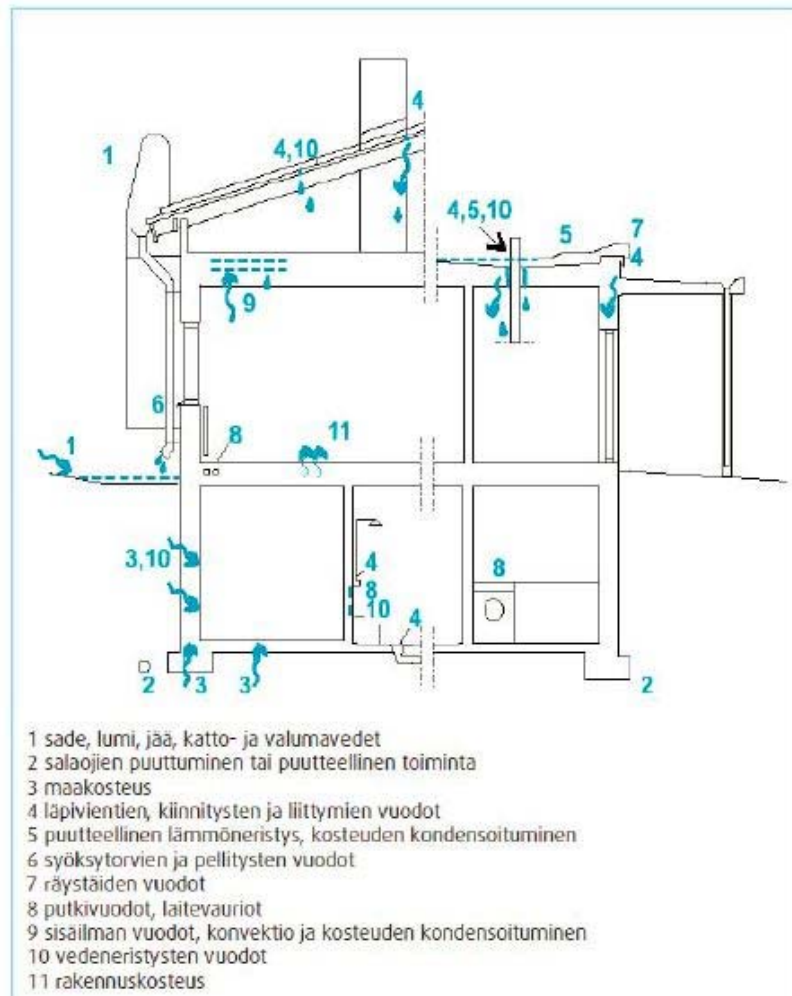


Kuva 2. Betonirakenteiden kosteuden mittaussyvytydet (<http://www.rakennustieto.fi>; Betonirakenteiden kosteuden mittaaminen ja onnistunut päällystäminen, 2017)

Kuivumisaika-arvioita sekä porareikä- tai näytepalamittauksia tehdessä on otettava huomioon betonin todelliset kuivumisolosuhteet ja se, onko kyseessä yhteen vai kahteen suuntaan kuivuva rakenne. Päällystämisajankohtaa arvioitaessa on hyvä käyttää apuna asiansa osaavaa asiantuntijaa ja yhteistyössä tilaajan kanssa suunnitella tilojen kuivattaminen ja se, kuinka optimaaliset

päällystämisolosuhteet varmistetaan. Kuivumisolosuhteita on seurattava. Tämä voi tuoda viivytyksiä aikatauluihin, mutta jos rakenne korjataan jälkikäteen, tulee se kalliimmaksi kuin keralla oikein tekeminen.

Suurin sallittu betonin kosteusprosentti ennen pinnoitusta määräytyy käytettävän materiaalin mukaisesti ja sen määrittelee materiaalin valmistaja.



Kuva 3. Homeen ja lahon kehittymisen kannalta kriittisimmät rakennusosat (Viitanen, 2016)

Kuvassa 3 on kuvattu homeen ja lahon kasvun kannalta kriittiset rakenneosat

3.2. Rakennusmateriaalien säilyttäminen ja suojaus

Rakennusmateriaalien säilyttäminen ja kuivana pitäminen on suunniteltava huolellisesti. Saatavan materiaalin ja sen sääsuojauksen tarkistaminen on tehtävä huolellisesti ja sääsuojauksien kestävyyttä on seurattava. Materiaalien kastuessa niitä ei tule enää käyttää rakentamisessa. Rakenteiden suojaaminen kastumiselta on aina halvempaa kuin kuivattaminen tai materiaalien uusiminen.

Kosteudenhallintasuunnitelman noudattamisen valvonta on yksi tärkeistä onnistumisen kriteereistä. Kun työt tehdään suunnitelmien mukaan ja kosteus ja pöly pidetään poissa työmaalta, riskit epäonnistumisesta pienenevät.

Kymmenen merkittävimmän riskin hallinnalla estetään jopa yli 80 % kosteusvaurioiden seurannaiskustannuksista (Kuva 4):



Kuva 4.2 Kuivaketju10-aineiston riskilista (www.kuivaketju10.fi, 2017)

3.3. Laadunvarmistus

Luotettavien ja hyvämaineisten urakoitsijoiden käyttäminen aliurakointitöissä sekä ehdottoman tarkka töiden tarkastaminen jokaisen työvaiheen jälkeen ja tarkastusten dokumentointi on edellytys sille, että virheistä aiheutuvia takuukorjauskustannuksia saataisiin pienennettyä merkittävästi. Lisäksi vanhojen ja uusien työntekijöiden ja työnjohton perehdyttäminen kosteuden- ja pölynhallinnan lisäksi myös laadunvarmistukseen ja laadunvalvontaan sekä kosteusmittauksien periaatteisiin tulisi varmentaa. Suunnitelmien ja detaljikuvien paikkansa pitävyys ja saatavuus työmaalla töitä suorittaville tulee varmistaa

LÄHDELUETTELO

<http://www.rakennustieto.fi>; *Betonirakenteiden kosteuden mittaaminen ja onnistunut päällästäminen*. (Maaliskuu 2017).

<http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Purku-kuivaus-ja-puhdistus/Rakenteiden-kuivattaminen>. (Maaliskuu 2017).

<http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Purku-kuivaus-ja-puhdistus/Rakenteiden-kuivattaminen>. (Helmikuu 2017).

<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100401.pdf>. (Maaliskuu 2017).

Lainauksia Urakkaohjelmasta. (2016).

Rakennusmääräyskokoelma C2, 1998. (ei pvm).

Rakennusmääräyskokoelma C2, 1998 määräys 1.4.10. (ei pvm).

Rakennusmääräyskokoelma C2, 1998, määräys 1.4.1. (ei pvm).

Rakennusmääräyskokoelma C2, 1998, määräys 6.2.1. (ei pvm).

Rakennusmääräyskokoelma C2, 1998, ohje 6.2.1.1. (ei pvm).

Sisäilmastoluokitus 2008. (2008). *RT 07-10946*.

Turunen, T. (2016). *Kosteudenhallinnan koulutusaineisto*.

Työterveyslaitos. (2011). *VOC-näytteenotto BULK-menetelmällä*. Työterveyslaitos.

Työterveyslaitos. (2011). *VOC-näytteenotto FLEC-menetelmällä*. Työterveyslaitos.

Upofloor. (Maaliskuu 2017). <http://www.upofloor.fi/Resilient/Asennus---Hoito/Asennus/Muovipaallysteet/>.

Viitanen, H. (2016). *Home ja laho, koulutusaineisto*.

www.fise.fi/rakennusvirhepankki. (Maaliskuu 2017).

www.kuivaketju10.fi. (Maaliskuu 2017).

Pölyn ja puhtauden hallinta

Loppusiivouksen laadunvarmistus on tärkeä osa rakennushankkeen pölyn- ja puhtaudenhallintaa <i>Titta Manninen</i>	67
Pölyisyys ja koettu sisäilman laatu toimistorakennuksissa <i>Hanna Tuovila</i>	74
Uuden asbestilainsäädännön vaatimat paine-eromittaukset <i>Timo Jalonen</i>	80
Irtaimiston puhdistus väistötiloihin siirryttäessä <i>Heidi Rosenblad</i>	86

LOPPUSIIVOUKSEN LAADUNVARMISTUS ON TÄRKEÄ OSA RAKENNUSHANKKEEN PÖLYN- JA PUHTAUDENHALLINTAA

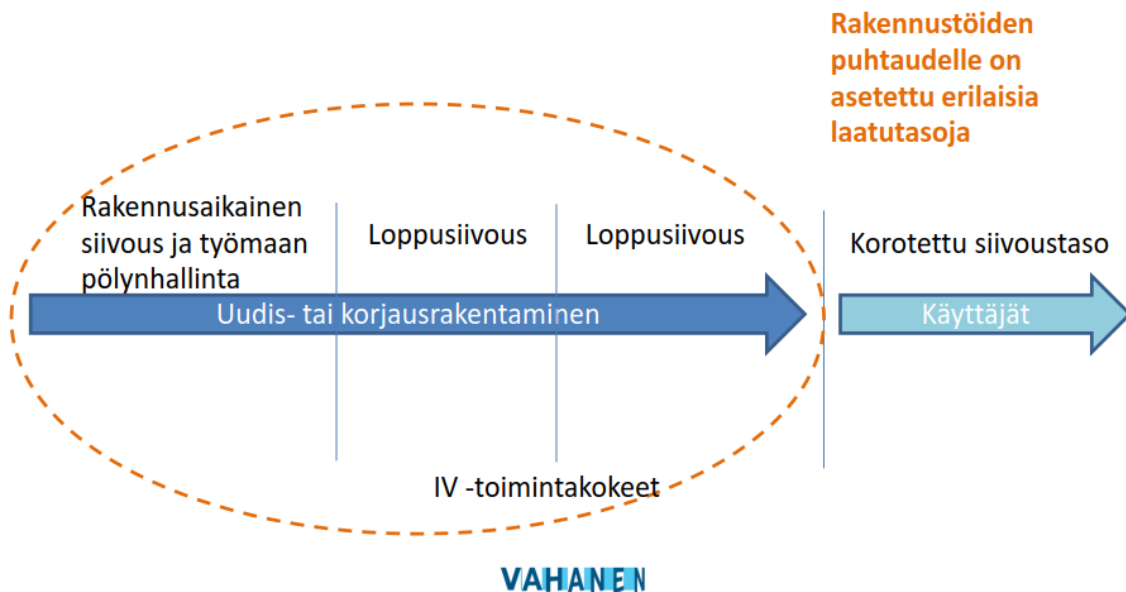
Manninen Titta

Vahanen Rakennusfysiikka Oy

TIIVISTELMÄ

Lopputyössä käsitellään rakennushankkeen pölyn- ja puhtaudenhallinta kokonaisuutena huomioiden puhtaustasovaatimuksiltaan erilaiset hankkeet. Pääpainotus on loppusiivouksen laadunvarmistuksen toteuttamisessa. Artikkelin esittelee asiakasprojektien kautta usean vuoden aikana opittuja käytännön toimenpiteitä, joilla saavutetaan loppusiivouksen hyvä taso ja onnistunut toteutus siivoustyön valvojan näkökulmasta. Esitettyjen tapojen ei ole tarkoitus olla muita poissulkevia, vaan niitä täydentäviä, jotta pölyn- ja puhtaudenhallinnan laadunvarmistuksen toteutus lisääntyisi erilaisissa rakennushankkeissa. Rakennushankkeen pölyn- ja puhtaudenhallinta parantaa työmaaolosuhteita, työturvallisuutta ja rakentamisen laatua sen lisäksi, että sen avulla taataan pölyttömät ja puhtaat tilat tuleville käyttäjille. Sisäilmakorjauksissa huolellisesti toteutettu, onnistunut loppusiivous on ehdoton edellytys korjausten onnistumiselle.

PÖLYN JA PUHTAUDENHALLINAN LAADUNVARMISTUS



Kuva 1. Rakennushankkeen pölyn- ja puhtaudenhallinta on laaja kokonaisuus, joka voi kattaa rakennushankkeen lisäksi myös tilojen luovutuksen jälkeisen korotetun siivoustason laadunvarmistuksen. Rakennushankkeen loppusiivouksen toteutuksessa huomioidaan ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja sen todentaminen.

Rakennusaikaisen pölyn- ja puhtaudenhallinnan tavoitteena on vähentää rakennusaikaisen pölyn syntymistä, leviämistä ja henkilöiden altistumista. Rakennushankkeen pölyn- ja puhtaudenhallinta on laaja kokonaisuus käsittäen työmaa-aikaisten pölynhallintaratkaisujen

suunnittelun, rakennusaikaisen siivouksen, loppusiivouksen, ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden varmistamisen sekä luovutuksen jälkeen tehtävän korotetun siivouksen onnistumisen varmistamisen (kuva 1). Korotetun siivoustason toteuttaminen on suositeltavaa erityisesti sisäilmakorjauskohteissa.

PÖLY, RAKENNUSPÖLY

Rakentamisessa muodostuvan pölyn ongelmallisuus liittyy sen vaihtelevaan koostumukseen ja pölyn ominaisuuksiin, kuten leijailuun /1/2/. Rakennuspöly voi olla betoni-, kvartsi-, tasoite-, kivi-, tiili-, laasti-, maali- tai mineraalivillapölyä tai näiden sekoitus /3/. Tämän lisäksi korjausrakentamisessa ja purettavissa rakenteissa voi olla terveydelle haitallisia aineita, kuten kosteus- ja mikrobivaurioituneita rakenneosia ja materiaalien sisältämiä haitta-aineita.

Pölyn koostumus, hiukkaskoko, määrä sekä altistumisaika määrittelevät pölyperäistä ihmisen kokemaa sisäilma- tai terveyshaittaa. Koska rakennuspöly poikkeaa tavallisesta huonepölystä, pidetään sen vaikutuksia ihmisen terveydelle haitallisempina. Ihmisen elimistöllä on kyky poistaa hiukkasia mm. nenän värekarvojen ja liman avulla. Poikkeuksen muodostavat keuhkoihin jäävät pölyjakeet, kuten asbesti /4/. Rakennuspölyn terveysvaikutuksia on tutkittu laajalti, mm. Työterveyslaitoksen taholta ja pölylle on määritelty haitalliseksi tunnettuja pitoisuuksia työhygieenisen ja työlääkätieteellisen tietämyksen perusteella /15/5. Siivoajien altistumisesta pienhiukkasille ja kemikaaleille on tutkittu /6/, mutta rakennuspölylle altistumisesta on vähän tietoa /7/4/.

RAKENNUSAIKAINEN PÖLYN- JA PUHTAUDENHALLINTA

Rakennus- ja IV-työt voidaan luokitella Sisäilmastoluokituksen 2008 mukaisesti puhtausluokkiin P1 ja P2 /9/. Rakennustöiden puhtausluokitus P2 toteutetaan ilman erityisiä puhtausvaatimuksia. Rakennustyö täytyy tehdä Suomen Rakentamismääräyskokoelman vaatimusten mukaisesti noudattaen hyvää rakennustapaa. Urakoitsija huolehtii, että työskentelyalueet ovat siistit ja että korjaustyöaluetta siivotaan. Mikäli rakennustyö on luokiteltu P1-tasoiseksi, ovat puhtausvaatimukset tiukemmat kuin P2-tasossa. Työmaan sisäpintojen tulee olla mm. imuripuhaita /11/ ja työmaalla edellytetään osastointi- ja alipaineistusratkaisuja sekä pölyämättömiä työmenetelmiä. Lisäksi on asetettu erityisvaatimuksia materiaalien varastoinnille, kuljetukselle ja vähäpäästöisyydelle.

Rakennusaikaista pölyn- ja puhtaudenhallintaa ohjaa pölynhallintasuunnitelma. Hyvä pölynhallintasuunnitelma sisältää suunnitelmat korjaustöiden aikaisille osastoinneille, suojauksille, puhtaanapidolle, rakennusmateriaalien kuljetukselle ja varastoinnille työmaa-alueella sekä tilojen käyttöönotolle korjauksen jälkeen. Urakoitsijalla on vastuu työmaan pölynhallinnan suunnittelusta ja työntekijöiden perehdyttämisestä kohteen pölynhallintaan ja sen erikoispiirteisiin. Urakoitsija myös luo edellytykset työmaan aikaiselle pölynhallinnalle huolehtimilla työmaalle tarvittavat, toimintakuntoiset laitteet, koneet ja suojaimet sekä valvoo niiden kuntoa työmaan aikana. Purku- ja rakennusvaiheen pölyntorjunnasta on laadittu toteutus – ja suunnitteluohjeita /8/10/. Pölynhallintasuunnitelma tulisi laatia aina, kun rakennustyöt tehdään P1-luokan mukaisesti. Rakennusaikaisella

pölynhallinnalla saavutetaan hyötyä, kun esim. rakennustyön aikana pinnoitusalueet ovat puhtaita ja loppusiivous helpottuu.

LOPPUSIIVOUKSEN ERILAISET LAATUTASOT

Loppusiivous toteutetaan joko P1- tai P2-laatutason mukaisesti. Molemmissa tapauksissa kaikkien tilojen siivouksen onnistumisen varmistus tehdään silmämääräisesti tarkastamalla. Työalueen koon ja huonemäärien mukaan määräytyvät tilat, joista tehdään tarkemmat mittaukset. Tiloista otettavat näytemäärät, pölypeittoprosentin mittaaminen ja tulosten tulkinta on kuvattu INSTA800-standardissa /12/.

Tarkastettavat tilat valitaan erästä. Erän voi muodostaa kaikki rakennuksen tilat tai jos rakennus on iso, esimerkiksi yksi kerros. Erään kuuluvien tilojen kokonaismäärä vaikuttaa siihen montako tilaa valitaan tarkastettavaksi BM Dustdetectorilla. Esimerkiksi jos tiloja on erässä 10...14 kpl, valitaan tarkastettavaksi 7 kpl. Nämä tilat jaotellaan pinta-alojen mukaan, jotta kaikki erikokoiset tilat ovat edustettuna tarkastuksessa. Tilan koko vaikuttaa siihen montako geeliteippinäytettä tilasta otetaan. Esimerkiksi enintään 100 m²:n tilasta otetaan kolme geeliteippinäytettä kaikista tarkasteltavista pintakategorioista. Mitattavan pinnan tulee olla vähintään A4-kokoinen, jotta se on edustava. Tela tulee painaa tasaisella 10 newtonin voimalla geeliteippiin siten, että telan varressa olevaa viivaa ei ylitetä ja teippiä telataan kolme kertaa. Pinnan pölykertymä eli geeliteipin pölypeittoprosentti (%) mitataan BM-Dustdetector -mittalaitteella.

P2-tason laadunvarmistukselta ei vaadita mittaavan menetelmän eli BM Dustdetectorin käyttöä eikä P2-laatutason pintojen pölymäärille ole asetettu raja-arvoja. Kokemuksemme mukaan pintojen pölykertymän mittaaminen tukee silmämääräistä tarkastusta. Joissakin P2-kohteissa olemme soveltaneet INSTA800 -standardin mukaista laatutasoa 4, joka on asetettu hyvälle sisäilmalle. Sen mukaisesti pölykertymät saavat olla: kehoa lähellä oleville pinnoille 1,0 % (A), huonekaluille ja kiintokalusteille 1,5 % (A) ja 5 % (NA) ja koviin lattioille 3 % (A) ja 5 % (NA). Merkinnät A ja NA viittaavat pinnan saavutettavuuteen eli A = available/saavutettava ja NA = not available/ei saavutettava eli käytännössä yli 180 cm korkeudella olevat pinnat, joiden puhdistamiseen tarvitaan apuvälineitä /12/. Käytettävät kriteerit voidaan sopia kohdekohtaisesti. P1-tason pintojen (pl. lattiapinnat) pölykertymät ennen IV-toimintakokeita saavat olla 5 % ja IV-toimintakokeiden jälkeen pintojen pölykertymät saavat olla enintään 1% ja lattiat 3% /9/.

Alakattojen yläpuolisten pintojen pölyttömyys ja puhtaus voidaan tarkastaa silmämääräisesti, kun tarkastus tehdään huolellisesti kaikki pinnat huomioiden. Tarkastuksessa tarvitaan nostinta tai telineitä, jotka ovat yleensä samoja joiden avulla siivoustyö on toteutettu.

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus tarkastetaan ennen ilmanvaihdon toimintakoetta, kun kanavatyöt on tehty. Sisäilmastoluokitus 2008 edellyttää, että valmiin järjestelmän kanavan sisäpinnan pölykertymän keskiarvon on oltava P1-tasossa alle 0,7 g/m³ (BM Dustdetectorilla noin 4...8 %) ja P2-tasossa 2,5 g/m³ /9/. Koneiden ja päätelaitteiden pinnoilla ei saa olla näkyvää pölyä /13/14/. Käytännössä raja-arvot sallivat melko likaiset kanavat, joten silmämääräinen tarkastus ja sormipyyhkäisy voi olla paikoin suositeltavampi tapa tarkastaa

ilmanvaihtokanaviston puhtaus. BM Dustdetektoria voidaan käyttää kanaviston likaisuuden ja puhdistustarpeen osoittamiseen. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastukseen kuuluu kanaviston puhtauden tarkastamisen lisäksi IV-konehuoneen ja koneiden puhtauden tarkastaminen, eikä toimintakokeita aloiteta ennen kuin mahdolliset havaitut puutteet on korjattu.

LOPPUSIIVOUKSEN MITTAUSTULOKSET JA TULKINTA

Mittaavan laadunvarmistusmenettelyn tulokset taulukoidaan huonekohtaisesti, aistinvaraisen tarkastuksen puutteet kirjataan ja tuloksista laaditaan muistio. Puutteet korjataan ennen tilojen luovuttamista. Pölypeittoprosentit ovat kokemuksemme mukaan lähes aina raja-arvot alittavia, kun siivoustyö on suoritettu ohjauksessa. Jos raja-arvoja paikoin ylittyy, johtuvat ne esimerkiksi haasteellisista materiaalinnoista tai vääristä puhdistusmentelmistä. Aistinvaraisen tarkastuksen yhteydessä havaitut puutteet liittyvät usein katvealueisiin, koloihin tai muihin hankalasti puhdistettaviin pintoihin kuten valaisimien kouruihin. Valvoja voi ohjeistaa lievien paikallisten puutteiden korjaamisen tehtäväksi tarkastuksen yhteydessä.

LOPPUSIIVOUKSEN ONNISTUNUT TOTEUTUS

Loppusiivous suoritetaan, kun rakennustyöt ovat päättyneet ja tilat ovat luovutusvalmiina.

Alla on listattu onnistuneeseen loppusiivouksen toteutukseen vaikuttavia tekijöitä.

Valvoja ja tarkkuus. Onnistunut loppusiivous vaatii suunnittelua, ohjausta, siivoustyön tarkkuutta ja valvontaa. Loppusiivoukselle tulisi nimetä erillinen valvoja jo rakennushankkeen alkuvaiheessa, jolloin suunnittelutyössä voidaan asettaa realistiset kustannus-, toteutus- ja aikataulutavoitteet. Valvoja voi käyttää mittaavaa laadunvarmistusmenettelyä (BM Dustdetector -mittalaitetta) silmämääräisen tarkastuksen lisänä.

Valvonnan laajuus. On melko tavanomaista, että rakennushankkeen pölyn- ja puhtaudenhallintaa valvotaan valvojan toimesta vasta hankkeen loppuvaiheessa eli loppusiivouksen osalta. Tämä aiheuttaa aikataulupainetta siivoustyön toteuttamiselle. Haastan tilaajia ja urakoitsijoita olemaan aiemmin liikkeellä ja huomioimaan siivoustyön valvonnan koko rakennushankkeen aikana. Ei ole olemassa ”P1-vaihetta” vaan koko rakennushanke on P1. Jo rakennushankkeen sopimusasiakirjoissa tulee viitata pölyn- ja puhtaudenhallintaan ja sen toteutukseen.

Mallihuone. Loppusiivouksen toteutuksen kannalta olennaista on ohjeistaa siivoushenkilöstö. Parhaiten tämä onnistuu mallihuoneen avulla, jonka avulla valvoja opastaa siivoajia käytännön työn toteutuksessa. Samalla varmistetaan riittävät henkilöresurssit ja nimetään kohdekohtainen siivouspuolen yhteyshenkilö.

Aikataulutus. Loppusiivous toteutetaan vaiheittain ja se limitetään työmaa-aikatauluun niin, ettei sitä aloiteta liian aikaisin, kun tiloissa vielä tehdään rakennustöitä. Alakattojen yläpuoliset pinnat puhdistetaan ensin ja kun ne on todettu puhtaiksi, voidaan alakatot sulkea ja rakennustyöt etenevät. Kun viimeisimmät sisäpuoliset työt (mm. kaluste- ja

valaistusasennukset) on saatu valmiiksi, niin siivoustyön laadunvarmistus etenee alakattojen alapuolisten pintojen ja ilmanvaihtojärjestelmän puhtaaksi osoittamiseen.

Kommunikointi. Valvojan tehtäviin kuuluu laatia kirjallinen raportti siivoustyön valvonnasta. Loppusiivouksen valvonnan muistiot tehdään jokaisen kohdekäynnin jälkeen ja ne toimitetaan riittävän isolla jakelulla (siivoajat, urakoitsija/työnjohto) nopeasti, jotta oikea-aikainen tieto ja mahdolliset toimenpidetarpeet saavuttavat kaikki osapuolet. Jos muistion toimittaminen viivästyy, tulee valvojan tiedottaa ja ohjeistaa osapuolia jo aiemmin esim. puhelimitse ja/tai kasvotusten työmaalla. Taitava valvoja saa kaikki osapuolet toimimaan yhteisen päämäärän hyväksi.

Ennakoasenteista luopuminen. Pölyn- ja puhtaudenhallinnan laadunvarmistus, myös P1-taso, on mahdollista toteuttaa uudisrakentamisen lisäksi vaativissa korjauskohteissa, eikä siihen pidä suhtautua kielteisesti. Onnistunut pölyn- ja puhtaudenhallinta lisää työmaan puhtautta, työturvallisuutta, viihtyisyyttä ja edesauttaa luovutuksen jälkeistä hyvää sisäilman laatua.

Alla on listattu loppusiivousta koskevia yleisohjeita:

- *Siivoustöitä aloitettaessa tulee huonetiloista olla poistettuna kaikki ylimääräiset materiaalit, työkalut ja suojaukset.*
- *Tilat tulee olla siivottuna ennen ilmanvaihdon käyttöönottoa.*
- *Siivoustyöstä suoritetaan mallityö (mallihuone)*
- *Kaikki tilat tarkastetaan aistinvaraisesti ja siivoustöiden tulee olla hyväksytysti suoritettu ennen käyttöönottoa. Hyväksytyn siivoustyön jälkeen siivotut tilat merkitään loppusiivotuiksi, eikä niitä saa käyttää ennen käyttöönottoa. Tarkastetuissa tiloissa ei saa olla näkyvää likaa tai pölyä.*
- *Puhtaustaso varmistetaan tarvittaessa BM Dustdetector -mittalaitteella*
- *Tarkastuksessa mahdollisesti hylätyt tilat tarkastetaan uudelleen, kun siivoustyössä havaitut puutteet on korjattu. Tarkastuksia jatketaan, kunnes kaikki siivoustyöt on hyväksytty valvojan toimesta.*

Alla on listattu loppusiivousta koskevia toteutusohjeita:

- *Ikkunat pestään ja sälekaihtimet nihkeäpyyhittäään.*
- *Tekstiilipinnat imuroidaan huolellisesti. Tilaan takaisin tuotava irtaimisto puhdistetaan, mikrobi- tai muita epäpuhtauksia sis. irtaimia ei tuoda takaisin.*
- *Lämmityspatterit harjataan ja pinnat nihkeäpyyhittäään. Patterit voidaan myös irrottaa ja vesipestä erillisessä tilassa.*
- *Suljetut sähkökourut ja -kotelot avataan, kouru imuroidaan sisältä. Tarvittaessa johdot ja pinnat nihkeäpyyhittäään. Urakoitsijan tulee tarkastaa puhdistuksen turvallisuus ja järjestelmien jännitteettömyys.*
- *Alakattojen yläpuoliset tasopinnat imuroidaan ja muut pinnat kuten kourut, johdot ja putket nihkeäpyyhittäään. Urakoitsijan tulee tarkastaa puhdistuksen turvallisuus ja järjestelmien jännitteettömyys.*
- *Valaisimet nihkeäpyyhittäään.*

- *Kaikki seinä-, lattia- ja tasopinnat nihkeäpyyhitään.*
- *Kiintokalusteet nihkeäpyyhitään, myös sisäosat.*

Loppusiivouksen laadunvarmistuksen ja siivoustyön toteutus riippuu paljon siitä, onko kyseessä korjaus- vai uudisrakennushanke. Korjausrakentamishankkeessa rakennuksen korjaus-, käyttö- ja mahdollisesta vauriohistoriasta johtuen epäpuhtauslähteet ja epäpuhtauksien määrä ovat huomattavan erilaisia ja runsaampia kuin uudisrakentamiskohteessa. Lisäksi rajatuissa korjaushankkeissa korjausalueen ulkopuolella voi olla normaalia käyttöä, jolloin pölyn- ja puhtaudenhallinnan onnistuminen korjausalueella on tärkeää. Korjaus- ja uudisrakentamisen eroja ja loppusiivouksessa näiden osalta huomioitavia tekijöitä on esitetty taulukossa 1. P1-tason toteuttaminen on huomattavasti helpompaa uudistyömaalla, jossa puhdistettavaa pintaa on vähemmän.

Taulukko 1. Korjaus- ja uudisrakentamiskohteet eroavat epäpuhtauslähteiden ja loppusiivouksen laajuuden osalta merkittävästi ja tämä tulee huomioida suunniteltaessa loppusiivousta ja sen laadunvarmistusta. Loppusiivous on huomattavasti helpompi toteuttaa uudisrakennushankkeessa kuin korjauskohteessa.

Pinta	Korjausrakentaminen	Uudisrakentaminen
Alakattotilat ja kattopinnat	Erilaisia epäpuhtauksia kuten pölyä, mineraalivillakuituja, mikrobiepäpuhtauksia, vuosien ja vuosikymmenten ajalta sekä rakennusaikaista pölyä. Alakattotiloissa on asennettu talotekniikkaa.	Rakennusaikaista pölyä. Talotekniikka-asennukset tehdään tyhjille pinnoille.
Ilmanvaihto-järjestelmä	Usein likainen, käytön aikaista pöly- ja likakertymää. Usein kuitulähteitä, vaatii korjauksia. Pitää nuohota korjausten jälkeen kanavistoon kulkeutuneen rakennuspölyn vuoksi.	Uusia, puhtaita, kanavat tulpattu ja päätelaitteet suojattu rakentamisen aikana.
Lämmityspatterit, valaisimet, sekä muut putki- ja sähköasennukset	Usein pölyisiä, likaisia, vuosien ja vuosikymmenten aikana kertynyttä pölyä. Korjauksissa kertynyttä pölyä. Puhdistetaan loppusiivouksessa, vaikka olisi suojattu rakennustöiden ajaksi.	Uusia, puhtaita, muovitettu.
Varusteet, kalusteet ja muu irtain, esim. huonekalut	Voivat sisältää mikrobiologisia tai kemiallisia epäpuhtauksia. Irtaimen puhdistaminen ja puhtauden varmistaminen loppusiivouksen yhteydessä, osa irtaimistosta pitää yleensä hävittää.	Tilaan tuodaan uusia, puhtaita varusteita ja kalusteita.
Lattia-, katto- ja seinäpinnat	Tiloissa osittain olemassa olevia materiaaleja, joiden pintojen puhdistettavuus voi olla haasteellista	Voidaan valita jo suunnittelussa helposti puhdistettavia pintoja

KOROTETTU SIIVOUSTASO KÄYTÖN AIKANA

Kun tilat on luovutettu käyttäjille, pidetään yllä korotettua siivoustasoa viimeisten, hitaasti laskeutuvien epäpuhtauksien ja rakennuspölyn poistumisen varmistumiseksi. Korotettu siivoustaso sisältää tavanomaisen viikkosiivouksen lisäksi kaksi tehostettua siivouskertaa kahden kuukauden aikana tilojen luovutuksesta. Tehostettu siivous sisältää yläpölyjen ja vaikeasti puhdistettavien pölyjen poiston ja sen toteuttaminen vaatii apuvälineitä. Valvonnan suorittaa yleensä rakennushankkeessa mukana ollut pölyn- ja puhtaudenhallintakonsultti. Korotetun siivoustason tilaaminen ja sen toteutuksesta huolehtiminen on käytön aikaisen siivouksen vastuulla.

LÄHDELUETTELO

1. Työturvallisuuskeskus. (2008). Hiekkapöly poissa keuhkoista, ISBN: 978-951-810-352-6.
2. Säämänen A., Riipinen H., Kulmala I. ja Welling I. (2004). Pölyntorjunta. VTT Automaatio, Tampereen ja Lappeenrannan aluetyöterveyslaitokset. Julkaistu työsuojelurahaston tuella.
3. Asikainen V., Damsten H., Ihalainen M., Kalliokoski P., Karjala M-M., Korpi A., Kurnitski J., Kuuspallo K., Naarala J., Palonen J., Pasanen P. ja Soininen V. (2009). Rakennuspölylle altistumisen vähentäminen uudisrakentamisessa. Loppuraportti TSR-hanke107051 (osa A).
4. Putus, T. (2016). Siivoojille aiheutuvat terveyshaitat – siivousaineet, ilmalaatu, pöly. Siivous ja sisäilma -koulutus 6.10.2016, Helsinki. Ympäristö- ja terveystieteiden lehti.
5. STM. (2016). HTP-arvot. Julkaisuja 2016:8. ISBN 978-952-00-3792-5.
6. Hyttinen, M., Ruokolainen, J., Aarni, T., Suontamo, T., Halonen, R., Korhonen E., Leppänen, M. ja Pasanen, P. (2015). Loppuraportti. TSR-Hanke nro 113272. Siivousalan työolosuhteet ja siivoustyöhön liittyvien riskien arviointi.
7. Sähköpostikeskustelu (2015). Hyttinen, M (marko.hyttinen@uef.fi) ja Manninen, T. 1.12.2015.
8. Pölyntorjunta rakennustyössä, Ratu 1225-S. (2009). Rakennustieto Oy.
9. Sisäilmastoluokitus 2008. (2008). RT 07-10946, s.22. Rakennustieto Oy.
10. Korjaus RYL. Esiselvityksen ja purkaminen. (2016). Rakennustietosäätiö. Rakennustieto Oy.
11. Terveen Talon Toteutuksen Kriteerit. (2003). RT 07-10805.
12. SFS 5994 2012. (2010). Siivouksen tekninen laatu. Mittaus ja arviointijärjestelmä (INSTA800:2010). Suomen Standardoimisliiton julkaisuja. Helsinki.
13. Narvanne, J., Majanen, A., Eskola, L., Kukkonen, E., Holopainen, R. ja Tuomainen M. (2011). SIY, julkaisu 18. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastusohje. TKK, LVI-laboratorio.
14. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastus. (2007). Ilmanvaihdon parannus- ja korjausratkaisut. LVI 39-10409.
15. Kokkonen A., Linnainmaa M., Koski H., Kanerva T., Laamanen J., Lappalainen V., Merivirta M-L., Oksa P., Piirainen J., Rautiala S., Säämänen A., Pasanen P. (2013). Pölynhallinta korjausrakentamisessa. Loppuraportti. Publications of the University of Eastern Finland.

Teksti on julkaistu myös Sisäilmastoseminaarin 2017 julkaisussa (SIY raportti 35).

PÖLYISYYS JA KOETTU SISÄILMAN LAATU TOIMISTORAKENNUKSISSA

Hanna Tuovila

Oy Insinööri Studio

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää käyttäjien kokeman pölyisyyden ja todellisen pintapölypitoisuuden yhteyttä toimistorakennuksissa. Pintapölymittauksia tehtiin standardin SFS 5994 INSTA 800 mukaisesti rakennuksissa, joissa oli toteutettu sisäilmastokyselyt vuosina 2015-2016. Pintapölypitoisuudet eivät kaikilta osin korreloineet pölyisyyden häiritseväksi kokemisen kanssa. Kohteissa, jossa raportoitiin sisäilmastokyselyissä eniten pölyisyydestä koettua viikoittaista haittaa, pintapölymittausten tulokset olivat hyvin erilaiset. Kohteissa, joissa pölyisyyteen liitettyä haittaa raportoitiin vähiten, pölyisyys ei kuitenkaan mittausten perusteella ollut vähäisintä. Tulosten perusteella ei siis voida sanoa, että pintapölypitoisuudet olisivat pienempiä rakennuksissa, joissa pölyisyys ei ole häiritsevää. Mittausten perusteella voidaan todeta, että toimistorakennusten lattiapintojen siivoukseen kiinnitetään enemmän huomiota kuin kalustepintojen siivoukseen. Kehoa lähellä olevien kalustepintojen ja vaikeasti tavoitettavissa olevien kaluste- ja lattiapintojen osalta hyvän sisäilman mukaiset tavoitetasot täyttyivät mittauksissa huonoiten. Pintapölypitoisuudet olivat suurimmat vaikeasti tavoitettavissa olevilla kaluste- ja lattiapinnoilla. Tehokas ja säännöllinen pölyn poisto pinnoilta on suositeltava ja sisäilmaongelmia ennakoiva toimenpide, jolla ehkäistään pölyn ja siihen sitoutuneiden epäpuhtauksien vapautuminen sisäilmaan.

1. JOHDANTO

Ihmiset viettävät suurimman osan ajastaan sisätiloissa, joten sisätilojen terveellisyydellä ja hygieenisyydellä on merkitystä hyvinvointiimme. Siivous on yksi asia, jolla voidaan parantaa toimistojen sisäilman laatua. Siivottavuuteen on alettu kiinnittämään enemmän huomiota lisäantytien sisäilmasto-ongelmien myötä. Siivous helpottuu ja mahdollistuu, jos tasopinnoille ei kerry tavaraa, materiaalit ovat helposti puhdistettavissa ja kalustuksen määrä on järkevä (Kakko ym. 2016).

Kokemuksemme mukaan toimistorakennusten käyttäjät ovat usein tyytymättömiä siivouksen laatuun ja näkyvän huonepölyn määrään. Kohdekäynneillä havaitaan usein riittämätöntä siivoustasoa. Huonosti tavoitettavissa oleville pinnoille, kuten kaappien päälle, kertyy pölyä, koska niitä ei siivota ylläpitosiivouksessa eikä aina kunnolla perussiivouksessa. Pinnoilta uudelleen ilmaan nouseva pöly onkin yksi sisäilman laatuun ja oireiluun vaikuttavista tekijöistä. Pölyyn voi myös kerääntyä epäpuhtauksia, kuten kuituja ja mikrobeja.

2. PÖLYISYYDEN TUTKIMINEN

Pölyisyyden haitalliseksi kokemista voidaan selvittää sisäilmastokyselyiden, kuten MM40-kyselyyn pohjautuvien kyselyiden avulla (Andersson 1998). Työterveyslaitoksen (TTL) laajaan kyselyaineistoon perustuva viitearvo viikoittain koettujen haittojen yleisyydelle on pölyn ja lian osalta 25 % (Sundman-Digert ym. 2002). Oy Insinööri Studion sisäilmastokyselyaineiston mukaan pölyn ja lian kokee viikoittaisena häittänä keskimäärin 16 % vastaajista. Aineisto on noin neljännes TTL:n aineistosta ja siinä on mukana myös kohteita, joissa ei ole sisäilmaongelmaa, eli lähestymistapa on sisäilmasto-ongelmia ennakoiva.

Siivoustasolla on merkitystä koettuun sisäympäristöön. Tutkimuksin on osoitettu, että sisäilmastokyselyissä pölyisyydestä valittaneet työntekijät ilmoittavat useammin työhön liittyviä oireita kuin ne, jotka eivät koe pölyisyyttä häiritseväksi. TTL:n kyselyaineiston mukaan pölyisyydestä raportoitessa oireista nousivat esiin nenän ja silmien ärsytys, käheys tai kurkun kuivuus, väsymys ja käsien ihon kuivuus. (Sundman-Digert ym. 2002)

Pintojen pölyisyyden mittaaminen BM Dustdetector -mittalaitteella kuvataan standardissa SFS 5994 INSTA 800. Näytteen voi ottaa kovilta ja puolikovilta lattiapäällysteiltä sekä huonekalujen ja kiintokalusteiden vaakasuurilta, sileiltä pinnoilta. Standardissa pintojen pölykertymien määrät luokitellaan viiteen laatutason (laatutaso 5 on paras). Tuloksia verrataan laatutason 4, kun halutaan varmistaa hyvä sisäilman laatu pölyn osalta.

Aineistoa julkisten rakennusten pölyisyydestä on saatavilla varsin vähän. Markkanen ym. (2014) on selvittänyt kalustepintojen ja lattioiden pölyn määrää ja sitä kautta tarkastellut siivousjärjestelmän toimivuutta ja riittävyyttä julkisissa sisäympäristöongelmaisissa rakennuksissa. Aineisto osoittaa, että julkisissa rakennuksissa päästään harvoin pölyisyyden osalta hyvälle sisäilman laadulle asetettuun tavoitetasoon (laatutaso 4). Suurimmat pölykertymät ovat aineiston mukaan vaikeasti tavoitettavilla kalustepinnoilla. Tutkimuksen mukaan lattiapintojen siivoukseen kiinnitetään yleensä enemmän huomiota kuin kalustepintojen siivoukseen.

3. TUTKIMUKSEN TAVOITE

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää käyttäjien kokeman pölyisyyden ja todellisen pintapölypitoisuuden yhteyttä toimistorakennuksissa ja vastata seuraaviin kysymyksiin:

- 1) Ovatko pintapölypitoisuudet pienempiä rakennuksissa, joissa pölyisyys ei ole häiritsevää, kuin rakennuksissa, joissa käyttäjät raportoivat pölyisyyden viikoittaisena häittänä?
- 2) Ovatko pintapölypitoisuudet hyvän sisäilman tavoitetasojen (SFS 5994 INSTA 800) sisäpuolella?
- 3) Onko joku tietty pintakategoria erityisen kriittinen hyvän sisäilman laadun kannalta ja tulisi ottaa erityisesti huomioon?

4. AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimukseen valittiin pääkaupunkiseudulta kuusi toimistorakennusta (kohteet 1-6), joissa ei ollut todettua sisäilmasto-ongelmaa. Kohteissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Rakennusten käyttäjille oli vuosina 2015-2016 toteutettu Oy Insinööri Studion sisäilmastokysely, joka perustuu MM40-kyselyyn (www.sisailmastokysely.fi). Tuloksista katsottiin kohteittain, kuinka monta prosenttia vastaajista oli kokenut pölyisyyden viikoittaisen häiritsevänä ja kuinka paljon pölyisyyteen liittyviä oireita oli raportoitu.

Pölyn määrää kalustepinnoilla mitattiin standardin SFS 5994 INSTA 800 mukaisesti heinäkuussa 2016. Pölynäytteet otettiin geeliteippiin ja analysoitiin Dustdetector –mittalaitteella. Laite ilmoittaa pölypeittoprosenttina, kuinka suuri osa teipin pinnasta on pölyn ja lian peitossa. Kussakin kohteessa tutkittiin satunnaisesti 11 tilaa. Pölynäytteitä otettiin viidestä eri pintaluokasta: kehoa lähellä olevat pinnat (kuten työpöydät), huonekalut ja kiintokalusteet (helposti/vaikeasti tavoitettavat pinnat) ja kovat lattiat (helposti/vaikeasti tavoitettavat pinnat). Vaikeasti tavoitettavia kalustepintoja ovat esim. kaappien päälliset, vaikeasti tavoitettavia lattiapintoja esim. nurkat. Mittauksia tehtiin 110 kpl/kohde, mittausten yhteismäärä oli 660 kpl. Mittauksia edeltävä yläpölyn perussiivous (vaikeasti tavoitettavat pinnat) oli tehty huhtikuussa 2016 kaikissa muissa kohteissa paitsi kohteessa 4, jossa se oli tehty kesäkuussa 2016. Ylläpitosiivous (lattiat, kehoa lähellä olevat ja helposti tavoitettavat pinnat) tehdään viikoittain.

5. TULOKSET

Sisäilmastokyselyiden vastausprosentit olivat kohtalaisia tai hyviä, vaihdellen välillä 59-73 % (taulukko 1). TTL:n viitearvo viikoittain pölyisyyden häiritsevänä kokevien yleisyydelle (25 %) ylittyi kohteissa 1 ja 2. Kohteissa 3 ja 5 pölyisyyden koki viikoittaiseksi häiritseväksi noin 20 % vastaajista. Kohteissa 4 ja 6 pölyisyyttä ei juurikaan koettu viikoittaiseksi häiritseväksi (<10 %). Raportoituja pölyisyyteen liitettyjä oireita olivat nenän ärsytys, silmäoireet ja väsymys. Yleisesti rajana pidetty 20 % oireilijoiden osuus ei ylittynyt yhtenkään oireen osalta, esiintyvyydet eivät ylittäneet myöskään TTL:n aineiston viitearvoja.

Taulukko 1. Sisäilmastokyselyiden vastaajien määrät ja vastausprosentit, pölyisyyden viikoittaiseksi haitaksi kokeneiden osuudet (%) ja raportoitujen oireiden esiintyminen (%) kohteittain. Alimmalla rivillä on esitetty TTL:n kyselyaineiston viitearvot (Sundman-Digert ym. 2002).

Kohde	Vastaukset		Pölyisyys viikoittaisena haittana (%)	Oireiden esiintyvyys (%)		
	n	%		Nenän ärsytys	Silmäoireet	Väsymys
Kohde 1	53	65	28	15		
Kohde 2	34	60	38	12	12	
Kohde 3	116	68	21		15	
Kohde 4	162	59	3		15	
Kohde 5	102	59	19	11	12	
Kohde 6	47	73	6			9
TTL:n viitearvot			25	20	17	16

Vaikeasti tavoitettavissa olevilla kaluste- ja lattiapinnoilla oli suurimmat pölykertymät, suurimmillaan yli kaksinkertaiset hyvän sisäilman mukaiseen tavoitetasoon verrattuna (taulukko 2). Kehoa lähellä olevien pintojen ja vaikeasti tavoitettavissa olevien kaluste- ja lattiapintojen osalta tavoitetaso täyttyi huonoiten (taulukot 2 ja 3). Kehoa lähellä olevilla pinnoilla tavoitetaso täyttyi keskimääräisten pölykertymien osalta kahdessa kohteessa kuudesta, vaikeasti tavoitettavissa olevilla kaluste- ja lattiapinnoilla kolmessa kohteessa kuudesta (taulukko 2).

Taulukko 2. Pintapölymittausten keskiarvot (%) pintaluokittain. Tavoitetaso (laatutaso 4) on esitetty taulukon alimmalla rivillä. Tavoitetason ylittävät keskiarvot on tummennettu.

Kohde	Kehoa lähellä olevat pinnat	Huonekalut ja kiintokalusteet		Kovat lattiat	
	A	A	NA	A	NA
Kohde 1	1,4	1,4	6,6	2,4	9,8
Kohde 2	0,5	0,6	3,1	0,7	2,6
Kohde 3	1,6	1,4	11,7	2,4	3,3
Kohde 4	1,4	0,8	6,0	1,7	3,9
Kohde 5	0,8	2,0	3,4	2,5	9,3
Kohde 6	1,6	0,9	4,7	1,1	8,6
Laatutaso 4	1,0	1,5	5,0	3,0	5,0

A = helposti tavoitettava pinta, NA = vaikeasti tavoitettava pinta

Parhaiten tavoitetaso täyttyi helposti tavoitettavissa olevilla lattiapinnoilla (taulukko 3). Helposti tavoitettavissa olevilla kalustepinnoilla tavoitetaso täyttyi myös hyvin. Hyvän sisäilman mukainen tavoitetaso täyttyi kaikkien pintojen osalta parhaiten kohteessa 2 (84 %) (taulukko 3). Kohteessa kolme tavoitetaso täyttyi huonoiten (44 %). Toiseksi huonoiten tavoitetaso täyttyi kaikkien pintojen osalta kohteessa 1 (54 %). Kohteissa 4-6 tavoitetaso täyttyi kaikkien pintojen osalta 65 - 69 -prosenttisesti.

Taulukko 3. Tavoitetason (laatuaste 4) täyttävien mittausten osuudet (%) kohteittain ja pinta-luokittain ja kyselyissä pölyisyyden viikoittaiseksi haitaksi kokeneiden osuudet (%) kohteittain.

Kohde	Kehoa lähellä olevat pinnat	Huonekalut ja kiintokalusteet		Kovat lattiat		Kaikki pinnat yht.	Pölyisyys haittana viikoittain
	A	A	NA	A	NA		
Kohde 1	46	68	46	86	50	54	28
Kohde 2	96	100	86	100	96	84	38
Kohde 3	46	64	14	77	82	44	21
Kohde 4	68	82	46	100	73	65	3
Kohde 5	73	55	86	82	77	65	19
Kohde 6	68	86	64	96	55	69	6

A = helposti tavoitettava pinta, NA = vaikeasti tavoitettava pinta

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Pintapölyn pitoisuudet eivät kaikilta osin korreloineet pölyisyyden häiritseväksi kokemisen kanssa. Kohteissa 1 ja 2 koettiin eniten haittaa pölyisyydestä (> 25 %). Näistä toisessa kohteesta tavoitetaso täyttyi noin puolessa kaikista pölymittauksista, toisessa selvästi paremmin, 84 prosenttisesti. Eroa oli erityisesti kehoa lähellä olevilla pinnoilla sekä vaikeasti tavoitettavissa olevilla kaluste- ja lattiapinnoilla. Mittauksia edeltävä perussiivous oli toteutettu näissä kohteessa samaan aikaan. Ero voi selittyä erilaisella siivottavuudella. Huono siivottavuus vaikuttaa siivottajien työn laatuun ja siivouksen lopputulokseen heikentävästi (Vänskä 2017). Pintoja, joilla on paljon irtainta tavaraa, ei voida puhdistaa pölystä kunnolla tai ollenkaan.

Kohteissa, joissa käyttäjät kokivat pölyisyyden haittana harvoin (n. 20 %), pölymittaukset täyttivät tavoitetason 44- ja 65-prosenttisesti. Eroa oli erityisesti vaikeasti tavoitettavissa olevilla kalustepinnoilla ja kehoa lähellä olevilla pinnoilla. Erilainen siivottavuus saattaa olla yksi eroja selittävä tekijä. Kohteissa, joissa pölyisyyteen liitettyjä haittoja koettiin vähiten (< 10 %), ei pölyisyys kuitenkaan ollut vähäisintä, tavoitetaso mittauksissa täyttyi 65- ja 69-prosenttisesti. Tulosten perusteella ei siis voida sanoa, että pintapölypitoisuudet olisivat pienempiä rakennuksissa, joissa pölyisyys ei ole häiritsevää.

Kehoa lähellä olevien pintojen sekä vaikeasti tavoitettavissa olevien kaluste- ja lattiapintojen osalta hyvän sisäilman mukaiset tavoitetasot täyttyivät mittauksissa huonoiten. Vaikeasti tavoitettavissa olevilla kaluste- ja lattiapinnoilla oli myös suurimmat pölykertymät. Vastaavia tuloksia on saatu myös aiemmassa tutkimuksessa (Markkanen ym. 2014). Vaikeasti tavoitettavat kalustepinnat eivät toki kuulu viikoittaisen ylläpitosiivouksen piiriin, mutta näyttää siltä, että kaikissa kohteissa pölyä ei oltu poistettu ko. pinnoilta kaikilta osin perussiivousten yhteydessä.

Pintapölyyn voi kertyä epäpuhtauksia ja uudelleen ilmaan nouseva pöly on toimistoissa yksi sisäilman laatua heikentävä tekijä. Viikoittainen ylläpitosiivous tulisi siis tehdä asianmukaisesti ja tilojen siivottavuudesta tulisi huolehtia (Kakko 2017). Perussiivous tulisi tehdä riittävän

usein, n. 3-4 kertaa vuodessa, jotta vaikeasti tavoitettaville pinnoille ei pääsisi kertymään pölyä. Kuten aiemmissa tutkimuksissa on todettu, laadukkaalla siivouksella voidaan vähentää hiukasten määrää pinnoilla ja sisäilmassa ja siten parantaa sisäympäristön laatua (Korhonen 2011). Riittävän hyvin tehty siivous on ennakoivaa toimintaa sisäilmahaittojen ehkäisemiseksi (Lahtinen ym. 2006). Tehokas ja säännöllinen pölyn poisto pinnoilta on yksinkertainen, suositeltava sisäilmaongelmia ennalta ehkäisevä toimenpide toimistorakennuksissa.

7. KIITOKSET

Kiitän työnantajaani Oy Insinööri Studiota ja erityisesti Petri Lönnbladia mahdollisuudesta osallistua rakennusterveysasiantuntijakoulutukseen sekä koulutuksen tukemisesta. Kiitän ohjaajiani Piia Markkasta ja Kirsi Villbergiä asiantuntevasta ohjauksesta. Kiitän kiinteistöjen omistajaa ja kiinteistöpäälliköitä hyvästä yhteistyöstä ja mittauksen toteutuksen tukemisesta. Kiitos myös tilojen käyttäjille sekä sisäilmastokyselyt lausuneelle asiantuntijalääkärille.

8. KIRJALLISUUSVIITTEET

Andersson K: Epidemiological Approach to Indoor Problems. Indoor Air Suppl 4: 32–39, 1998

Kakko L: Siivouksen laatu ja siivottavuus SEEK-hankkeessa. Sisäilmastoseminaari, Sisäilmayhdistys ry. SIY Raportti 35: 193-196, 2017

Kakko L, Koskinen M, Ryyänen P, Vainio A: Siivous turvaa elin- ja työympäristösi turvallisuuden ja viihtyisyyden. SSTL Puhtausala ry, 2016. https://puhtausala.fi/sites/default/files/siivous_turvaa_elin-ja_tyoymparistosi_turvallisuuden_ja_viihtyisyyden_1.7.2016.pdf

Korhonen E: Puhtauspalvelut ja työympäristö. Biologian ja ympäristötieteen laitos, Jyväskylän yliopisto, 2011

Lahtinen M, Lappalainen S, Reijula K: Sisäilman hyväksi. Toimintamalli vaikeiden sisäilmaongelmien ratkaisuun. Työterveyslaitos, Helsinki 2006

Markkanen P, Villberg K, Hyvärinen M: Sisäilmaongelmat ja pölyisyys. Sisäilmastoseminaari, Sisäilmayhdistys ry. SIY Raportti 31: 75-79, 2014

Oy Insinööri Studio: Sisäilmastokysely. <http://www.sisailmastokysely.fi/>

SFS 5994 INSTA 800: Siivouksen tekninen laatu. Mittaus- ja arviointijärjestelmä (INSTA 800:2010). Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2012

Sundman-Digert C, Reijula K: Sisäilmaongelmien tutkiminen työpaikoilla kyselyn avulla. Suomen Lääkärilehti 11: 1235-1240, 2002

Vänskä S: Puhdistettava talotekniikka – Siivouksen ja talotekniikan yhteisvaikutus koulurakennusten sisäilmastoon. Sisäilmastoseminaari, Sisäilmayhdistys ry. SIY Raportti 35: 177-182, 2017

UUDEN ASBESTILAINSÄÄDÄNNÖN VAATIMAT PAIN-EROMITTAUKSET

Timo Jalonen

Delete Finland Oy

TIIVISTELMÄ

Lopputyön tavoitteena oli tutkia alipaineistettujen asbestipurkuosastojen mittauslaitteistoja ja -menetelmiä uuden asbestilainsäädännön vaatimusten mukaisesti. Kaikissa kolmessa tutkitussa laitteistoissa oli sama päätoimintaperiaate. Kaikki laitteistot toimivat parhaiten verkkovirralla, laitteiston osat sijoitetaan osaston ulkopuolelle, vain mittaletku johdetaan osaston sisäpuolelle. Laitteistot tallensivat kerätyn tiedon monin tavoin: muistitikulle, paperille, puskuriin tai pilveen. Säädöksissä määrätty hälytys on toteutettu eri tavalla kussakin laitteistossa. Kohteessa 1 tutkittiin kahta erillistä asiaa, osaston alipainetta sekä usean anturin yhtäaikaista mittauslukemia, arvot olivat välillä -6,2 Pa ja -9,3 Pa ja toisella jaksolla välillä -9,5 Pa ja -12,0 Pa. Kohteessa 2 tutkittiin osaston alipainetta sekä kolmen laitteiston samanaikaisia mittauslukemia. Mittausjakson ajan osasto oli selkeästi alipaineinen, satunnaisella ajanhetkellä otettiin mittareiden lukemat. Kaikki lukemat olivat hyvin lähellä toisiaan, - 8,1 Pa -- -8,4 Pa. Vaativissa kohteissa pitää hyvin tarkasti suunnitella mittalaitteen mittayhteen (mittaletku) paikka alipaineistuksessa asbestipurkuosastossa. Laitteistojen käyttöohjeisiin tulee tutustua erittäin tarkasti. Kaikille laitteistoille oli ominaista, että tiedon keruun, tallentamisen ja analysoinnin toimenpiteet ovat hyvin monivaiheisia. Tutkitut mittauslaitteistot täyttävät lait, asetukset ja niiden ohjeet hyvin.

1. JOHDANTO

1.1. Työn tausta ja tavoitteet

Lopputyön tavoitteena on tutkia alipaineistettujen asbestipurkuosastojen mittauslaitteistoja ja -menetelmiä uuden asbestilainsäädännön vaatimusten mukaisesti. Lainsäädännössä on määritetty asbestipurkuosastoille raja-arvot alipaineen määrälle ja pysyvyydelle. Lainsäädännön toteuttaminen ei ole täysin yksiselitteistä ja mittauslaitteiston asettelussa purkuosastoihin on tiettyjä erityispiirteitä. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää markkinoilla olevien mittausjärjestelmien soveltuvuutta ja käytettävyyttä lain mukaisesti. Tavoitteena on havainnoida käytännön haasteita mittausjärjestelyn toteutuksessa. Tavoitteena on myös selvittää toimintamalleja, kun syntyy poikkeamia lain mukaisista määräyksistä. Poikkeamia aiheuttavat esimerkiksi tekniset viat ja inhimilliset virheet.

1.2. Vuoden 2016 alussa voimaan tullut asbestilainsäädäntö

Asbestitöihin liittyvä lainsäädäntö on korvattu uudella lailla (684/2015) eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista ja valtioneuvoston asetuksella (798/2015) asbestityönturvallisuudesta. Lakiin on keskitetty asbestipurkutyölupaa ja asbestipurkutyöntekijän pätevyyttä koskevat säännökset sekä näistä pidettävien rekistereiden ylläpitoon liittyvät määräykset. Lisäksi asetuksella säädetään asbestityöhön liittyviä menettelyjä ja asbestipurkutyön suunnitelmien, menetelmien, työvälineiden sekä henkilösuojainten käyttöön liittyviä vaatimuksia. Lain ja asetuksen ohjeistus on julkaistu työsuojelun verkkopalvelun [www-sivustoilla](http://www.tyosuojelu.fi). Ohjeet on koonnut Rakennusalan Koordinaatioryhmä päiväyksellä 11.4.2017. Samassa osiossa on myös pdf-tiedosto Usein kysytyjä kysymyksiä asbestista. Tämä asiakirja on päivitetty 12.1.2017 (tieto otettu 20.4.2017) ja sitä päivitetään säännöllisesti työsuojeluhallintoon tulleiden yhteydenottojen pohjalta. Liitteeseen 1 on poimittu muutama kysymys ja vastaus malliksi.

1.3. Työsuojeluhallinto ja www.tyosuojelu.fi - sivusto

Työsuojeluviranomainen on jaettu aluehallintovirastossa viiteen työsuojelun vastuualueeseen. Työsuojelun vastuualueilla valvotaan alueellisesti työsuojelua koskevien säännösten ja määräyksien noudattamista. Valvonnan lisäksi virasto antaa ohjeita ja neuvoja työn terveyteen ja turvallisuuteen sekä työsuhteen ehtoihin liittyvissä kysymyksissä. Tyosuojelu.fi -sivusto on työsuojeluhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Verkkopalvelu on ryhmitelty seitsemään pääosiin eli palvelualueeseen mm. työsuhte, työolot, työtapaturmat- ja terveys, harmaa talous. Asbestiin liittyviä asioita käsitellään rakennusalan alakohdassa, <http://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala/asbesti>.

1.4. Oppaat ja ohjeistukset (kaupalliset toimijat)

Asbestilainsäädännön kehittyessä Suomessa, vuosina 1987 ja 1994 annettujen säädösten perusteella, kaupalliset toimijat ovat tuottaneet erinäisiä ohjeita yhteistyössä viranomaisien (aiemmin AVI) kanssa mm. tilaajille, urakoitsijoille ja tutkijoille. Ohjeistuksiin ja selvityksiin on saatu vaikutteita Ruotsin, Ison-Britannian ja Saksan vastaavista aineistoista. Suomessa ohjeiden laatimiseen on osallistuttu monialaisesti. Alan toimijat mm. alipaineistuslaitteiden valmistajat, suodatinvalmistajat, purkutyöurakoitsijat, koulutuskeskukset, poliittiset toimijat ja lainsäädännön edustajat ovat tehneet moninaista yhteistyötä.

Tavallisenkin rakennustyön pölynhallinta on kehittynyt näiden lainsäädäntöjen ohella esim. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. Tällä hetkellä viranomaisohjeita tuottaa siis aluehallintovirasto yhtenä toimialueenaan: ”selvittää vakavien työtapaturmien, ammattitautien ja työperäisten sairauksien syitä sekä toimia niiden ehkäisemiseksi”. Oheisessa oppaassa korostetaan ”Hiljainen tieto” -käsitettä, mikä viittaa kokeen kentän ääneen.

2. TUTKIMUSKOHTEET JA MITTAUSJÄRJESTELYT

2.1. Kohteiden valinta ja mittausten lähtökohdat

Kohteina käytettiin Delete Finland Oy:n urakoimia asbestipurkutyömaita Uudellamaalla. Kaikissa kolmessa laitteistossa oli sama päätoimintaperiaate. Kaikki laitteistot toimivat parhaiten verkkovirralla. Laitteiston osat sijoitetaan osaston ulkopuolelle, vain mittaletku johdetaan osaston sisäpuolelle. Laitteistot tallensivat kerätyn tiedon monin tavoin: muistitikulle, paperille, puskuriin tai pilveen. Kussakin laitteessa oli kaksi tapaa tallentaa kerätty data. Säädöksissä määrätty hälytyskin on toteutettu eri tavalla kussakin laitteistossa. Tässä tutkimuksessa selvitettiin laitteistojen asentamista ja ominaisuuksia säädösten kannalta eikä varsinaisesti kuinka absoluuttisesti ”oikeat” lukemat ovat laitteistoissa. Tärkeä yksittäinen osa mittausprosessia on mittausletkun (eli mittayhteen, kuva 5) sijoittaminen osastoon, sekä letkun liikkumisen ja turhan heilunnan estäminen ilmavirrassa.

2.2. Kohde 1 ja yhtäaikainen mittaus usealla identtisellä mittarilla

Kohde 1 valikoitui symmetrisen muotonsa johdosta. Tila oli pinta-alaltaan noin 42 m². Tilan alkuperäiset rakenteelliset seinät toimivat myös asbestiosastoinnin seininä. Huoneen oven tilalle asennettiin kolmiosainen kulkutunneli. Kohteeseen 1 asennettiin mittausjärjestelmäksi laitteisto III, johon kytkettiin 7 identtistä mittalaitetta. Yleisesti asetusten ja ohjeiden mukaan osastoon kytketään vain yksi mittalaitte. Tarkoituksena oli havainnoida yksittäisten mittalaitteiden ominaisuuksia, kun ne otetaan sattumanvaraisesti varastosta käyttöön. Mittalaitteet on kalibroitu valmistajien ohjeiden mukaisesti, yleensä vuosittain tai useammin. Kohteessa 1. laitteiston III mittayhteet sijoitettiin oletetulle, hyvälle, mittausvyöhykkeelle. Oletettu vyöhyke oli alipaineistajaa nähdessä vastakkaisella seinällä eri korkeuksissa.

2.3. Kohde 2 ja kolme eri laitteistoa samanaikaisesti

Kohteessa 2 asennettiin kolme laitteistoa mittaamaan asbestipurkutyön aikaista alipaineistusta. Laitteistot asennettiin kooltaan ja muodoltaan hyvin haasteelliseen osastoon. Laitteistot sijaitsivat osaston alkupäässä kolmiosaisen sulkutunnelin lähistöllä.

3. TUTKIMUKSEN MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

3.1. Yksi laitteisto ja useita mitta-antureita

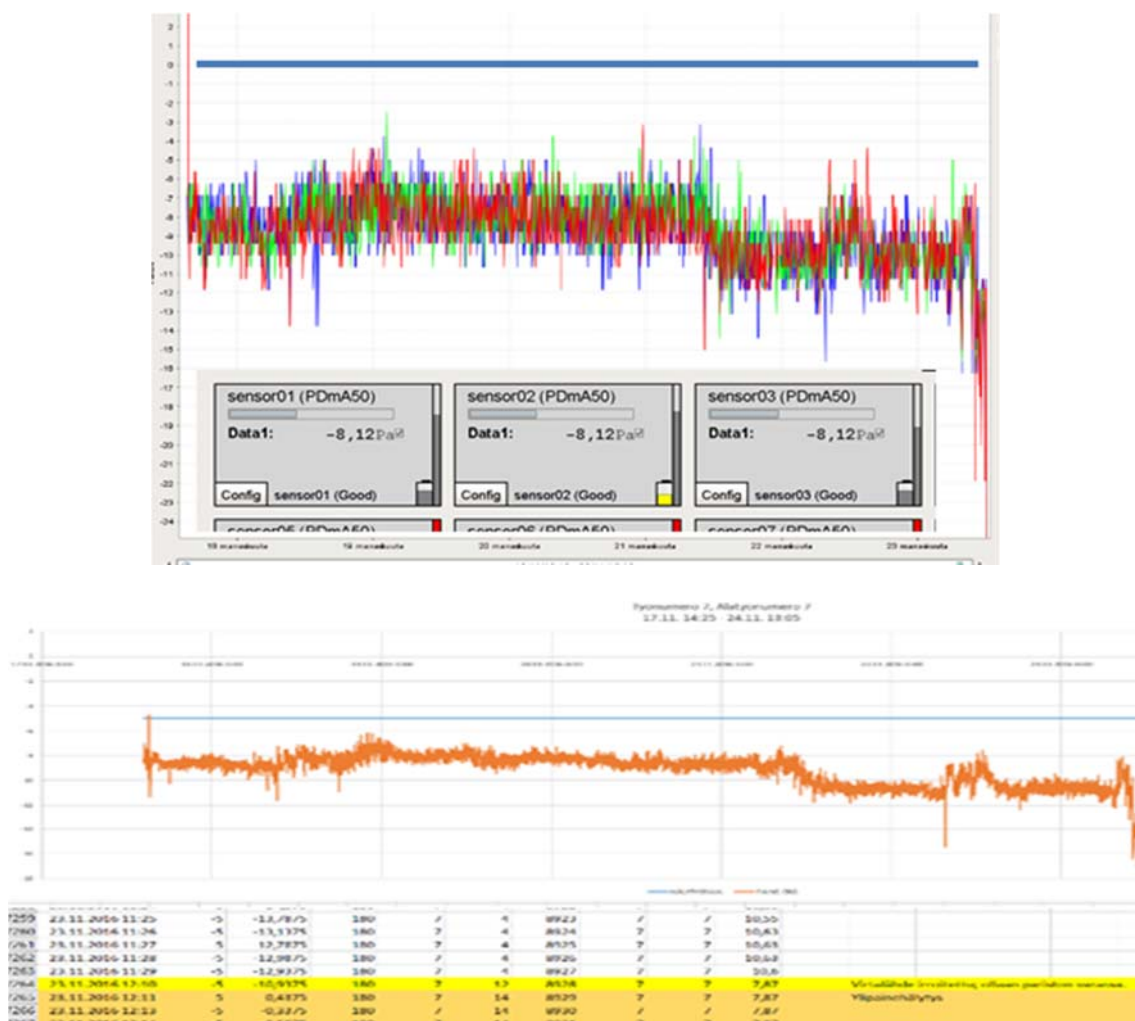
Kohteessa 1 tutkittiin kahta erillistä asiaa, osaston alipainetta sekä usean anturin yhtäaikaista mittaustulokseja. Asbestipurkutyön kesto oli noin kolme vuorokautta, mittaustulokset ovat ajalta 9.11-11.11.2016. Mittausjakson puolivälissä alipaineistajan suodatin vaihdettiin. Ensimmäisellä jaksolla ennen suodattimen puhdistusta arvot olivat välillä -6,2 Pa ja -9,3 Pa ja toisella jaksolla uusilla suodattimilla välillä -9,5 Pa ja -12,0 Pa. Paine-erolähettimien mittayhteet (7 kpl mittaletkuja) asennettiin eri paikkoihin. Näiden mittausten tulokset on kirjattu taulukkoon 4. Kaikkien seitsemän laitteistojen käyrät olivat hyvin lähellä toisiaan. Vaihteluvälit olivat trendikäyristä luettavissa seuraavasti: osiossa yksi 6,2 Pa – 9,2 Pa -> +/- 1,5 Pa ja osiossa kaksi (suodatinvaihdon jälkeen) 9,5 Pa – 12 Pa -> +/- 1,25.

3.2. Kolme laitteistoa

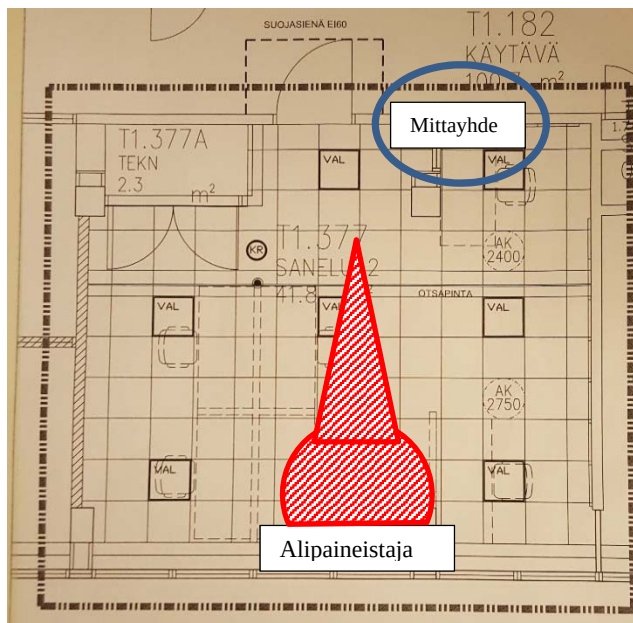
Kohteessa kaksi tutkittiin osaston alipainetta sekä kolmen laitteiston (I, II ja III) samanaikaisia mittaustuloksia. Asbestipurkutyö kesti oli useita viikkoja, mittaustulokset ovat ajalta 17.-24.11.2016. Mittausjakson ajan osasto oli selkeästi alipaineinen ja täytti lain ja asetusten määräykset selvästi. Kuvassa 1 on mittausjakson kuvaajia. Satunnaisella ajanhetkellä otettiin mitareiden lukemat (19.11.16 klo 13:24). Kaikki lukemat olivat hyvin lähellä toisiaan, - 8,1 Pa -- -8,4 Pa.

3.3. Havainnot laitteistoista

Mittauslaitteistot täyttävät lait, asetukset ja niiden ohjeet hyvin. Jokaisella kolmella laitteistolla on omat erityispiirteensä. Laitteistojen käyttöohjeisiin tulee tutustua erittäin tarkasti. Kaikille laitteistoille on ominaista, että tiedon keruun, tallentamisen ja analysoinnin toimenpiteet ovat hyvin monivaiheisia. Laitteistojen mittaletkut (mittayhteet) on toteutettu keskenään identtisesti. Tärkeää on niiden asettaminen edustavasti osaston sisälle ja niiden puhtaudesta huolehtiminen. Muutenkin on noudatettava laitevalmistajien ohjeissa esitettyjä huolto- ja kalibrointiohjeita. Kaikilla laitteistoilla lain vaatimat tallenteet saa hyvin asiakkaalle toimitettavaan sekä arkistoitavaan muotoon.



Kuva 1. Kahden laitteiston mittausdataa



Kuva 2. Suositeltu mittayhteen sijoittelu tutkimuskohteen osastossa, sininen ympyrä (kielletty alue punaisella)

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Isona haasteena kyseisissä tutkimuksissa on saada käyttöön soveltuvat urakointikohteet, niin tässäkin. Kohteet ja mittauslaitteet täyttivät suunnitelmien mukaiset kriteerit ja lopputuloksena sain tarvittavat tiedot. Toinen iso haaste on lain ja asetusten teksti, joka on monitahoista ja vaatii tutustumista. Lainsäädännön tueksi viranomaiset ovat tehneet useita ohjeita, jotka löytyvät eri tahoilta.

Mittausjärjestelyjen ja laitteistojen haasteet korostuvat moninaisissa kohteissa. Silloin pitää hyvin tarkasti suunnitella mittalaitteen mittayhteen (mittaletkun) paikka alipaineistetussa asbestipurkuosastossa. Kuvassa kaksi on havainnollistettu hyvä mittayhteen paikka osastossa suhteessa alipaineistuslaitteeseen. Mittauslaitteistojen väliset erot sekä mittausten valvonnan monivaiheisuus korostavat oikean käytön tärkeyttä. Laitteistojen käyttöohjeisiin tulee siis tutustua erittäin tarkasti. Kaikille laitteistoille on ominaista, että tiedon keruun, tallentamisen ja analysoinnin toimenpiteet ovat hyvin monivaiheisia. Tutkitut mittauslaitteistot täyttivät lait, asetukset ja niiden ohjeet hyvin.

Laitteistojen muodostamat, lain vaatimat tallenteet tulevat kaikista testatuista laitteistoista selkeinä mittausjakson kuvaajina. Kuvaajien tuottaminen ja arkistointi vaativat asbestipurkutyön urakoitsijalta uudenlaista osaamista.

Laissa ja asetuksissa mainitaan, että osasto on alipaineistettava vähintään viiden ja krokidoliittia purettaessa vähintään kymmenen pascalin paine-erolla. Painotan itse, että laissa käytetään termiä vähintään. Opinnäytetyön mittausten perusteella arvioin, että osastoinnin alkaessa on hyvä pyrkiä saamaan kaksinkertaiset paine-eroarvot säädöksissä mainittuihin. Paine-eron määrään alenemiseen vaikuttavat esim. alipaineistajien suodattimien likaantuminen, tavaroiden sekä jätteen kuljettaminen kolmiosaisen sulkutunnelin läpi, vauriot osaston seinässä ja mahdolliset häiriöt alipaineistajassa.

Mahdolliset laiterikot, työtapaturmat ja sairaskohtaukset aiheuttavat purkusuunnitelmien mukaiset hätätilamenettelyt. Alipaineseurantalaitteiston hälytyksen jälkeen ongelma korjataan välittömästi. Lyhytaikaiset alipainerajan alitukset eivät aiheuta merkittäviä toimenpiteitä. Selkeät pidempiaikaiset poikkeamat (esim. sähkökatko) selvitetään raportoinnin yhteydessä.

5. KIITOKSET

Kiitokset kurssijärjestäjille siitä, että RTA2-kurssilla on muodostunut hyviä ystävyys-suhteita sekä KA:lle yhteistyöstä.

6. LÄHDELUETTELO

1. Asbesti- ja haitta-ainesaneerauksen käsikirja 1.16, koonnut Aaro Seppälä, Espoo 2016
2. Clevaler R.P and Cumber P.S, Modelling pipeline decompression during the propagation of a ductile fracture, IChemE Symposium series No. 147, April 2000
3. Julkaisu J1/2011, Paineen mittaus, Sari Saxholm ja Markku Rantanen, Mittatekniikan keskus Espoo 2011
4. Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista (684/2015)
5. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150684>
6. Ohje asbestityön turvallisuutta koskevan asetuksen soveltamiseksi, Rakennusalan Koordinaatioryhmä 11.4.2017
7. http://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/126482/Ohje_asbestityon_turvallisuutta_koskevan_asetuksen_soveltamiseksi/
8. Ohje asbestipurkutyötä koskevan lain soveltamiseksi, Rakennusalan Koordinaatioryhmä 11.4.2017
9. http://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/126482/Ohje_asbestipurkutyota_koskevan_lain_soveltamiseksi/
10. Sosiaali- ja terveysministeriön työsuojeluosasto [päivitetty 18.2.2016, viitattu 9.4.2017]
11. < <http://www.tyosuojelu.fi/tietoa-meista/toiminta> >
12. Usein kysyttyjä kysymyksiä asbestista, tiedosto, Aluehallintovirasto 12.1.2017
13. http://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/126482/Asbesti_kysymyksia_ja_vastauksia/08d87e24-3c8c-49c5-b9ac-04853cc83049
14. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009)
15. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>
16. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205>
17. Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta (798/2015)
18. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150798>

IRTAIMISTON PUHDISTUS VÄISTÖTILOIHIN SIIRRYTTÄESSÄ

Heidi Rosenblad

Porin kaupunki, ympäristöterveydenhuolto, terveysvalvonta

TIIVISTELMÄ

Väistötiloihin siirryttäessä irtaimiston lajittelussa on epäselvää, mitkä tavarat voidaan puhdistaa ja siirtää uusiin/ korvaaviin tiloihin. Työssä kerrotaan miten ja mikä kontaminoituneesta irtaimistosta ja kalustosta on puhdistettavissa ja mikä on hävitettävää irtaimistoa.

Väistötiloihin voidaan joutua siirtymään useasta eri syystä. Syitä voi olla tunnettu äkillinen kosteusrasitus, peruskorjaus tai pitkään jatkuneet sisäilmaongelmat. Toisinaan siirto joudutaan toteuttamaan hyvin nopealla aikataululla. Esimerkiksi opetustoiminnan siirtäminen väistötiloihin vaatii tarkkaa suunnittelua ja aikataulutusta. Irtaimiston siirtojärjestelyt on oleellinen osa toimintojen siirtämisessä korvaaviin tiloihin, siksi ennen siirtoa tulisikin arvioida irtaimiston puhtaus ja puhdistustarve.

Työssä on selostettu irtaimiston puhdistamiselle soveltuvia toimenpiteitä. Työssä on kuvaus irtaimiston puhdistusprosessista sekä laadittu esimerkki puhdistussuunnitelmasta. Irtaimiston puhdistamisessa tulisi myös kiinnittää erityistä huomioita koko prosessin laadunvarmistukseen, joka tulisi varmistaa irtaimiston pakkaamisesta uudelleen sijoittamiseen saakka.

1. JOHDANTO

Huonetilojen sisäilma muodostuu kokonaisuudesta, johon vaikuttavat lämpötila, ilmankosteus, ilmanvaihdon toimivuus ja erilaiset epäpuhtaudet. Epäpuhtaudet voivat olla kemiallisia, hiukkasmaisia tai mikrobiperäisiä. Kemialliset epäpuhtaudet ovat pääsääntöisesti peräisin esimerkiksi käytetyistä siivouskemikaaleista ja materiaalipäästöistä. Hiukkasmaisia epäpuhtauksia sisäilmaan päätyy esimerkiksi katupölystä. Kaikissa rakennuksissa on tavanomaisesti jonkin verran mikrobeja ilmassa, johtuen esimerkiksi ulkoa sekä huonekasveista ja niiden mullasta tulevista mikrobeista.

Erilaiset sisäilman epäpuhtaudet laskeutuvat irtaimiston, kuten huonekalujen ja esineiden päälle. Mikrobi-itiöt vaativat kasvuun lähteäkseen riittävää kosteutta. Mikäli irtaimistoa säilytetään kuivissa olosuhteissa, siihen ei yleensä muodostu mikrobikasvua. Kosteus- ja mikrobivaurioituneissa tiloissa saattaa esiintyä poikkeuksellista hajua (mm. maakellarimaista hajua), joka voi tarttua siellä säilytettäviin tavaroihin. Pöly- ja muut hiukkasmaiset epäpuhtaudet voidaan usein puhdistaa pinnoilta ja materiaaleista, mutta irtaimisto, johon on pinttynyt hajuja, on syytä poistaa käytöstä. Tekstiilimateriaaleja ja pehmusteita sisältävät kalusteet ja esimerkiksi patjat ovat puhdistuksen kannalta haasteellisimpia. Arkistomateriaalien ja ehdottomasti säilytettävien esineiden kohdalla voidaan käyttää kemiallisia käsittelyjä, mutta käsittelyistä huolimatta esineiden jatkuvaa säilytystä huonetiloissa tulee välttää.

Irtaimiston puhtaudesta on merkitystä sisäilman laadulle, joten irtaimisto on syytä puhdistaa ennen korjattuihin tiloihin muuttamista. Kuivissa, tavanomaisissa koulu-, päiväkotij- ja toimistotiloissa irtaimiston puhdistukseen riittävät pääsääntöisesti mekaaniset puhdistusmenetelmät. Vähäisten epäpuhtausjäämien esiintyminen irtaimistossa puhdistuksen jälkeen ei vaikuta merkittävästi sisäilmaolosuhteisiin, koska tavanomaisesta taustapitoisuudesta johtuen tiloissa esiintyy aina vähäisiä määriä erityyppisiä epäpuhtauksia. Epäpuhtauksille voimakkaasti herkistyneet henkilöt voivat kuitenkin saada oireita pienistäkin epäpuhtausjäämistä.

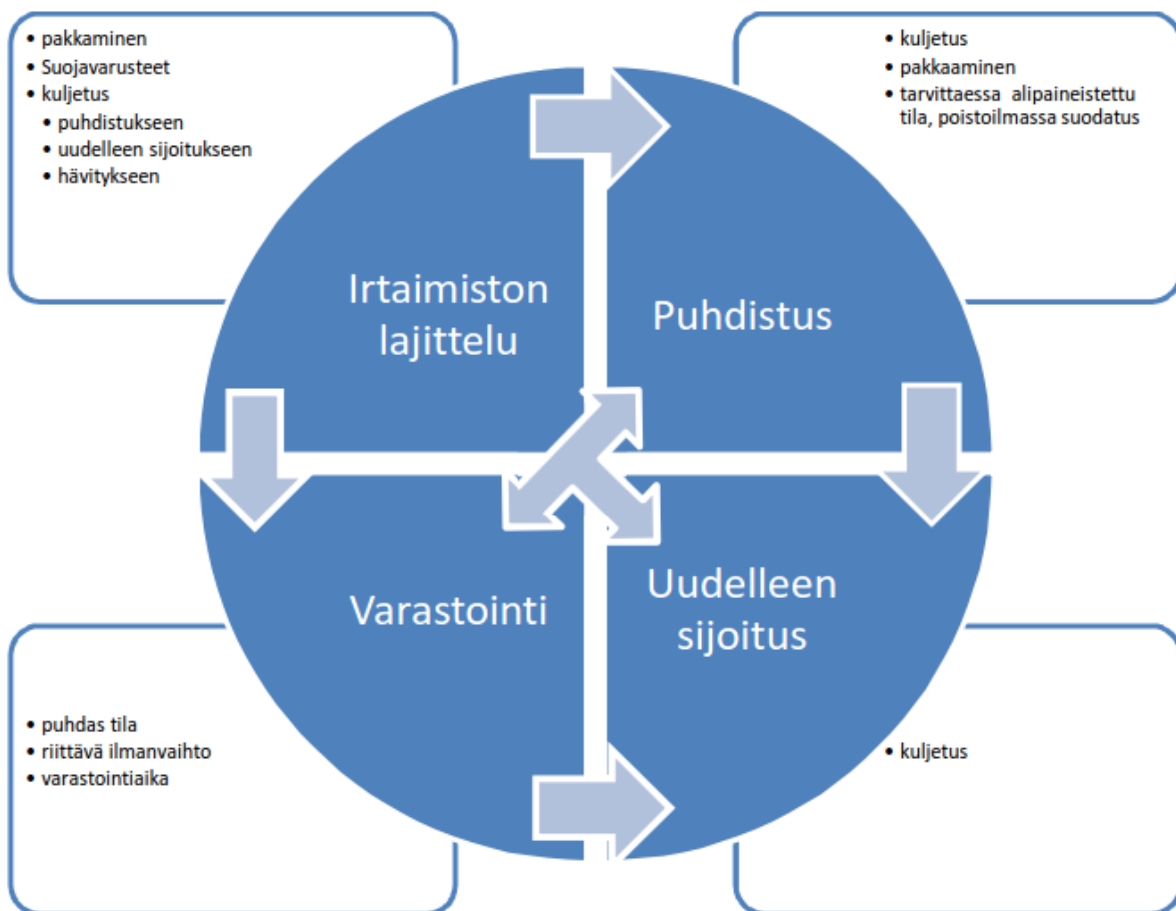
Homevaurioituneiden materiaalien puhdistusmenetelmä on valittava aina puhdistettavan materiaalin mukaan.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia ohje irtaimiston puhdistamiselle väistötiloihin siirryttäessä sekä selkeyttää irtaimiston puhdistusprosessia.

3. TULOSTEN KÄSITTELY

Irtaimiston puhdistus voidaan jakaa neljään osa-alueeseen, joita ovat irtaimiston lajittelu, puhdistus, varastointi ja uudelleen sijoitus. Alla olevassa kaaviossa on kuvattu osa-alueiden vaikutusta toisiinsa.

Kaavio 1. Irtaimiston puhdistamisen osa-alueiden vaikutus puhdistusprosessiin



4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Irtaimiston puhdistusprosessi voidaan jakaa neljään osa-alueeseen, joita ovat lajittelu, varastointi, puhdistus ja uudelleen sijoittaminen. Jokaiseen osa-alueeseen kuuluu riskikohtia, jotka tulee kartoittaa ennen irtaimiston puhdistamisen aloittamista. Olisi siis hyvä, että irtaimiston puhdistuksesta tehtäisiin alkuun puhdistussuunnitelma. Jos irtaimiston puhdistussuunnitelmaa ei tehdä saattaa tarpeetonta tavaraa joutua roskeen tai käytetään vääriä puhdistusmenetelmiä. Puhdistussuunnitelmassa tulisi olla huomioitu kuka tekee, mitä tekee, miten tekee ja milloin tekee. Kun edellä oleviin on vastaus myös puhdistusprosessin riskikohdat vähenevät ja irtaimiston puhdistuksen laadunvarmistus paranee. Puhdistussuunnitelmaan perehdyttämisellä voidaan taata onnistunut lopputulos.

Erityistä huomiota on syytä kiinnittää myös varastointi- ja puhdistustilojen puhtauteen. Ellei tilojen olosuhteiden hallintaan kiinnitetä riittävästi huomiota voi puhdistettu irtaimisto kontaminoitua uudestaan. On tärkeää myös muistaa suojavarusteiden käyttö käsiteltäessä likaista/ puhdistettua irtaimistoa sekä siirryttäessä likaisista tiloista puhtaisiin tiloihin.

Työssä on kuvaukset eri puhdistusmenetelmistä ja niiden soveltuvuudesta irtaimiston puhdistamiseen. Ei ole yksiselitteistä ohjetta, miten irtaimisto tulisi puhdistaa vaan irtaimiston puhdistustarve tulee harkita tapauskohtaisesti. Voidaan kuitenkin todeta, että mahdollisuuksien mukaan tulisi välttää voimakkaiden kemikaalien ja biosidien käyttöä. Varsinkin sisätiloihin sijoitettaville irtaimistolle tulisi käyttää vain sellaisia tuotteita, joista ei jää käsiteltäville pinnoille kemikaalijäämiä. Herkistyneet saattavat reagoida voimakkaasti sekä materiaaleissa esiintyviin mikrobeihin ja niiden aineenvaihduntatuotteisiin, mutta myös niitä tuhoaviin kemikaaleihin. Myös erikoispuhdistustoimenpiteitä (otsonointi, ionisointi) kannattaa harkita tapauskohtaisesti, koska niiden puhdistusvaikutuksista ei ole saatavilla kattavia tieteellisiä tutkimuksia.

Irtaimiston oikeaoppisella puhdistamisella voidaan vaikuttaa niin käyttäjien terveyteen kuin irtaimiston arvon säilymiseen.

5. KIITOKSET

Haluan kiittää opinnäytetyön valvojia Porin kaupungin ympäristöjohtaja Matti Lankiniemeä sekä Tehokuivauksen rakennusterveysasiantuntija Saija Hokkasta arvokkaista neuvoista ja mielenkiinnosta työtäni kohtaan.

Haluan myös kiittää Porin kaupunkia työnantajana mahdollisuudesta osallistua rakennusterveysasiantuntija-koulutukseen. Haluan kiittää myös Satakunnan ammattikorkeakoulua ja RA-TEKOa yhteistyöstä ja laadukkaasta koulutuksesta, joka mahdollisti tähän koulutukseen osallistumisen. Sekä Helmi Kokottia avusta opinnäytetyöni laadunvarmistuksesta.

6. LÄHDELUETTELO

1. Kallinen, M. 2010. Mikrobi- ja hajuvaurioituneen arkistomateriaalin puhdistamisen onnistumisen arviointi. Aducate, Itä-Suomen yliopisto. http://epublications.uef.fi/pub/urn_isbn_978-952-61-0046-3/urn_isbn_978-952-61-0046-3.pdf
2. Lahden kaupunki 2016. Kosteus- ja homevaurioituneen kiinteistön irtaimiston puhdistus <https://www.lahti.fi/TietoaLahdestaSite/OrganisaatioSite/Documents/Tilakeskus/Irtaimiston-puhdistus-Va%CC%88ri-Sivut.pdf> (luettu 9.10.2016)
3. Rakennustietosäätiö 2016. Homevaurioituneen rakenneosan puhdistusohje. RT 18-11238,
4. Terveystieteiden tutkimuskeskus 2016. Otsonointi sisäympäristössä, https://www.thl.fi/documents/98567/405551/hanna_leppanen_ym_otsonointi_sisailmaymparistossa_tiivistelma_kirjallisuuskatsauksesta_sisailmastoseminaari_2016.pdf (luettu 12.10.2016)
5. Terveystieteiden tutkimuskeskus 2016. Otsoni ja muut biosidit eivät sovi rakennuksen homeongelman ratkaisuksi <https://www.thl.fi/-/otsoni-ja-muut-biosidit-eivat-sovi-rakennuksen-homeongelman-ratkaisuksi> (luettu 10.11.2016)
6. Työterveyslaitos 2016, Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevaurioikojen jälkeen. https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/home_puhdistus.pdf (luettu 7.8.2016)
7. Suortamo p., Haihtuvat orgaaniset yhdisteet toimistotyyppisen uudisrakennuksen sisäilmassa. <https://www.uef.fi/documents/10975/11755/2017-SuortamoPirita-virallinen.pdf/254070bb-1c46-4d26-9590-0d4feb95b7ed> (luettu 26.4.2017)
8. RIL250-2011. Kosteudenhallinta ja homevaurion estäminen – menettelytavat suunnittelusta ylläpitoon
9. Valvira 2017. Mikrobin aiheuttamat haitat. <http://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys/mikrobit>
10. Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>

Kuntotutkimukset

Sisäilmaongelmaisen koulurakennuksen kuntotutkimus Asko Karvonen	90
Omakotitalon sisäilmaongelmien syiden selvitys ja suositukset korjaustoimenpiteistä Kari Salminen	96
1920-luvun vuokratilojen kuntotutkimus ja korjausehdotuksia Mauri Pihlajaviita	100
1950-luvun toimistorakennuksen kellarikerrosten kuntotutkimukset ja korjaustapavaihtoehto Juho Lipponen	105
Sisäilmaongelmakohteen osittainen sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus ja korjaustyön valvonta Eveliina Mattila	111
1950-luvun omakotitalon peruskorjauksen virheet kosteiden tilojen korjauksessa ja niiden uudelleen korjaus Jari Lehesvuori	117
Koulurakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Tiina Janhunen	121
Suojellun 1830-luvun hirsirakenteisen koulun kuntotutkimus Saku Nieminen	126
Kuntotutkimus ja korjaustapojen valinta suojellussa rakennuksessa Tuomas Tahvonen	132
1960-luvulla valmistuneen oppilaitosrakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Matti Manninen	138

SISÄILMAONGELMAISEN KOULURAKENNUKSEN KUNTOTUTKIMUS

Asko Karvonen

Inspecta Oy

TIIVISTELMÄ

Sisäilmaympäristön kuntotutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakennuksen sisäilman laatuun vaikuttavat riskitekijät sekä arvioida niistä aiheutuvat korjaustarpeet. Kohteessa tehtiin rakennearvauksia ja otettiin mikrobinäytteitä materiaalista. Käytössä olivat tavallisimmat sisäilma-mittaukset: erilaiset paine-ero-, lämpötila-, hiilidioksidi- ja kosteusmittaukset, kuitunäytteenotto ja VOC-näytteenotto materiaalista (bulk).

Tutkimuksen kohteen oli 1960-luvulla valmistunut koulurakennus. Rakennuksessa on betoni-pilari-palkkirunko. Ulkoseinät ovat tiili-villa-tiili –rakenteiset ja osin puupaneloitu. Vesikatto on monimuotoinen ja katemateriaalina on maalattu konesaumapelti. Alapohjat ovat maanvaraiset. Ikkunat ovat pääosin uusittuja puu-alumiini-ikkunoita.

Rakennus on peruskorjattu 2000-luvun alkupuolella, jolloin vesikatto on korotettu ja ikkunarakenteita on uusittu. Ulkoseinien julkisivuverhous ja mineraalivillaeriste on vaihdettu ja huomattava osa alapohjarakenteista on uusittu. Myös tilamuutoksia on tehty.

Kuntotutkimuksen perusteella kohteessa havaitut sisäilmaongelmat johtuvat useista eri tekijöistä. Merkittävimmät tekijät ovat kellarin ja maanvastaisten rakenteiden kosteus- ja mikrobivauriot, rakenteiden heikko ilmatiiveys, paikalliset maanvaraisten lattioiden kosteuden aiheuttamat pinnoitevauriot (VOC) sekä sisäilmassa liikkuvat teolliset mineraalivillakuidut. Ilmanvaihtojärjestelmän toiminnassa havaittiin puutteita ja rakennuksessa ajoittain oleva voimakas alipaineisuus korostaa ongelmia.

Kiireellisiä korjauksia ovat ilmavirtauksien kulkeutumisen estäminen kellarikerroksesta ylempiin kerroksiin, ylä- ja välipohjien läpivientien tiivistäminen, ilmanvaihtojärjestelmän kuitulähteiden poistaminen, kanavien puhdistaminen ja ilmamäärien tasapainoittaminen, lattiapinnoitteiden uusiminen vaurioituneilta osin sekä alapohjan ja ulkoseinän liittymän tiivistyskorjaus. Edellä mainituilla toimenpiteillä sisäilmaolosuhteita voidaan parantaa.

1. JOHDANTO

Tutkimuskohteessa oli ennen peruskorjaukseen ryhtymistä sekä peruskorjauksen aikana rakenteiden kuntoa oli selvitetty. Kohteen käyttäjillä on kuitenkin esiintynyt oireilua, joka on lisääntynyt viime vuosina. Työterveyslaitoksen käyttäjäkyselyn perusteella kohteessa on sisäilmaongelma.

Peruskorjauksien yhteydessä tulisikin kiinnittää erityistä huomiota korjattavien rakenteiden kosteustekniseen toimintaan, jolloin avainasemassa ovat ennen peruskorjaukseen ryhtymistä

kokonaisvaltaiset kosteus- ja sisäilmatekniset kuntotutkimukset huomioiden mahdolliset tilamuutokset. Mukaan tulee sisällyttää myös ilmanvaihtojärjestelmän perusteellinen kuntotutkimus.

2. TUTKIMUKSEN TAVOITE

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää koulurakennuksessa havaittujen sisäilmaongelmien syyt ja niistä aiheutuvat korjaustarpeet.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

Ennen tutkimuksen aloittamista pidettiin tilaajan kanssa aloituspalaveri, jossa käytiin läpi työn sisältö. Tämän jälkeen kohteessa suoritettiin aistinvarainen yleistarkastus ja tehtiin pintakosteuskartoitus pääpainon ollessa maanvaraisessa alapohjarakenteessa ja märkätiloissa. Yleistarkastuksen havaintojen perusteella laadittiin tutkimussuunnitelma, joka hyväksyttiin tilaajalla.

Yleistarkastuksessa tehtyjen havaintojen perusteella määritettiin rakenneavauskohdat alapohja- ja ulkoseinärakenteisiin. Rakenneavauksista tarkastettiin rakenteiden nykykunto aistinvaraisesti, mitattiin rakennekosteuksia sekä otettiin materiaalinäytteitä mikrob tarkastelua varten. Alapohjarakenteisiin tehtiin viilto- ja porareikämittauksia kosteusjakauman selvittämiseksi. Perustusrakenteiden kosteusmittauksia tehtiin näytepalamenetelmällä.

Tutkimuksen yhteydessä otettiin mikrobinäytteitä materiaaleista Valviran laatimassa Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa esitetyin menetelmin. Mikrobianalyysit tehtiin KiraLab:n laboratoriossa Oulussa. Lattiapäällysteistä otettiin Bulk-materiaalinäytteitä VOC-analyysia varten. VOC-näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksella Helsingissä.

Ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttamaa mahdollista mineraalivillakuituongelmaa selvitettiin kuitunäytteiden avulla. Näytteet otettiin tasopinnoilta 14 vuorokauden pölylaskeumasta. Kuitunäytteet analysoitiin KiraLabissa Oulussa.

Ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa on selvittänyt Kainuun LVI-suunnittelu Oy ja ilmamääriä on mitannut Primair Oy, joiden tuloksia tutkimuksessa on hyödynnetty. Tämän tutkimuksen yhteydessä tehtiin paine-ero-, lämpötila- ja hiilidioksidimittauksia.

Rakenneavauskohdista selvitettiin myös mahdolliset asbesti- ja/ tai PAH-yhdisteitä sisältävät materiaalit materiaalinäyttein. Varsinaista asbesti- ja haitta-ainekartoitusta ei tehty.

4. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen perusteella rakennuksessa on useita puutteita ja riskitekijöitä, jotka voivat olla käyttäjien oireiden taustalla.

Ilmanvaihtojärjestelmä

Tutkimuksessa havaittiin sisäilman laatuun heikentävästi vaikuttavia puutteita:

- Ilmamäärät poikkeavat suunnitelluista arvoista yli $\pm 20 \%$.
- Paine-eromittauksien perusteella sisätilat ovat paikoin voimakkaan alipaineiset ulkoilmaan nähden.
- Ilmanvaihtojärjestelmässä on mineraalivillakuitulähteitä.

Kellarin alapohjarakenne ja perusmuuri

Rakenteissa on vedeneristeenä alkuperäinen pikisively, jonka tavoitteellinen käyttöikä on ylittynyt eikä näin ollen toimi luotettavana vedeneristeenä. Maaperästä kohdistuvan pitkäaikaisen kosteusrasituksen seurauksena kosteus on paikoin päässyt nousemaan kapillaarisesti pintalaat-taan saakka.

Maanvastaisetulkoseinät muodostuvat betonimuurista, jonka sisä- tai ulkopinnassa on vedeneristesively. Lämmöneristeenä seinissä on paikoin betonirakenteiden välissä on mineraalivill-eriste (kaikkialla ei ole eristetty) ja paikoin on kuorimuuraus. Rakenne on kosteusteknisesti riskialtis/ vaurioherkkä, mikä näkyi otetuissa materiaalinäytteissä vahvoina viitteinä mikrobivaurioista. Huokoiset eristeet mahdollistavat seinän sisäisten ilmanvirtausten liikkumisen laajalti, joten hajut ja epäpuhtaudet voivat liikkua pitkiäkin matkoja ilmanvirtausten mukana ja tulla sisätiloihin paikasta, jossa rakenne ei ole tiivis ja sisätila on alipaineinen.

1. kerroksen alapohjarakenne

Alapohjiin tehtyjen rakenneavauksien perusteella täyttösora on paikoin märkää. Maanvaraisen alapohjarakenteen ja ulkoseinän liittymät eivät ole kaikilta osin tiiviit, jolloin on syntynyt ilmayhteys täyttökerrokseen saakka. Epäpuhtaudet pääsevät pienistäkin epätiivetyshkohdista sisäilmaan ilmanvirtauksien mukana tilojen ollessa alipaineiset ulkoilmaan nähden.

1. kerroksen opettajientyötilan/ opettajienhuoneen alueella kosteus pääsee nousemaan maaperästä kapillaarisesti teräsbetonipilareiden kautta, jolloin kohonneiden kosteusolosuhteiden seurauksena pintamateriaaleihin on syntynyt mikrobivaurioita. Tällä alueella alapohjarakenne on alkuperäinen.

Kotitalousluokkien alueella alapohjarakennetta täyttöineen on uusittu 2000-luvun alkupuolen peruskorjauksen yhteydessä ja tiloihin on kohdistunut tilamuutoksia. Tehtyjen rakennekosteusmittauksien perusteella lattian muovimattoon kohdistuu kosteusrasitusta. Muovimatto on voitu asentaa liian kostean betonin päälle tai maaperän kosteus pääsee nousemaan kapillaarisesti, ainakin paikoin perustusrakenteita myöten ja levittäytymään myös alapohjalaattaan.

VOC-emissiot

Alapohjarakenteen kohonneiden kosteusolosuhteiden seurauksena on tapahtunut muovimaton ja muovimaton kiinnitysliiman reagoiminen kosteuden kanssa sekä haitallisten VOC-emissioiden syntyminen. Lisäksi muovimaton ja betonirakenteen rajapinnassa voi olla mikrobivaurioita. Kohteessa on uusittu alapohjarakenteita, mutta tarkkaa tietoa laajuudesta ei ollut käytettävissä, jolloin vaurioiden rajaaminen tietylle alueelle ei ole mahdollista.

Ulkoseinät, ikkunat

Rakennuksen ulkoseinät on uusittu 2000-luvun peruskorjauksen yhteydessä sisäkuoreen asti. Nyt otettujen näytteiden perusteella ulkoseinärakenteissa ei ole sisäilman kannalta merkittäviä vaurioita. Tiilimuuraus läpäisee runsaasti vettä, minkä vuoksi osa julkisivupinnalle joutuneesta vedestä tunkeutuu myös tiiliverhouksen takana olevaan eristetilaan tai sen alaosan lähetyvillä oleviin muihin rakenteisiin. Rasitusolosuhteet, lähinnä viistosateen määrä, vaikuttavat merkittävästi vaurioitumiseen, lisäksi tulee huomioida, että rakennuskokonaisuuden eri puolilla vauriot ovat saattaneet olla hyvin erilaisia ennen tehtyä peruskorjausta. Näin ollen vaurioita voi jossakin kohtaa ulkoseinärakennetta kuitenkin olla.

Rakennuksen ikkunat on uusittu, mutta liittymät ulkoseinärakenteisiin eivät ole kuitenkaan tiiviit sisätiloihin nähden, jolloin mahdolliset epäpuhtaudet voivat päästä ilmavirtauksien mukana sisätiloihin. Ulkoseinien osalta tulevaisuudessa korjauksissa on syytä kiinnittää erityistä huomiota rakenteiden liittymäkohtien tiiveyteen.

Väli- ja yläpohjat

Väli- ja yläpohjat ovat massiivibetonirakenteisia, joihin ei kohdistu sen suurempaa korjaustarvetta. Rakennuksessa on alun perin ollut tasakatto ja osin loiva harjakatto, joita on korotettu peruskorjauksen yhteydessä. Alkuperäistä bitumihuopakermiä on poistettu aluslaudoitusta rei'itetty tuuletuksen mahdollistamiseksi. Yläpohjarakenne on sinällään tiivis, mutta läpivientien tiiveys on syytä varmistaa.

Muut havaitut hajupoikkeamat

Kotitalousluokassa havaitun viemärinhajun lähde on todennäköisesti puutteet hajulukon tiiveydessä. Viemäriliittymien tiiveys on syytä tarkastaa.

5. TOIMENPIDE-EHDOTUS

Kiireellisiksi luokiteltavat toimenpiteet:

- Ilmavirtauksien kulkeutuminen kellarikerroksesta ylempiin kerroksiin estetään.
- Ylä- ja välipohjien läpivientien tiivistäminen.
- Ilmanvaihtojärjestelmän kuitulähteiden poistaminen ja kanavien puhdistaminen. Ilmanvaihtojärjestelmän ilmamäärien tasapainotus.
- Kotitalousluokan ja opettajien työhuoneen VOC- ja mikrobivaurioituneiden lattiapinnoitteiden uusiminen, huomioiden kosteusrasitus perustusrakenteiden kautta.

Toimenpiteet peruskorjauksessa:

- Maanvastaisten seinien osalta rakenteet tulee suunnitella siten, että seinäeristeissä paikoin olevista kosteus- ja mikrobivaurioista ei pääse aiheutumaan sisäilmahaittaa. Varmistetaan, ettei ilmavirtauksia pääse kulkeutumaan ylempiin kerroksiin.
- 1.kerroksessa alapohjan ja ulkoseinän liittymien tiivistäminen esimerkiksi vedeneristysjärjestelmän tuotteilla.
- Ulkoseinärakenteisiin ei sinällään kohdistu toimenpiteitä, mutta rakenteiden tiiveys tulee varmistaa ikkunaliittymien tiivistämisen yhteydessä.

6. LÄHDE-/KIRJALLISUUSLUETTELO

1. Asumisterveysasetus. (23. 04 2015). Asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Sosiaali- ja terveysministeriö.
2. Asumisterveysopas. (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1, soveltamisopas 3. korjattu painos 2009.
3. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV Mikrobiologiset olot 26.4.2016. Valvira, Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto.
4. Backlund P et al. (2010). Bulk-emissiotestausmenetelmien vertailua. Sisäilmastoseminaari 10. Sisäilmayhdistys ry, Aalto-yliopisto, TKK, LVI-tekniikka. SIY 28. s. 213-218.
5. Järnström, H. (2005). Muovimattopinnoitteisen lattiarakenteen VOC-emissiot sisäilmaongelmatapauksissa. (VTT julkaisut 571). VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka.
6. Meklin, Putus, Hyvärinen, Haverinen-Shaughnessy, Lignell, Nevalainen. (2008). Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Opas ongelmien selvittämiseen (Kansanterveyslaitoksen ohjeita ja suosituksia C2 /2008). Kansanterveyslaitos.

7. Suomen rakentamismääräyskokoelma. (2012). D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö.
8. Tähtinen, Lappalainen, Palomäki, Rautio-Laine, Reiman, Helsingin kaupunki, Senaatti-kiinteistöt, Sipoon kunta, Suomen Sisäilmakeskus, Vahanen Oy, Kosteus- ja hometalkoot 2012. Tilaajan ohje sisäilmaongelman selvittämiseen.
9. Työterveyslaitos, ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Työterveyslaitos 2016.
10. Ympäristöopas 28. (1997). *Rakennusten kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus* Ympäristöministeriö 2016.

OMAKOTITALON SISÄILMAONGELMIEN SYIDEN SELVITYS JA SUOSITUKSET KORJAUSTOIMENPITEISTÄ

Kari Salminen

Suomen Sisäilmatutkimus Oy

TIIVISTELMÄ

Vuonna 2005 rakennetun omakotitalon uudet omistajat alkoivat oirehtia taloon muuton jälkeen vuonna 2016. Omistajien pyynnöstä talossa tehtiin sisäilma- ja kuntotutkimuksia mahdollisten sisäilmaongelmien syiden selvittämiseksi.

Tutkimukset osoittivat, että talossa on sen laatuksia puutteita, joilla on mahdollisesti vaikutusta sisäilman laatuun ja mitkä vaativat korjausta. Tutkimusten tulosten perusteella omistajat muuttivat väliaikaiseen asuntoon.

Tehtyjen tutkimusten perusteella ongelmakohtina olivat ryömintätila, salaojituksen puutteet ja alapohja / lattioiden pintarakenteet. Tutkimusten ja niistä tehtyjen johtopäätösten perusteella kiinteistön omistajat teettivät talossa laajamittaisia korjauksia, joiden jälkeen tehtiin jatkotutkimuksia sisäilman laadun osalta.

Jatkotutkimuksissa ei talon sisäilmassa todettu olevan normaalia poikkeavia pitoisuuksia mikrobeja ja talon omistajat muuttivat taloonsa takaisin. Myöhemmän haastattelun perusteella omistajilla ei ole enää talossa asuessaan ollut aistimuksia tai oireita, joita ennen talon korjaustöitä heillä oli.

JOHDANTO

Asumisterveysasetus määrittelee laatuksiteereitä sisäilman olosuhteille sekä rakenteissa oleville epäpuhtauksille, jos rakenteista on ilmayhteys sisäilmaan.

Rakentamismääräyskokoelmassa on määräyksiä ja ohjeita, kuinka rakennukset täytyy tai olisi täytynyt rakentaa kunakin aikakautena. Rakennustyön yleiset laatuvaatimukset (RYL) sekä RT -kortit ja esim. RIL -julkaisut esittävät puolestaan hyvän rakentamistavan täyttyviä rakennustapoja.

Rakennuksessa havaittiin rakennusaikaisia virheitä ja puutteita, joilla oli todennäköisesti merkitystä talon sisäilman laadun heikkenemiseen.

Nyt tehdyn tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakennuksessa olevat sisäilmaan mahdollisesti heikentävästi vaikuttavat viat ja puutteet sekä esittää tarvittavat korjaustapaehdotukset ja korjausten jälkeen suorittaa jatkotutkimukset sisäilman laadun kannalta.

1. TEHDYT KUNTOTUTKIMUKSET

Tutkimuksen alussa mitattiin ilman olosuhteet (RH ja lämpötila) ulkoa, sisältä ja ryömintätilasta. Lisäksi mitattiin sisäilman paine-ero vaipan yli ulos, yläpohjaan ja ryömintätilaan.

Samalla taloon jätettiin taloon 4 kpl loggereita, mitkä mittasivat sisäilman suhteellisen kosteuden, lämpötilan ja hiilidioksidipitoisuuden 2 viikon seurantajaksolta. Paine-eron seurantamittauksia tehtiin samoin 2 viikon seurantajakson ajan kolmella eri loggerilla.

Tutkimuksen yhteydessä avattiin rakenteita ja otettiin materiaalinäytteitä yhteensä 10 kpl.

Rakennekosteusmittauksia tehtiin alapohjasta 4 kpl, ulkoseinien alaohjauspuun kosteus mitattiin 4:stä kohdasta ja viiltomittauksia lattian laminaatin alusmateriaalin sekä betonilattian välistä tehtiin myös 4:stä eri kohdasta.

Sisäilmasta tutkittiin haihtuvat orgaaniset hiiliyhdisteet (VOC) ja aldehydit.

Kuitunäytteitä otettiin geeliteippeihin laskeutuneesta pölystä yhteensä 2 kpl.

Avustavana tutkimuksena suoritettiin lämpökameralla tarkastus mahdollisten ilmavuotopaikkojen havainnoimiseksi.

2. TUTKIMUSTULOKSET

2.1. Silmämääräiset havainnot

Ryömintätilan tuuletus on puutteellinen, maanpinnan täyttökerros on liian hienojakoista, ryömintätilaan on jätetty jo osin lahonnutta puutavaraa. Lisäksi alapohjan läpiviennit ovat tiivistämättä.

Salaojitus on tehty virheellisesti. Salaojitus on tehty ilman tarkastuskaivoja ja salaojaputkien kaadot ovat virheelliset, putkien päällä on suuria kiviä ja putkien ympärillä on täyttömaata, mikä sisältää hienoainesta.

2.2. Olosuhdemittaukset

Sisäilman lämpötila, suhteellinen kosteus ja hiilidioksidipitoisuus olivat tarkasteluvälillä normaalilla tasolla. Myöskään paine-eromittauksissa ei ollut mitään normaalista poikkeavaa, vaan talo oli hieman alipaineinen ulkoilmaan, yläpohjaan ja ryömintätilaan nähden.

2.3. Materiaalinäytteet

Ulkoseinän alapäästä otetuissa materiaalinäytteissä ei havaittu olevan poikkeavaa mikrobikasvustoa. Pintabetonilattian päältä otetuissa näytteissä oli joko vahva tai heikko viite mikrobikasvusta.

2.4. Ilmanäytteet, kuidut

Ilmanäytteissä VOC-yhdisteiden ja aldehydien pitoisuudet olivat normaalit. Myös kuitunäytteiden kuitujen määrät olivat alle asumisterveysasetuksen antamien toimenpiderajojen.

2.5. Lämpökameralla tehdyt havainnot

Ulkoseinien alapäässä havaittiin olevan lievää ilmavuotoa, mutta lasketut lämpötilaindeksit olivat kuitenkin sillä tasolla, ettei niiden perusteella ole pakollista korjaustarvetta.

Ryömintätilasta alapohjan läpi tulevan viemärin tuuletusputken juuressa oli selvää ilmavuotoa ja tällä kohdalla myös pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksi oli alle asumisterveysasetuksen tyydyttävänkin tason eli ko. kohdassa on tälläkin perusteella pakollista korjaustarvetta.

3. JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITELTAVAT KORJAUSTYÖT

3.1. Ryömintätila

Ryömintätilan tuuletus on puutteellinen, ryömintätilan maa-aines on liian hienojakoista ja ryömintätilaan on jätetty lahoavaa puumateriaalia. Näistä johtuen ryömintätilaan muodostuu poikkeuksellisen paljon mikrobikasvustoa, mikä pääsee sisäilmaan alapohjan ilmavuotojen kautta. *Suositus: Ryömintätilan tuulettamista parannetaan vastaamaan RakMkC2 määräyksiä. Lisäksi ryömintätilan maan pinnalta sekä muista rakenteista poistetaan kaikki orgaaninen materiaali ja maapinnan päälle asennetaan suodatinkangas sekä puhalletaan leca-soraa 200 mm paksu kerros.*

3.2. Salaojitus

Talon ympäriltä puuttuu kokonaan hallittu ja toimiva salaojajärjestelmä. Tämä lisää ryömintätilan kosteusrasitusta ja aiheuttaa kosteuden kapillaarista nousua sokkelirakenteisiin. *Suositus: Talon ympärille rakennetaan toimiva salaojajärjestelmä.*

3.3. Talon sisäpuoli

Koska väliseinän alaohjauspuun alla olevassa bitumihuovassa samoin kuin laminaattilattian alla olevassa askeläänieristeessä on poikkeuksellista mikrobikasvustoa, viittaa se siihen, että pinta-betonilaatta ei ole ehtinyt kuivua riittävästi rakennusaikana ennen lattian päälle tulleiden rakenteiden ja pinnoitteiden asentamista.

Lisäksi ryömintätilasta tuleva viemärin tuuletusputki on sisällä lämmöneristämättä, minkä seurauksena saattaa talvella kondensoitua sisäilman kosteutta kylmän putken ulkopintaan, mikä taas aiheuttaa mikrobikasvustoa putken alapään ympärillä oleviin rakenteisiin.

Suositus: Kaikki lattiapinnoitteet poistetaan lukuun ottamatta laattapintoja. Puurunkoisten väliseinien alapäätkatkaistaan ja niiden alla olevat bitumihuopakaistat poistetaan.

Ulkoseinien kipsilevyt katkaistaan 30 mm korkeuteen lattiapinnasta. Lattian ja seinän väliseen rakoon asennetaan butyylimassa sekä lattian ja seinän rajakohtaan esim. Ardex 8+9 vedeneristys valmistajan ohjeiden mukaan. Vedeneristys liitetään seinällä höyrynsulkumuoviin. Sama tiivistyskorjaus tehdään viemärin tuuletusputken läpiviennin alapohjaliittymään ja samalla viemärin tuuletusputki lämmöneristetään. Rakenteet rakennetaan ennalleen.

4. SEURANTATUTKIMUKSET

Korjaustöiden jälkeen otettiin Andersen-keräimellä talon sisäilmasta yhteensä 6 kpl ilmanäytteitä, joista tutkittiin sisäilman hetkelliset mikrobipitoisuudet ja -lajisto.

Näytteiden viljelytuloksien perusteella ei talon sisäilmassa ollut poikkeavia mikrobipitoisuuksia eikä -lajeja.

Sisäilmatutkimuksen lisäksi haastateltiin talon omistajia sen jälkeen, kun he olivat muuttaneet taloon takaisin ja asuneet siellä n. yhden kuukauden. Heidän tuntemuksiensa mukaan oli sisäilmaongelma saatu poistettua eikä heillä ollut enää mitään vastaavalaisia oireita, mitä ennen korjaustöitä oli ollut.

5. KIITOKSET

Suuret kiitokset esitän rkm, rakennusterveysasiantuntija Harri Nymanille, joka toimi opinnäytetyöni ohjaajana ja oli suurena apuna itse koko tutkimuksen ja myös opinnäytetyön kirjoittamisen ajan. Lisäksi kiitän työnantajaani Suomen Sisäilmatutkimus Oy:tä, joka mahdollisti työajan puitteissa tehdyt opinnäytetyöt ja joka osin myös taloudellisesti tuki tehtyjä tutkimuksia.

6. LÄHDELUETTELO

Rakennusmääräyskokoelma RakMk C2, 1998.

Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetus v. 2015.

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Osa I-V. Valvira 2016.

1920-LUVUN VUOKRATALOJEN KUNTOTUTKIMUS JA KORJAUSEHDOTUKSIA

Mauri Pihlajaviita

TIIVISTELMÄ

Tämän kuntotutkimuksen lähtökohtana oli selvittää Porin kaupungin omistamien Sahamäenkadun 1920-luvulla rakennettujen vuokra-asuntojen rakenteiden kuntoa tulevaa myyntiä varten, jotta pystytään antamaan alustavaa tietoa rakenteiden kunnosta sekä laatimaan korjaus- ja kunnossapito ehdotuksia. Nämä neljä vuokrataloa ovat osa Reposaaressa entisen saha-alueen vuokrataloista joita on yhteensä 8 kpl + sauna/talous rakennus ja lisäksi alueella on kaupungin omistamia muita rakennuksia jotka ovat kuuluneet entisen sahan toimisto-, ja hallintorakennuksiin.

1. JOHDANTO

Kuntotutkimuksen avulla saadaan lähtötiedot rakennuksen sisäilmaston ja mahdollisten kosteusvaurion korjaussuunnittelulle ja antamaan alustavia korjaus- ja kunnossapitoehdotuksia. Kuntotutkimuksessa selvitetään rakenteiden korjaustarve, eli käytetyt rakenteet ja niiden riskit, vauriot, niiden tyyppi, syyt sekä laajuus.

Tarkoituksena on määrittää vauriot ja arvioida tarvittavat toimenpiteet lisätutkimusten tarvetta. Rakennus, jossa havaitaan kosteusvaurion seurauksena syntyneitä haitallisia mikrobikasvustoja. Yleensä kosteusvaurion merkkejä ovat näkyvät kosteusvauriot, homeen haju, sekä rakennuksen käyttäjien oireilu.

Rakennustekniset tutkimukset alkavat rakennuksen dokumentteihin tutustumalla. Sekä tutustumalla rakennuksiin, jolloin tehdään aistinvaraisia havaintoja. Rakennusteknisessä tutkimuksessa tehdään analyysi rakennuksen lähtötietojenperusteella mahdollisista riskialttiista kohdista.

Aistinvaraisessa tarkastelussa käydään kohde perusteellisesti läpi. Tarkastus tehdään sisä- ja ulkopuolelle. Aistinvaraisessa tarkastelussa tehdään havaintoja sisäilman laadusta, näkyvistä kosteusvaurioista, rakennuksen vääristä käyttötottumuksista sekä mm. riskialttiista rakenneratkaisuista. (Sisäilmayhdistys ry.) Rakennusteknisiin tutkimuksiin kuuluvat mm. kosteuden mittaukset sisäilmasta ja rakenteista, käytettyjen rakenteiden tutkiminen rakenneporauksin ja avauksin sekä rakennuksen painesuhteiden selvittäminen.

Sisäilmamittauksilla selvitetään rakennuksen ilman laatua. Sisäilman suhteelliseen kosteuteen vaikuttaa sisäilman lämpötila ja ilmanvaihto, sisäpuoliset kosteuslähteet sekä ulkoilman lämpötila ja suhteellinen kosteus. Talvella sisäilman suhteellinen kosteus on alhaisempi kuin kesällä. Sisäilman suhteellinen kosteus voi vaihdella voimakkaasti riippuen siitä, mitä tiloissa tehdään.

Rakenteiden kosteusmittaukset on hyvä aloittaa pintakosteusmittauksella. Pintakosteusmittaus on suuntaa -antava menetelmä, sillä pintakosteusilmaisim perustuu rakennusmateriaalin sähkönjohtokykyyn. Pintakosteusilmaisimella voidaan siis selvittää materiaalissa olevia kosteuseroja.

2. TUTKIMUS

Näissä tutkittavissa taloissa on yhteensä 10 kpl asuntoja 6 kpl 2h+k+ph+ ullakko ($n.60m^2+50m^2$) ja 4kpl 1h+k+ph+ullakko ($n.30m^2+20m^2$). Huoneisto ala yhteensä $n.480m^2$ ja kerrosala $n.860m^2$. Tutkimuksiin sisältyi asukaskyselyt sekä rakennetutkimukset.

Rakennusta tutkittiin aistinvaraisesti, kosteusmittauksin, rakenneavauksin ja porauksin. Mikrobinäytteitä tai muita sisäilmatutkimuksia ei tässä tutkimuksessa tehty koska rakennukset olivat vanhoja purueristeisiä puurakennuksia. Rakennuksesta luultavasti löytyy erilaisia mikrobivaurioita, ja vanhoja kosteusvaurioita jos rakenteita avataan enemmän. Mutta tämän tutkimuksen perusteella rakennukset ovat välttävissä kunnossa. Toiset huoneistot ovat ikäänsä nähden hyväkuntoisia ja asukkaat ovat asumisoloihinsa suhteellisen tyytyväisiä.

Kohteessa tehtiin 15 kohtainen asukaskysely, jolla oli tarkoitus tiedustella asukkaiden tyytyväisyyttä ja saada pohjatietoa rakenteiden kunnosta sekä mahdollisista kosteus ja homevaurioista.

Rakennustekniset tutkimukset alkoivat rakennuksen dokumentteihin tutustumisella sekä tutustumalla rakennuksiin, jolloin tehtiin myös aistinvaraisia havaintoja.

Aistinvaraisessa tarkastelussa käytiin kohde perusteellisesti läpi. Tarkastus tehtiin sisä- ja ulkopuolelle.

Rakennusteknisiin tutkimuksiin kuuluvat mm. kosteuden mittaukset sisäilmasta ja rakenteista, rakenteiden tutkiminen rakenneporauksin ja avauksin sekä rakennuksen ilmanvaihdon selvittäminen.

Korjaussuunnitelmien ehdotuksia laadittiin eri vauriokohteista ja annettiin myös kunnossapitoehdotuksia.

3. HAVAINNOT JA KORJAUSEHDOTUKSET

Rakennuksen runko ja ulkovaippa

Rakennusten runko on puurakenteinen. Runko on umpeen laudoitettu ulko- ja sisäpuolelta ja välissä on purueriste. Ulkovaippa pystyyn laudoitettu. Sokkeli on betonia. Ylä-, väli-, alapohja ovat puurakenteiset, joissa eristeenä purua ja lasivillaa.

Rakennukset olivat ulkoapäin välttävässä kunnossa. Saumavesikatteet olivat alkaneet jo ruostua ja vaativat pikaisesti huoltomaalauksen. Pieniä vesivuotoja havaittavissa vesikaton aluslaudoituksessa, mutta asukkaiden mukaan ei sisätiloihin ole tullut vettä.

Vesikaton huoltomaalaus ja mahdollisten vuotokohtien tiivistäminen.

Savupiipuihin oli asennettu piipun hatut muutama vuosi sitten. Viemärien tuuletusputkista sekä wc ja suihkutilojen ilmastointiputkista puutuivat vesikaton yläpuoliset ”hatut”

Asennettava Ilmastointi- ja viemärien tuuletusputkien ”hatut”

Julkisivukunnostuksia rakennuksiin ollaan tehty vuosienmittaan ja viimeinen julkisivulaudoituksen uusinta ja maalaus ollaan tehty vuonna 2016. Osa vanhoista julkisivulaudoituksista oli huonokuntoisia.

Julkisivulaudoitus uusinta (1-5v), samalla tarkistettava purueristeen kunto ja on suositeltavaa lisälämpöeristää rakennus ulkoa päin.

Julkisivulaudoituksen takaa eristetilassa tehtiin kosteusmittauksia, mutta kosteutta ei näistä mittauskohdista löydetty.

Sahmäenkatu 5 6.4.2017

	t/*C	RH%	g/m3
Ulko-olosuhteet	6,7	78,2	5,9
MP1 (ulkoseinä)	8,9	72,4	6,3
MP2 (ulkoseinä)	7,7	72,3	5,8
MP3 (ulkoseinä)	6,6	76,6	5,7
Mittalaite	Rotronic	HP22-A	Kalb.3/17

Ikkunat pokat ja ulko-ovet olivat maalauksen tarpeessa, mutta isompia lahovikoja ei karmeissa näkynyt. Osa ulko-ovista ja ovien karmeista pitäisi vaihtaa huonon kunnon sekä ovien ja karmien kulunseisyyden ja ilmatiiveyden takia.

Rakennuksissa ei ole salaojia eikä hulevesijärjestelmiä. Vesikaton sadevedet valuvat sokkelin ulkonurkkiin ja kellaritilaan.

Salaojat ja hulevesijärjestelmät tulisi rakentaa.

Betonisten ulkoportaiden päältä puutuvat lumiesteet ja katokset jotka estäisivät portaiden rapautumisen ja jäätyminen. Porraskaiteet puutuivat osasta asunnoista ja osassa kaiteet olivat uusimisen / kunnostus tarpeessa. Sadevedet olivat johdettu ohi portaiden vesikourun avulla.

Vesikatolle tulisi asentaa lumiesteet ja katokset portaiden päälle. Sadevedet johdettava sadevesikaivoihin.

Ullakko

Ullakot ovat täysin rakentamattomia joista pääsi hyvin tutkimaan vesikaton ”harva” laudoitusta. Ulakoiden lattiat olivat umpeen laudoitetut. Monet asukkaat olivat varastoineet ullakolle vanhoja vaatteita, sekä vanhaa käyttötavaraa.

Ullakkotilat tulisi siivota ylimääräisestä palokuormasta. Yläpohja olisi hyvä lisälämpöeristää esim. puhallusvillalla.

Kellarikerros

Kellaritiloissa on paljon ihmisten jättämää irtto-, ja puutavaraa, sekä maaperä on osittain pilaantunut. Kellarikerroksesta pystyi hyvin tarkistamaan viemäriputkisto eristeet, jotka olivat pääosin kunnossa.

Kellaritilat tulisi puhdistaa ylimääräisistä tavaroista ja orkaanisesta materiaalista. Pilaantunut maa tulisi poistaa, maaperä desinfioida ja tilalle asentaa kapillaarikerros.

Rakennuksissa 5 ja 7 oli kellarikerroksen maaperä jo puhdistettu ja lisätty uusi sorakerros estämään kapillaarista kosteuden nousua rakenteisiin.

Sisäpinnat

Asuntojen sisäpinnat olivat vaihtelevassa kunnossa. Toisiin asuntoihin ei olla tehty mitään muutos-, tai kunnostustöitä 1987 peruskorjauksen jälkeen. Muutamat asunnot taas olivat erittäin siistissä ja hyvässä kunnossa. Asuntoja on tapetoitu ja maalattu vuosien mittaan, sekä kalusteita uusittu rikkoutuneiden tilalle. Kosteustutkimuksissa löytyi yksi vaurioitunut keittiön, allaskaappi joka uusittiin.

Märkätilat

Wc / suihkutilat olivat vaihtelevassa kunnossa. Peruskorjaus suoritettu 1986-1988 jonka jälkeen tiloihin on tehty vain huoneistokohtaisia korjauksia. Kosteustutkimuksissa löytyi yksi vaurioitunut pesuhuone, joka peruskorjattiin perusteellisesti keväällä 2017.

Ilmanvaihto

Rakennuksissa on panovoimainen ilmanvaihto. Muutamiin wc /suihkutiloihin on asennettu sähköinen poistoilmapuhallin. Ullakolta pystyi tarkistamaan wc / suihkutilojen iv-kanavan sekä viemärien tuuletusputket. Putket olivat eristetyt ja pääosin hyvässä kunnossa. Putkieristys olisi hyvä tarkistaa

Ilmanvaihtoa tulisi tarkastella kokonaisuudessaan ja rakentaa nykyaikainen ilmanvaihto. Ilmanvaihtoa suunnitellessa tulee huomioida kuitenkin vanhan rakennuksen tiiveysongelmat. Ullakoilla olisi tilaa talokohtaiselle ilmanvaihtojärjestelmälle.

Vesi- ja viemäriputkisto

Vesi- ja viemäriputkisto on uusittu 1986-1988. Putkisto on hyvässä kunnossa. Alapohjien viemäriputkiston eristys olisi hyvä tarkistaa.

Vesikalusteet

Vesikalusteet on uusittu 1986-1988. Jonka jälkeen niitä on korjattu sekä uusittu aina tarpeen mukaan. Nyt olisi hyvä tarkistaa vesikalusteiden kunto, löytyykö vuotavia, tiputtavia kalusteita sekä uusia vialliset vesikalusteet

Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmänä toimii suora sähkölämmitys. Osassa asunnoissa on vielä 1980 –luvun lämmityspattereita. Lämmityspatterit tulisi tarkistaa ja uusia tarpeen mukaan.

Savupiiput, hormit ja takat

Savuhormit on nuohottu vuosittain. Muutama savuhormi sekä takka on käyttökiellossa rapautumisen takia. Savuhormeihin tulisi laittaa sisäpiiput ja vaurioituneet takat korjata.

4. KIITOKSET

Kiitos työnantajalleni mahdollisuudesta suorittaa rakennusterveysasiantuntijakoulutus, työtovereille, pajaryhmälle ja Rauno Sandbergille sekä koulutuksen järjestäjille.

5. LÄHTEET

Puurakenteiden suunnittelu. Unto Siikainen ja Rakennustieto Oy 1998

Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen Ympäristöopas 28.

Asumisterveysohje. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1. STM. Helsinki 2003

1950-LUVUN TOIMISTORAKENNUKSEN KELLARIKERROSTEN KUNTOTUTKIMUKSET JA KORJAUSTAPAVAIHTOEHTO

Juho Lipponen

Suomen Sisäilmakeskus Oy

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä käydään läpi 1950-luvulla rakennetun toimistorakennuksen kahden maanpinnan alapuolella sijaitsevien kellarikerroksen sisäilma- ja kuntotutkimukset sekä yksi korjaussuunnittelun vaihtoehtoista. Kellarikerroksissa oli runsaasti kosteusvaurioita ja vesivuotoja, jotka vaikuttivat rakenteisiin, varastoituihin tavaroihin sekä sisäilmaan. Tiloissa työskenteli viisi työntekijää, joista osa koki oireilua. Oireilujen epäiltiin liittyvän työpaikalla oleviin sisäilmaa heikentäviin lähteisiin.

Kuntotutkimuksissa selvisi, että rakenteisiin oli jätetty muottitappeja ja –lautoja (yleistä tämän aikakauden rakentamisessa), jotka olivat ulkopuolisen kosteuden vaikutuksesta kosteus- ja mikrobivaurioituneet. Alapohjan alapuolinen maaperä oli märkää ja jopa vetistä. Alapohjalaatan ja perusmuurin välinen liitoskohta oli epätiivis, joten maaperän ja vaurioituneiden materiaalien epäpuhtauksien kulkeutuminen vuotoilman mukana huoneilmaan oli yksi suurimpia syitä huoneen sisäilman laatuun.

Korjaussuunnittelussa suurimpia haasteita aiheuttaa perusmuuria ja alapohjaa rasittava ulkopuolinen kosteus sekä rakenteiden epätiivisyys. Alempi kellarikerros on syvimmillään noin 9 m maanpinnan alapuolella ja rakennus sijaitsee vilkkaasti liikennöityjen katujen varressa. Olosuhteista johtuen perusmuuriin on suunnitteilla negatiivisen puolen vedeneristys. Alapohja on suunniteltu saneerattavaksi käyttöönotettavilta osilta.

1. JOHDANTO

Tutkimusten tarkoituksena oli selvittää kellarikerrosten rakenteiden kuntoa korjattavuuden selvittämiseksi. Tutkimukset kohdistuivat pääosin rakenteiden kosteus- ja mikrobiologisiin ongelmiin sekä vanhoihin rakenteiden vaurioihin ja niiden laajuuteen. Opinnäytetyössä käydään läpi projekti tutkimusten ensimmäisestä arviokäynnistä korjaussuunnitteluun.

Työ on luokiteltu salaiseksi, joten tässä ei esitellä kohteen ja analyysivastausten tarkkoja tietoja.

2. KOHDE

Kyseessä oli vuonna 1956 valmistunut 7-kerroksinen pilari- palkkirakenteinen toimistorakennus, jonka alemmassa kellarikerroksessa oli lähinnä arkisto- ja varastotiloja, niihin liittyviä so-

siaalituloja ja pieni toimistokäytössä oleva tila sekä väestönsuoja. Ylemmässä kellarikerroksessa oli mm. autohalli ja IV-konehuone. Kellaritiloihin johti ajoluiska, mikä toimi tavaroiden kuljetusta varten. Osittain ylemmän kellaritilan päällä oli pihakansi.

3. SISÄILMATUTKIMUKSET

Sisäilmatutkimukset perustuivat aiemmin tehtyyn riskikartoitukseen sekä sen pohjalta laadittuun tutkimussuunnitelmaan. Tutkimusten tavoitteena oli selvittää mittauksin, näyttein ja rakennusteknisin tutkimuksin rakennuksessa vallitsevia olosuhteita, sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä sekä koettujen oireiden mahdollista syy-yhteyttä havaittuihin ongelmiin.

Ilmanvaihto ja painesuhteet

Ilmanvaihdon osalta todettiin, että osassa tarkasteltavia tiloja tuloilmavirrat olivat huomattavasti pienemmät kuin Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 esitetyt ohjearvot. Alakellarissa sijaitseva rasvasäiliöhuone oli jatkuvasti hieman ylipaineinen, mikä aiheutti hajujen leviämisen ympäröiviin tiloihin.

Sisäilmamittaukset ja mikrobimateriaalinäytteet

- huoneista otettiin neljä pintapölynkoostumusnäytettä ja kaikki sisälsivät tavanomaista huonepölyä
- kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä tutkittiin kaksi näytettä mikrobimäärityksiä varten tiloissa, joissa henkilökuntaa pääasiassa työskentelee
 - huoneen 1 (toimistotila) näytteessä todettiin kohtalainen (++) mikrobikasvusto ja yksittäisiä pesäkkeitä (1-10 pesäkettä) kahta kosteusvaurioita indikoivaa lajia
 - huoneen 9 (pakkausalue) näytteessä todettiin niukka (+) mikrobikasvusto, yksittäisiä pesäkkeitä (2-3 pesäkettä) kahta kosteusvaurioita indikoivaa lajia
- seinä-, lattia- ja kattopinnoista otetuissa materiaalinäytteissä todettiin mikrobivaurioita

Materiaalinäytteissä ja pinnoille laskeutuneessa pölyssä todettiin osittain samoja mikrobilajeja kuten *Aspergillus versicolor*, *Penicillium* ja *Engyodontium*, mikä viittaa rakenteissa oleviin mikrobilähteisiin.

4. ASBESTI- JA HAITTA-AINEKARTOITUS

Kiinteistöstä oli asbestipitoisia palo-ovia ja asbestia sisältävää bitumiliimaa. Vanhoissa putkissa oli tehty asbestipitoisten eristeiden poisto, mutta putkien pinnoissa oli työn jäljiltä kapseloituna asbestijäämiä. Rakenteiden sisällä olevissa alkuperäisissä putkistojen eristeissä oli eristysmuotin sisäpinnalla asbestia. Ravasvanerotuskaivohuoneessa lattian vinyylilaatat oli kiinnitetty asbestia sisältävällä pikiliimalla.

Lattiamaalissa oli vaaralliselle jätteelle asetettujen raja-arvojen ylittävä määrä raskasmetalleja. Lattian alapuolinen koksikuonaeristys sisälsi dioksiinia ja furaania.

5. KOSTEUSTEKNISET KUNTOTUTKIMUKSET

Tutkimusten tarkoituksena oli selvittää kellarikerrosten (alakellari ja yläkellari/autohallin) rakenteiden kuntoa korjattavuuden selvittämiseksi. Tutkimukset kohdistuivat pääosin rakenteiden kosteus- ja mikrobiologisiin ongelmiin sekä vanhoihin rakenteiden vaurioihin ja niiden laajuuteen.

5.1. Perusmuuri

Perusmuurirakenteita avattiin sisäpuolelta useasta eri kohdasta. Perusmuurin rakennetta tutkittiin mm. poistamalla sisäpuolista tiiliverhousta sekä kosteusmittauksin. Perusmuurin ulkopuolisia rakenteita tutkittiin porareikien kautta tarkistuskameralla (endoskooppi).

Rakenteet luetellaan sisältä ulospäin.

Rakenne yleisesti:

- maali
- kahi-tiili 70 mm
- ilmarako 60 mm
- betoni noin 300 mm

Havainnot:

- tiilimuurauksen purkukohdassa oli voimakas ilmavirtaus huonetilaan päin kaikissa avauskohdissa
- perusmuurin ulkopuolella oleva hiekka oli märkää
- perusmuurin sisäpinnassa seinien alaosassa oli kosteuden aiheuttamia jälkiä suurimassa osassa huonetiloja
- alapohjalaatan ja perusmuurin välissä oli noin 50 mm rako tutkituilla alueilla
- em. rako oli täytetty hienolla hiekalla, seulanpääkivillä tai kallioulouheella, raon täytteen päällä oli bitumisively, bitumikermi, muurauslaastia tai tasoitetta
- perusmuurin muottilaudoitus oli poistamatta alapohjalaatan alapuolelta
- maanvastaisten seinien alaosissa oli runsaasti kosteuden aiheuttamia pinnoitevaurioita (vaurioiden oletetaan johtuvat rakenteen alta ja taustoilta todennäköisimmin kapillaarisesti tulevasta ulkopuolisesta kosteudesta)

5.2. Alapohja

Alapohjarakennetta avattiin useasta kohdasta eri puolilta kellarikerrosta. Alapohjaa tutkittiin pääosin rakennekosteusmittauksin. Tutkimuksissa käytettiin myös apuna tarkistuskameraa ja merkkisavua.

Rakenne yleisesti:

- maali

- betoni 70 mm
- bitumieriste
- betoni 80 mm
- seulanpääkiviä tai koksikuonaa

Havainnot:

- alapohjalaatan alapuolinen täyttömaa oli märkää
- alapohjalaatta oli 2-kerroksinen, kerrosten välissä oli bitumieriste
- betoni oli märkää bitumieristeen alapuolelta
- alapohjalaatassa ja rakenteiden liitoskohdissa oli runsaasti halkeamia, jotka mahdollistavat epäpuhtauksien pääsyn huoneilmaan
- alapohjalaatan kaivojen kannet ja tarkastusluukut olivat epätiivittä

5.3. Väliseinät ja välipohjat

Välipohjalaatan paksuudeksi arvioitiin noin 270 mm (paksuutta mitattiin autohallin lattiakaivojen kautta). Välipohjalaatan kuntoa arvioitiin aistinvaraisesti ja kosteusmittauksin. Autohallin välipohjan (lattia) ilmavuotoreittejä tutkittiin merkkisavulla. Välipohjien ja väliseinien kuntoa tutkittiin pääasiassa aistinvaraisesti.

Havainnot:

- välipohjalaatassa oli runsaasti kosteuden aiheuttamia jälkiä
- välipohjalaatassa oli useita epätiivittä läpivientejä
- välipohjalaatan alapinnassa oli runsaasti näkyvissä olevia poistamattomia muottitappeja
- välipohjalaatassa oli alapinnan raudoitusteräket (ruosteisia) monin paikoin näkyvissä
- autohallin lattiapinnoitteessa ja välipohjarakenteessa oli runsaasti halkeamia, suola ja sulamisvedet vaurioittavat välipohjalaattaa
- väliseinien alaosissa oli runsaasti kosteuden aiheuttamia jälkiä

6. KORJAUSSUUNNITTELU

Kuntotutkimuksissa todettiin rakenteissa olevan laajoja kosteusvaurioita, mitkä aiheutuvat vuotavasta pihakannesta, maanpaineseinän läpi tulleesta vedestä ja alapohjalaatan läpi kapillaarisesti nousevasta vedestä.

Tämä korjaussuunnitelma edustaa hankesuunnitteluvaiheessa esitettyjen vaihtoehtojen raskasta korjaustapaa. Tässä ei oteta kantaa pihakannen korjauksiin, koska sen korjaukset oli jo tehty.

Korjausten tavoitteena on saada tilat täyttämään terveellisuuden, turvallisuuden ja käyttökelpoisuuden vaatimukset.

Korjaukset kohdistuvat seuraavasti eri tiloihin:

Alempi kellarikerros

- alapohjarakenteet uusitaan kokonaan salaojakerroksineen noin 1000 m²:n alueelta
- alakellarin muiden tilojen vanha alapohjarakenne tiivistetään ulkoseinärakenteisiin
- väestönsuoja poistetaan tarpeettomana (Rava Ohje_Ark 01A)
- tekniset tilat suljetaan omaksi kaasutiiviiksi palo-osastokseen pohjapiirustuksen mukaisesti, tilaan järjestetään oma tulo-poisto ilmanvaihto
- ulkovaipparakenteet tiivistetään haitallista kosteutta vastaan negatiivisella vedeneristysratkaisulla
- uudet tilat suunnitellaan varastotiloiksi noin 1000 m², johon tulee oma ilmanvaihto
- tilojen väliset rakenteet tiivistetään
- palo-osastointi päivitetään vastaamaan suunnitteluratkaisua.

Ylempi kellarikerros

- ulkovaipparakenteet tiivistetään haitallista kosteutta vastaan negatiivisella vesieristyksellä
- ulkoseinärakenteita ei uusita sähköpääkeskus- ja muuntamohuoneissa, koska laitteiden siirtäminen on haastavaa
- palo-osastointi päivitetään vastaamaan suunnitteluratkaisua
- tilojen väliset rakenteet tiivistetään

KIRJALLISUUSLUETTELO

Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin. Työterveyslaitos. 10.6.2016

Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista 684/2015

Maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi, Ympäristöhallinnon ohje 2/2007

Pääkaupunkiseudun rakennusvalvonta, Väestönsuojan määräytymisessä, mitoituksessa ja peruskorjausvelvoitteessa huomioitavaa, Rava Ohje_Ark 01A (julkaistu 10/2011)

Rakennustieto. 2010. Betonin suhteellisen kosteuden mittausta, RT 14-10984 (julkaistu 1/2010)

Rakennustieto. 2011. PCB:tä ja lyijyä sisältävien saumaussmassojen purku. Menetelmät, Ratu 82-0382 (julkaistu 5/2011)

Rakennustieto. 2014. Haitta-ainetutkimus, Rakennustuotteet ja rakenteet, KH 90-00553 (julkaistu 6/2014)

Rakennustieto. 2014. Haitta-ainetutkimus, Tilaajan ohje, KH 90-00552 (julkaistu 6/2014)
Suomen rakentamismääräyskokoelma D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012.

Suomen rakentamismääräyskokoelma E1. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011.

Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 798/2015

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Osa I-V. Valvira 2016.

SISÄILMAONGELMAKOHTTEEN OSITTAINEN SISÄILMA- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS JA KORJAUSTYÖN VALVONTA

Eveliina Mattila

TIIVISTELMÄ

Työ käsittelee koulukohteen kellarin osittaista sisäilma- ja kosteusteknistä kuntotutkimusta sekä korjaustyön valvontaa ja siihen liittyviä laadunvarmistuksia.

Työn kohde on 1950-luvulla rakennettu osa suurempaa koulukokonaisuutta ja tutkimukset rajattiin koskemaan rakennuksen kellaritiloja. Kohteessa osa kellaritilojen luokista oli ollut pois käytöstä, koska tilat oli koettu sisäilmaltaan huonoiksi (oireilua henkilökunnalla). Kohteeseen oli tulossa lisää oppilaita seuraavana lukukautena, mikä aiheutti rakennuttajalle tarpeen saada tilat käyttökuntoon.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kellarikerroksen rajatulta alueelta rakenteissa esiintyvät ja sisäilman laatuun vaikuttavat kosteusvauriot ja muut sisäilman laatua heikentävät tekijät sekä esittää toimenpide- ja korjaustapaehdotuksia havaittujen ongelmien poistamiseksi.

Tutkimuksissa käytettiin seuraavia tutkimusmenetelmiä: aistinvaraiset havainnot, pintakosteuskartoitus ja piikkimittaukset, viiltokosteusmittaus ja ilmakestusmittaus, rakennekosteudenmittaus porareikämenetelmällä, rakenteista otettavat materiaalinäytteet mikrobianalyysijä varten, VOC-yhdisteet mattonäytteistä (bulk) sekä painesuhteiden ja ilmavirtausten mittaukset.

Tutkimuksissa löydettiin useita todennäköisesti sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä. Näistä merkittävimmät olivat ryömintätilassa olevat vanhat muottilaudat ja ilmayhteydet sisätiloihin, lattioiden muovimattojen vaurioituminen sekä mikrobivauriot eri pintamateriaaleissa. Havaittuihin rakenteiden ja materiaalien vaurioihin on todennäköisesti vaikuttanut aiemmin tapahtunut kellarin tulviminen, jonka jälkeen tilojen korjaukset on tehty osin puutteellisesti.

Tutkimustulosten perusteella kohteeseen suositeltiin seuraavia korjaustoimia:

- Sisäpihan sadevesien poisjohtamisen parantaminen, salaojien toimivuuden tarkistus
- Alapohjan pintarakenteiden uusiminen (muovimatot, liimat ja tasoitteet)
- Alapohjan pintamateriaalien uusimisen yhteydessä alapohjan ja kellariseinien ja läpivientien liittymien tiivistäminen
- Alapohjan luukkujen vaihto kaasutiiviiksi luukuiksi
- Ryömintätilan siivous
- Vaurioituneiden seinätasoitteiden ja pintamateriaalien uusiminen

Korjaustyöselostus ei kuulunut tähän opinnäytetyöhön, mutta se laadittiin tutkimuksessa suositeltujen toimenpiteiden pohjalta.

Korjaustyön alkaessa havaittiin vanhan sisäseinärakenteen poikkeavan oletetusta ja päädyttiin purkamaan sisäpuolen kuorimuuraus, eristeenä oleva toja-levy sekä ulkoseinän betonin sisäpinnassa oleva bitumisively. Ulkoseinille rakennettiin uusi kuorimuuraus kevytsoraharkoista. Korjaustyön valvontaa tehtiin normaalin työmaavalvonnan edellyttämällä tavalla, lisäksi suoritettiin laadunvarmistuskokeita kuten merkkiainekoe tiivistysten onnistumisen varmistamiseksi.

1. JOHDANTO

1.1. Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet

Kohteessa osa kellaritilojen luokista oli ollut pois käytöstä, koska tilat oli koettu sisäilmaltaan huonoiksi (oireilua henkilökunnalla). Kohteeseen oli tulossa lisää oppilaita seuraavana lukukautena, mikä aiheutti rakennuttajalle tarpeen saada tilat käyttökuntoon.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kellarikerroksen rajatulta alueelta rakenteissa esiintyvät ja sisäilman laatuun vaikuttavat kosteusvauriot ja muut sisäilman laatua heikentävät tekijät sekä esittää toimenpide- ja korjaustapaehdotuksia havaittujen ongelmien poistamiseksi.

1.2. Käyttäjiltä saadut tiedot

- Tilojen käyttäjillä on ollut mahdollisia sisäilmaan liittyviä oireita.
- Erityisen ongelmalliseksi oli koettu kellarin yksi luokkatila, jonka käyttö oli pidetty pienenä.
- Porissa vuonna 2007 suuren tulvan aikana myös tutkimuskohteessa oli ollut runsaasti vettä kellaritiloissa (lähes metri lattiapinnan yläpuolella).

1.3. Aiemmin tehdyt korjaukset

- Lattiapäällysteet oli uusittu vaiheen 1 tiloissa vuonna 2007.
- Kiinteistönhoitajan tilat ja teknisten tilojen lattia-pinnoite oli uusittu lähi-vuosien aikana.
- Ryömintätila oli alipaineistettu muutamia vuosia sitten.
- Vanhat valurautaviemärit oli pääosin uusittu muoviviemäreiksi ja samalla alapohjasta oli poistettu muottilautoja (viemäreiden kohdilta) vuonna 1999.

2. TUTKIMUS JA TUTKIMUSTULOKSET

2.1. Sokkelin vierustat ja pintavedet

Isoimpana ongelmana kohteella oli sadevesien lammikoituminen lähelle rakennuksen ulkoseinää (sadevesikaivolle). Salaojista ja patolevyjen sijainnista ei ollut varmuutta.

Kohteeseen suositeltiin jatkotoimenpiteiksi salaojien olemassaolon ja niiden kunnon selvitystä sekä sadevesien poisjohtamisen tehostamista sisäpihan sadevesikaivolta. Ongelmana saattaa

olla kaupungin verkon riittämättömyys, mutta kiinteistön ympärillä tehtävien muiden kaivuutöiden yhteydessä sadevesien poisjohtamista kannattaa pyrkiä mahdollisuuksien mukaan parantamaan. Veden lammikoituminen rakennuksen seinustoille tulee estää maanpinnan kallistuskorjauksilla ja sadevesien viemärointiä tehostamalla. Lisäämällä sadevesikaivoja voidaan parantaa sadevesiverkoston kapasiteettia saamalla verkostoon kaivojen myötä lisää tilavuutta sadevesien välivarastointiin (ns. viivytyskaivot), jolloin tulviminen yksittäisestä kaivosta väheenee.

2.2. Alapohja ja ryömintätila

Ryömintätilallisen alapohjan rakenne oli tehtyjen havaintojen perusteella sisältä ulospäin seuraava:

- lattian pintamateriaali
- tasoite
- betonilaatta
- purkamaton muottilaudoitus
- ryömintätila

Rakennuksen tutkitun osan alapohjan alla oli pääosin ryömintätilaa. Ryömintätilallisen alapohjan lattiamateriaalina on pääosin muovimatto (paikoin mosaiikkibetoni tai massalattia).

Ryömintätilassa havaitut alapohjan betonilaatan sekä betonipalkkien vanhat muottilaudat olivat silmin havaittavasti pitkälle lahonneita sekä mikrobivaurioituneita. Materiaalinäytteitä ei tästä johtuen ryömintätilan materiaaleista ollut tarpeen ottaa.

Alapohjan ja ulkoseinän liittymästä havaittiin satunnaisista kohdin ilmavuotoja huonetiloihin päin. Ryömintätilaan on rakennettu alipaineistus ja sen todettiin toimivan hyvin: ryömintätila oli noin 10 Pa alipaineinen huonetiloihin verrattuna. Mahdollisten alapohjan ilmavuotojen mukana ryömintätilasta voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan. Ilmavuotoja oli pyritty osassa tiloista pienentämään tiivistämällä mattojen ja seinien rajakohtia sekä alapohjan läpivientejä elastisella massalla.

Kellarin tiloihin suositeltiin täydellisiä tiivistyskorjauksia seinien ja lattioiden liittymäkohtiin sekä läpivientien kohdille lattioiden pintamateriaalien uusimisen yhteydessä.

Ryömintätilan pohjalla olevat rakennusjätteet ja orgaaninen materiaali sekä alapohjalaatassa ja palkeissa olevat muottilaudat suositeltiin poistettavaksi.

2.3. Sisätilat

Rakennuksen alapohjassa (lattiassa) todettiin viiltomittauksilla ja porareikämittauksilla tavanomaista korkeampia kosteuspitoisuuksia varsinkin uusittujen muovimattojen alueella lattioiden keskiosissa.

Keskilattiasta otettujen VOC-näytteiden emissioista suuri osa oli 2-etyyli-1-heksanolia, joka yleensä viittaa lattiamattojen kemialliseen hajoamiseen. Ulkoseinän vierestä otetussa näyt-

teessä VOC-näytteen kokonaisemissio oli muita näytteitä pienempi ja lisäksi 2-etyyli-1-heksanolin pitoisuus oli selvästi muita näytteitä pienempi. Tulosten perusteella on mahdollista, että muovimatot on asennettu ennen kuin lattiavalut (pintalaatta ja/tai tasoite) ovat kuivuneet riittävästi ja lattiamaton ja liimojen kemiallinen hajoaminen on päässyt käynnistymään. Lattiamatosta otetussa näytteessä ei esiintynyt viitteitä aktiivisesta mikrobikasvusta, mutta yhdessä näytteessä esiintyi pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa.

Oppilaiden wc-tilojen sekä siivoustilan lattiapinnoitteet halkeilivat ja olivat paikoin kopoja. Kiinteistöhoitajan tiloissa ja teknisissä tiloissa muutamia vuosia sitten uusittu lattian pinnoite halkeili ja irtoili voimakkaasti.

Suosittelavat korjaustoimenpiteet olivat kellarin kaikkien tilojen lattioiden pintamateriaalien ja tasoitteiden uusiminen. Lattiatasoite tulisi poistaa kokonaisuudessaan puhtaaseen betonipintaan saakka.

Lattiamattojen ja –tasoitteiden uusimisen yhteydessä suositeltiin tiivistämään ulkoseinien alaosan ilmavuodot. Työtä varten tilat tulisi tyhjentää kokonaisuudessaan, ilmanvaihto sulkea ja tilat alipaineistaa ympäröiviin tiloihin nähden. Työn lopuksi pinnat siivotaan huolellisesti.

Suosittelimme alapohjassa olleiden epätiivien lattiauukkujen alle asennettavaksi kaasutiiviitä luukkuja.

Koska vaurioituneista materiaaleista voi olla imeytynyt betoniin kosteusvaurioyhdisteitä, suosittelemme, että betonin pintaa tuuletetaan kahden viikon ajan tasoitteiden poiston jälkeen. Samalla tilan ilmanvaihtoa tehostetaan ja huoneen sekä lattian pintarakenteen lämpötilaa nostetaan noin 30 – 35 °C:n.

Otettujen materiaalinäytteiden perustella seinissä käytetty tasoite oli kosteudesta vaurioituvaa. Suosittelemme, että kaikki kupruileva tasoite poistetaan kokonaisuudessaan varoalueineen.

2.4.Yhteenveto suositelluista toimenpiteistä

2.4.1. Lisätutkimukset:

Sadevesien poisjohtamiseksi sisäpihalta suosittelemme lisätutkimuksin selvitettäväksi. Mahdollisuuksia tehostaa sadevesien poisto sisäpihalta siten, että kapasiteetti riittää poistamaan vedet (kaupungin verkostoon).

Salaojien olemassaolo ja niiden kunto on suositeltavaa selvittää.

Asbestia sisältävät materiaalit tulee purkaa asbestipurkuna. Jos rakennukseen ei ole teetetty haitta-ainekartoitusta, tulee sellainen teettää ennen korjauksiin ja lisäselvityksiin ryhtymistä.

Korjaussuosituks:

- Mikäli rakennuksen kaikilla seinustoilla ei ole salaojitusta, suosittelemme sen tekemistä

- Sisäpihan sadevesien poisjohtamisen parantaminen
- Suosittelemme alapohjan pintarakenteiden uusimista
- Alapohjan pintamateriaalien uusimisen yhteydessä alapohjan ja kellariseinien ja läpivientien liittymien tiivistäminen
- Alapohjan tarkastusluukkujen alle kaasutiiviit luukut
- Ryömintätilan siivous
 - vanhojen muottilautojen purku ja rakennusaineiden poisto ryömintätilasta
- Vaurioituneiden seinätasoitteiden ja pintamateriaalien uusiminen

3. KORJAUSTYÖN SUUNNITTELU

Korjaustyö suunniteltiin tutkimukset tehneessä toimistossa, suunnittelijana toimi eri henkilö kuin tutkimuksissa tai valvonnassa mukana olleet. Korjaustyön suunnittelu tehtiin tutkimustulosten perusteella ja suunnitelmia päivitettiin tarpeen vaatiessa työn aikana.

Korjaustyö suunniteltiin kaikkiin tutkittuihin tiloihin.

4. TYÖN VALVONTA

4.1. Työn vaiheet

Korjaustyöt jaettiin kolmeen vaiheeseen rakennuttajan toiveesta siten, että luokkatilat ja käytävä toteutettiin tiukan aikataulun vuoksi ensimmäiseksi. Aula, wc-tilat sekä siivoustila korjattiin seuraavassa vaiheessa (vaihe 2). Viimeiseen vaiheeseen jäivät huoltotilat sekä henkilökunnan sosiaalityloja. Tässä työssä on käsitelty työn valvonnan osalta ainoastaan vaihe 1.

Vaiheen 1 korjaustyöt piti saada valmiiksi koulun kesäloman aikaan, jotta koulutyö ei häiriinny ja luokkatilat saatiin käyttöön syksyllä 2015. Vaiheeseen 1 kuuluivat kaikki kellarialueella olevat luokkatilat sekä luokkia yhdistävä käytävä. Vaiheen 1 tilat valikoituivat sen vuoksi, että ne ovat tilat, joissa oleskelu on pidempiaikaisempaa ja luokkatilat tarvittiin kaikki käyttöön. Muut korjaukseen menevät tilat ovat wc-tiloja, aula, siivoustila sekä teknisiä tiloja.

4.2. Työn aikaiset yllätykset

Ulkoseinien rakenne poikkesi suurimmaksi osin tutkimuksessa havaittuun. Korjaustyö laajeni näin ollen merkittävästi ulkoseinien osalta alun perin suunniteltuun verrattuna, mikä aiheutti luonnollisesti muutoksia aikatauluun sekä budjettiin. Aikataulu projektiin lähdettäessä oli jo rajoitettu (valmista tuli olla koulujen alkuun mennessä ja aloitus koulujen loputtua, urakka-aika kesti koulujen kesäloma-ajan). Aikataulun vuoksi töitä tehtiin myös viikonloppuisin valmistustavoitteen saavuttamiseksi.

Urakan aikana havaittiin myös välipohjassa olevan vanha tervapaperi betonisen välipojan alapinnalla. Tervapaperista tutkittiin haitalliset yhdisteet ja tästä todettiin PAH-yhdisteitä. Tervapaperi päätettiin poistaa (hionta), jonka jälkeen betonipinnat kapseloitiin epoksilla.

4.3.Urakan aikainen työmaan valvonta

Urakan aikana tehtiin normaalia työmaavalvontaa. Työmaakäynneistä tehtiin muistiot dokumentointina. Muistioihin on kirjattu tehdyt havainnot, työvaiheet, mahdolliset huomautukset sekä liitetty valokuvia kulloinkin käynnissä olevista työvaiheista. Kaikki otetut valokuvat on lisäksi toimitettu tilaajalle muistitikulle tallennettuna työmaan päätyttyä.

4.4.Laadunvarmistus

Työmaavalvonnan yhteydessä tehtiin aistinvaraista laadunvalvontaa urakoitsijan suorittamille tiivistys- ja muille rakennustöille. Aistinvaraisen työnlaadun arvioinnin tueksi tehtiin vaiheessa 1 tiivistyskorjausten jälkeen laadunvarmistuksena merkkiainekoe tiivistettyjen rakenteiden osalle.

Tutkimuksen perusteella voitiin todeta tiivistyskorjausten onnistuneen tutkitulla alueella. Ilmavuotoja ei havaittu kokeen ajaksi luodussa tilanteessa, jossa huonetilat olivat alipaineisia ryömintätilaan nähden. Normaalissa käyttötilanteessa ryömintätilaa pidetään poistopuhaltimella alipaineisena huonetiloihin nähden, mikä lisää varmuutta siitä, että hallitsemattomia ilmavuotoja huoneilmaan ei tapahdu.

5. KIITOKSET

Kiitokset kohteen tilaajalle, Porin Kaupungille sekä RTC Vahanen Turku Oy:n projektihenkilöille yhteistyöstä projektin aikana. Kiitokset myös opinnäytetyön valvojille Tiina Palviaiselle sekä Timo Hautalammelle avusta ja opastuksesta.

6. LÄHDELUETTELO

Rakennuksen osittainen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, RTC Vahanen Turku Oy :n raportti, päivätty 16.3.2015.

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö.

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>

1950-LUVUN OMAKOTITALON PERUSKORJAUKSEN VIRHEET KOSTEIDEN TILOJEN KORJAUKSESSA JA NIIDEN UUELLEEN KORJAUS

Jari Lehesvuori

TIIVISTELMÄ

Tämän työn tarkoituksena on selvittää, mitä 50-luvun pesutilojen peruskorjaus 80-luvulla on aiheuttanut talon rakenteille sekä miten ja minkälaisilla materiaaleilla korjaus on tehty. Työn osana on myös korjausehdotus sekä selvitetään rakenteiden fysikaalinen toimivuus ja kustannukset.

Alussa pesutilojen yleistarkastuksessa kesällä 2016 löydettiin koputtamalla irtonaisia laattoja seinän alaosassa. Irtonaiset laatat poistettiin, jolloin huomattiin laattojen alla olevan seinärakenteen kostuneen. Myös lattialaatoituksesta löydettiin sama ongelma, jolloin päätettiin tutkia kosteuden leviämistä tarkemmin.

Pintakosteusmittarilla mitattiin kosteuden määrää pinnoista laajemmalla alueella. Koska arvot olivat suuria, päätettiin ottaa porareikämittaus kolmesta kohdasta. Myös tämä mittaustapa antoi selviä viitteitä suuresta kosteusvauriosta. Tästä syystä koko pesuhuoneen ja saunan lattiat sekä seinien pintarakenteet runkorakenteisiin asti purettiin.

Kosteusvaurioihin löytyi kaksi selvää syytä. 80-luvun kosteuseristysmääräyksien mukaisesti tehty eristys ei ollut riittävä kyseisiin tiloihin. Toinen syy löytyi lattiakaivoon tehdystä pesukoneen poistoputken liitoksesta, joka oli tehty huolimattomasti.

JOHDANTO

Tässä tutkimuksessa selvitetään, onko 50-luvulla rakennetun ja 80-luvulla peruskorjatun talon pesutiloissa kosteutta ja kosteuden mahdollisia aiheuttajia. Tutkimus sisältää myös korjausehdotuksen talon pesutiloihin ja saunaan.

Heinäkuussa 1976 voimaan tulleissa veden- ja kosteuseristysmääräyksissä (Sisäasiainministeriö 1988, 1) ei vielä vaadittu vedeneristystä märkätiloihin. Tällöin ohjeistettiin suunnittelemaan ja rakentamaan kyseiset tilat siten, ettei vesi pääse ympäröiviin huonetiloihin eikä rakenteisiin haitallisissa määrin. Maanvaraisessa lattiassa ei vedeneristettä pidetty tarpeellisena.

80-luvulla rakennetuissa tai korjatuissa taloissa toistuvat samantapaiset virheet, jotka johtuvat usein siitä, että kosteus on päässyt sellaisiin paikkoihin, joihin sitä ei ole tarkoitettu. Rakentaminen on silloin pohjannut määräyksiin, jotka antavat mahdollisuuden tulkita määräyksiä eri tavoin. (Laurinen 2011, 13.)

Tällä hetkellä voimassa olevissa kosteuseristysmääräyksissä ohjataan vedeneristystä huomattavasti tarkemmin. Märkätiloissa pinnoitteiden on toimittava vedeneristysenä seinissä ja lattiassa. Muussa tapauksessa on tehtävä erillinen vedeneristys pinnoitteiden taakse. Eristysten on oltava riittävän sitkeä ja joustava, jotta se kestää saumoineen rakennustöistä aiheutuvat rasitukset. Sen tulee kestää myös käytönaikaiset rakenteiden liikkeet. Lattian kaltevuuksien tulee olla riittävät ja tasaiset, jolloin vesi pääsee valumaan esteettä kaivoon. Kaivon ja eristeen liitoksen on oltava riittävän tiivis, ettei vesi pääse eristeen alle, vaikka vesi kaivossa nousisi liitoksen yläpuolelle. Seinän ja lattian vedeneristykset limitetään toisiinsa niin, että ne muodostavat yhtenäisen saumattoman rakenteen, jotta seinää pitkin valuva vesi ei pääse vesieristuksen alapuolisiin rakenteisiin. (Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto 1999, 10–11.)

2 MENETELMÄT JA AINEISTO

Tutkimuksessa selvitetään talon kosteuslukemia pintakosteus- ja porareikämittarilla. Lisäksi tässä kappaleessa kerrotaan tutkimusaineistosta tarkemmin.

2.1 Kosteuden mittaaminen

Tutkimuksessa on käytetty kosteuden mittaamiseen pintakosteusmittaria sekä porareikämittausta. Pinta-anturi Gann B50 on dielektrinen kosteusanturi, joka on tarkoitettu kosteuserojen toteamiseen eri rakennusmateriaaleista, kuten esimerkiksi tiiliseinät, betoni, puu, eri lattiamateriaalit ja eristeet. Poikkeamat materiaali- ja tiheydessä saattavat vaikuttaa mittaustuloksiin. Materiaalin suuri tiheys/paino nostaa aina vertailuarvoa. Mittaukseen on annettu ohjeellisia vertailuarvoja. Jos lukema on yli 130, rakenteessa on vettä riippumatta materiaalin tiheydestä. Rakenteen sisältäessä sähköä johtavia materiaaleja tai kiteitä, hypähtää arvo vähintään 80:een, yleensä 110:n. Arvioitaessa mittarin arvoja, tämä tulee ottaa huomioon. (Käyttöohje: J.H. Laaksonen Oy.)

Mitattaessa pintakosteusmittaria tarkemmalla porareikämittarilla, olosuhteiden on oltava mahdollisimman lähellä normaalia käyttölämpötilaa ja porareikämittauksen suosituslämpötilaa. Tarkimman tuloksen saa lämpötilan ollessa +15-25°C asteen välillä. Huoneen lämpötilan ja rakenteessa olevan mittapään lämpötilaero ei saa olla yli 2°C. Porareikämittauksen aikana, eli porauksesta lukemien ottoon, olosuhteiden on pysyttävä riittävän vakaina. Mikäli edellä mainitut kriteerit eivät täyty, tulee kosteusmittaus tehdä näytepalamenetelmällä. (RT 14-10984.)

2.2 Tutkimusaineisto

Tutkimuskohde on 1950-luvun lopulla rakennettu yksikerroksinen omakotitalo, joka on peruskorjattu 1980-luvun alussa. Samaan aikaan rakennus on liitetty kunnalliseen viemäri- ja vesijohtoverkostoon. Rakennus varustettiin tällöin sisäpuolisilla vesijohdoilla ja viemäreillä.

Tutkimuskohde on rakennettu 50-luvun yleiseen tapaan, jolloin sauna ja pesuhuonetila olivat yhtenäiset. Peruskorjauksen yhteydessä pesuhuone erotettiin saunasta. Samassa yhteydessä vanha kaukalomainen betonilattia purettiin ja asennettiin lämmöneristeet uuden betonilattian

alle. Vanhoissa seinärakenteissa ei ollut lämmöneristeitä. 80-luvulla seinärakenteeseen lisättiin vanhaan runkoon 100 mm mineraalivillaa ja apurunko 50 mm, johon asennettiin myös mineraalivillaa. Pesuhuoneeseen oli asennettu Gyproc –levyn alle höyryn suluksi muovi ja saunaan panelin alle alumiinipaperi ja koolaus 22 mm. Pesuhuoneen seiiniin laatoituksen alle on sivelty kosteuseriste, mutta lattiaan ei sen aikaisten ohjeiden mukaisesti oltu asennettu kosteuseristystä.

3 TULOKSET

Alussa pesutilojen yleistarkastuksessa kesällä 2016 löydettiin irtonaisia laattoja seinän alaosasta koputtelemalla niitä. Irtonaiset laatat poistettiin, jolloin huomattiin laattojen alla olevan seinärakenteen kostuneen. Myös lattialaatoituksesta löydettiin sama ongelma, jonka vuoksi kosteuden leviämistä päätettiin tutkia tarkemmin.

Ensin kosteudet mitattiin pintakosteusmittarilla GANN B50. Arvot olivat välillä 85 ja 138. Arvojen ollessa näinkin suuria, päätettiin teettää porareikämittaus kolmesta kohdasta. Mittauslämpötila 21°C, RH1 71→13,0g/m³, RH2 83→15,2g/ m³ ja RH3 95→17,4g/ m³. Myös tämä mittaustapa antoi selviä viitteitä suuresta kosteusvauriosta. Tästä syystä koko pesuhuoneen ja saunan lattiat sekä seinien pintarakenteet runkorakenteisiin asti purettiin.

Kosteusvaurioihin löytyi kaksi selvää syytä. 80-luvun kosteuseristysmääräyksien mukaisesti tehty eristys ei ollut riittävä kyseisiin tiloihin. Toinen syy löytyi lattiakaivon tehdystä pesukoneen poistoputken liitoksesta, joka oli tehty huolimattomasti. 80-luvulla tehdyissä tai peruskorjatuissa taloissa myös lattiakaivon korokerengkaan asennus on aiheuttanut kosteusongelmia, jolloin kaivon ympärillä oleva laatoitus on irronnut. Useissa tapauksissa korokerengas on asennettu huolimattomasti tai jopa ilman tiivistettä, joka mahdollistaa kosteuden pääsyn renkaan taakse. Lisäksi tuon ajan yleisenä käsityksenä on virheellisesti ollut, että betoni estää kosteuden etenemisen. (Laurinen 2011, 46.)

Pintakosteusmittarin arvot ovat suuntaa-antavia. Porareikä tutkimus antaa luotettavan tuloksen, jos se tehdään ohjeiden mukaan huolellisesti. Tästä syystä mittaustulokset ovat luotettavat.

4 KORJausehdotus

Kosteusvauriokorjauksessa on tärkeää poistaa vaurion aiheuttaja ja uusia vaurioituneet rakenteet. Korjauksia ei ole syytä tehdä, mikäli ei ole tiedossa vaurion oikeaa aiheuttajaa. Muuten korjauksesta ei ole hyötyä tai pahimmassa tapauksessa, korjaus pahentaa ongelmaa. (Laurinen 2011, 14.) Korjausehdotukseen on laadittu purkutyö-, pölynhallinta- sekä korjaussuunnitelma.

Puretaan saunan ja pesuhuoneen seinät runkorakenteisiin asti, myös lämmöneristeet. Samoin pukuhuoneesta puretaan pintarakenteita selvitettäväksi, kuinka pitkälle kosteus on vahingoittanut rakenteita. Betonilattiat puretaan saunasta, pesuhuoneesta ja pukuhuoneesta, samoin lattian eristeet poistetaan sekä märkä hiekka niiden alta. Pölyn hallinta järjestetään osastoimalla työalue omaksi osastoksi, väliovi asuintiloihin suljetaan ja tiivistetään. Työaluetta myös alipaineistetaan asentamalla yhteen ikkuna-aukkoon puhallin.

Rakennuksen korjaus aloitetaan uusimalla mäsät ja vaurioituneet runkorakenteet. Alaohjauspuut ja runkotolpat uusitaan kokonaan. Lattian alle, suodatinkankaan päälle, tuodaan kuiva murske (16–32 mm). Tämän jälkeen asennetaan uudet lämmöneristeet ja valetaan uusi lattia, johon asennetaan lattialämmitys. Betonin kuivumista seurataan mittaamalla sen rakennekosteutta, että tiedetään sen alittavan vesieristeen asentamiselle vaaditun rajan. Kuivunut lattia vesieristetään tämän päivän määräysten mukaisesti (Katso johdanto.) sekä asennetaan uudet pintarakenteet.

5 KIITOKSET

Kiitokset osoitan Porin kaupungille, joka on antanut mahdollisuuden koulutukseen. Kiitän myös RTA-A ryhmää, jolta olen saanut kannustusta työn ohessa hoidetuissa opiskeluissa. Haluan myös kiittää työni valvojaa Mikko Tapiolaa, pitkäjänteisyydestä. Erityiskiitokset osoitan taisteluparilleni, joka on kestänyt ainakin toistaiseksi koulutusmatkoista johtuneet yksinäiset yöt.

6 LÄHTEET

Laurinen, M. 2011. 1980-luvun pientalojen rakenneratkaisut. Niiden yleisimmät ongelmakohdat ja korjausehdotukset.

Merikallio, T. Kosteusmittaus. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK00s740.pdf>. Luettu 23.3.2017.

Rakennustieto RT-kortisto. RT14-10984. www.rakennustieto.fi. Luettu 23.3.2017.

Sisäasiainministeriö. 1988. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Veden- ja kosteudeneristysmääräykset 1976. www.energiakorjaus.info/pages/files/...fi/C2_1976_Veden_ja_kosteudeneristys.pdf. Luettu 3.3.2017.

Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998. www.rakennustieto.fi. Luettu 25.3.2017.

KOULURAKENNUKSEN KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Tiina Janhunen

Suomen Sisäilmakeskus Oy

TIIVISTELMÄ

Työn tarkoituksena oli selvittää kohteena olevan koulurakennuksen sisäilman laatua ja turvallisuutta rakenneteknisin tutkimuksin. Lisäksi tutkittiin kohteen ilmanvaihdon toimintaa. Kohteessa suoritettiin aistinvaraisten havaintojen tueksi olosuhdemittauksia, kosteusmittauksia, merkkiainekokeita, rakenteiden avauksia ja otettiin materiaalinäytteitä rakenteista.

Koulurakennuksen alkuperäiset osat on rakennettu vuosina 1967 (yläkoulu) ja 1970 (ala-aste), rakennukset on yhdistetty hallinto-osalla vuonna 2008. Rakennusten osalla on aiemmin tehty lukuisia korjaustoimenpiteitä, mutta tilojen käyttäjät ovat korjauksista huolimatta kokeneet tiloihin liitettyä oireilua.

Tutkimuksissa havaittiin useita tekijöitä, jotka vaikuttavat rakenteiden kuntoon ja sisäilman laatuun. Suurimmat epäkohdat rakennuksen osalla liittyvät perustusten ja alapohjarakenteiden kosteusrasitukseen ja liittymien tiiviyyteen, ryömintätilojen ja putkikanaalien kuntoon ja liittymien tiiviyyteen, ulkoseinärakenteiden liittymien kuntoon ja tiiviyyteen, yläpohjarakenteiden tiiviyyteen ja paikallisiin vesikattovuotoihin sekä ilmanvaihdon toimivuuteen kokonaisvaltaisesti. Lisäksi havaittiin paikallisia ulkoseinä- ja ikkunarakenteiden kosteusvaurioita sekä kosteusvaurioita yläkoulun K-osan väestönsuojatilan päällä olevassa vaimennushiekkatilassa.

1 JOHDANTO

Rakennusten kosteus- ja sisäilmateknisten kuntotutkimusten lähtökohtana on selvittää ja arvioida tutkimusten kohteena olevan rakennuksen kunto rakennusteknisin keinoin. Teknisten selvitysten tueksi tarvitaan usein myös mikrobiologisia analyyseja., joiden avulla saadaan tarkempaa tietoa tilan, rakenteen tai materiaalin vauriosta ja vauriokohdan sijainnista.

Tutkimusten kohteena olevan kiinteistön alkuperäiset osat on rakennettu vuosina 1967 (yläkoulu) ja 1970 (ala-aste) ja rakennukset on yhdistetty hallinto-osalla vuonna 2008. Oppilaita koulussa on yhteensä 800 ja opetushenkilöstöä on 85. Koulukiinteistössä toimivat lisäksi päiväkotit, kirjasto, hammashoitola, terveydenhoitaja sekä valmistuskeittiö. Tilat on jaettu eri osiin kirjaintunnisteilla A-K. Osat A-G ovat ala-asteen puolta ja osat I-K yläkoulun puolta. Välissä on rakennukset yhdistävä H-osa. Rakennusten osalla on tehty lukuisia korjaustoimenpiteitä, mutta tilojen käyttäjät kokevat edelleen tiloihin liitettyä oireilua.

2 TUTKIMUSTEN TARKOITUS JA TUTKIMUSMENETELMÄ

Tutkimusten tarkoituksena on ollut selvittää kiinteistön sisäilman laatua ja turvallisuutta rakenneteknisin tutkimuksin.

Kohteessa suoritettiin aistinvaraisten havaintojen tueksi olosuhdemittauksia, kosteusmittauksia, merkkiainekokeita, rakenteiden avauksia ja otettiin materiaalinäytteitä.

Ilmanvaihdon toimivuutta tarkasteltiin mittaamalla sisäilman paine-eroa ulkoilmaan tai viereiseen tilaan nähden useamman päivän seurantana. Muutamissa huoneissa mitattiin sisäilman lämpötilaa ja kosteutta. Tuloilmakoneiden puhtautta ja toimivuutta tarkasteltiin aistinvaraisesti ja tulo- ja poistoilmavirrat mitattiin tilakohtaisesti.

Kosteuskartoituksessa tilannetta arvioitiin pintakosteusilmaisimella yleisellä tasolla. Tiloja ei käyty läpi systemaattisesti vaan mittaukset tehtiin ns. riskipaikoista ja satunnaisotantana seinä- ja lattiarakenteista, kuitenkin siten, että kaikkien vesipisteiden läheisyydestä sekä wc-tiloista, märkätiloista ja keittiöistä tehtiin pintakosteuskartoitus. Pintakosteuskartoituksella tehtyjä havaintoja tarkennettiin lattiapinnoitteen alta tehdyillä viiltomittauksilla. Varsinaiset kosteusmittaukset tehtiin RT-kortissa 14-10984 kuvatulla porareikämittauksella.

Rakennneosien välistä ilmatiiviyttä tutkittiin merkkiaineanalysaattorilla. Merkkiainekokeessa laskettiin kaasua tutkittavaan rakenteeseen ja analysaattorilla paikallistettiin rakenteista kohdat, joista kaasu virtasi huonetilaan. Merkkiainekoe tehtiin kohteen normaalissa ilmanvaihtotilanteessa.

Tutkimusten yhteydessä otettiin materiaalinäytteitä niistä rakenteen rajapinnoista tai materiaaleista, joiden epäiltiin olevan kosteusrasittuneet. Materiaalinäytteet otettiin Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen osan IV ohjeistuksen mukaisesti ja näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa.

3 OLENNAISIMMAT HAVAINNOT, JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUKSET

Rakennuksen osalla on aiemmin tehty lukuisia korjaustoimenpiteitä, rakenteita on uusittu ja rakenneliittymiä tiivistetty. Tehdyt korjaustoimenpiteet eivät ole olleet systemaattisia, korjauksia on tehty tilakohtaisesti. Perusteita ko. ratkaisuille ei ollut käytettävissä. Osa korjaustoimenpiteistä on tehty suunnitelmista poiketen ja korjausten laadunvarmistustoimenpiteistä ei löydy dokumentteja.

Jatkossa rakennuksen on tarkoitus säilyä oppilaitoksena, mutta tehtyjen tutkimusten perusteella on peruskorjaushankkeessa päädytty siihen, että osa rakennuksesta puretaan. Tutkimusten perusteella nykyistä käyttöä ja peruskorjausta ajatellen suurimmat ongelmat, joihin tulee kiinnittää huomiota liittyvät perustusten ja alapohjarakenteiden kosteusrasitukseen ja liittymien tiiviyyteen, ulkoseinärakenteiden liittymien kuntoon ja tiiviyyteen, yläpohjarakenteiden tiiviyyteen sekä

ilmanvaihdon toimivuuteen kokonaisvaltaisesti. Lisäksi ulkoseinä- ja ikkunarakenteiden paikalliset vuoto- / kosteusvauriot on huomioitava. Samoin yläkoulun K-osan väestönsuojatilan päällä olevan vaimennushiekkatilan kosteus välipohjan osalla on huomioitava.

3.1 Perustukset ja alapohjarakenteet

Rakennus on perustettu teräsbetonipaaluille. Paalutuksen päällä on kantavana rakenteena teräsbetoniseinä-/palkkirakenteet. Alapohjarakenteena on osin maanvarainen alapohjarakenne, osin kantava, ryömintätilallinen alapohjarakenne. Ala-asteen osalla sekä yläkoulun K-osalla alapohjarakenteet on uusittu edellisen peruskorjauksen yhteydessä.

Kohteen rakennuspaikka on vanhaa järven pohjaa ja alapohjarakenteen osalla havaittiin kosteusrasitusta alkuperäisten alapohjarakenteiden osalla sekä K-osan alapohjarakenteessa. Perustusten osalla on lämpöhalkaisu, joka on avoin seinärakenteeseen ja edelleen sisäilmaan. Sokkelirakenteessa on lukuisia liikunta-/työsaumoja, jotka ovat pääsääntöisesti avoimia ja alttiina kosteusrasitukselle. Niissä havaittiin orgaanista materiaalia.

Ryömintätilojen maapohja on hienojakoista ja ryömintätiloihin on jätetty muottilautoja ja eloperäistä ainesta. Lisäksi kohteessa on vanhoja putkitunneleita, joihin on jätetty vanhoja muottilautoja ja eloperäistä aineista ja joiden läpiviennit eivät ole tiiviit.

Tehdyissä tutkimuksissa havaittiin mikrobivaurioituneita tiivistysmateriaaleja sokkelin ja seinärakenteen liittymissä. Merkkiainetutkimuksissa havaittiin molemmilla alapohjatyypeillä vuotoa alapohjan liittymistä seinärakenteeseen ja putkiläpivientien osalla. Epätiivien liikuntasaumojen, liittymien ja läpivientien kautta maapohjassa ja rakenteissa olevat epäpuhtaudet pääsevät sisäilmaan.

Rakennuksen käytön kannalta tärkeintä on liittymien ja läpivientien tiiveyden varmistaminen sekä ryömintätilojen, huoltotunnelin ja putkikanaalien alipaineisuuden varmistaminen sisätiloihin päin, sillä paine-eromittausten perusteella ryömintätiloista pääsee virtaamaan ilmaa sisätiloihin päin. Kosteusvaurioituneet muovimattopinnoitteet tulee vaihtaa esim. keraamisiin laatoihin.

3.2 Ulkoseinärakenteet

Ulkoseinärakenteet ovat pääosin umpirakenteisia siporex-elementtejä, joiden osalla erityisesti alapohja- ja pilariliittymät eivät ole tiiviitä. Siporex-elementtien päätysaumoissa on elastinen saumamassa. Vaakasaumoissa ei ole elastista saumamassaa. Saumoissa on tiivistämateriaalina mineraalivillaa, vaahtomuovia, solumuovinauhaa ja uretaanivaahtoa. Sokkelirakenteisiin lankut on liitetty laastisaumalla ja saumassa on tiivistyksenä mineraalivillaa. Saumoissa on vanhoja puukiiloja.

Ulkoseinärakenteen ja alapohjan väliseen liittymään on tehty eritasoisia tiivistyskorjauksia. Peruskorjauksessa liittymä on tiivistetty elastisella saumamassalla. Myöhemmin toteutetuissa korjauksissa on käytetty Ardex tiivistyskorjausta. Ikkuna- ja seinärakenteen välisiin liittymiin on tehty viime vuosina tiivistyskorjauksia. Mitään tiivistyskorjauksia ei ole toteutettu systemaatti-

sesti koko kiinteistön osalle. Saumojen villaeristeet ja puukiilat ovat kosteusrasittuneita ja niiden osalla havaittiin mikrobivaurioita. Epätiiviiden liittymien kautta rakenteissa olevat epäpuhtaudet pääsevät sisäilmaan. Lisäksi I-osalla havaittiin ulkoseinien osalla paikallista kosteusrasitusta.

Kosteusrasitus tulee poistaa, kosteusvaurioituneet pinnoitteet uusia ja liittymien tiiveys sisätiloihin varmistaa.

3.3 Yläpohjarakenteet

Ala-asteen puolella yläpohja ja vesikattorakenteet on uusittu peruskorjauksen yhteydessä. Yläkoulun puolella yläpohjarakenteet ovat alkuperäiset. Kaikilla kiinteistön osilla vesikatto on uusittu ja sen muotoa on muutettu. Alakoulun puolella yläpohjarakenteet ovat puurakenteiset. Yläkoulun osalla yläpohjarakenteet ovat alkuperäiset (siporex- lankut).

Yläpohjarakenteiden osalla havaittiin, erityisesti uusituilla osin höyrynsulkumuovin olevan epätiivis sekä yläpohjaliittymien että läpivientien kohdilla. Lisäksi havaittiin paikallisia vuotojälkiä.

Yläkoulun I-osan yläpohjarakenteen päälle on tehty lisälämmöneristykset ja matala tuuletustila. Käytävän kattoikkunoiden valokuiluista puuttuu höyrynsulku. Kattoikkunarakenteissa on vesi- ja ilmavuotoja.

Yläkoulun J-osan yläpohjarakenteita on korjattu useaan eri kertaan. Alakattorakenteiden pinnoilla on näkyviä vesivuotojälkiä ja läpiviennit ovat epätiivitä.

Kaikissa alakattotiloissa tilojen väliset läpiviennit ovat pääosin avoimia. Tiloissa havaittiin voimakkaita ilmavirtauksia ja hajuhaittaista ilmaa. Alakattotiloissa alakoulun käytävällä on avoimia liikuntasauvoja, joiden kautta virtaa ilmaa ryömintätiloista ja putkitunnelista.

Yläpohjarakenteiden tiiveys ja kosteustekninen toiminta on puutteellista. Rakenteisiin on jätetty vanhoja vesikaterakenteita ja asennettu höyrynsulkuja väärin kerroksiin. Käytön kannalta tulee liittymien ja läpivientien tiiveys varmistaa ja vaurioituneet materiaalit poistaa ja uusia.

3.4 Ikkunaliittymät

J-osan ruokalan ikkunaliittymän kohdalla sekä A-osan liikuntasalin ikkunaliittymissä havaittiin vesivuotoja ikkunarakenteen epätiiviyksistä / ikääntymisestä johtuen. Kosteusrasitus tulee poistaa ensi tilassa.

3.5 Välipohjarakenteet

K-osan väestönsuojan yläpuolisten tilojen sisäilmassa on selvästi havaittava hajuhaitta ja käyttäjät ovat raportoineet huonolaatuisesta ilmasta ko. tiloissa. Tutkimuksissa pinnoitteen alta mitattiin pintakosteusmittauksissa ja viiltomittauksissa korkeita kosteuspitoisuuksia. Vaimennushiekkatilasta mitattiin korkeita kosteuspitoisuuksia. Merkkiainetutkimuksissa havaittiin vuotoa rakenneliittymien kautta sisätiloihin.

K-osan väestösuojan katon vaimennushiekkakerroksessa oleva kosteus vaurioittaa pinnoitteita ja liittymien kautta sisäilmaan siirtyy epäpuhdasta ilmaa.

Lattiapinnoite tulee poistaa ja pinnoittaa kosteuden kestäväällä materiaalilla. Samalla tulee välipohjan liittymät ja läpiviennit tiivistää käytön turvaavana toimenpiteenä. Peruskorjauksen yhteydessä tulee välipohjan kosteusrasitus poistaa.

3.6 Ilmanvaihto ja sisäilmaolosuhteet

Ilmanvaihdon osalla havaittiin puutteita erityisesti ilmavirtojen ja paine-erojen suhteen, jotka osaltaan vaikuttavat rakenteissa olevien ongelmien esiintymiseen ja kulkeutumiseen sisäilmaan. Tämä tulee huomioida ilmanvaihdon korjauksia- ja säätötoimenpiteitä tehtäessä.

4 LÄHDELUETTELO

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015. Asumisterveysasetus. Sosiaali- ja terveysministeriö. Helsinki 2015.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Osa I-V. Valvira 2016.

<http://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys>

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toimittanut Miia Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö.

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>

Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot: opas ongelmien selvittämiseen. Meklin Teija, Putus Tuula, Hyvärinen Anne, Haverinen-Shaughnessy Ulla, Lignell Ulla, Nevalainen Aino. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja. C: 2/2008. Kansanterveyslaitos.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-740-780-9>

SUOJELLUN 1830-LUVUN HIRSIRAKENTEISEN KOULUN KUNTOTUTKIMUS

Saku Nieminen

Ramboll Finland Oy

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä tehtiin kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus koulukodin päärakennukseen peruskorjausohjelman ja korjaussuunnittelun tarpeita varten. Tutkimuksen yhteydessä laadittiin nykyisistä rakenteista rakennetyypit, liittymädetaljit sekä alustavat korjausehdotukset. Tutkimuksen yhteydessä toteutettiin kiinteistöön myös asbesti- ja haitta-ainekartoitus.

Rakennus on vuonna 1836 valmistunut kaksikerroksinen hirsirakennus, jossa on osittainen kellarilähtö. Se on suojeltu valtioneuvoston asetuksella S2 merkinnällä. Rakennus on rakennettu alun perin asuinkartanoksi. Tällä hetkellä pääasiallinen käyttötarkoitus on toimia opetus- ja toimistorakennuksena, mutta siinä on myös muutamia majoitushuoneita.

Tutkimus toteutettiin pääasiassa rakenteita avaamalla. Tutkimuksen yhteydessä tehtiin pintakosteuskartoitus ja rakennekosteusmittauksia. Rakenteiden vaurioasteen arviointia varten otettiin mikrobimateriaalinäytteitä.

Kohteessa ei ole raportoitu käyttäjien kokemia oireita, jotka viittaisivat sisäilmaston huonoon laatuun.

Kosteudesta kärsivän kellarikerroksen kuivattamiseksi ehdotetaan rakennus salaojitettavaksi sekä maanvastaiset seinät ulkopuolelta veden- ja lämmöneristettäväksi. Myös kellarin alapohjarakenne suositellaan korjattavaksi.

Merkittävimmät toimenpide-ehdotukset ensimmäisen ja toisen kerroksen osalta liittyvät ulkoseinä-, välipohja- ja yläpohjarakenteiden eristeiden ja pintamateriaalien perusteelliseen uusimiseen sekä alapohjien tiiveyden parantamiseen. Vesikatteet, rännit ja syöksytorvet suositellaan uusittavaksi sekä julkisivu ja ikkunat huollettaviksi.

1. JOHDANTO

1.1 Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuskohde on koulukodin päärakennus. Rakennus on perustettu maanvaraisesti luonnonkivilatomukselle. Rakennuksessa on kaksi maanpäällistä kerrosta sekä osittainen kellarikerros, ja se on hirsirakenteinen. Kellarikerros on rakennettu luonnonkivestä, tiilestä ja betonista. Kellarin katon kantavat rakenteet ovat tiiliholveja ja betonipalkkeja. Alapohjat ovat pääosin maanvaraisia ja betonirakenteisia. Toisen kerroksen välipohja ja yläpohjat ovat puurakenteisia.

Rakennuksen sivusiipien korotus on tehty vuonna 1890. Rakennusta on peruskorjattu vuonna 1910, jolloin sen käyttötarkoitus ja tilat on muutettu koulukodiksi. Rakennukseen tiedetään tehdyn seuraavia suurempia kunnostus- ja muutostöitä: Vuonna 1940 tilamuutoksia, vuonna 1953 keskuslämmityksen asennus ja vuonna 1977 saunaosaston rakentaminen toiseen kerrokseen. Viimeisin peruskorjaus on tehty vuonna 1980. Lisäksi on tehty lukuisia kunnostustoimenpiteitä eri aikoina. Peruskorjaukset ja muutostyöt on esitetty kohteesta laaditussa Kulttuuri- ja rakennushistoriaselvityksessä (Arkkitehtitoimisto ark-byroo, 2015).

Ilmanvaihtojärjestelmä on rakennettu 1980-luvulla ja se on käyttöikänsä päässä. Pääosassa rakennusta on koneellinen tulo-poistojärjestelmä, mutta osassa rakennusta on edelleen painovoimainen poistoilmanvaihto tiilihormien kautta vesikatolle.

Rakennus on osittain suojeltu valtioneuvoston asetuksella (Vna 480/85) merkinnällä S2. Suojelumääräykset kohdistuvat lähinnä rakennuksen ulkoasuun. Suojelupäätös annettu 18.10.1990. (Asetus on kumoutunut 1.7.2010 alkaen lain korvautuessa. Korvaava Laki rakennusperinnön suojelemisesta 498/2010. Suojelupäätös voimassa.)

1.2. Tutkimuksen kuvaus

Tutkimuksen suunnittelussa ja toteutuksessa on noudatettu Ympäristöministeriön julkaisua Ympäristöopas 2016, Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Tutkimusmenetelmät on valittu siten, että ne täydentävät toisiaan ja tulosten perusteella voidaan varmistaa syntyneet päätelmät. Suoritetut tutkimukset on kohdennettu siten, että tutkimuksen kohteena olevasta rakenteesta saadaan mahdollisimman tarkka käsitys johtopäätösten perustaksi.

Tutkimukset on tehty 22.11.2016 - 9.3.2017 välisenä aikana peruskorjauksen lähtötiedoiksi. Peruskorjaus on todettu ajankohtaiseksi, koska rakennuksen ilmanvaihto on käyttöikänsä päässä ja sen uusiminen nykynormien mukaiseksi vaatii mittavia purkutöitä. Lisäksi rakennuksen vesikatteen on todettu olevan niin huonosti tehty, että se on vesivuotojen lopettamiseksi uusittava.

Rakenteista otetuilla mikrobinäytteillä pyrittiin arvioimaan ennemminkin rakenneosan korjaustarvetta kuin sen vaikutusta sisäilmaan. Rakennuksen painesuhteita ei tarkasteltu paine-eromit-talaittein, koska jo ennen tutkimukseen ryhtymistä oli tiedossa, että rakennuksen IV-järjestelmä on käyttöikänsä päässä ja tullaan peruskorjauksen yhteydessä uusimaan.

Rakennesuunnitelmia kohteesta ei ole ollut käytettävissä. Tiedossa ei ollut, että kohteessa olisi raportoitu sisäilmasto-ongelmiin viittaavia oireita. Myöskään mahdollisesti kohteeseen tehdyistä käyttäjäkyselyistä ei ollut käytettävissä tietoa.

Rakenneavauksia tehtiin rakennekerrosten selvittämiseksi materiaalista riippuen erilaisilla reikäsahoilla ja poranterillä tai sahaamalla tarvittavan suuruiset reiät rakenteeseen (puu- ja levyrakenteet). Betoni- ja tiilirakenteisiin avaukset on tehty timanttiporaamalla tai piikkaamalla.

Pintakosteustarkastelut tehtiin Gann Hydrotest- mittalaitteella, ja pintakosteustarkasteluun soveltuvalla anturilla. Rakennekosteusmittaukset tehtiin porareikämittauksina RT-kortin 14-10984 ohjeistuksen mukaan. Mittausvyödyt valittiin tapauskohtaisesti. Mittalaitteena käytettiin Vaisalan HMI41 mittalaitetta ja HMP42 ja HMP44 anturipäitä.

Mikrobimateriaalinäytteet otettiin rakenteista rakenneavausten yhteydessä. Mikrobinäytteenotossa kiinnitettiin huomiota näytteiden edustavuuteen (sijaintiin) ja mahdollisten kontaminaatioiden välttämiseen.

Opinnäytetyön pohdintaosiossa tehtiin altistumisolosuhteiden arviointia rakennuksen eri osissa, vaikka kohteessa ei tiedetä koetun sisäilmaston huonoon laatuun viittaavia oireita. Kellarissa ja toisen kerroksen pesutiloissa haitallisen altistumisolosuhteen on arvioitu olevan erittäin todennäköinen ja useassa muussa tilassa todennäköinen.

2. TUTKIMUKSEN MERKITTÄVIMMÄT HAVAINNOT

2.1 Perustukset ja piharakenteet

Rakennuksen perustamistapana on yleisesti luonnonkivilatomus. Rakennuksen toinen pää on perustettu kallion varaan ja toinen pää perusmaan varaan. Kellarin väliseinien havaittiin olevan perustettu betonianturoille. Perustuksissa ei havaittu juurikaan liikkumiseen viittaavia halkeamia, ainut havainto on länsipäädyn sisäänkäyntikatoksen kohdalla ryömintätilaisen alapohjan kohdalla. Salaojien asentamiselle ei havaittu estettä.

2.2 Alapohjat ja maanvastaiset rakenteet

Alkuperäiset alapohjarakenteet ovat olleet kellaria lukuun ottamatta ryömintätilaisia, mutta ne on muutettu 1980-luvulla pääosin maanvaraisiksi. Ainoastaan länsipäädyn varasto- ja sisäänkäyntiosa on edelleen ryömintätilainen.

Kellarin alapohja on maanvarainen. Maanvastaisissa seinissä ei ole vedeneristeitä, ja kellari on kostea. Pintamateriaaleissa on silminnähtäviä ja analyysin todennettuja mikrobivaurioita, ja alapohjarakenteessa on runsaasti PAH-yhdisteitä sisältävä bitumikermi.

Ensimmäisen kerroksen alapohjarakenteissa on betonilaatan alapuolella keskialueilla 50 mm EPS-lämmöneristettä ja reuna-alueilla 100 mm. Alustäyttö on hienorakeista ja sisältää orgaanisia materiaaleja kuten puunkappaleita. Siinä esiintyi useassa kohdassa mikrobiperäistä hajua. Alapohjarakenteet ovat kosteuskartoituksen sekä tehtyjen kosteusmittaustulosten perusteella kuivia, eikä kosteusvaurioihin viittaavia havaintoja pintamateriaaleissa alapohjien osalta tehty. Ensimmäisen kerroksen alapohjien betonilaattojen ja ulko- sekä väliseinien väliset liittymät eivät ole tiiviitä.

Ensimmäisen kerroksen alapohjarakenteisiin on asennettu ilmanvaihtojärjestelmän tuloilmakanavia, joiden äänenvaimentimissa on sisäpuolinen mineraalivillalla toteutettu ääneneristys. Mineraalivillasta saattaa irrota kuituja sisäilmaan.

2.3 Ulkoseinät ja ikkunat

Ulkoseinät ovat hirsiseiniä, joiden ulkopinnassa on erillinen panelointi ja sisäpinnassa kaksi noin 50 mm:n paksuista mineraalivillakerrosta, joiden välissä on höyrynsulku. Höyrynsulkujen materiaalit vaihtelevat, eikä höyrynsulkuja ole tiivistetty toisiinsa. Höyrynsulut eivät jatku välipohjien ja alakattojen sisään, ja ne saattavat olla epätiivitä myös väliseinien kohdilla. Liitos alapohjan betonilaattaan on epätiivis. Höyrynsulun epätiiveyskohdista saattaa syntyä hallitsemattomia ilmavirtauksia seinärakenteen tai alapohjarakenteen lävitse sisäilmaan. Ilmavirtausreittien kautta saattaa kulkeutua ulkoseinän rakenteista epäpuhtauksia sisäilmaan ja kosteutta seinärakenteeseen.

Ulkoseinien ulkoverhouksen tuuletusraon alaosassa paneelin ja betonihyllyn välinen rako vaihtelee 0..10 mm ja on tukkeentunut.

Ikkunat ovat vanhoja kaksipuitteisia sisään-ulos-aukeavia puu-ikkunoita, jotka on sijoitettu julkisivun ulkopinnan tasoon. Ikkunoissa on yleisesti käyttäjien kertoman ja tutkimuksen yhteydessä tehtyjen havaintojen mukaan paljon käyntiongelmia ja niiden läheisyydessä on koettu vetoisuutta. Ikkunoiden ulkopuitteissa ja karmeissa on runsaasti maalivaurioita ja jonkin verran myös lahovaurioita. Ikkunoiden riverakojen täytteenä on vanhaa pellavaa ja osin mineraalivillaa. Ulkopuolisissa ikkunalistoituksissa on rakoja, joista seinää pitkin valuva vesi ohjautuu ulkoverhouksen taakse.

2.4 Välipohjat

Kellarikerroksen katon eli ensimmäisen kerroksen välipohjan kantavan tiiliholvin ja EPS-lämmöneristeen välissä on täyttöhiekka, jossa on puunkappaleita ja mikrobiperäinen haju. Välipohjan läpi ja porraskäytävän kautta on ilmavuotoja kellarista ensimmäiseen kerrokseen. Tilan 110 kylmiössä on kerroksellinen välipohjarakenne, jossa on vanha puulattia ja mineraalivillat betonilaatan alla kahden höyrynsulkukerroksen välissä. Materiaaleissa todettiin mikrobikasvustoa.

Toisen kerroksen välipohjien täyttömateriaaleissa on lämmön- ja ääneneristeinä vanhoja puru- ja turve-eristeitä sekä uudempia mineraalivillaeristeitä. Välipohjiin on vuosien saatossa päässyt kosteutta, mikä on aikaansaanut mikrobikasvustoja ja lahovaurioita välipohjien sisään. Lisäksi välipohjissa on runsaasti hiirien jätöksiä. Laho- ja mikrobivaurioita voi olla eristemateriaalien lisäksi myös vanhoissa lattia- ja aluslaudoissa sekä myös itse runkorakenteissa.

2.5 Väliseinät

Kantavat väliseinät ovat massiivisia tiiliseiniä tai hirsiseiniä. Hirsiseinien pinnoilla on merkkejä vanhoista vesivuodoista. Kaikki väliseinät on verhoiltu kipsilevyllä tai paneelilla.

Pesuhuoneen suihkutilan seinässä on alun perin ollut vaneri ja muovimatto. Muovimaton päälle on todennäköisesti 1980-luvun peruskorjauksessa lisätty kipsilevy ja vedeneriste. Kipsilevy on muovimaton ja vedeneristeen välissä mikrobivaurioitunut.

Keittiötiloissa kipsilevyn päällä on laatoitus ja osittain vedeneristys. Vedeneristyksissä havaittiin puutteita.

2.6 Yläpohjat

Kellarin yläpohjan teräsbetonipalkisto on vaurioitunut ja se kestää nykykunnossa vain henkilöliikennettä.

Ensimmäisen ja toisen kerroksen yläpohjien kantavina rakenteina on vanhat puiset ulkoseinille ja keskituille tukeutuvat pukkirakenteet. Niiden välissä on rakennuksen keskilinjalla, vaakasuuntaan eristetyllä alueella lämmöneristeenä vanhat purueristeet, joiden päälle on lisätty mineraalivillaa. Tällä alueella on yläpohjassa myös kylmä ullakkotila. Matalien sivusiipien vinoilla osilla on eristeenä mineraalivillaa.

Yläpohjien höyrynsulkumuoveja ei ole tiivistetty teippaamalla. Lämmöneristeissä on runsaasti ilmavuotojälkiä, hiiren pesiä ja ulosteita. Tuuletusrako sivuräystäällä on tällä hetkellä lähes olematon, mikä estää ilman virtaamista tuuletusraoissa lisäten osaltaan jääpatojen syntymistä.

Länsipäädyn sisäänkäynti- ja varasto-osa on huonokuntainen ja kärsinyt useista vesivuodoista. Kattoparvekkeen kohdalta vuotaa vettä alapuolella oleviin tiloihin.

2.7 Muita havaintoja

Sadevesien poisjohtamisessa on puutteita rakennuksen eteläsivulla, jossa katolta syöksytorvien kautta tuleva vesi lammikoituu rakennuksen viereen.

Osassa rakennusta poistoilmanvaihto tapahtuu painovoimaisesti ja osassa koneellisesti. Tällaisessa tilanteessa on havaittu joissakin olosuhteissa korvausilman tulevan tilaan vanhan hormin kautta, mikä saattaa huonontaa sisäilman laatua.

Kylmiön rakenteet ovat riskirakenteita, jotka ovat vaurioituneet.

3. JOHTOPÄÄTÖKSET

1980-luvun peruskorjauksessa on purkulaajuus ollut suuri, ja lähes kaikki asbesti sekä haitta-aineet on purettu.

Ulkoseinien, välipohjien ja väliseinien eristetiloissa sekä kellarin pintamateriaaleissa havaittiin materiaalinäytteissä voimakasta mikrobikasvua. Eristetiloista on mahdollista kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan joko ilmansuluttomien rakenteiden lävitse tai ilmansulkujen vuotokoh-
tien kautta.

Tutkimustulosten perusteella laaditut korjaussuositukset on jaettu kiireellisiin toimenpiteisiin ja peruskorjauksen toimenpiteisiin. Kiireellisinä toimenpiteinä on esitetty saunan ja pesuhuoneen purkamista, kellarin ja ensimmäisen kerroksen välisten ilmayhteyksien tiivistämistä ja pienien havaittujen puutteiden korjaamista. Peruskorjauksen toimenpiteinä on esitetty kellari-
kerroksen salaojitusta, maanvastaisten seinien vedeneristämistä ja alapohjarakenteen uusimista. Lisäksi peruskorjauksen toimenpiteinä on esitetty mm. alapohjarakenteiden tiivistämistä, puu-
rakenteiden välipohjien ja yläpohjien purkamista kantaville rungoille, hirsiseinien pintojen pur-
kamista esiin ja tarkastamista, kylmiön purkamista, Kellarin yläpohjan betonipalkkien korjaa-
mista, vesikatteen sekä räystäskourujen ja syöksytorvien uusimista sekä pintamaiden muotoilua
rakennuksen vierellä.

4. KIITOKSET

Kiitokset Senaatti-kiinteistöjen Itä-Suomen alueelle, että sain käyttää tutkimusta opinnäytetyön
aiheena. Kiitokset myös DI Jussi Korpiselle Jyväskylän ammattikorkeakoulusta sekä TkL Timo
Turuselle Ramboll Finland Oy:stä opinnäytetyön ohjauksesta. Kiitokset myös Ramboll Finland
Oy:lle mahdollisuudesta käyttää työaika osaamisen kehittämiseen opiskelujen muodossa. Ja -
isot kiitokset kotiin kärsivällisyydestä.

5. LÄHDELUETTELO

Rakennustieto. 2010. Rakenteiden kosteuden mittaus, RT 14-10984.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuh-
teista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015. Asumisterveysase-
tus.

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Osa I-V. Valvira 2016.

<http://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys>

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia
Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö.

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>

KUNTOTUTKIMUS JA KORJAUSTAPOJEN VALINTA SUOJELLUSSA RAKENNUKSESSA

Tuomas Tahvonen

Ramboll Finland Oy

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa toteutettiin rakennustekninen kuntotutkimus 1910-luvulla valmistuneeseen suojeltuun rakennukseen. Tarkoituksena oli selvittää rakennuksen rakennusteknistä kuntoa ja riskirakenteita peruskorjauksen hanke- ja korjaussuunnittelua varten.

Massiivitiilisessä rakennuksessa on useita rakennusfysikaalisesti haastavia ja sisäilman laadun kannalta riskialttiita rakenteita. Tutkimuskohteen haastavuutta lisää erityisesti useaan eri tasoon ja maanpinnan alapuolelle sijoittuvat tilat, jotka on suunniteltu eri aikakausina 1910- ja 1930-luvuilla. Rakennuksella on lisäksi värikäs vauriohistoria. Se on kärsinyt vahinkoja kahdessa sodassa ja yläpohjarakenteet ovat tuhoutuneet laajoissa tulipaloissa kahdesti, viimeksi vuonna 1981. Sitä seuraavina vuosina rakennukseen tehtiin edellinen laaja peruskorjaus.

Tutkimuksen perusteella rakennuksessa on käytetty rakennusaikakausille tyypillisiä rakenneratkaisuja. Etenkin välipohjarakenteet ovat säilyneet pitkälti alkuperäisen mukaisina rakenteiden pintoja lukuun ottamatta. Tutkimuksessa havaittiin vaurioita muun muassa välipohjarakenteiden sisällä ja ulkoseinien verhomuurauksien eristeissä. Joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta tutkimuksen perusteella ei voida suoraan arvioida riskirakenteiden vaikutusta sisäilmaston laatuun, sillä epäpuhtauksien mahdollisia leviämisreittejä sisäilmaan ei selvitetty.

Tutkimuksessa onnistuttiin hyvin, sillä rakenteista ja niihin tehdyistä korjauksista saatiin varsin hyvä kuva ja tutkimustulosten perusteella voitiin antaa konkreettisia korjausvaihtoehtoja tulevaan peruskorjaushankkeeseen. Hankesuunnittelua ja jatkoa ajatellen pysyttiin myös selvittämään tarvittavia lisätutkimustarpeita sekä toimenpiteitä, joilla rakennuksen sisäilmaston laatu voidaan varmistaa ajanjaksolla ennen korjaushanketta.

1. JOHDANTO

Hankesuunnitteluvaiheessa määritellään muun muassa korjaushankkeen taloudellisia ja teknisiä vaatimuksia sekä määritellään hankkeen tavoitteet. Korjaushankkeen itsestään selvänä tavoitteena voidaan yleensä pitää terveellisiä ja turvallisia tiloja, joihin myös maankäyttö- ja rakennuslaki kiinteistön omistajaa edellyttää. Lisäksi maankäyttö- ja rakennuslain 131§:ssä todetaan, että rakennusvalvontaviranomainen voi edellyttää rakennuksen kunnosta tehtyjä selvityksiä rakennuslupaa haettaessa. Nämä selvitykset toimivat yleensä myös korjaussuunnittelun lähtötietoina. Huolellisesti tehtyt selvitykset rakennuksen kunnosta auttavat hankkeen laajuuden ja tavoitteita vastaavien korjaustarpeiden määrittelyssä.

Tutkimuksessa noudatettiin Ympäristöopas 2016 ohjeistusta kuntotutkimuksen toteuttamisesta. Tämän tutkimuksen tuli kuitenkin vastata oppaassa esitettyä monipuolisemmin rakennuksen tekniseen kuntoon muun muassa rakenteiden, kantavuuden sekä arvioidun jäljellä olevan käyttöiän osalta, sillä ne voivat ohjata hankelaajuutta hyvinkin voimakkaasti. Lisäksi korjaussuunnittelua varten on selvittettävä alustavia korjausmenetelmiä ja -tarvetta. Riskirakenteiden arviointi edellyttää tapauskohtaista perehtymistä rakenteiden toteutustapaan, jotta niiden rakennusfysikaalisista riskeistä ja riskien toteutumisesta saadaan luotettava kokonaiskuva. Tutkimuksessa hyödynnettiin tietolähteenä muun muassa teosta RIL 255-1-2014. Korjaustapoja pohdittiin rakenteen vaurioasteen ja -riskien perusteella, ottamalla huomioon erityisesti sisäilman laatuun liittyvät tekijät.

Tutkimuksen tarkoituksena oli suojellun rakennuksen rakennusteknisen kunnon sekä haitta-aineiden esiintymisen selvittäminen peruskorjauksen hankesuunnittelua varten. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena on tuottaa lähtötietoja korjaussuunnittelua varten.

Tämä tutkimus ei ollut niin sanottu sisäilmatutkimus, jossa tutkitaan sisäilman laatua ja siihen tutkimushetkellä vaikuttavia tekijöitä. Pelkästään tämän tutkimuksen perusteella ei siis voida suoraan arvioida rakennuksen sisäilmaongelmien esiintymistä tai syitä, sillä epäpuhtauksien leviämiskeinot ja sisäilmaolosuhteita ei tutkittu. Tutkimuksessa kirjattiin kuitenkin kaikki mahdollisesti sisäilman laatuun liittyvät havainnot ja annettiin lisäselvitys- tai korjaussuosituksia siltä osin, kuin asumisterveysasetuksessa 545/2015 ja sen soveltamisohjeessa määritellyn toimenpiderajan arvioitiin voivan ylittyä. Pelkkä riskirakenteiden esiintyminen ei kuitenkaan ylitä toimenpiderajaa, eikä aiheuta sisäilmaongelmia.

2. LÄHTÖKOHDAT JA TUTKIMUKSEN RAJAUS

Tutkimuksessa on pyritty tuomaan esiin myös sellaiset rakenteet tai rakennuksen osat, joiden kunto tai toteutustapa ei selvinnyt, jotta niiden selvittämistarve voidaan ottaa huomioon hankkeen myöhemmissä vaiheissa. Näiden asioiden esiintuominen on erityisen tärkeää hankkeen kustannusriskejä määriteltäessä ja epäselviksi jääneiden rakenteiden tiedostaminen on edellytys onnistuneelle korjaukselle.

Käytännön toteutettavuuden vuoksi joitakin selvityksiä on mahdollista tehdä luotettavasti vasta myöhemmin, sillä tutkimukset edellyttäisivät laaja-alaisia, purkamiseen rinnastettavia pintamateriaalien avauksia. Selvitysten tarve määräytyy osaltaan myös hankesuunnittelun etenemisestä ja korjausohjelman kokonaislaajuudesta.

Rakenteiden tutkimuksessa ja kunnon selvittämisessä on suositeltavaa edetä asteittain tutkimuksia tarpeen mukaan tarkentaen, sillä näin tutkimuksia voidaan rajata tarpeen mukaan hankkeohjelman tarpeiden mukaan.

Tulevan peruskorjauksen myötä sisäilmasto-olosuhteet tulevat muuttumaan merkittävästi havaittujen riskitekijöiden huomioon ottamisen myötä. Tästä syystä rakennuksen nykyisten sisäilmasto-olosuhteiden tutkiminen ei kuulunut tutkimusohjelmaan. Tutkimuksessa otettiin kuitenkin huomioon sellaiset sisäilmaan liittyvät tekijät, joiden perusteella voidaan tehdä selkeitä päätelmiä rakenteissa olevista vioista ja niiden haitallisesta vaikutuksesta rakennuksen sisäilmaan. Talotekniikan laaja uusimistarve on tiedossa, joten sen osalta lähinnä varmennettiin vielä jäljellä olevaa käyttöikää hankeaikataulun ja korjauspäätöksen tueksi.

Ennen tätä tutkimusta rakennuksessa on tehty 2000-luvulla vain yksittäisiä, laajuudeltaan pienempiä tutkimuksia sellaisissa tiloissa, missä siihen on ollut tarvetta. Tutkimusta aloitettaessa ei ollut raportoitua tietoa rakennuksessa koetuista sisäilmaongelmiin viittaavista oireista, mutta haittailmoitusten määrä on saatujen tietojen perusteella kuitenkin lisääntymään päin.

Tutkimuksia varten laadittiin kattava tutkimussuunnitelma, jota varten käytiin läpi vanhoja asiakirjoja 1900-luvun alusta aina 2000-luvun puolelle asti. Koko lähtötietoaineisto käsitti lähes 1000 eri asiakirjaa. Rakentamisen ajalta 1900-luvun alusta oli käytössä suunnitelmia hyvin niukasti. Tilojen alkuperäinen käyttötarkoitus selvisi kuitenkin melko hyvin kirjallisuuslähteistä.

3. TUTKIMUKSET

3.1 Tutkimusmenetelmät

Rakenneavauksia tehtiin rakennekerrosten selvittämiseksi ja ne olivat merkittävin tutkimusmenetelmä. Tutkimuksessa tehtiin avauksia pääosin poraamalla rakenteisiin Ø50...140 mm reikiä. Lisäksi tehtiin pienempiä Ø16...40 mm kokoisia tarkistusreikiä, joiden avulla pyrittiin varmistamaan rakenteen samankaltaisuutta ja esiintymislaajuutta muualla havaittuihin rakenteisiin.

Tutkimuksen yhteydessä tehtiin pintakosteuskartoitus, jota käytettiin apuna kosteusmittausten ja muiden tutkimusten kohdentamiseen. Rakennekosteusmittaukset tehtiin porareikämittauksin RT-kortin 14-10984 ohjeistusta noudattaen. Tutkimuksessa rakennekosteusmittauksia tehtiin lähinnä tarkistusluontoisesti.

Mikrobinäytteitä otettiin rakennusmateriaaleista ja ne analysoitiin asumisterveysasetuksen mukaisin menetelmin. Mikrobinäytteitä otettiin lähinnä sellaisista paikoista, joissa rakenteen vaurioitumisen arviointi muuten olisi ollut hankalaa ja toisaalta sellaisista, missä muuten haluttiin varmistaa vaurioastetta korjaustarpeen ja riskien arviointia varten.

Tutkimuksessa tarjoutui mahdollisuus hyödyntää myös kohteesta tehdyn laserkeilauksen perusteella muodostuvaa kolmiulotteista pistepilviaineistoa, josta voitiin jälkeinpäin muun muassa tarkistaa sellaisten rakenteiden paksuus, joiden läpi ei ollut porattu kokonaan.

3.2 Tutkimustulokset

Maanvastaisilla sisäpinnoilla esiintyy kosteuden aiheuttamia jälkiä hyvin yleisesti kellarikerroksessa. D-osalla havaittiin halkeamia seinien sisäpinnoilla, jotka ovat voineet aiheutua perustusten liikkeistä. Halkeamien syy ja laajuus ei selvinnyt tutkimuksissa ja ne edellyttävät siksi lisäselvityksiä. Halkeamien kautta voi tapahtua ilmavuotoja välipohjarakenteiden sisältä, mikä voi mahdollistaa epäpuhtauksien kulkeutumisen sisäilmaan.

Kellarikerroksen maanvastaiset seinät ovat peräisin 1910- ja 1930-luvuilta, eikä niissä ole käytetty lämmöneristettä sisäpuolisen verhomuurauksen takana. Niiden osalta ei havaittu merkittävää korjaustarvetta, lukuun ottamatta rakenteiden pinnoilla näkyviä kosteusvaurioita. Putkitunnelien seinissä havaittiin muottilautoja seinän ulkopinnassa maatäyttöjen seassa. Muottilaudat voivat heikentää sisäilman laatua, mikäli niistä peräisin olevat epäpuhtaudet pääsevät leviämään sisäilmaan. Korjaustoimenpiteitä varten on syytä harkita lisätutkimuksia muottilautojen aiheuttaman todellisen riskin selvittämiseksi, ellei niitä poisteta peruskorjauksessa muiden korjaustoimenpiteiden yhteydessä.

Maanvaraiset alapohjat ovat pääosin peräisin 1980-luvun korjauksesta. Kellarikerroksen sähköpääkeskuksessa on kantava vuonna 1949 rakennettu alapohja, jossa havaittiin pitkälle edenneitä vaurioita ja se on korjattava perusteellisesti. Myös rakenteen kestävyys voi olla heikentynyt ruostuneiden betoniterästen vuoksi. Pohjakerroksessa on EPS-eristeellä lämmöneristetyt alapohjat, joiden korjaaminen on tarpeen lähinnä jos putkitunnelin seinien muottilautoja poistetaan ja kanaalien kansia avataan LVIS-asennusten vuoksi. Kellarikerroksen alapohjissa ei ole käytetty lämmöneristettä, mikä heikentää niiden kosteusteknistä toimivuutta. Lämmöneristämättömät rakenteet tulee ottaa huomioon pintamateriaaleja valittaessa ja korjaustarve riippuu lähinnä kellarikerroksen tilojen tulevasta käyttötarkoituksesta.

Välipohjina on käytetty useita erilaisia teräsbetonirakenteita. Välipohjiin kohdistuu melko suuria sisäilmateknisiä riskejä etenkin alalaatta- ja kaksoislaattapalkistoissa, sillä niiden sisällä esiintyy aistinvaraisesti havaittavia vanhoja kosteusvaurioita ja myös mikrobikasvustoa muottilautoista ja täytteistä otetuissa materiaalinäytteissä. Pääosin välipohjissa on aiemmin korjattu vain pintarakenteita. Onteloharkkohlavien korjaustarve liittyy lähinnä ilmatiiviyden parantamiseen, sillä rakenteessa ei havaittu merkittäviä sisäilmastoon liittyviä riskejä. Joitakin alalaattapalkistoja on korjattu perusteellisesti 1980-luvulla. Niissä rakenteiden sisäpinnoille on kuitenkin jäänyt vähäisiä jäämiä vanhoista täyttömateriaaleista, ja ne voivat siten edelleen toimia epäpuhtauslähteenä jos rakenteiden sisältä pääsee tapahtumaan ilmavirtauksia sisätiloihin.

1980-luvulla rakennetuissa ja kunnostetuissa yläpohjissa merkittävin korjaustarve liittyy tavanomaisiin kunnostuksiin vedeneristysten käyttöön vuoksi. Lisäksi haastavan räystäsdetaljiikan muuttamista kosteusteknisesti toimivammaksi on harkittava, mikäli se arkkitehtuurin puolesta tulee kysymykseen. Nykyisellään vesikatto loppuu osittain ulkoseinän päälle ja vesi valuu räystäskouruihin pellitystä pitkin. Yläpohjan osalta on syytä harkita perusteellista korjausta, sillä vesikatto on joka tapauksessa avattava. 1980-luvulla uusitut yläpohjat ovat teräs- ja kevytbetonirakenteisia. A- ja D-osilla on myös teräsbetoniyläpohjia, joiden rakenteet ovat 1940-luvulta. Yläpohjien palovaurioita ei havaittu tutkimuksessa ja niiden esiintyminen on varauduttava tarkistamaan pintarakenteita korjattaessa.

Massiivitiilisissä ulkoseinissä on syytä harkita purettavaksi 1980-luvulla tehty patterisyn-
nysten verhomuuraukset ja eristeet, sillä niistä otetuissa materiaalinäytteissä esiintyi lähes poik-
keuksetta vaurioon viittaavaa mikrobikasvustoa. Ullakkokerroksen osalla 1980-luvulla raken-
nettujen lämmöneristettyjen seinien osalta on harkittava seinärakenteen perusteellista korjausta.

Tutkimuksen yhteydessä tehtiin myös sisäilman laatuun liittyviä havaintoja, jotka on suositel-
tavaa ottaa huomioon jo ennen peruskorjausta tehtävissä huolto- ja ylläpitokorjaustöissä. Ha-
vainnot liittyvät lähinnä tiloissa havaittuihin poikkeaviin hajuihin ja sisäpinnoilla oleviin kor-
jaamattomiin kosteusvaurioihin.

Koska useiden rakenteiden sisällä havaittiin vaurioita, voivat ne heikentää sisäilman laatua siinä
tapauksessa, jos epäpuhtauksia pääsee leviämään sisäilmaan. Koska ilman kulkeutumisreittejä
tai epäpuhtauksien esiintymistä sisäilmassa ei selvitetty tutkimuksessa, ei altistumisolosuhteita
voida luotettavasti arvioida pelkästään tehdyn tutkimuksen perusteella.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tehty tutkimus edellytti kokonaisvaltaista arviointia hyvin monenlaisista riskirakenteista ja nii-
den perusteellista korjaustarpeen arviointia. Koska korjaustarpeen arviointi perustui lähinnä pe-
ruskorjauksen yhteydessä tehtäviin toimenpiteisiin, katsottiin monen rakenteen osalta suositel-
tavaksi riskirakenteen perusteellinen korjaaminen vaurioitunut materiaali poistamalla. Perus-
teelliseen korjaustapaan ohjaa osaltaan myös Ympäristöministeriön ohje rakentamista koske-
vista suunnitelmista ja selvityksistä (YM3/601/2015), jonka mukaan kosteusvaurion korjaus-
suunnitelmien ”*lähtökohtana on tarkoituksenmukaista pitää rakennuksen jäljellä olevaa käyt-
tökä ja tavoitteena on ensisijaisesti poistaa haitan aiheuttanut vaurio tai virhe*”. Toisaalta
vaurioiden tai riskirakenteiden aiheuttamaa haittaa ei ole tehdyssä tutkimuksessa tai muissa sel-
vityksissä esitetty, vaikka niitä voidaan kokemukseräisesti pitää hyvin todennäköisinä.

Haasteena muille, kuin riskit poistavalle perusteelliselle korjaamisella on se, että luotettavia,
koko tulevan käyttöiän kestäviä korjausmenetelmiä on vaikea määritellä. Lähinnä vaihtoehtoi-
doiksi voivat tulla erilaiset ilmatiiviyn parantamiseen ja rakenteiden painesuhteiden sääte-
lyyn perustuvat vaihtoehtoiset ratkaisut. Nämä ratkaisut ovat toimivia, kun huomioidaan niiden
vaatimat erityispiirteet suunnittelussa, toteutuksessa (ja sen valvonnassa) ja käytön aikaisessa
kunnossapidossa sekä rajoitteet niiden teknisessä toteutettavuudessa. Parhaiten soveltuvat kor-
jausmenetelmät riippuvat loppujen lopuksi myös korjaushankkeessa asetetulle käyttöikäta-
voitteesta sekä tilojen käyttötarkoituksesta.

Tutkimuksessa saavutettiin asetetut tavoitteet ja havaintojen perusteella syntyi tarkka käsitys
myös lisäselvityksiä vaativista rakenteista. Tutkimustulokset toimivat kattavana lähtötietoai-
neistona, mikäli rakennuksessa on tarpeen tehdä niin sanottu sisäilmatutkimus, jossa selvitetään
epäpuhtauksien leviämisreittejä sisäilmaan.

Tutkimuksessa rakennussuojelu on tullut huomioitua muun muassa rakenneavauspaikkojen valinnassa. Myös tutkimusvaiheessa on oltu yhteydessä Museovirastoon, mutta käytännössä rakennussuojelu vaikuttaa enemmän jatkosuunnitteluun, kun korjauslaajuus ja vaihtoehdot täsmenntyvät. Suojellussa kohteessa on hyvin todennäköistä, että tutkimuksia on myöhemmin täsmennettävä suojeluviranomaisen vaatimuksesta esimerkiksi rakenteiden vaurioitumisen todentamiseksi.

6. KIITOKSET

Haluan kiittää tutkimuksen toimeksiantajaa mahdollisuudesta tehdä kuntotutkimus haastavaan rakennukseen. Kiitän positiivisesti tutkimuksiin suhtautuneita rakennuksen käyttäjiä ja tutkimuksiin osallistuneita henkilöitä. Haluan myös kiittää työnantajani mahdollisuudesta osallistua rakennusterveysasiantuntijakoulutuksen. Kiitokset myös kurssikavereille ja koulutuksen järjestäjille.

7. LÄHDELUETTELO

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö.

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015.

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Osa I-V. Valvira 2016.

<http://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys>

Rakennustieto Oy. 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitotaksot. RT-kortti 18-10922.

Rakennustieto Oy. 2010. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. RT-kortti 14-10984.

RIL 255-1-2014, Rakennusfysiikka 1. Rakennusfysiikallinen suunnittelu ja tutkimukset. Suomen Rakennusinsinöörien liitto ry. Helsinki 2014.

1960-LUVULLA VALMISTUNEEN OPPILAITOSRAKENNUKSEN KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Matti Manninen

Ramboll Finland Oy

TIIVISTELMÄ

Kuntotutkimuksen kohteena oli 1960-luvulla valmistunut oppilaitosrakennus. Tutkimuksen tarkoituksena oli rakennuksen rakennusteknisen kunnan sekä haitta-aineiden esiintymisen selvittäminen peruskorjausta varten. Rakennuksen alkuperäiset A- ja B-osat ovat valmistuneet vuonna 1964 ja C-osa reilut kymmenen vuotta myöhemmin 1970-luvun loppupuolella.

Rakennuksessa on koettu erilaisia sisäilmaongelmiin viittaavia oireita vuosien saatossa. Asiakirjatarkastelun perusteella todettiin, että kohteeseen on tehty viimeisen kymmenen vuoden aikana lukuisia tutkimuksia ja korjauksia. Korjauksista merkittävimmät ovat olleet 2000-luvun alun peruskorjaus, vuoden 2009 ulkoseinärakenteen tiivistyskorjaus ja salaojien sekä sokkelin vedeneristeiden uusiminen. Aikaisemmissa tutkimuksissa oli löydetty mikrobikasvustoja etenkin ulkoseinäeristeistä.

Tässä tutkimuksessa löydettiin useita riskirakenteita. Ulkoseinäeristeissä todettiin poikkeavaa mikrobikasvua. Mikrobinäytteissä esiintyi sädesienikasvustoa ja/tai tyypillisiä kosteusvaurio-mikrobeja. Yläpohjarakenteissa havaittiin mikrobiperäistä hajua ja vanhoja vuotojälkiä.

Rakennus on pääosin hiukan liian alipaineinen ulkoilmaan nähden, jolloin epäpuhtauksia voi kulkeutua sisäilmaan hallitsemattomia korvausilmareittejä pitkin. Vuoden 2009 tiivistyskorjaus on parantanut ulkoseinärakenteen tiiveyttä huomattavasti, mutta sen toteutus on ollut osittain puutteellista. Toteutetun tiivistyskorjauksen käyttöikä on ollut noin 5-10 vuotta, joten tiivistykset alkavat olla teknisen käyttöikänsä päässä.

Alapohjan liittymät todettiin epätiiviksi, joten maaperän mikrobeilla ja radonilla on mahdollisuus kulkeutua sisäilmaan. Osa maanvaraisista alapohjista on päällystetty tiiviillä muovimattoilla ja paikoin havaittiin kohonneita kosteuksia muovimattopinnoitteiden alla.

1. JOHDANTO

Tämä tutkimus tehtiin Ympäristöopas 2016 Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus mukaan. Oppaassa on annettu ohjeita kosteus- ja homevaurioituneiden tai muuten sisäilmaongelmaisten rakennusten kuntotutkimusten suunnittelusta, tekemisestä ja tutkimustulosten analysoinnista ja raportoinnista.

Rakennusten kosteusvauriot ovat yleisimpiä sisäilmaongelmien aiheuttajia, mutta sisäilmaongelmia aiheuttavat myös muut tekijät. Oppaan mukaan sisäilmaongelman ratkaisu edellyttää

tyypillisesti hyvää kokonaisuuden hallintaa, jossa otetaan huomioon kosteusvaurioiden lisäksi erilaisten kemiallisten ja mikrobiologisten altisteiden mahdollisuus sekä tilojen käyttöön, fyysikaalisiin olosuhteisiin ja ilmanvaihtoon liittyvät tekijät.

Tutkimuksen tarkoituksena on rakennuksen rakennusteknisen kunnon sekä haitta-aineiden esiintymisen selvittäminen peruskorjauksen, tilamuutosten vaatimien toimenpiteiden ja/tai sisäilmakorjauksien suunnittelua varten. Lisäksi tutkimuksella hankitaan lähtötietoja käyttäjien kokemien sisäilmahaittojen poistamiseksi ja korjaussuunnittelua sekä korjausmenetelmien määrittelyä varten.

Rakennuksen ilmanvaihdolla on yleensä suuri merkitys rakennuksen sisäilmaan. Kuntotutkimukseen tulisi aina liittää myös ilmanvaihtojärjestelmän kuntotutkimus, jotta pyritään paremmin hahmottamaan ongelmia aiheuttavien asioiden kokonaisuutta. Tähän rakennukseen tehtiin erillinen talotekniikan kuntoarvio, jossa ilmanvaihtojärjestelmän puutteita ja vaurioita on kuvattu.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

Rakenneavauksia tehtiin rakennekerrosten selvittämiseksi. Avaukset tehtiin materiaalista riippuen erilaisilla reikäsahoilla ja poranterillä Ø 30...120 mm suuruisina tai sahaamalla tarvittavan suuruiset reiät rakenteeseen (puu- ja levyrakenteet). Betoni- ja tiilirakenteisiin avaukset tehtiin timanttiporaamalla tai piikkaamalla yleensä Ø 50...110 mm avauksina. Maahan ulottuvissa rakenneavauksissa pyrittiin varmistamaan maatäytöjen jatkuminen pitkällä poranterällä tai teräs-tangolla.

Pintakosteustarkastelut tehtiin Gann Hydrotest- mittalaitteella, johon oli kytkettynä pintakosteus-tarkasteluun soveltuva anturi. Rakennekosteusmittaukset tehtiin porareikämittauksina RT-kortin 14-10984 ohjeistusta noudattaen. Mittaussyvyyydet valittiin tapauskohtaisesti. Mittalaitteena käytettiin Vaisalan HMI41 mittalaitetta ja HMP42 (sisä- ja ulkoilman olosuhteet sekä täyttökerroksen kosteus) ja HMP44 (rakennekosteusmittaukset) anturipäitä. Kosteusmittauspisteet valittiin pintakosteudenosoittimen näyttämän tai muiden havaintojen perusteella.

Mikrobimateriaalinäytteet otettiin rakenteista rakenneavausten yhteydessä ja näytteenottoa varten porattiin rakenteisiin myös erikseen reikiä. Mikrobinäytteenotossa kiinnitettiin huomiota näytteiden edustavuuteen (sijainti) ja mahdollisten kontaminaatioiden välttämiseen.

Pitkäaikaiset paine-eromittaukset tehtiin Dwyer magnesence ms-22 – mittalaitteella ja tallentavalla Tinytag-dataloggerilla. Pitkäaikaiset sisäilman hiilidioksidimittaukset tehtiin Senceair Asence –mittalaitteella ja tallentavalla Tinytag-dataloggerilla. Pitkäaikaiset sisäilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan seurannat tehtiin WK057 Datalogger USB- ja Tinytag Ultra 2 –mittalaitteilla.

VOC-materiaalinäytteet eli ns. bulk-näytteet irrotettiin alustastaan puhtaalla mattoveitsellä, näytteet käärittiin alumiinifolioon ja toimitettiin suljetussa pussissa laboratorioon tutkittavaksi.

4. TULOKSET

4.1. Alapohjarakenteet

A- ja B-osan alapohjat ovat pääosin betonirakenteisia maanvaraisia alapohjia lukuun ottamatta B-osan itäisivulla 1. kerroksessa olevaa toimistojen alapohjaa, joka on kantava ja ryömintätilainen. Useissa rakenteisiin tehdyissä avauksissa sekä A- että B-osalla havaittiin täyttöhiekassa voimakkaita mikrobiperäisiä hajuja.

A-osan alkuperäiset maanvaraiset betonilaatat on toteutettu hienojakoisen täyttöhiekan varaan. Täyttöhiekan päälle on valettu noin 150 - 200 mm paksuinen kevytsorabetoni, jonka päällä on betonikerros lujitteena ja tasoitteena. Betonipintaan on sivelty bitumikerros, ja sen päälle on valettu pintabetonilaatta. Rakenteet vastaavat alkuperäisissä leikkauspiirustuksissa esitettyjä rakenteita.

A-osan IV-konehuoneessa, joka on entinen projektorihuone, on lastuvillalevy alapohjarakenteessa. Levystä otetussa mikrobinäytteessä havaittiin mikrobikasvua.

B-osalla alapohjarakenteena on lämmöneristämätön betonilaatta, jonka pinnassa on pikisively. Sen päälle on valettu pintabetonilaatta.

B-osan itäisivulla 1. kerroksessa on kantava betoninen alapohja, jonka päällä on lastuvillalevy ja pintabetonilaatta. Alapohjan alapinnassa on myöhemmin asennettu mineraalivillaeriste. Lastuvillalevystä otettiin kolme mikrobimateriaalinäytettä, mutta niistä ei löytynyt mikrobikasvustoja. Alapohjan alla on hyvin matala ulkotila, joka rajoittuu kolmelta sivulta rakennuksen seiniin. Puoliavointa itäseinustaa rajaavat suojalevy ja palkkia kannattelevat peruspilarit.

A- ja B-osan alapohjien betonilaatoissa ei havaittu pintakosteudenosoittimella arvioituna juuri lainkaan poikkeamia muutamaa pienialaista kohtaa lukuun ottamatta. Poikkeaviin kohtiin tehtiin kosteusmittauksia, joissa havaittiin yli 85 %:n suhteellisen kosteuden arvoja. Tällainen kosteus voi käynnistää muovilattianpäällysteen ja liiman kemiallisen hajoamisreaktion.

C-osan alapohjarakenne vastaa suunnitelmissa esitettyä. Rakenteessa on maanvarainen betonilaatta, jonka alla on EPS-lämmöneristeet ja täyttökerrokset.

C-osan alapohjarakenteessa mitattiin paikoin korkeampi kosteus kuin muovilattianpäällysteille yleisesti suositeltu 85 % RH. Korkea kosteus muovilattianpäällysteen alla saattaa vaurioittaa päällystettä tai sen kiinnitysliimaa ja johtaa sisäilmaa huonontavaan mikrobikasvuun tai kemiallisten yhdisteiden syntyyn.

C-osan alapohjan ja kantavien pystyrakenteiden välissä on käytetty irrotuskaistana puukuitulevyä, joka on riski sisäilman laadulle. Betonilaatan ja EPS-lämmöneristeen välissä on käytetty valupaperia, joka on myös riski sisäilman laadulle.

4.2. Maanvastaiset seinät

Rakennuksessa on maanvastaisia seiniä muun muassa B-osan kellarissa sekä A- ja B-osan auditorioiden alimmissa osissa. Maanvastaisten seinien betonirakenteessa on sisäpuolinen bitumisively, mineraalivillalämmöneriste ja verhomuuraus. Ulkopuolelle on myöhemmin lisätty joko kermivedeneriste tai perusmuurilevy. Joissakin kohdissa maanvastaisten seinien sokkelihalkaisuihin on korkkieriste.

Maanvastaisten seinien lämmöneristeistä otettiin mikrobimateriaalinäytteitä, mutta niissä ei havaittu mikrobikasvua. A- ja B-osien liitoskohdassa havaittiin paikallinen kosteusvaurio. Kastuneesta korkkieristeestä ei otettu mikrobinäytteitä.

4.3. Ulkoseinät

A- ja B-osan ulkoseinissä on rakenne, jossa teräsbetoniseinän lämmöneristeenä on lastuvilla-levy ja ulkoverhouksena ½-kiven tiilimuuraus. Tiiliverhottujen seinien alapuolella olevassa sokkelissa on korkkieriste kahden betonikuoren välissä.

Tässä tutkimuksessa ulkoseinien lastuvillalevystä otettiin yhteensä kahdeksan mikrobimateriaalinäytettä, joissa neljässä löytyi poikkeavaa mikrobikasvua laboratorion tutkimuksissa. Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (osa IV, 2016) mukaan tulokset viittaavat rakenteessa esiintyvään mikrobikasvustoon.

C-osalla on tiili-villa-tiili-rakenne, jossa kahden ½-kiven muurauksen välissä on 125 mm mineraalivilla. Ulkopuolen muuraus on kannateltu valesokkelimaisen betonirakenteen päältä. Sisäpuolen muurauksen ja lämmöneristeen alapinta on lattiapinnan tasolla. Maanpinta on tehtyjen havaintojen perusteella jonkin verran alempana kuin lattian pinta.

C-osan ulkoseinien mineraalivillaeristeissä oli havaittu mikrobikasvustoja aikaisemmissa tutkimuksissa (Työterveyslaitoksen analyysivastaus 13.12.2007). Havaintoja oli ollut molemmista kerroksista. 1. kerroksen vaurioituneet ulkoseinärakenteet on ainakin osittain poistettu vuoden 2009 korjauksien yhteydessä.

Tässä tutkimuksessa C-osan ulkoseinien mineraalivilloista otettiin yhteensä kahdeksan mikrobimateriaalinäytettä, joissa yhdestä löytyi poikkeavaa mikrobikasvua laboratorion tutkimuksissa.

Rakennuksen ulkoseinärakenteita on tiivistetty vuoden 2009 korjauksissa. Tiivistykset on tehty vedeneristemassoilla ja vahvikenauhoilla. Tiivistys on toteutettu ulkoseinän ja ikkunoiden liittymään sekä ulkoseinän ja ala- tai välipohjan liittymään. Tutkimuksissa selvisi, että tiivistystä ei ole toteutettu ikkunan yläreunaan vedeneristeillä, vaan siellä on käytetty massatiivistystä.

Tämä havaittiin kolmessa kohdassa ikkunan irrotuksen yhteydessä. Tiivistyksissä havaittiin joitakin puutteita. Esimerkiksi vahvikenauha oli paikoin jäänyt poimuille, ja listakiinnitykset oli tehty nauloilla tiivistyskorjauksen läpi.

Paine-eromittauksissa todettiin, että ulkoseinien eristetilat ovat lievästi ylipaineisia sisätiloihin nähden. Näin ollen epäpuhtauksilla on mahdollisuus kulkeutua sisätiloihin.

4.4. Välipohjat

B-osalla on välipohjan teräsbetonilaatan päällä kerroksellinen rakenne 1. kerroksessa kauttaaltaan. B-osan välipohjan pintabetonilaatan alla eristeenä on käytetty väestönsuojan kohdalla kevytsoraa ja muualla lastuvillalevyä. Eristekerroksen päällä on valupaperi. Välipohjan lastuvillalevystä ja valupaperista kevytsoran päältä otettiin mikrobimateriaalinäytteet. Näytteissä ei havaittu poikkeavaa mikrobikasvua.

4.5. Yläpohjat

Yläpohjan kantavat rakenteet ovat A- ja B-osissa vesikaton suuntaisia teräsbetonilaattoja. Kantavien rakenteiden päällä on lämmöneristeenä 150...175 mm mineraalivilla, tuulensuojana asbestisementtilevy ja sen päällä vesikaton tuuletus- ja ruodekoolaukset. Vesikatteenä on saumattu pelti.

C-osalla yläpohjan kantava betonilaatta on valettu vaakatasoon. Sen päällä on mineraalivillalämmöneristeet ja puukoolaukset. Puukoolausten päällä on harvalaudoitus, ja vesikatteenä saumattu pelti. C-osalla on yläpohjassa erillinen ullakkotila, jossa havaittiin voimakas mikrobipeäinen haju.

4.6. Muut tutkimukset

VOC – tutkimuksissa todettiin, että etenkin muovimattojen 2-etyyli-1-heksanoli –pitoisuus ylittää Työterveyslaitoksen materiaalinäytteille asettamat viitearvot selvästi. Olosuhdeseuranta-mittauksien perusteella suositeltiin joitakin säätötoimenpiteitä taloteknisiin järjestelmiin, muun muassa ilmanvaihtoon.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Alapohjissa havaitut ongelmat, maanvastaisten verhomuurattujen seinien eristeiden mahdolliset vauriot, ulkoseinissä havaitut mikrobikasvustot, välipohjien kerrokselliset rakenteet ja yläpohjien kattovuodoista aiheutuneet vauriot voivat mahdollistaa epäpuhtauksien kulkeutumisen sisäilmaan, minkä vuoksi on perusteltua ryhtyä toimenpiteisiin rakennuksen sisäilman parantamiseksi ja rakennuksen korjaamiseksi. Parhaaseen lopputulokseen päästään kaikkiin rakennusosiin kohdistuvalla peruskorjauksella.

Tutkimuksen perusteella laaditut toimenpide-ehdotukset jaettiin kahteen osaan eli lähitulevaisuudessa tehtäviin ja seuraavassa peruskorjauksessa toteutettaviin korjauksiin. Lähitulevaisuudessa tehtävät korjaukset ovat lähinnä rakennuksen vaipan ilmatiiveyden parantamiseen tähtääviä korjauksia. Peruskorjauksessa tehtävissä korjauksessa suositellaan monen rakennusosan laajamittaista purkamista ja uudelleen rakentamista.

5. KIITOKSET

Kiitän Ramboll Finland Oy:tä mahdollisuudesta suorittaa rakennusterveysasiantuntijakoulutus työn ohessa. Kiitän tutkimuksen tilaajaa mahdollisuudesta käyttää tämän kohteen tutkimustuloksia opinnäytetyössä. Kiitän opinnäytetyön ohjaajia Jussi Korpista ja Timo Turusta. Kiitän Rateko Oy:tä koulutuksen järjestämisestä. Haluan myös kiittää RTA2 -koulutuksen luennoitsijoita.

6. LÄHDELUETTELO

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015.

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Osa I-V. Valvira 2016.

<http://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys>

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö.

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>

Rakennustieto Oy. 2010. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. RT-kortti 14-10984.

RIL 107-2012, Rakennusten veden-/kosteudeneristysohjeet, Suomen Rakennusinsinöörien liitto ry 2012. Helsinki 2012.

RIL 255-1-2014, Rakennusfysiikka 1. Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset. Suomen Rakennusinsinöörien liitto ry. Helsinki 2014.

Korjaukset

Koulurakennuksen sisäilmakorjausten onnistumisen varmentaminen ja sisäilman laadun mittaukset Pasi Tuuvanen	144
Kunnantalosta hyvinvointikeskukseksi. Kosteusvauriokorjausten toimivuus. Jari Harju	153
Rakenteellisen ilmatiiveyden parantaminen korjausrakentamisessa – laadunvarmistus Timo Puhakka	159
Märkätilojen tuulettuvat rakenteet korjausrakentamisessa Mika Suojanen	164

KOULURAKENNUKSEN SISÄILMAKORJAUSTEN ONNISTUMISEN VARMENTAMINEN JA SISÄILMAN LAADUN MITTAUKSET

Pasi Tuuvanen

Insinööritoimisto Tähtiranta Oy

TIIVISTELMÄ

Koulurakennuksessa tehtiin laaja sisäilmaston tekninen kuntotutkimus 11/2015 – 1/2016. Kuntotutkimuksen tulosten perusteella tehtiin rakennuksen vaurioituneille rakenneosille korjaussuunnitelma. Rakennuksissa suoritettiin suunnitelman mukaisesti korjaustöitä sisäilman hyvän laadun takaamiseksi. Korjaustöiden tavoitteena oli koulurakennuksen turvallinen ja terveellinen käyttö siihen saakka, kunnes kunta rakennuttaa käyttäjille uuden koulukeskuksen.

Korjausten jälkeisellä sisäilmaston laadunvarmistus tutkimuksella oli tavoitteena varmistaa korjaustöiden onnistuminen useilla tutkimusmenetelmillä. Laadunvarmistuksena rakennuksissa suoritettiin sisäilman mikrobimäärityksiä kaikissa luokkahuoneissa ja ilmastovaihtojen sekä lämmitysjärjestelmän toimivuutta tarkasteltiin pitkäaikaisilla lämpötilan, suhteellisen kosteuden, hiilidioksidipitoisuuksien ja painesuhteiden mittauksilla. Opetustiloissa tutkittiin myös teollisten mineraalikuitujen määrää kahden viikon laskeumasta ja VOC-pitoisuuksia. Luokkahuoneiden tasopinnoilta ja IV-laitteistosta tehtiin pyyhintänäytteistä pölymäärityksiä sekä tutkittiin pölyn koostumuksia.

Tutkimusten perusteella suosittelemme kaikkien alakattojen yläpuoliset putkistoeristeiden liitoskohtien teippaamista alumiinipintaisella teipillä sekä luokkahuoneiden ja käytäväosuuksien läpivientien tiivistämistä. Teippauksen ja tiivistämisen avulla vähennetään teollisten mineraalikuitujen irtoamista putkieristeistä.

Suosittellemme IV-laitteistojen ilmamäärien tarkastusta suhteessa käyttäjien lukumäärään ja lämmitysjärjestelmän tasapainottamista vastamaan annettuja suosituksia ja toimenpiderajoja. IV-säätöjen yhteydessä täytyy painesuhteet ulkovaipparakenteiden läpi tarkastaa sekä laitteisto on säädettävä siten, että sisätilat ovat heikosti alipaineisia suhteessa ulkoilmaan ja rakennuksen sisällä ilmastovaihtojen suunta on puhtaammasta tilasta likaisempaan tilaan.

Tehtyjen tutkimusten ja havaintojen perusteella suosittelemme koulurakennukselle huolellista siivousta korjaus- ja säätötöiden jälkeen käyttäen ohjeistuksena Työterveyslaitoksen julkaisemaa ohjetta, Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevaurioikojen jälkeen. Siivoustason laaduntarkastukseen suosittelemme käyttämään standardia SFS 5994 INSTA 800 ”Standardi siivouksen teknisen laadun määrittämiseen ja arviointiin”.

Korjaustöiden jälkeisten tutkimusten perusteella koulurakennuksessa ei havaittu toimenpiderajoja ylittäviä pitoisuuksia mikrobeja ja tehdyt tutkimukset eivät viittaa rakennuksen kosteusvaurioihin. Näytteissä havaittiin yksittäisiä pesäkkeitä indikaattorilajikkeista, mutta yksittäisen kosteusvaurioon viittaavan pesäkkeen esiintymistä sisäilmassa ei pidetä tavanomaisesta poik-

keavana. Rakennuksen käyttöön liittyvät seikat vaikuttavat usein voimakkaasti sisäilman mikrobipitoisuuksiin. Oppilaiden ja opettajien liikehdinnän mukana lattialle laskeutuneessa pölyssä olevat mikrobit ja muut epäpuhtaudet nousevat takaisin ilmaan. Välituntien jälkeen ulkoilmasta kulkeutuu ihmisten mukana sisäilmaan mikrobeja ja epäpuhtauksia koulun metsämaisesta pihalueesta sekä ympärillä olevilta maanviljelykseen tarkoitetuilta pelloilta. Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti tehtyjen teho- ja homepölysiivouksen jälkeen sisäilmanäytteissä esiintyvien mikrobien sekä teollisten kuitujen määrät tulevat todennäköisesti vähenemään ja parantavat omalta osaltaan sisäilman laatua.

1. JOHDANTO

Koulurakennuksien kosteus- ja mikrobivauriot ovat yleisiä kuntien rakennuskannassa ja nämä vauriot ovat yksi yleisimmistä syistä rakennuksien korjauksille. Koulurakennusten vaurioitumisen syynä on rakennusten ikääntyminen, tulevien korjausten ennakoimatta jättäminen, huollon puutteet sekä uuden talotekniikan asentaminen koulurakennukseen tiedostamatta vanhojen koulurakennusten riskirakenteita ja rakentamisajankohdalle tyypillisiä rakennustapoja.

Yleisimpänä tekijänä koulurakennusten kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimusten käynnistymiseen on rakennusten käyttäjien oireilu. Koulurakennusten kosteus- ja sisäilmateknisiä kuntotutkimuksia tehdään myös korjaussuunnittelun lähtötietojen selvittämiseksi. Ennakoidulla rakennusten korjaustarvetta voidaan välttyä sisäilmaongelmien muodostumiselta sekä voidaan saavuttaa rakennuksille lisää käyttöikää.

Koulurakennusten kuntotutkimukset suoritetaan Ympäristöministeriön julkaiseman Ympäristöopas 2016 ”Rakennusten kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus” mukaisesti sekä tutkimustuloksien tulkinnessa käytetään Sosiaali- ja terveysministeriön asetusta (545/2015, asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista) sekä Valviran julkaiseman asumisterveysasetuksen soveltamisohjeita.

2. TAUSTAA JA TAVOITE

Koulurakennus on jaettu kolmeen rakennukseen (A-, B-, ja C-rakennukseen). Kaksikerroksinen A-rakennus on rakennettu vuonna 1954 ja sen kerrosala on 816 m². Vuonna 1963 on rakennettu erillinen yksikerroksinen B-rakennus, jonka kerrosala on 951 m². B-rakennus on liitetty vanhimpaan rakennusosaan vuonna 1999 rakennetulla C-rakennuksella, jonka kerrosala on 990 m². Koulun lämmitysmuotona on öljy.

Vuosien varrella koulun sisäilman laatua on epäilty. Ensimmäisen kerran koulurakennuksen B-osan muutamassa luokkatilassa tehtiin kosteustekninen kuntotutkimus vuonna 2001. Tutkimuksen perusteella tehtiin korjaustoimenpide-ehdotukset. Vuosina 2002 ja 2003 tehtiin koulun pohjoispäättyyn muun muassa salaojitus ja salaojien viemäröinti. Lisäksi B-rakennuksen alapohjan ryömintätilan tuuletus muutettiin koneelliseksi sekä samalla tehtiin muutaman luokkatilan pintarakenteiden korjauksia.

Vuonna 2006 koulun yhdessä luokkatilassa todettiin hajuhaittaa, joka otettiin kunnan toimesta seurantaan. Terveystensuojelu teki koululla sisäilmamittaukset vuonna 2008, joiden jälkeen mm. siivousta tehostettiin ja sisäilman lämpötiloja kehoitettiin seuraamaan. Kunta aloitti tilojen säännölliset lämpötila- ja hiilidioksidimittaukset.

Vuonna 2010 tehtiin luokkatiloissa sisäilmamittauksia. Luokkahuoneiden ilmasta otettiin mikrobinäytteet, joiden tulokset olivat tavanomaisia. Vuonna 2012 tehtiin lisää mittauksia ja tutkimuksia, kuten huonepölyn tutkimuksia sekä pintakosteus- ja paine-eromittauksia. Terveystensuojelu teki lisäksi tarkastuskäynnin, jonka jälkeen kehoitettiin tarkistamaan musiikkiluokan yläikkunoiden välinen seinärakenne. Tutkimusten perusteella esitetyt epäkohdat hoidettiin kuntoon talven 2012 – 2013 aikana.

Keväällä 2014 tehtiin rakennetekninen tutkimus B-rakennuksessa. Selvityksen lopputulos oli, että B-rakennuksen ulkoseinärakenne tulee korjata. Kunta teki tarvittavat korjaukset vuosien 2014 ja 2015 aikana. Korjaustoimenpiteiden jälkeen tehtiin seurantamittaukset ja terveystensuojeluviranomainen antoi maaliskuussa 2015 lausunnon, jonka mukaan B-rakennuksen tilat todettiin käyttökuntoisiksi.

Terveystensuojeluviranomaisen lausunnon jälkeen tehtiin sisäilmatutkimuksia ja erilaisia toimenpiteitä myös A- ja C-rakennuksissa. Muun muassa avoimia läpivientejä tiivistettiin ja ilmanvaihtoon kiinnitettiin erityishuomiota (esim. ilmamäärien ja paine-erojen mittaukset ja säädöt). Myös siivousta tehostettiin.

Tehdyistä toimenpiteistä huolimatta koulun käyttäjien sisäilmaa koskeva huoli kuitenkin jatkui syksyllä 2015, joten kunta päätti tilata laajat rakenteiden, sisäilman sekä LVI-tekniikan kuntotutkimukset koko koulukiinteistölle.

Kunnan tavoitteena on varmistaa, että nykyisessä koulurakennuksessa pystytään toimimaan turvallisissa ja terveellisissä olosuhteissa uuden koulukeskuksen valmistumiseen saakka. Uusi siivoustyökeskus valmistuu noin 10 vuoden päästä. Tutkimustulosten perusteella suunnitellaan ja toteutetaan kaikki tarvittavat toimenpiteet, joita koulutoiminnan jatkaminen turvallisesti ja terveellisesti edellyttää. Kuntotutkimus tehdään tiiviissä yhteistyössä kunnan eri tahojen kanssa. Lisäksi työn aikana ollaan tiiviissä yhteistyössä koulun ja oppilaiden vanhempien kanssa.

3. KUNTOTUTKIMUKSET JA KORJAUSSUUNNITTELU

Rakennuksille tehtiin seuraavat tutkimukset koulurakennuksen kaikissa osissa:

- rakennusten rakenteiden kunnon tarkastus visuaalisesti
- rakennusten rakenteille suoritettiin 161 rakenneavausta, joista määritettiin rakenteiden rakennekerrokset ja aistinvaraisesti havainnoitiin vauriot
- lattioiden ja pistokoeluontoisesti seinäpintojen kosteusmääritykset pintaosoittimilla
- kosteuspitoisuuden mittaukset maanvastaisenseinän, sokkelin ja lattiarakenteiden rakenteista
- yläpohjan kantavien rakenteiden ja eristeiden tarkastus yläpohjan tuulettuvasta tilasta

- ikkunoiden tilkkitilan eristyksen tarkastus
- mikrobianalyysit rakennuksen rakenteiden materiaalinäytteistä
- asbestimääritykset rakenteiden materiaaleista
- PAH-määritykset rakenteiden materiaaleista
- kuitumäärityksiä 14 vuorokauden pöylaskeumanäytteistä
- pölymäärityksiä pyyhintänäytteistä tuloilmakanavien suulta
- VOC-määrityksiä luokkahuoneiden ilmasta
- VOC-määrityksiä lattiarakenteiden materiaalinäytteestä
- sisäilman olosuhdemittaukset (lämpö, kosteus ja CO₂-pitoisuus) mittaukset kahden viikon ajalta
- rakennuksien ulkovaippa-, alapohja- ja yläpohjarakenteiden tiiveystarkastus ja vuotoireittien paikannus merkkiaineella ja merkkisavulla

3.1 A-rakennus

Koulurakennuksen sisäilmaston teknisen kuntotutkimuksen (19.1.2016) yhteydessä A-rakennuksen julkisivuissa havaittiin kenttätöiden yhteydessä vaurioita julkisivuissa sekä rakoja eri rakenneosien rajapinnoissa, joiden kautta kosteus on kulkeutunut rakenteisiin vaurioittaen ikkunatilkkeitä.

A-rakennuksen sokkelissa ei havaittu ulkopuolista perusmuurilevytystä eikä vesieristystä. Sokkelirakenteen välissä olevalla bitumisivelyllä toteutettu vesieriste on ikääntynyt ja sokkelin eristehalkaisun lämmöneristeet ovat tutkimusten mukaan vaurioituneet.

Yläpohjan palopermannon betonivalussa havaittiin vaurioita viemäriputkien läpivientien ympäristössä ja tuulettuvassa vinttitilassa on ylimääräistä palokuormaa.

Esikoulun välipohjan rakenneavauksen yhteydessä havaittiin homeen hajua välipohjan eristetilassa, mutta opetustilan sisäilmassa ei havaittu vaurioihin viittaavia hajuja.

A-rakennuksen kellarista havaittiin useita ilmapuotokohtia esikoulun sisäilmaan merkkikaasukokeen perusteella. Ilmayhteydet havaittiin välipohjarakenteiden läpivientien kohdalla.

Vanhan ulkoseinärakenteen sokkelin sementtilastueristeessä on heikko viite vaurioista.

A-rakennuksen korjaussuunnitelmat sisälsivät rapatun julkisivun pesun ja paikkakorjauksen sekä ikkunaliitoksien ulkopuolisen tiivistyksen, ullakkotilan siivoamisen, esikoulun lattian rakenneavauksen ja vaurioituneiden materiaalien uusimisen. A-rakennuksen osalta korjaussuunnitelmat sisälsivät kaikkien ulkoseinärakenteiden halkeamien sisäpuolisen tiivistyksen, teknikkaläpivientien tiivistyksen sekä esikoulun ja kellaritilojen välisen välipohjan vuotopaikkojen tiivistyksen. Korjaussuunnitelmassa oli myös salaojien uusiminen sekä maanvastaisten seinien vesieristys. Luokkahuoneiden tilkkitilan vaurioituneet tilkkeet uusittiin hiihtoloman 2016 aikana.

3.2 B-rakennus

Koulurakennuksen sisäilmaston teknisen kuntotutkimuksen (19.1.2016) yhteydessä B-rakennuksen julkisivuissa havaittiin lieviä puutteita pellityksissä ja sokkelissa pystysuuntaista halkeilua.

B-rakennuksen yläpohjassa havaittiin puutoksia tuuletuksessa ja yläpohjaeristeiden mikrobikutkimuksen mukaan lämmöneristeissä on heikko viite kosteusvaurioista. Alaslaskettujen sisäkattojen materiaaleissa oli viitteitä ja heikkoja viitteitä vanhoista kosteusvaurioista.

Alapohjien rakennusmateriaalien mikrobikutkimuksissa havaittiin toimenpiderajoja ylittäviä mikrobipitoisuuksia kolmen luokkahuoneen materiaaleissa.

Vanhan ulkoseinärakenteen eristeessä havaittiin mikrobikutkimusten perusteella vahvoja viitteitä kosteusvaurioista. Vanhan julkisivun eristetila ja alapohjan ryömintätila on alipaineistettu.

B-rakennuksen korjaussuunnitelmat sisälsivät julkisivujen pellityksien korjaukset, sokkelin halkeamien ulkopuolisen tiivistämisen, yläpohjan tuuletuksen tehostamisen, kaikkien luokkahuoneiden sisäkattojen vanhojen verhouslevyjen ja koolausten purun betonipintaan saakka, yläpohjan betonipintojen tiivistyksen sekä uusien akustiikkalevyjen asennuksen, ikkunoiden karmien sisäpuolisen tiivistyksen sekä luokkahuoneiden lattian pintarakenteiden uusimisen ja alapohjan tiivistys/kapselointikorjaukset. Korjaussuunnitelma sisälsi myös ulkoseinärakenteiden halkeamien sisäpuoliset tiivistykset sekä tekniikkaläpivientien tiivistykset.

3.3 C-rakennus

Koulurakennuksen sisäilmaston teknisen kuntotutkimuksen (19.1.2016) yhteydessä C-rakennuksen kenttätutkimuksissa havaittiin tiilimuurauksessa ja sokkelissa halkeilua sekä puutteita julkisivumuurausten taustan tuuletuksessa. Julkisivujen ja sokkelin elastiset saumamassat olivat ikääntyneet ja pahoin vaurioituneet.

C-rakennuksen liikuntasalin yläpohjaeristeellä oli estetty julkisivumuurausten taustan tuuletus, jolloin sopivissa olosuhteissa seinän ja yläpohjaeristeen rajapintaan kondensoituu kosteutta. Mikrobikutkimusten perusteella yläpohjan eristeessä oli kosteusvaurioihin viittaavia mikrobipitoisuuksia.

C-rakennuksen korjaussuunnitelmat sisälsivät tiilimuurausten ja sokkelin halkeamien ulkopuolisen tiivistyksen, julkisivumuurausten alimman varvin joka 3. pystysauman avaamisen tiilimuurausten taustan tuuletuksen tehostamiseksi, julkisivun kaikkien elastisten saumamassojen uusimisen, myrskypeltien asennuksen liikuntasalin päätyjulkisivuihin, liikuntasalin TT-laataston ja ulkoseinärakenteen liittymien tiivistyksen, liikuntasalin yläpohjarakenteen lämmöneristeiden uusimisen, ulkoseinärakenteiden halkeamien sisäpuolisen tiivistyksen ja tekniikkaläpivientien tiivistyksen.

4. SISÄILMAKORJAUSTEN JÄLKEISET TUTKIMUKSET

Korjaustyöt valmistuivat koulutyön alkuun mennessä syksyllä 2016. Korjaustöiden valmistumisen jälkeen korjattavissa tiloissa suoritettiin tilaajan kertoman mukaan normaali rakennussii-
vous, IV-järjestelmien puhdistus ja homeettomaksi siivous. Varsinaisen homeettomaksi siivouksen jälkeen rakennuksessa on tilaajan mukaan ylläpidetty korotettua siivoustasoa.

Korjausten jälkeen aloitettiin sisäilman laadunvarmistustutkimukset noin 3,5 kuukauden kuluessa korjaustöiden valmistumisesta. Sinä aikana suurin osa rakennusaikaisesta pölystä on laskeutunut ja poistunut ilmanvaihdon sekä siivouksen myötä.

Koulurakennukselle tehtiin seuraavat sisäilmaston laadunvarmistustutkimukset kaikissa luokkahuoneissa, ruokalassa ja liikuntasalissa:

- rakennusten korjaustöiden pistokoeluontoinen tarkastukset
- sisäilman mikrobimääritykset talviolosuhteissa 6-vaiheimpaktorilla (Andersen-keräin) kaikissa luokkahuoneissa sekä neljässä luokkahuoneessa toistettiin mikrobimääritykset joululoman aikana luokkakohtaisten ilmapuhdistajien ollessa suljettuina.
- mikrobimääritykset 2- ja 6-viikon pölylaskeumanäytteistä sekä neljässä luokkahuoneessa toistettiin kahden viikon pölylaskeuman mikrobimääritykset joululoman aikana ilmapuhdistajien ollessa suljettuina.
- kuusi kappaletta kuitumäärityksiä 14 vuorokauden pölylaskeumanäytteistä luokkahuoneissa ja liikuntasalissa sekä yhdessä luokkahuoneessa uusittiin pölylaskeumakoe.
- pölymääritykset pyyhkäisynäytteistä luokkahuoneissa ja B-rakennuksen käytävältä sekä teippinäytteiden suoramikroskopiointi
- kolme kappaletta VOC-määrityksiä luokkahuoneiden sisäilmasta
- rakennuksen painesuhteiden mittauksia verrattuna ulkoilmaan mitattiin viidessä luokkahuoneessa. A- ja B-rakennuksen painesuhteita mitattiin oleskelutiloista suhteessa kellari- ja tuuletettavaan ryömintätilaan.
- sisäilman olosuhdemittaukset (lämpö, kosteus ja CO₂-pitoisuus) mittaukset kuudessa luokkahuoneessa.

5. TUTKIMUSTULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Vain yhdessä B-rakennuksen luokkahuoneessa havaittiin teollisten mineraalikuitujen pitoisuuden toimenpiderajan ylitys kahden viikon pölylaskeumassa (0,3 kuitua / cm²), mutta uusinta-näytteen pitoisuus täytti asetuksen toimenpiderajavaatimukset (0,1 kuitua / cm²).

Tuloilmakanavien suilta otetuissa näytteissä esiintyi vähäisiä määriä teollisia kuituja, kuten myös tasopinnoilla. Tasopintojen ja IV-järjestelmien pyyhintänäytteissä oli havaittavissa runsaasti erilaisia pölyjä, kuten esimerkiksi rakennusmateriaali- ja karkeaa ulkoilmapölyä.

Hiilidioksidipitoisuuksissa havaittiin käytön aikaista nousua, mutta asetuksen (545/2015) toimenpiderajat eivät ylittyneet. Luokkahuoneiden lämpötiloissa havaittiin vaihtelua. Osassa tiloissa lämpötilat olivat vuodenaikaan nähden tyypillisellä tasolla ja osassa lämpötilan toimenpiderajat alittuivat. Mitattujen tilojen suhteelliset kosteudet olivat vuodenaikaan nähden tyypilliset ja ilma oli pakkaskauden aikana kuivaa.

Sisäilman VOC-mittausten perusteella sisäilman VOC-pitoisuudet olivat alhaisia.

Paine-eromittausten perusteella A-rakennuksen luokkahuoneet ovat pääosin ylipaineisia suhteessa ulkoilmaan, mutta esikoulun paine-ero muuttuu hetkellisesti alipaineiseksi. A-rakennuksen kellaritila on ylipaineinen suhteessa esikouluun maanantai-aamuisin noin kuusi tuntia.

B-rakennuksen luokkahuoneiden ilmanvaihto toimii viikonloppuisin sekä yö- ja ilta-aikaan puoliteholla ja opetusaikana täydellä teholla. Luokkahuoneet ovat täydellä teholla alipaineisia,

mutta puoliteholla luokkahuoneet muuttuvat ajoittain ylipaineiseksi. B-rakennuksessa tuuletettava alapohja on voimakkaasti alipaineinen suhteessa sisätilaan.

Mikrobinäytteet

Sisäilmanäytteiden osalta A-rakennuksen sienisuvustot ovat tavanomaiset ja määrät alhaiset. Näytteissä esiintyi yksittäisiä indikaattorimikrobeja. A-rakennuksen pölylaskeumanäytteissä on tavanomaisia sisäilmassa esiintyviä mikrobilajikkeita sekä yksittäisiä pesäkkeitä home- ja kosteusvaurioindikaattori mikrobilajikkeista.

B-rakennuksen sisäilmanäytteiden sienisuvustot ovat tavanomaisia ja pitoisuudet pieniä. Näytteissä esiintyy yksittäisiä pesäkkeitä kosteusvaurioon viittaavia suvustoja. B-rakennuksen pölylaskeumanäytteissä on tavanomaisia sisäilmassa esiintyviä mikrobilajikkeita sekä yksittäisiä pesäkkeitä home- ja kosteusvaurioindikaattori mikrobilajikkeita.

C-rakennuksen sisäilmanäytteissä ei esiintynyt homesieniä. Pölylaskeumanäytteissä esiintyi tavanomaisia sisäilmassa esiintyviä mikrobilajikkeita sekä yksittäisiä pesäkkeitä home- ja kosteusvaurioindikaattori mikrobilajikkeita.

Yksittäisen kosteusvaurioon viittaavan pesäkkeen esiintymistä sisäilma- ja pölynäytteessä ei pidetä tavanomaisesta poikkeavana. Verrattaessa ennen korjausta otettuja näytteitä korjausten jälkeen otettuihin sisäilma- ja pölylaskeumanäytteisiin havaittiin A- ja C-rakennuksen pölylaskeuman osalta lajiston vähenemistä sekä keskimääräisesti pesäkemäärien vähenemistä.

B-rakennuksen sisäilmanäytteiden osalta ei havaittu merkittäviä muutoksia verrattaessa ennen korjausta otettujen näytteiden tuloksia korjausten jälkeen otettuihin näytteisiin. On huomioitava että molemmilla näytteenottokerroilla ovat näytteiden mikrobipitoisuudet alhaiset ja pitoisuudet alittavat sekä asetuksen (545/2015) toimenpiderajat että KTL, Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot: Opas ongelmien selvittämiseen, suositukset.

5. TOIMENPIDESUOSITUKSET

Tehtyjen tutkimusten ja havaintojen perusteella suosittelemme koulurakennukselle huolellista siivousta sekä suosittelemme samalla siivoamaan käytäväosuuksien alaslaskettujen kattojen yläpuoliset alueet. Suosittelemme käyttämään siivouksen ohjeistuksessa Työterveyslaitoksen julkaisemaa ohjetta, Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevaurioikorjausten jälkeen. Ennen siivousta suosittelemme teippaamaan kaikki alakattojen yläpuoliset putkistoeristeiden liitoskohdat alumiinipintaisella teipillä sekä tiivistämään kaikki läpiviennit luokkahuoneiden ja käytävän välillä. Teippauksen avulla vähennetään teollisten mineraalikulutusten irtoamista putkieristeistä. Siivoustason laaduntarkastukseen suosittelemme käyttämään standardia SFS 5994 INSTA 800, joka on standardi siivouksen teknisen laadun määrittämiseen ja arviointiin.

Suosittellemme IV-laitteistojen ilmamäärien tarkastusta suhteessa käyttäjien lukumäärään ja lämmitysjärjestelmän tasapainottamista vastamaan annettuja suosituksia. Ilmanvaihdon suunnittelua ja toteutusta ohjaa Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa D2 määräykset ja ohjeet, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräyksiä ja ohjeita sovelletaan uudisrakentamiseen, mutta käytännössä myös suurempiin saneerauksiin. Määräykset ja ohjeet määrittelevät ilmanvaihdon minimimäärän, jolla taataan tyydyttävät olosuhteet. Oppilaitosten ilmamäärille löytyy ohjearvot D2 taulukosta 3. Esimerkiksi opetustilojen ilmamäärien ohjearvo on $6 \text{ dm}^3/\text{s}$ henkilöä kohden tai $3 \text{ dm}^3/\text{s/m}^2$.

Tehtäessä IV-järjestelmien säätösuunnitelmia suositellaan ottamaan huomioon Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa D2 ohjeistuksen. Ohjeistuksen mukaan rakennus suunnitellaan yleensä ulkoilmaan nähden hieman alipaineiseksi, jotta voitaisiin välttyä kosteusvaurioilta rakenteissa sekä mikrobien aiheuttamilta terveyshaitoilta. Alipaine ei kuitenkaan saa yleensä olla suurempi kuin 30 Pa.

IV-säätötöiden jälkeen on suositeltavaa varmistaa A-rakennuksen kellaritilan ja esikoulun välinen painesuhde, koska tehtyjen mittausten perusteella kellaritila muuttui hetkellisesti ylipaineiseksi. Määräysten mukaan ilmavirtojen pitää virrata puhtaammasta tilasta likaisempaan tilaan.

Ennen IV-järjestelmän säätämistä suosittelemme IV-putkistojen puhdistamista sekä suodattimien vaihtamista, jolloin epäpuhtaat IV-laitteistojen osat eivät vaikuta ilmamäärien mittaamiseen ja säätämiseen. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden määrittämiseen suosittelemme käyttämään Teknillisen korkeakoulun julkaisemaa ohjetta, Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastusohje.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen, asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista (545/2015), mukaan opetustilojen lämpötilan alempi toimenpideraja lämmityskautena on $20 \text{ }^\circ\text{C}$, mitattuna 1,1 metrin korkeudelta oleskeluvyöhykkeeltä ja lämpötilan tavoitearvona pidetään $21 \text{ }^\circ\text{C}$. Osassa luokkahuoneissa toimenpiderajat alittuivat ajoittain sekä osassa luokkahuoneissa alittuivat toimenpiderajat keskiarvoisesti.

Korjaustöiden jälkeisten tutkimusten perusteella koulurakennuksessa ei ole toimenpiderajoja ylittäviä pitoisuuksia mikrobeja ja pöylaskeumanäytteet eivät viittaa rakennuksen kosteusvaurioihin. Näytteissä havaittiin yksittäisiä pesäkkeitä indikaattorilajikkeita, mutta yksittäisen kosteusvaurioon viittaavan pesäkkeen esiintymistä sisäilmassa ei pidetä tavanomaisesta poikkeavana. Rakennuksen käyttöön liittyvät seikat vaikuttavat usein voimakkaasti sisäilman mikrobipitoisuuksiin. Oppilaiden ja opettajien liikehdinnän mukana lattialle laskeutuneessa pölyssä olevat mikrobit ja muut epäpuhtaudet nousevat takaisin ilmaan. Välituntien jälkeen ulkoilmasta kulkeutuu ihmisten mukana sisäilmaan mikrobeja ja epäpuhtauksia koulun metsämäisestä piha-alueesta sekä ympärillä olevilta maanviljelykseen tarkoitetuilta pelloilta. Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti tehtyjen teho- ja homepölysiivouksen jälkeen sisäilmanäytteissä esiintyvien mikrobien sekä teollisten kuitujen määrät tulevat todennäköisesti vähenemään ja parantavat omalta osaltaan sisäilman laatua. KTL julkaisun ”C 2/2008 Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot” mukaan korjausten jälkeen tilanteen palautuminen normaaliksi voi viedä jopa useita vuosia.

5. KIITOKSET

Haluan kiittää kaikkia projektiin osallistuneita yrityksen sisältä, yhteistyökumppaneita sekä tilaajaa pitkien ja täsmällisten tutkimusten mahdollistamisesta. Erityisen kiitoksen haluan antaa kollegalle Paula Helmelle hyvästä avusta, kärsivällisyydestä ja pitkäjänteisistä pohdintoista sisäilman sekä rakenteiden vaikutuksesta sisäilman laatuun.

6. LÄHDELUETTELO

Merikallio T. Betonilattioiden kuivuminen päällystyskelpoiseksi ja kosteusmittaus. Rakentajan kalenteri 1997, osa 1. Käsikirja.

Meklin T. ; Putus T.; Hyvärinen A. ; Haverinen - Shaughnessy U.; Lignell U.; Nevalainen A., Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot: opas ongelmien selvittämiseen, Kansanterveyslaitokset julkaisuja. C. 2/2008.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015. Asumisterveysasetus.

Suomen rakentamismääräyskokoelma, 2010. Osa D2, LVI ja energiatalous.

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Osa I-V. Valvira 2016.

<http://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys>

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö.

<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>

KUNNANTALOSTA HYVINVOINTIKESKUKSEKSI

Jari Harju

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen kohteena oli 1953 rakennettu tiilirunkoinen rakennus. Kohdetta on laajennettu ja korjattu 1987–2008 välisenä aikana sekä 2013–2014 tehtiin peruskorjaus suureen osaan tiloista. Peruskorjauksen aikana rakennuksesta löytyi piileviä mikrobivaurioita. Peruskorjauksen onnistumista kontrolloitiin rakennuksen sisäilman laadun tutkimuksella. Prosessissa tutkittiin rakennuksen IV-laitteisto silmämääräisesti ja venttiilien toimivuus savukokein, painesuhteita, sisäilman hiilidioksidin määrää sekä käyttäjien aistinvaraisia havaintoja. Lisäksi rakennuksesta otettiin pölynäytteitä. Tutkimuksen tueksi käytettiin myös homekoiraa. Käyttäjäkyselyt tehtiin ennen peruskorjausta sekä sen jälkeen. Kyselyissä esiintyi pääasiassa silmä- ja hengityselinoireita sekä päänsärkyä. Työympäristöstä aistittiin muun muassa vetoa, liian korkeaa tai matalaa huone lämpötilaa sekä vaihtelevaa huone lämpötilaa, tunkkaista, huonoa ja kuivaa huoneilmaa, riittämätöntä ilmanvaihtoa, homeen tai maakellarin hajua, melua sekä pölyä ja likaa. Ennen peruskorjausta tehdyt havainnot olivat prosentuaalisesti suurempia, kuin peruskorjauksen jälkeen tehdyssä kyselyssä. Tutkimuksessa kerätyistä pölylaskeumanäytteistä löytyi mm. teollisia mineraalikuituja (kivivilla ja lasivilla), joiden oireet ovat altistuksessa osittain samankaltaisia kosteusvaurioaltistumisen kanssa. Mineraalikuitujen aiheuttamat oireet kuitenkin loppuvat altistuksen päättymisen jälkeen. Havaintojen perusteella oireiden aiheuttajana ovat luultavimmin sisäilman kuidut.

Sisä- ja ulkoilman paine- erolle ei ole annettu selkeitä raja-arvoja. Tavoitteena on ilmanvaihdon tasapainottaminen niin, että rakennukseen muodostuu korkeintaan 5 Pascalin alipaine. Mittausten mukaan rakennus on hiukan alipaineinen, mutta kuitenkin asiallisella tasolla. Potilashuoneet ovat alipaineisia käytäviin nähden, jotta ilma ei kulkeudu huoneista käytäviin ja se estää esimerkiksi tarttuvien tautien leviämistä. Ilmanvaihtokoneiden säädöt tarkastettiin eikä poikkeamia automatiikassa havaittu. Ilmanvaihtoventtiilien savukokeissa ei havaittu poikkeamia. Sisäilman hiilidioksidipitoisuudet olivat mittausten perusteella hyvällä tasolla.

Sisäilman lämpötilat täyttivät mittausten perusteella asumisterveysasetuksen vaatimukset. Mittauksissa sisätilan lämpötilojen vaihteluväli oli 19-23°C ja sisäilman suhteellinen kosteus oli mittaushetkellä hyvä. Mineraalikuitujen määrä kahdessa pölynäytteessä oli 1-5paino%. Asumisterveysasetuksen mukaan teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm². Tulokset eivät siis ole suoraa verrannollisia suosituksiin, vaan laskeumamäärä/cm² on syytä määrittää, jotta saadaan selville onko kuitujen määrä asumisterveysasetuksen asettamissa salituissa rajoissa.

Homekoira-lausunnon peruskorjatuista rakennusosista löydettiin mm. remontoimaton putkikanaalin reikä, sähköpääkeskuksen läpiviennin ilmapuoto ja joitain hajupoikkeamia. Kaikki homekoiralausunnon havainnot eivät sijaitse nyt peruskorjatulla ja tarkastellulla alueella.

1. JOHDANTO

1.1 Terveydelliset määräykset ja ohjeet

Terveystensuojelulain (763/94) tarkoituksena on 1 §:n mukaan väestön ja yksilön terveyden ylläpitäminen ja edistäminen sekä ennalta ehkäistä, vähentää ja poistaa sellaisia elinympäristössä esiintyviä tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa terveyshaittaa (terveydensuojelu). Laissa tarkoitetaan terveyshaitalla ihmisessä todettavaa sairautta, muuta terveydenhäiriötä tai sellaisen tekijän tai olosuhteen esiintymistä, joka voi vähentää väestön tai yksilön elinympäristön terveellisyttä.

Terveystensuojelulain periaatteena on suunniteltava ja järjestettävä elinympäristöön vaikuttava toiminta siten, että väestön ja yksilön terveyttä ylläpidetään ja edistetään. Elinympäristöön vaikuttavaa toimintaa on harjoitettava siten, että terveyshaittojen syntyminen mahdollisuuksien mukaan estyy.

Terveystensuojelulain 26 §:n mukaan asunnon ja muun sisätilan sisäilmaston tulee olla puhdasta eivätkä lämpötila, kosteus, melu, ilmanvaihto, valo, säteily, mikrobit ja muut vastaavat tekijät saa aiheuttaa terveyshaittaa asunnossa tai sisätilassa oleskeleville. Lisäksi asunnossa ja muussa oleskelutilassa ei saa olla eläimiä eikä mikrobeja siinä määrin, että niistä aiheutuu terveyshaittaa.

Työturvallisuuslain (738/02) tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennalta ehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitautteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden, jäljempänä terveys, haittoja.

Työnantajan on 8 §:n mukaisesti huolehdittava työntekijöidensä turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Tässä tarkoituksessa työnantajan on otettava huomioon työhön, työolosuhteisiin ja muuhun työympäristöön samoin kuin työntekijän henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät seikat.

Työturvallisuuslain 33 §:n mukaan työpaikalla tulee olla riittävästi kelvollista hengitysilmaa. Työpaikan ilmanvaihdon tulee olla riittävän tehokas ja tarkoituksenmukainen. 37 §:n mukaan työpaikalla, jossa esiintyy ilman epäpuhtauksia, työntekijää vahingoittavassa tai häiritsevässä määrin, on niiden leviäminen mahdollisuuksien mukaan estettävä eristämällä epäpuhtauden lähde. Ilman epäpuhtaudet on riittävässä määrin koottava ja poistettava tarkoituksenmukaisen ilmanvaihdon avulla. (Työturvallisuuslaki 738/2002)

Maankäyttö- ja rakennuslain (132/99) 117 c §:ssä sanotaan terveellisyydestä seuraavaa: rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus käyttötarkoituksensa ja ympäristöstä aiheutuvien olosuhteittensa edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että se on terveellinen ja turvallinen rakennuksen sisäilma, kosteus-, lämpö- ja valaistusolosuhteet sekä vesihuolto huomioon ottaen. Rakennuksesta ei saa aiheutua terveyden

vaarantumista sisäilman epäpuhtauksien, säteilyn, veden tai maapohjan pilaantumisen, savun, jäteveden tai jätteen puutteellisen käsittelyn taikka rakennuksen osien ja rakenteiden kosteuden vuoksi.

Rakentamisessa on käytettävä tuotteita, joista ei niiden suunnitellun käyttöiän aikana aiheudu sisäilmaan, talousveteen eikä ympäristöön sellaisia päästöjä, joita ei voida pitää hyväksyttävänä. Rakennuksen järjestelmien ja laitteistojen on sovelluttava tarkoitukseensa ja ylläpidettävä terveellisiä olosuhteita. (Maankäyttö ja rakennuslaki 132/99)

1.2 Sisäilman raja-arvot

Sisäilman ja ulkoilman väliselle paine-erolle ei ole annettu selkeitä raja-arvoja.

Ilmanvaihdon tasapainotus pyritään tekemään siten, että rakennukseen muodostuu korkeintaan 5 Pascalin alipaine.

Asumisterveysasetus 545/2015 määrää sisäilman hiilidioksidipitoisuudesta seuraavasti: *”sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 2100 mg/m³ (1150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus”*.

Sisäilmastoluokituksen mukaiset tavoitearvot sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle ovat S1 luokassa 750 ppm, S2 luokassa 900 ppm ja S3 luokassa 1200 ppm.

Sisäilman lämpötilan tulee olla asumisterveysasetuksen 545/2015 taulukon 1 mukaan lämmityskaudella välillä 20-26°C ja oleskeluvyöhykkeen lämpötila ei saa yleensä olla korkeampi kuin 25 °C (RakMK D2).

Asumisterveysasetus 545/2015 määrää sisäilman kosteudesta seuraavasti: *”huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä”*.

Oleskelutilan ilman suhteellisen kosteuden tulisi olla 20-60 % (Asumisterveysopas). Suhteellisen kosteuden ylittäessä huoneilmassa 60 %, on mahdollista, että rakenteiden pinnoille kondensoituu kosteutta.

Asumisterveysasetus 545/2015 määrää teollisista mineraalikuiduista seuraavasti: *”Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm²”*.

2. TUTKIMUKSEN TAVOITE

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää rakennuksen sisäilman laatua peruskorjauksen jälkitarkastuksena.

3. MENETELMÄT

Rakennuksen käyttäjien ja tutkijoiden aistinvaraiset havainnot ja käyttäjäraportit, hiilidioksidimittaukset, pölylaskeumanäytteet, lämpö- ja kosteusmittaukset sisällä ja ulkona, tilojen painesuhteiden mittaukset, ilmanvaihdon näytteet, homekoira.

Tutkimuksessa käytetty kalusto ja palvelut:

Tutkimus/mittaus Mittalaite Kalibrointi

Painesuhteet:	Energy Conservatory DG-700 5/2015
Sisäilman hiilidioksidipitoisuus:	Alnor CompuFlow 8610 9/2015
Sisä- ja ulkoilman lämpötila:	Velocicalc 9545
Suhteellinen kosteus	Rotronic HygroPalm
Pölyn laskeumanäytteet:	Työterveyslaitos, Helsinki
Mikrobianalyysit:	Työterveyslaitos, Kuopio
Homekoira:	Kymen Home-etsintä Oy

4. TULOKSET JA HAVAINNOT

4.1 Käyttäjien oireet

Kyselyyn vastanneista 39% kertoi havainneensa itsellään erilaisia silmä oireita joka viikko. Nenän tukkoisuutta tai vuotoa 17%. Kurkun kuivuutta ja äänen käheyttä 6%, sekä päänsärkyä 17%. Yhdellä (6%) on ilmennyt keskittymisvaikeuksia sekä yhdellä kasvojen ja käsien kuivuutta, kutinaa tai punoitusta.

Vastaavat luvut joskus havaittuna ovat kaikilla oireilla 0%. Yksi kyselyyn vastanneista on astmaatikko.

4.2 Työympäristön havainnot

Kyselyyn vastanneista 17% kertoi aistineensa vetoa joka viikko, liian korkeaa lämpötilaa 6%, vaihtelevaa lämpötilaa 17%, liian matalaa lämpötilaa 17%, tunkkaista huonoa ilmaa 28%, kuivaa ilmaa 28%, riittämätöntä ilmanvaihtoa 44%, homeen tai maakellarin hajua 11%, muita epämiellyttäviä hajuja 22%, melua 6% ja havaittavaa pölyä tai likaa 6%.

Vastaavat luvut joskus aistittuina ovat vedolle 44%, liiankorkealle lämpötilalle 56%, vaihtelevalle lämpötilalle 39%, liian matalalle lämpötilalle 44%, tunkkaiselle huoneilmalle 61%, kuivalle ilmalle 50%, riittämättömälle ilmanvaihdon 50%, homeen tai maakellarin hajulle 22%, muille epämiellyttäville hajuille 44%, muiden tupakoinnille 22%(0%), melulle 17%, heikolle valaistukselle tai heijastukselle 14%(0%) ja pölylle ja lialle 25%.

Kymijoen Työterveyden tulkinnan mukaan kyselyssä ei esiintynyt merkittäviä terveyshaittoja.

4.3 Näytteet

B- osan kellarin käytävästä kerätystä pölynäytteestä esiintyi mineraalikuituja(kivivilla) 1-5 paino% ja ensimmäisen kerroksen ruokalasta kerätyissä pölynäytteissä on mineraalikuituja (lasivilla) 1-5%.

4.4 Painesuhteet

Rakennus on hieman alipaineinen ulkoilmaan nähden. Kellarikerroksessa on noin 2-4 Pa alipaine, 1. kerroksessa 2-3 Pa ja 2. kerroksessa 1-2 Pa alipaine.

4.5 IV-laitteisto

Rakennuksen uudet ilmanvaihtokoneet, on säädetty vuonna 2014. Poikkeamia toiminnassa ei havaittu, käyntiä ohjataan automatiikalla.

Suodattimet vaihdetaan huolto-ohjelman mukaan. Ilmanvaihto- kanavisto on puhdistettu ennen käyttöönottoa 2014.

Ilmanvaihtventtiilien savukokeissa ei havaittu poikkeamia.

4.6 Hiilidioksidimittaukset

Tutkittavat huoneet olivat A-osan oleskeluhuoneet molemmissa kerroksissa, B- osan päivähuone toisessa kerroksessa sekä toimisto/taukotila toisessa kerroksessa.

Taulukko 1.

Tila	min	max	avg	ajankohta/kesto (min)
A-osa oleskelu 2. krs	616	878	695	10.00-13.30/210
A-osa oleskelu 1. krs	575	919	679	9.30-14.00/333
B-osa päivähuone	451	578	510	9.30-14.00/322
B- osa toimisto/taukotila	451	826	526	8.00-15.00/417

4.7 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

Sisäilman lämpötila kellarikerroksessa vaihteli yhden päivän aikana tiloista riippuen 19-22 °C. Sisäilman suhteellinen kosteus vaihteli 35-50 % välillä.

A-osa

A-osalla ensimmäisessä kerroksessa sisäilman lämpötila oli yhden päivän aikana tiloista riippuen 21–22 °C ja ilman suhteellinen kosteus 47–54 %.

A- osalla toisessa kerroksessa sisäilman lämpötila oli yhden päivän aikana tiloista riippuen 22–23 °C ja ilman suhteellinen kosteus 47–56 %.

B-osa

B- osalla ensimmäisessä kerroksessa sisäilman lämpötila vaihteli tiloista riippuen yhden päivän aikana 21–24 °C ja ilman suhteellinen kosteus vaihteli 47–60 %:n välillä.

B- osalla toisessa kerroksessa sisäilman lämpötila vaihteli tiloista riippuen yhden päivän aikana 21–22 °C ja ilman suhteellinen kosteus vaihteli 44–50 %:n välillä.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta rakennuksen sisäilman olevan hyvällä tasolla. 2/5 osaa rakennuksen käyttäjistä kärsii silmien kutinasta, kirvelystä ja ärsytyksestä. Pölylaskeumanäytteissä oli mineraalikuituja, joilla voi olla yhteys oireisiin.

6. LÄHDELUETTELO

Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetus 545/2015

Asumisterveysopas.

Sisäilmastoluokitus 2008

Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 28. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Helsinki 1997.

Terveysturvallisuuslaki 763/ 1994.

Työturvallisuuslaki 738/2002.

Maankäyttö ja rakennuslaki 132/99

RAKENTEELLISEN ILMATIIVEYDEN PARANTAMINEN KORJAUSRAKENTAMISESSA – LAADUN VARMISTAMINEN

Timo Puhakka

TIIVISTELMÄ

Rakenteellisen ilmatiiveyden parantamisella pyritään varmistamaan tilojen suunnitelman mukainen käyttö, tiloissa työskentelevien tai muuten oleskelevien henkilöiden terveellisyyttä ja turvallisuutta, sekä energiatehokkuusvaatimusten toteutumista.

Rakennustöiden laadun varmistamiseksi on olemassa lukuisia tapoja rakennusprosessin eri vaiheissa käytettäväksi ja eri toimijoiden suoritusten ohjaamiseksi. Lainsäädännössä määrätään laadun varmistamiseen tarvittavien toimien järjestämisestä. Asetukset ja viranomais määräykset ovat tällä hetkellä muutosprosessien kohteina, mutta voidaan olettaa niissä edelleen säilyvän tarkempia ohjeita laadunvarmistamiseen liittyvistä toimista. Viranomaisten lisäksi mm. tutkimus- ja oppilaitokset, rakennusalan eri järjestöt ja muut toimijat, suurten kiinteistömäärien omistajat, sekä materiaalityöntekijöiden yhdistykset ja yksittäiset yritykset antavat ohjeita laadun varmistamisesta. Niistä ei siis varsinaisesti ole puutetta.

Laadun varmistaminen käsitetään usein vain työmaalla tehtävien laadunvarmistustoimenpiteiden suorittamista ja dokumentointia koskeviksi asioiksi. Rakenteellisen ilmatiiveyden parantamisen laadun varmistaminen on kuitenkin prosessi, jonka voidaan katsovan alkavan jo esisuunnitteluvaiheen toiminnoista ja kestävästi koko ajatellun rakennuksen käyttöä.

Rakenteellisen ilmatiiveyden parantamiseksi tehtävien toimien laadunvarmistus toimii, kun korjausrakentamisen prosessit saadaan toimimaan hallitusti koko rakennuksen elinkaaren aikana.

1. JOHDANTO

Syitä rakenteellisen ilmatiiveyden parantamiseen ovat mm. sisäilmaston lämpöolojen hallinta, hallitsemattomista ilmapirroista aiheutuvien haittojen ehkäisy, epäpuhtaiden ilmapuotojen ehkäiseminen, painesuhteiden hallinta rakennuksen ulkovaipan yli ja eri tilojen välillä ja energian säästötoimet. Lisäksi ilmatiiveyden parantamisella voidaan parantaa ääneneristävyyttä.

Rakenteellista ilmatiiveyttä pyritään yleensä parantamaan muiden korjausrakentamistoimien yhteydessä. Ennen muita korjaustoimia tehtävät tiivistämistoimet onnistuvat harvoin.

Laadullisesti oikean lopputuloksen varmistamiseksi tulee hankkeen prosessin kaikissa vaiheissa mahdollistaa muiden hankkeessa mukana olevien tahojen onnistumismahdollisuudet omissa tehtävissään. Mahdollistamiseen kuuluvat mm. tavoitteiden selkeä ja realistinen asettaminen, tarpeenmukaisten resurssien varaaminen ja riittävän seurannan järjestäminen.

Toimijoiden mahdollisuudet tuottaa laatutasoltaan riittävää tulosta riippuvat työnantajien tehtäviin valitsemien henkilöiden osaamisesta, riittävästä resursoinnista, työn ohjauksesta ja motivoinnista. Lisäksi työn tekijöiden oma tahto tehdä oikein ja hyvää työtä tulee olla kunnossa.

Valittavat ratkaisut eri työvaiheissa ohjaavat lopputulosta ja vaikuttavat muiden toimijoiden tekemien ratkaisujen vaikuttavuuteen. Olemassa olevien ratkaisumallien käyttäminen selkeyttää tilannetta eri toimijoiden välillä, tällöin keskustelu voidaan käydä valittavien mallien vertailuna ja kohteeseen sovittamisen erikoispiirteiden huomioon ottavana tiedonvaihtona.

Tavoitteiden mukaisen lopputuloksen saavuttamiseksi seuranta tulee tehdä prosessin kaikissa vaiheissa. Seuranta voidaan järjestää hallinnollisilla ja sopimusteknisillä työkaluilla eri toimijoiden kesken, mutta yksikertaisempi ja laatutavoitteet paremmin säilyttävä tapa on käyttää tähän hankkeen alussa valittavaa asiantuntijaa.

Monet tehtävistä on mainittu useiden eri toimijoiden vastuualueisiin kuuluvina. Tämä on hyvä ja toimiva tapa varmistaa asioista huolehtiminen silloin kun yhteistyö sujuu ja kaikilla on tarvittavat resurssit käytössään. Aina ei kuitenkaan ole näin optimaalinen tilanne ja toisinaan voi käydä niin että jokin ”yhteinen” tehtävä jää hoitamatta, kun molemmat katsovat että toinen hoitaa sen.

2. TOIMIJAT PROSESSIN ERI VAIHEISSA

2.1 Rakennuksen omistaja

Rakennuksen omistaja määrittelee rakennuksen halutun kunnon. Tarve parantaa rakennuksen rakenteellista ilmatiiveyttä saattaa tulla taloudellisista syistä, kuten olevan vuokrasopimuksen voimassa pitäminen tai jatkaminen, sekä kilpailuasetelman parantaminen vuokramarkkinoilla rakennuksen laatutasoa parantamalla. Valistunut omistaja tekee korjaustoimia myös ennakoiden.

Haluttavan rakennuksen tai rakennuksen osan tulevan käyttöiän pituudella on vaikutusta korjaustoimien resursointiin. Esimerkiksi vuokrasopimuksen päättymistä edeltävinä vuosina korjaustoimet halutaan usein tehdä pienellä taloudellisella panostuksella, mikäli korjausten takaisinmaksuaikaa ei voida ajatella jatkettavan seuraavan vuokralaisen kaudella. Tällöin valittavat ratkaisut ovat yleensä hinnaltaan edullisia paikkakorjaustyyppejä toimenpiteitä ja riskejä korjaustyön epäonnistumiseen liittyen tarkastellaan mm. imagon, markkinatilanteen ja vuokralaisen kiinnostavuuden näkökulmista. Pidempään käyttöikänsä pyrittäessä tiivistystyöt tehdään yleensä muiden korjaustoimenpiteiden yhteydessä.

Korjaustoimien aikataulutus vaikuttaa korjauskustannusten lisäksi taloudelliseen arviointiin. Negatiivinen vaikutus talouteen tulee mm. vuokralaisen toimintojen keskeytyksistä johtuvista vuokranmenetyksistä. Toisaalta liian tiukka aikataulu erikseen ja muuten tiivistystoimien kannalta puutteellinen aikataulusuunnittelu yhdessä johtavat tyypillisesti tilanteeseen, jossa tiivistystyöt epäonnistuvat.

Hanketta toteuttamaan valittavien tahojen tulee olla osaamistasoltaan, resursseiltaan ja motivaatioiltaan riittäviä. Rakennuksen omistaja voi hankkia itseltä puuttuvaa osaamista palveluntarjoajilta. Rakennuttamisen tai pääsuunnittelun osaamisesta turvautuminen luotettavaksi katsottaviin tahoihin voitaneen katsoa riittäväksi varmistukseksi näiltä osin. Lisäksi tulisi huolehtia siitä, että hankkeessa on riittävän varhaisesta vaiheesta lähtien tarpeen mukaiset korjausrakentamiseen, rakennusfysikaaliseen ja sisäilmastotekniseen osaamiseen tarvittavat resurssit.

2.2 Rakennuttaja

Rakennuttajan asiantuntemuksella varmistetaan rakennushankkeen aikataulutuksen onnistuminen ja tarvittavien taloudellisten ja osaamiseen liittyvien resurssien varaaminen hankkeelle. Tehtävien jako tulee sopia pääsuunnittelijan kanssa, joka rakennusluvan varaisissa töissä vastaa useiden tehtävien hoidosta. Osa tehtävistä voidaan antaa erityisasiantuntijan hoidettaviksi.

Rakennuttajan tulee hankkeen alkuvaiheessa yhdessä pääsuunnittelijan kanssa varmistaa riittävien lähtötietoselvitysten, sekä tarvittavien tutkimusten suunnittelu ja toteuttaminen hanke- ja myöhempiä suunnittelua varten. Rakennuttaja seuraa aikataulun toteutumista ja tarvittaessa esittää varattavaksi lisäresursseja selvitysten tekoon. Huolellisella valmistautumisella voidaan varmistaa myöhempien vaiheiden kitkaton eteneminen yllätysten, väliselvitysten ja lisätietojen hankkimisen vähentyessä.

Rakennuttajan ollessa palkattu konsultti, konsultin lähtökohtana on hankkeen sopimuksenmukainen läpivieminen, jolloin tarvittavat kirjaukset tulee olla konsulttisopimuksessa. Rakennuttajakonsultti huolehtii yleensä pääosan rakennuslain mukaisista rakennushankkeeseen ryhtyvän velvollisuuksista.

Laadun varmistamiseen liittyvät tekijät ja toimet tulee huolehtia kohteen asiakirjoihin valmisteltaessa eri sopimuksia. Tällöin tarkasteltavana on myös eri sopimus- ja muiden asiakirjojen keskinäinen järjestys, jotta tavoitteet ovat kirjattuina tarkoituksenmukaisesti paikkoihin. Suunnittelu- ja urakkamuotoja valittaessa, sekä sopimuksia tehdessä tulee tarkastaa tavoitteiden mukaisen laadun toteutumiseen liittyvät riskitekijät ja sopia riskien vähentämiseksi sopimukseen tehtävät kirjaukset. Mahdollisesti myös laadunvarmistussuunnitelmiin on tällöin tehtävä tarkennuksia. Hintakilpailuissa hankkeissa esimerkiksi taloudellisten sanktioiden määrääminen viivästyksistä ja purattamismahdollisuuden korostaminen osaamisen osoittamisen tai mallisuorituksen puuttuessa voisivat olla

tehokkaita (vaikkakin todennäköisesti hintaa nostavia) keinoja varmistaa keinoja työmaa-aikaisen toteutuksen valvontaan ja laadunvarmistukseen.

2.3 Pääsuunnittelija

Rakennusluvan varaisissa hankkeissa kohteeseen valitaan pääsuunnittelija, jolla on maankäyttö- ja rakennuslain ja -asetuksen mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän kanssa merkittävästi vastuuta laatuun vaikuttavien toimien varmistamisessa. Usein lain mukaisia tehtäviä jaetaan pääsuunnittelijan ja rakennuttajakonsultin kesken. Käytännön tasolla tehtävänjako muiden toimijoiden näkökulmasta jää toisinaan epäselväksi.

Pääsuunnittelijalla tulee olla aikatauluun nähden riittävä kapasiteetti käytössään tehtävän hoitamiseksi. Tehtävät on lueteltu maankäyttö- ja rakennusasetuksen 48 § tehtäväluettelossa.

2.4 Erityisasiantuntija

Rakennushankkeeseen varattu kohteen vaativuus ja ominaisuudet huomioon ottaen riittävän pätevä erityisasiantuntija hoitaa tarvittavien esiselvitysten ja tutkimusten teettämisen riittävässä laajuudessa ja tarvittavalla osaamisella. Hän huolehtii, että muut toimijat saavat käyttöönsä riittävät tiedot päätöksentekoa, suunnittelua ja toteuttamista varten. Tarvittavien mallitöiden ja laadunvarmistuskokeiden kirjaaminen asiakirjoihin on hyvä erityisasiantuntijan varmistaa.

Erityisasiantuntijan tulee mielellään myös kyetä ohjaamaan erityissuunnittelua ja työmaatoteutusta, sekä laadun varmistamista koko prosessin ajan.

2.5 Selvitysten ja tutkimusten tekijä

Selvitysten ja tutkimusten tekijät tuovat oman osaamisensa rakennuksen kunnon, tiivistystarpeiden ja tiivistettävyyden arviointiin. Lisätutkimus- ja selvitystarpeiden esille tuominen on tärkeää tiivistystarpeiden laajuuden määrittelyn ja suunnittelun lähtötietojen kokoamisen kannalta. Oikein tarkennetuilla tutkimuksilla ja selvityksillä saadaan tarvittavaa tietoa töiden määrästä ja mahdollistetaan riittävien lähtötietojen saanti suunnittelijoiden käyttöön.

2.6 Erityissuunnittelijat

Hankkeen arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijat saavat lähtötietonsa suunnittelutilauksen tai jo tarjouslaskennan yhteydessä. Heti suunnittelutilauksen saamisen jälkeen tulee tutustua saatuun aineistoon riittävän huolellisesti, jotta mahdollisesti tarvittavat lisäselvitykset ehditään tehdä ajoissa.

Riittävät lähtötiedot ja selkeä toimeksianto antaa suunnittelijoille mahdollisuuden keskittyä omaan erikoisosaamiseensa, jolloin onnistumisen mahdollisuudet taloudellisesti ja aikataulun suhteen paranevat.

Suunnittelijoilla tulee olla osaamista myös vaihtoehtojen tarjoamiseen ja muiden esittämien vaihtoehtojen ratkaisujen arviointiin omalta kannaltaan.

Rakenteellisen ilmatiiveyden parantamiseen tarvittavat suunnitelmat tulee tilata erikseen koska ne eivät kuulu minkään suunnittelualan normaaleihin tehtäväluetteloiden mukaisiin tehtäviin.

2.7 Urakoitsijat

Urakoitsijoiden tulee huolehtia, että heillä on tehtäviin sopiva ja riittävän ammattitaitoinen henkilökunta asiaan perehtynyt työnjohto mukaan lukien kulloinkin käytössä. Urakoitsijoiden tulee yhdessä hankkeen muiden osapuolien kanssa varmistaa, että henkilöstö on perehdytetty kulloinkin alkavaan työtehtävään. Tiivistystöiden suoritustapa ja laatuun vaikuttavat tekijät vaihtelevat riippuen tiivistettävästä kohdasta.

On huomattava, että tiivistystöiden onnistuminen vaatii erityistä huolellisuutta työn suunnittelun ja valmistelun osalta jo aikataulusuunnittelun alkuvaiheesta asti. Töiden sovittaminen muiden töiden kanssa rinnan tehtäväksi vaatii kokemusta vastaavista tehtävistä tai erityisen huolellista asiaan paneutumista.

2.8 Vastaava työnjohtaja

Vastaava työnjohtaja on keskeinen henkilö onnistumisen kannalta, koska hän vastaa koko työmaatoteutuksen aikaisesta toiminnasta rakennustyömaalla. Tehtävään valittavan henkilön pätevyyden tulee olla riittävä arvioimaan ja tarvittaessa johtamaan tiivistystöiden etenemistä. Hän vastaa aikatauluista ja riittävien resurssien varaamisesta kulloiseenkin tehtävään.

Isoilla työmailla pelkästään vastaavan työnjohtajan mahdollisuudet paneutua rakenteellisen ilmatiiveyden varmistamiseksi tehtäviin toimiin eivät välttämättä riitä. Tällöin työmaalle on saatava lisäksi asiaan perehtynyt työnjohtaja.

2.9 Tiivistystyön tekijät

Tiivistystyön tekijöiden tulee olla ammattitaitoisia ja tehtäviinsä perehdytettyjä. Suomessa on yritetty järjestää koulutusta erikseen tiivistystöihin valmentavana koulutuksena, mutta valmistuneita ei ole kovin paljon. Nauhatiivistyksiä tehtäessä vesieristetyöntekijän henkilösertifikaattikoulutuksessa saadaan käyttökelpoista tietoa ja oppia hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi. Saumausmas-

soilla tehtäviin tiivistystöihin on hyötyä esimerkiksi julkisivusaumaukseen perehtymisestä. Injektointitavoilla tehtävät tiivistykset vaativat perehtyneisyyttä työtapoihin ja aineisiin. Ruiskuttamalla tehtävien tiivistystöiden osaamisvaatimukset ovat samankaltaiset kuin maalaustyössä. Täyttö- ja rappaustöissä tarvitaan ko. osaamisen lisäksi perehdytystä ilmatiiveysvaatimusten huomioon ottamiseen liittyvistä seikoista.

Osaamisen, pätevyysien ja sertifiointivaatimusten merkitseminen urakka-asiakirjoihin kulloisenkin eri tehtävän vaatimuksena edistäisi valvojien mahdollisuutta hoitaa omaa tehtäväänsä.

Työn tekijälle tulee varmistaa työn onnistumisen mahdollisuus huolehtimalla edeltävien töiden kunnollisesta loppuun saattamisesta, kohteen olosuhteiden asianmukaisuudesta, työajan riittävyydestä, sekä suunnitelmien ja materiaalien oikeellisuudesta.

2.10 Rakennustyön valvoja ja muut valvojat

Rakennustyön valvoja on tehtäväluettelonsa perusteella avainasemassa työmaan laadullisen toteutumisen seurannassa ja dokumentoinnissa. Valvojalla tulee olla varattuna riittävästi aikaa tehtäviensä hoitamiseen.

Valvojan mahdollisuuksia kavennettaessa laadullisen varmistamisen toimet jäävät helposti ensin pois, koska niistä tehtäviä kirjauksia seurataan vähemmän, kuin muun valvontatyöskentelyn dokumentointia. Esimerkiksi piiloon jäävien ja peittyvien rakennusosien tarkastus jää puutteelliseksi. Tällaisia kohtia ovat useat tiivistettävät kohdat.

Valvojalla tulisi olla käytössään myös sopimuksiin perustuvat tarpeeksi vaikuttavat pakkokeinot käytössään.

Tiivistämistoimien valvontaa hoitamaan voidaan tarvittaessa palkata erillinen erikoisvalvoja. Tehtävää voi myös osaamisen ja resurssien niin mahdollistaessa hoitaa erityisasiantuntija, selvitysten ja tutkimusten tekijä tai erityissuunnittelija. Mahdollisesti kohteessa oleva kosteuskoordinaattori voi tulla kyseeseen tehtävän hoidossa.

3. YHTEENVETO

Rakenteellisen ilmatiiveyden parantaminen korjausrakentamisessa on laadunvarmistuksen kannalta katsottuna varsin monisyinen ja vaikeasti täydellisesti hallittavissa. Mutta mahdollista.

4. KIITOKSET

Kiitän työn ohjaajinani toimineita Hannu Kääriäistä ja Timo Turusta. Lisäksi kiitän työnantajaani opiskelumahdollisuudesta työn ohessa ja vaimoani rakkaudesta, sekä yhteistyökumppaneita ja opiskelu- ja työkavereita kaikesta saamastani avusta ja tuesta.

MÄRKÄTILOJEN TUULETTUVATRAKENTEET KORJAUSRAKENTAMISESSA

Mika Suojanen

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on pohtia erityyppisten tuulettuvien märkätila rakenteiden toimivuutta, märkätilojen edullisinta sijoittelua rakennuksessa sekä käytettäviä materiaaleja. Työssä tutkitaan rakenteiden painovoimaista tuulettuvuutta konvektiovirtauksia hyödyntäen, sekä tuulettuvuutta ilmanvaihdon avustamana.

Arvioitavaksi työssä tulee myös lämpimän kostean ilman poistaminen rakennuksesta sekä siitä vapautuvan lämpöenergian mahdollinen hyödyntäminen.

1. JOHDANTO

Suomalaisten arvorakennuksien, rakennusfysikaaliseen kosteudenhallinta suunnitteluun, märkätilojen sijoitteluun rakennuksessa sekä olemassa olevan painovoimaisen ilmanvaihdon hyödyntämiseen rakennuksen sisäilman laadun ylläpitämisessä on käytetty rajallisesti resursseja.

Esimerkkikohteina käytän työssä Porissa sijaitsevan Porin Lyseon koulun rakennusta valmistumisvuosi 1857 ja Hotelli Otavan rakennusta rakennettu 1857 luvun alussa.

Molempiin rakennuksiin on 1990 luvulla tehty peruskorjaus ja ylläpitokorjauksia sekä uudistettu märkätiloja. Lyseon rakennukseen peruskorjauksen yhteydessä rakennettiin talonmiehen asuntoon sauna ja pesutilat ja Otavan rakennuksessa entisöinti korjauksen yhteydessä uudet kylpyhuonetilat.

Rakennusfysikaaliset perusperiaatteet asettavat märkätilarakenteille haastavat olosuhteet. Vesihöyrypitoisuuksien ero rakenteen eri puolilla saa aikaan diffuusion. Diffuusiolla tapahtuvan virtauksen suuruus riippuu vesihöyrypitoisuuseron suuruudesta ja rakenteen vesihöyrynläpäisevyydestä. Kosteusvaurioita syntyy yleensä, jos rakenteen sisäpuolelta pääsee vesihöyryä diffuusiolla enemmän rakenteisiin kuin rakenteesta poistuu ja rakenteen kosteuspitoisuus kasvaa ajan mukana (RIL 250-2011).

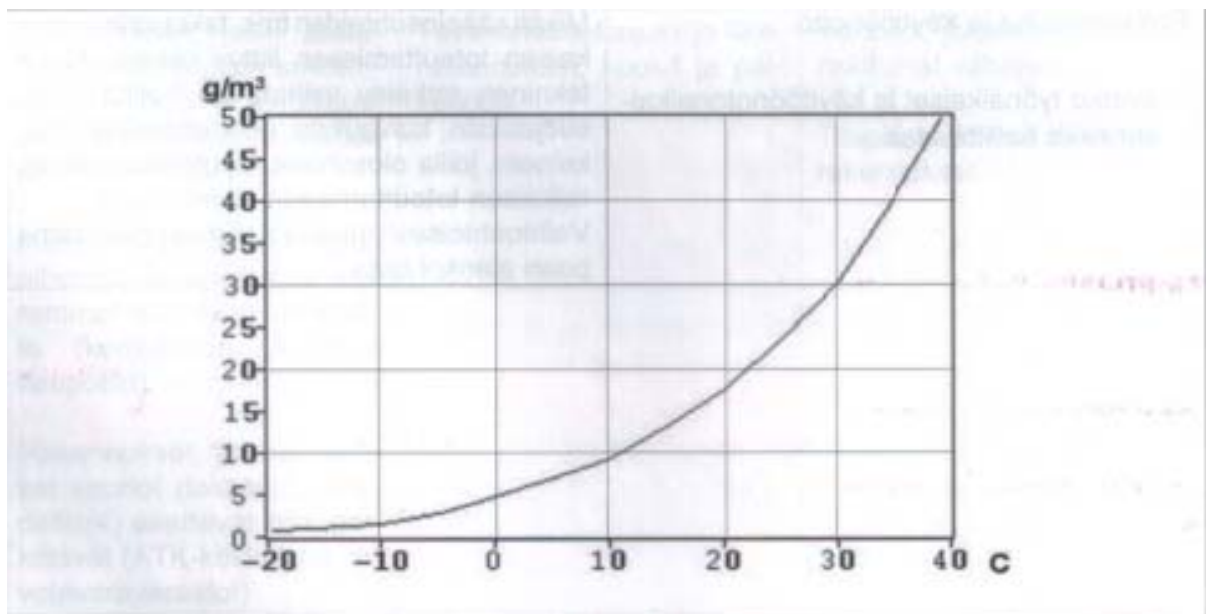
Lämpö siirtyy lämpimästä tilasta kylmempään, tämä puolestaan aiheuttaa huokosissa rakenteissa ilmavirtauksia ns. konvektio ilmavirtauksia. Rakenteiden sisällä virtaava ilma vaikuttaa lämpötilaan ja sen jakaumaan mikä mahdollistaa kostean ilman tiivistymistä rakenteeseen. Konvektio ilmavirtaus rakenteen pinnalla hallitusti mahdollistaa puolestaan rakenteen kuivumisen konvektio ilmavirtauksen avulla.

Ilmanvaihtoteknisestä näkökulmasta katsoen märkätilasuunnittelun ilmanvaihto ja olemassa olevan painovoimaisen ilmanvaihdon hyödyntäminen rakenteiden tuulettamiseen vaatii erityis-tila suunnittelua. Teollisuuden käyttämät prosessi-ilmastoinnin menetelmät, kuten tilan koteloinnit ja kohdepoistot. Lämpötekniikan hyödyntäminen lämpötilaeron luomiseksi ja hallitun konvektio ilmavirtauksen muodostamiseksi.

Työssä pyritään ohjaamaan korjausrakentamisen suunnittelua huomioimaan enemmän rakennuksen alkuperäisten ominaisuuksien ymmärtämistä ja hyödyntämistä perusrakennus ja -korjaus tapauksissa. Alkuperäisten materiaalien ja tekniikoiden ymmärtäminen suunnittelussa on ensiarvoisen tärkeää, tällöin uusien materiaalien ja tekniikoiden hyödyntäminen korjauskoh-teissa niin sisäilma teknisesti kuin rakenteellisesti mahdollistaa onnistuneen lopputuloksen korjauskoh-teissa.

2. MÄRKÄTILOJEN RAKENNUSFYSIKAALINEN TOIMINTA JA KÄSITTEITÄ

Sisäilma sisältää vesihöyryä eli vettä, ilman vesihöyrypitoisuutta kuvataan ilman suhteellisella kosteudella (RH %). Suhteellisen kosteuden saavuttaessa arvon 100% alkaa ilma tiivistyä vedeksi. Ilmanvesihöyryn pitoisuutta voidaan kuvata myös vesihöyryn osapaineena (Pa) vesihöyryn saavuttaessa kyllästyspaineen alkaa vesihöyry tiivistyä vedeksi. Lämpötilalla on myös merkittävä rooli vesihöyryn tiivistymiseen, alhaisemmalla lämpötilalla vesihöyryn kyllästyspi-toisuus (g/m^3) on alhaisempi (Kuva 1) mikä tarkoittaa hallitsemattomassa konvektiossa veden tiivistymistä rakenteeseen ilmiö esiintyy myös voimakkaissa diffuusiovirtauksissa.



Kuva 1. Kyllästyskosteus likimäärin eri lämpötiloissa

3. MÄRKÄTILAT

Märkätilojen rakenteita rasittaa –tilan sisäpuolinen kosteus joka pyrkii tasaantumaan diffuusion avulla sekä paine-eroista johtuvien konvektiovirtausten mukana kulkema vesihöyry rakenteesseen. Märkätilan käytöstä aiheutuu myös suoranaista vesirasitusta rakenteisiin.

Rakenteet tulee suojata näin ollen niin diffuusiolta (höyrynsulku) kuin konvektiolta (ilman-sulku). Märkätilojen vesirasitusta ohjataan viemäroinnillä, lattiakallistuksilla, rakenteiden veden- ja kosteudeneristyksellä, vesirasitusta kestäväillä pinta- ja runkorakenne materiaaleilla, ilmanvaihdolla sekä tilojen riittävällä lämmityksellä.

Märkätilojen sijoittamista rakennuksen ulkoseinälinjalle tulisi välttää johtuen talvikaudella suuresta lämpötilaerosta, ulko- ja sisäilman välillä. Tuulettuvan kotelorakenteen toteuttaminen rakennuksen sisäkaistoilla on myös yksinkertaisempaa ja lämpötilaerosta johtuva kondensaatio rakenteeseen pystytään välttämään.

Märkätilojen säännöllinen siivous ja huolto edellyttää tilojen moitteetonta toimintaa. Puutteellisen ilmanvaihto ja siivous aiheuttaa rakenteiden pinnoille mikrobi- ja bakteerikasvustoa mikä johtaa sisäilmaongelmiin.

4. RAKENTEIDEN TUULETTUVUUS

Paras mahdollinen lopputulos märkätilarakenteiden tuulettavuudella saavutetaan, jos tuuletus voidaan ratkaista painovoimaisesti hyödyntäen luonnon omia energia ja lämpölähteitä.

Ilmastoinnin hybridiratkaisu märkätilarakenteiden tuulettamiseen tulisi tehdä aina pienempienkin kosteusvaurioiden välttämiseksi. Hybridiratkaisussa käytetään rakennuksen lämmityksen energiaa, ilmanvaihtoa ja painovoimaista ilmanvaihtoa hyväksi. Vanhoissa arvorakennuksissa painovoimaisen ilmanvaihdon poistohormit on sijoitettu rakennuksen keskivyöhykkeelle mikä mahdollistaa niiden hyödyntämisen märkätilan kotelorakenteen tuulettamiseksi.

Rakenteiden kuivumista voidaan parantaa tuuletuksen avulla, kerrosrakenteissa käytetään tuuletusvälejä ja –tiloja joihin korvausilma johdetaan tuuletusaukkojen ja –rakojen kautta. Tuuletusvälit, -raot ja –tilat tulee suunnitella niin että niistä ei ole haittaa rakennukselle.

Rakenteiden kuivumiskykyä voidaan myös edesauttaa lämmityksen avulla, lattialämmityksen avulla voidaan muodostaa märkätilan kotelorakenteeseen lämpötilaero ja näin ollen saadaan tuuletusväliin hallittu konvektiovirtaus, mikä edesauttaa rakenteen kuivumista.

5. KIITOKSET

Kiitokset kaikille työhöni osallistuneille ja tuen antamiselle niin hyvinä kuin huonoinakin hetkinä, varsinkin silloin kun Isonmäen nyppylä on tuntunut Mount Everestiltä.

6. LÄHDELUETTELO

Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät, Sandberg Esa

Ilmastointilaitoksen mitoitus, Sandberg Esa

RIL 107-2012, Rakennusten veden ja kosteudeneristysohjeet

RIL 235-2009, Uimahallin rakenteiden suunnittelu ja kunnonhallinta

RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen

RIL 255- 1- 2014, Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset

Asuinhuoneistojen märkätilojen alakattotilan kosteustekninen toiminta, Heli Teivainen

RT 84-11166, MÄRKÄTILOJEN RAKENTEET