

*Rakennusterveysasiantuntija-koulutuksen
2015–2016 loppuseminaari 30.–31.8.2016*



Toimittaneet: Helmi Kokotti, Meri Hietala ja Arja Vainio
Opinnäytetöiden tiivistelmät.
Rakennusterveysasiantuntija
RTA 2015 – 2016
Helsinki 2016



Rakennusteollisuuden koulutuskeskus RATEKO

www.RATEKO.fi

Toimittajat Helmi Kokotti, Meri Hietala ja Arja Vainio	Ryhmä RTA 2015 - 2016
Nimi RTA – opiskelijaryhmän 2015 – 2016 opinnäytetöiden tiivistelmät. Rakennusterveysasiantuntija -koulutuksen loppuseminaari 30.-31.8.2016.	Sivu- ja liitesivumäärä 194
Tämä julkaisu koostuu RATEKOn Rakennusterveysasiantuntija (RTA) - koulutuksessa 2015-2016 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 kunto- ja ilmanvaihtotutkimuksia 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 Terveydensuojelulaissa (763/1994) ja Asumisterveysasetuksessa (545/2015). Rakennusterveysasiantuntijoita (RTA) tarvitaan johtamaan sisäilmaongelman selvitysprosessia, laatimaan näytteenotto- ja tutkimussuunnitelmia, suorittamaan kuntotutkimuksia, tulkitsemaan niiden tuloksia, raportoimaan selvityksistä, sekä tilaamaan, suunnittelemaan ja valvomaan korjauksia. Lisätietoa RATEKOn Rakennusterveysasiantuntija-koulutuksesta sekä muista henkilösertifiointiin ja pätevoitymisiin valmentavista koulutuksista: www.rakennusteollisuus.fi/RATEKO/Koulutusohjelmat/Henkilösertifiointi/	
Avainsanat rakennusterveys, terveyshaaita, kuntotutkimukset, suunnittelu, riskirakenteet, ilmanvaihto, puhtaudenhallinta, korjaukset, sisäilma, ulkopuolinen asiantuntija, koulutus	Luottamuksellisuus julkinen

The Education Program for Experts of Healthy Buildings, 45 cu.

17.8.2016

Editors Helmi Kokotti, Meri Hietala and Arja Vainio	Course RTA 2015 - 2016
Title The abstracts of the research reports conducted by the students of RTA-2015-2016. Seminar of Experts of Healthy Buildings 30.-31.8.2016.	No. of pages and annexes 194
The education program (45 cu in 1.5 years) for Experts of Healthy Buildings has been conducted for the second 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 2015-2016. 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 30.-31.8.2016 järjestettävässä koulutuksen loppuseminaarissa.

Haluamme lämpimästi kiittää itseämme 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, Helmi ja Meri

*Tämä suoritus vauhdittakoon
älyllisen uran edistämistä
ja velvoittakoon jatkamaan
herkeämättä aivonystyröiden
vilkaista harjoittamista.*

Tunteiden

Rakennusteollisuuden koulutuskeskus RATEKO

Helsingissä 18.8.2016

SISÄLLYSLUETTELO

Työkaluja prosessiin

Terveystaittojen ennaltaehkäisyn avainprosessit - TsL:n 13§:n mukainen ilmoituskäsittely 11
Tomi Jormanainen, Porvoon kaupunki, terveydensuojelu

Eri vuosikymmenten pientalojen mikrobivauriot vs. asukkaiden kokemat oireet 17
Heikki Rautio, Hengitysliitto ry

Omakotitalon myyjän ja ostajan opas 23
Hannu Kärki, Polygon Finland Oy

Työkaluja sisäilmaongelman vakavuuden määrittämiseen 28
Timo Kinnari, Vaasan Talotoimi –liikelaitos

Tuotannon ohjaus

Sisäilmakorjausten tuotannon ohjaus ja laadunvarmistus 35
Ari Jalonen, Raisio kaupunki

Kuntotutkimuksen merkitys peruskorjausurakan erivaiheissa esimerkein 41
Juha Laristo, NCC Rakennus Oy

Työmaa-aikainen puhtaudenhallinta 46
Saija Korpi, A-Insinöörit Suunnittelu Oy

Suunnittelun ohjaus

*Sisäilmaongelman 1950-luvun koulurakennuksen rakennustekninen
korjaushankeselvitys* 53
Otto Kanninen, Sweco Rakennetekniikka Oy

Erityismenettely julkisivun rakennusfysikaalisessa suunnittelussa 59
Anssi Knuutila, Ramboll Finland Oy

Kaksoislaattapalkiston korjausmenetelmät sisäilman laadunparantamiseksi 66
Laura Hongisto, Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Omakotitalojen riskirakenteiden huomioiminen vuotovahinkokartoituksen yhteydessä 74
Mikko Mustonen ja Vesa Sormunen, A-Kuivaus Oy

Ilmanvaihdon vaikutus

<i>Päiväkotien lepohuoneiden sisäilman laatu</i>	87
Pia Gummerus, Keski-Uudenmaan ympäristökeskus, Tuusulan kunta	
<i>Ilmavaihdon riittävyys koulussa</i>	93
Harri Varis, Seinäjoen alueen ympäristöterveydenhuolto	
<i>Kiinteistön käyttöajan ulkopuolisten ilmanvaihtojärjestelyjen vaikutus sisäilman laatuun .</i>	99
Paula Hänninen, Porvoon kaupunki	
<i>Epäpuhtauksien hallinta rakenteiden alipaineistuksen avulla</i>	107
Toni Lammi, Vahanen Rakennusfysiikka Oy	
<i>Rakennuksen alapohjan yli vaikuttavan paine-eron hallinta ilmanvaihdon eri käyttötilanteissa</i>	113
Reijo Vasama, Raisio kaupunki	
<i>Ilmavaihdon merkitys ja ylläpito</i>	120
Janne Louho, LVI-Trio Oy	
<i>Sisäilman kuitukorjaukset</i>	125
Tuomo Kollanen, Vahanen Jyväskylä Oy	
<i>Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset ja olosuhtemittaukset</i>	132
Pekka Kallioniemi, Sirate Group Oy	
<i>Ilmanpuhdistinlaitteiden vaikutukset työperäisen altistumisen hallinnassa</i>	139
Arto Ylinen, Sirate Group Oy	

Kuntotutkimukset ja korjaukset

<i>Elisenvaaran koulun kuntotutkimus</i>	147
Jouni Vuohijoki, RTC Vahanen Turku Oy	
<i>Kulttuuri- ja kongressikeskuksen sisäilmasto- ja kosteustekninen kuntotutkimus</i>	153
Risto Grönberg ja Matti Kaijomaa, Raksystems Insinööritoimisto Oy	
<i>Vanhainkotikäytössä olleen rakennuksen sisäilmasto- ja kosteustekninen kuntotutkimus ..</i>	159
Saija Hokkanen, Insinööritoimisto Hokkanen Oy	
<i>Palvelutalon kuntotutkimus ja ehdotus korjausmenetelmistä</i>	165
Tuukka Korhonen, Polygon Finland Oy	

<i>Vanhustenpalvelurakennuksen sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus</i>	171
Peter Rosenholm, Oy SanCon Finland Oy	
<i>Sisäilmaongelman rintamamiestalon kuntotutkimus ja korjaussuunnitelma</i>	177
Mika Mäkitalo, AT-Rakennus Oy	
<i>Valesokkelin korjaus ja laadunvarmistus</i>	183
Esa Perho, Insinööritoimisto Esa Perho Oy	
<i>Vanhan tehdaskiinteistön muuttaminen moderniksi oppimisympäristöksi</i>	189
Jarmo Minkkinen, ISS Proko Oy	

Työkaluja prosessiin

TERVEYSHAITTOJEN ENNALTAEHKÄISYN AVAINPROSESSIT – TERVEYDENSUOJELULAIN 13 §:n MUKAINEN ILMOITUSKÄSITTELY

Tomi Jormanainen
Porvoon kaupungin terveydensuojelu

TIIVISTELMÄ

Terveydensuojelun tehtävänä on väestön ja yksilön terveyden ylläpitäminen ja edistäminen. Porvoon terveydensuojelun ydinprosessit sisältävät terveyshaittojen ennaltaehkäisyn ja niiden poistamisen. Avainprosessit ovat a) ilmoitusmenettely, b) suunnitelmallinen valvonta ja c) asiantuntijapalvelut. Terveydensuojelulaissa on tietyille toiminnoille ja huoneistoille määrätty ilmoitusvelvollisuus (TsL 13§). Ilmoitusprosessin avulla pyritään ennakkoon varmistumaan kyseisen toiminnan ja tilojen terveellisyydestä. Terveydensuojeluviranomaisen tehtävä on tarkastaa ilmoitus ja tilat sekä laatia asiasta päätös. Päätökseen kirjataan tarvittaessa ehtoja ja määräyksiä terveyshaitan ehkäisemiseksi tai poistamiseksi. Jatkossa kohdetta valvotaan terveydensuojelun valvontasuunnitelman mukaisesti. Ilmoitusmenettelyprosessi on koettu raskaaksi, niin asiakkaiden kuin asiaa valmistevien viranhaltijoidenkin osalta. Ilmoituksen käsittelyaika (=läpimenoaika) on terveydensuojelussa sen saapumisesta päätökseen ollut noin 200 vrk. Projektin aikana ilmoitusmenettelyprosessia tarkasteltiin ja se ”pilkottiin” osiin. Samalla etsittiin asiakkaalle arvoa tuottavia asioita, sekä toisaalta vähiten hukkaa tuottavia tapoja. (ns. Sujuvat prosessit-menetelmä). Työn aikana järjestettiin neljä seminaaria joihin osallistui koko terveydensuojelun henkilöstö. Kehitettäviä kohteita löytyi mm. tehtävän ja vastuun jaoissa, päätökseen kirjatavista tiedoista ja niiden suhteesta voimassa oleviin lakeihin ja ohjeisiin, viranomaisyhteistyöstä sekä asiakkaiden käytössä olevista ilmoituskaavakkeista. Kullekin havaitulle ongelmakohdalle laadittiin vastatoimenpiteet. Muutokset otetaan vaiheittain käyttöön 2016 loppuun mennessä. Lisäksi laadittiin erilaisia työkaluja ja mittareita muutosten käyttöönottoon ja niiden seurantaan. Tärkeimmät asetetut tavoitteet ja odotukset ovat että, päätösten vaikuttavuus ja merkitys kasvaa (terveellinen ja turvallinen tila käyttäjille), ilmoitusten käsittelyaika lyhenee ja asiakas- ja työntekijätyytyväisyys lisääntyvät.

1 JOHDANTO

1.1 Terveydensuojelun tehtävät

Terveydensuojelun tehtävänä on väestön ja yksilön terveyden ylläpitäminen ja edistäminen, sekä ennalta ehkäistä, vähentää ja poistaa sellaisia elinympäristössä esiintyviä tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa terveyshaittaa (yksilön ja hänen elinympäristönsä terveysolojen valvonta ja suojelu). Sisätilat ovat ihmisen tärkein elinympäristö. Vietämme ajastamme jopa 90 % sisätiloissa ja sen merkitys terveydelle on olennainen. Sisäympäristö koostuu monesta osatekijästä, kuten ilman laadusta, lämpöoloista, ääniympäristöstä, valaistusolosuhteista ja tilajärjestelyistä. Sisäympäristöä onkin tarkasteltava kokonaisuutena. Hyvä sisäympäristö ja terveelliset rakenteet, toimiva ilmanvaihto jne. ovat tärkeitä ja tukevat tilassa tehtäviä toimintoja sekä tiloja käyttävien terveyttä.

1.2 Terveydensuojelun ydin- ja avainprosessit

Porvoon kaupungin strategian pohjalta laaditut terveysvalvonnan ydinprosessit ovat terveyshaittojen ennaltaehkäisyyn sekä niiden rajoittamiseen tai poistamiseen tähtäävät toimenpiteet. Toimenpide- ja menettelyohjeet on kirjattu terveydensuojelun laatukäsikirjaan. Porvoon Terveydensuojelun määrittelemät ydinprosessit ovat:

- a) **Terveyshaittoja ennaltaehkäisevä työ**
- b) Terveyshaittojen rajoittamiseen ja poistamiseen tähtäävä työ
- c) Eläinten ennaltaehkäisevä terveydenhuolto ja sairauksien hoito

Avainprosessit

Terveydensuojelun avainprosessit ovat;

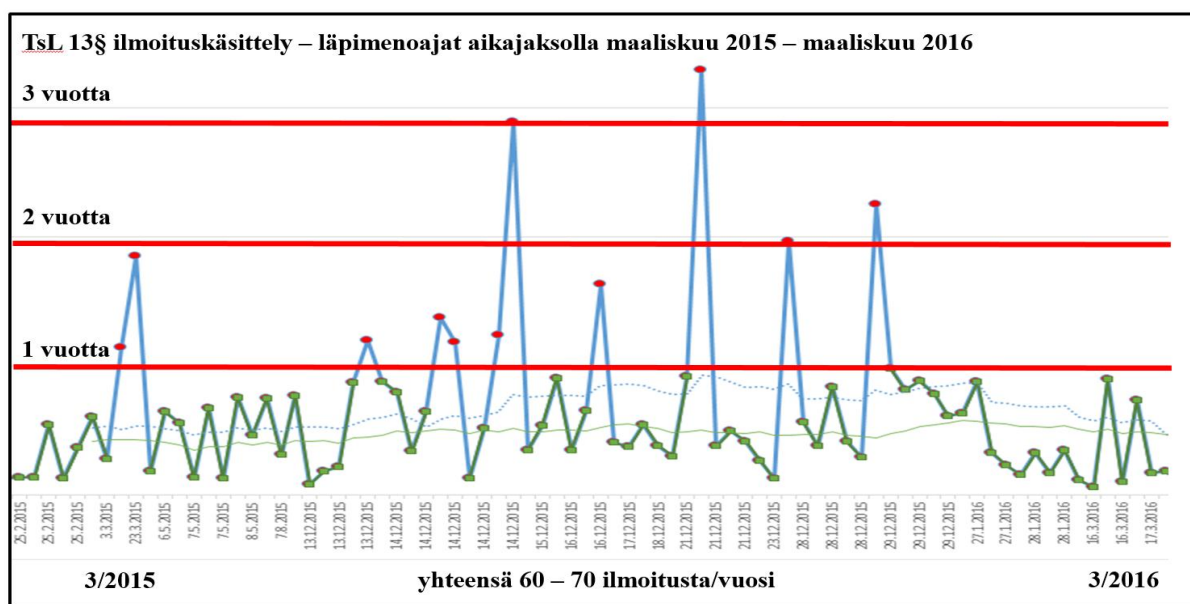
- a) **Ilmoituskäsittely**
- b) Suunnitelmallinen valvonta
- c) Asiantuntijapalvelut

1.3 Ilmoitusvelvollisuus ja -menettely nyt sekä sen kehittämistarpeet

Oleskelutilojen terveellisyyttä pyritään arvioimaan ja valvomaan ennakoivasti. Tietyille huoneistoille, kuten kouluille, päiväkodeille ja julkisille kokoontumistiloille on terveydensuojelulaissa määrätty ilmoitusvelvollisuus ennen toiminnan alkamista. Ilmoitus toiminnasta, tarvittavien liitteineen on tehtävä 30 vrk ennen toiminnan aloittamista. Ilmoitusmenettely antaa viranomaiselle mahdollisuuden arvioida tilojen terveellisyyttä ja soveltuvuutta suunniteltuun toimintaan ennakoon (= ennaltaehkäisevä terveydensuojelutyö). Prosessin aikana tilat tarkastetaan ja annetaan tarvittavaa neuvontaa sekä ohjausta. Lopuksi ilmoituksesta laaditaan päätös, johon voidaan tarvittaessa kirjata ehtoja ja määräyksiä terveyshaitan ehkäisemiseksi tai poistamiseksi. Tämän jälkeen kohde kirjataan

terveydensuojelun valvontatietokantaan ja sitä valvotaan terveydensuojelun valvontasuunnitelman sekä kyseisen toiminnan riskiluokituksen vaatimalla tiheydellä (esim. päiväkotitilat tarkastetaan kerran kolmessa vuodessa).

Ilmoituksia on noin 70 kpl vuodessa. Keskimääräinen ilmoitusten käsittelyaika (=läpimenoaika) Porvoon terveydensuojelussa on vuosina 2010-2015 ollut noin 200 vrk. Nykyinen menettelytapa on hitauden lisäksi koettu raskaaksi ja byrokraattiseksi. Tyytymättömyyttä nykytilanteeseen on esitetty niin asiakkaiden kuin ilmoituksia käsittelevien terveystarkastajienkin toimesta. Erityisen hankalaksi on koettu kullekin ilmoitusvelvolliselle toiminnalle asetettavat ja lain edellyttämien vaatimusten tulkinta sekä miten ne kirjataan päätöstekstiin. Epäkohta on usein johtanut ilmoitusasian ”pallotteluun” talon sisällä josta on seurannut, että prosessi ei etene. Myös asiakkaat ovat ilmaisseet tyytymättömyytensä terveydensuojelun pitkiin käsittelyaikoihin ja päätösteksteihin kirjattuihin vaatimuksiin sekä siihen että niihin palataan usein prosessin aikana. Erityisen hankaliksi, ja vaikeasti hyväksyttäväksi/ymmärrettäväksi on koettu mm. ilmanvaihtoon, siivouskomeroihin ja käsienpesupisteisiin liittyvät kirjaukset ja vaatimukset sekä niiden perustelut. Paineita ja tarpeita toimintatapojen muutoksille on tullut myös mm. muuttuvasta lainsäädännöstä, toimintatavoista sekä alaan liittyvän uuden tiedon tuomista kehitys- ja muutospaineista. Tulevaisuudessa on oletettavaa että muutostarve kiihtyy ja uusia muutostarpeita voi tulla esim. tulevan maakunta uudistuksen myötä.



Kuva 1. Ilmoituksen läpimenoaika. Pisteet kuvaavat yksittäistä ilmoitusta ja sen läpimenoaikaa. Tarkastelujakso on 3/2015 – 3/2016. Läpimenoajat ovat vaihdelleet 1 kk- yli 3 vuoteen.

2. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Tutkimuksen tavoitteet

Tavoitteena on arvioida ilmoitusmenettelyprosessia kokonaisuutena ja selvittää siinä esiintyviä turhia sekä prosessia haittaavia ja hidastavia osia, kuitenkin niin että toiminnalle asetetut lain edellyttämät vaatimukset täyttyvät (terveelliset tilat ja toiminnot). Arvioinnin jälkeen tehdään tarpeelliseksi arvioidut muutokset ja testataan niiden vaikutusta. Lopputuloksena olisi tehostunut ilmoituskäsittelyprosessi joka täyttäisi silti sille asetetut lain ym. asettamat vaatimukset. Työn toteutuksessa otetaan huomioon Porvoon kaupungin strategian mukaiset kuntalaisten palvelujen parantamisen sekä terveydensuojelun toiminnan tehokkuutta sekä vaikuttavuutta lisäävät prosessiohjeet ja tietomallitukset. Lisäksi siinä huomioidaan nykyinen asiaan liittyvä lainsäädäntö- ja ohjeistus sekä uudistukset ja lomakkeet. Lisäksi selvitetään viranomaisyhteistyön tiivistämismahdollisuuksia sekä arvioidaan tiedossa olevia alalle suunniteltujen, kuten maakuntauudistuksen ja Tsl 13§:n ilmoituskäsittely uudistus muutosten vaikutusta asiaan.

2.2 Tutkimusmenetelmät - Sujuvat prosessit

Porvoon kaupungin terveystalveissa on 2015 - 2016 järjestetty Sujuvat prosessit-valmennusta eri yksiköille. Nykyistä ilmoitus- ja asiakasprosessia tarkasteltiin asiakkaan ja työntekijöiden näkökulmasta näiden ns. Lean-ajattelumallin ja oppien avulla. Tutkimus- ja kehittämisprosessin aikana järjestettiin kaksi kahden päivän seminaaria. Lisäksi syksyn 2016 aikana järjestetään yksi seurantaseminaari sekä loppuseminaari. Seminaareihin ja kehitystyöhön osallistuivat kaikki terveydensuojelutiimin jäsenet. Sujuvat prosessit-ajattelun mukaan prosessin tulee olla asiakaslähtöinen ja siitä tulee karsia kaikki turha ja sille lisäarvoa tuottamaton. Arvoa tuottamattomia asioita ovat esim. odotusajat sekä yli/tai alitekeminen. Menetelmällä pyritään varmistumaan että tehdään oikeita asioita oikea-aikaisesti ja löydetään vähiten hukkaa tuottava tapa. Em. menetelmän avulla nykyinen ilmoituskäsittely prosessi ”pilkottiin” pieniin osiin, jonka jälkeen osaprosesseja tutkittiin ja tarkasteltiin yhdessä sekä arvioitiin niiden tarpeellisuutta ja kehittämistarpeita. Kullekin osaprosessille, joka koettiin ongelmalliseksi, laadittiin korjausesitys ja toimeenpanosuunnitelma (kuka, milloin, mitä, miten). Muutoksen seuranta varten laadittiin erilliset mittarit ja seurantasuunnitelma. Sujuvat prosessit teoria sisältää ns. jatkuvan parantamisen rakenteen jonka avulla prosessien parantaminen ja muutosten vakioiminen jatkuu tulevaisuudessakin. Prosessia tarkastellaan jatkossakin säännöllisesti sekä tehdään tarvittavia parannuksia.

3. TÄRKEIMMÄT LÖYDÖKSET JA TOIMENPITEET NIIDEN KORJAAMISEKSI

Tutkimusprosessin ja seminaarien yhteydessä tehtyjen arvovirta-analyysien ja nykytilanne kuvausten avulla tunnistettiin erilaisia ongelmakohtia nykyisessä prosessissa. Ongelmien juurisyitä kartoitettiin ja laadittiin vastatoimenpide-ehdotuksia niiden korjaamiseksi. Korjaavat toimenpiteet otetaan käyttöön vuoden 2016 loppuun mennessä. Jokaista toimenpidettä valmistelevaan valittiin työryhmät. Lisäksi asetettiin mittarit ja seurattavat asiat. Keskeisimmät ongelmat, syyt ja parannusehdotukset ovat:

ONGELMA	SYY	VASTATOIMENPIDE
Päätösesitysten sisältö, ulkoasu ja vaatimukset eivät aina yhteneviä	Ei selkeitä ohjeita ja monta tekijää.	Jatkossa tehtävät keskitetään kahdelle tarkastajalle neljän sijaan. Tarkastajat voivat näin erikoistua ja edelleen kehittää prosessia.
Päätösesitysten sisältö, ulkoasu ja vaatimukset eivät aina yhteneviä	Ei selkeitä ohjeita ja monta tekijää.	Laaditaan taulukko, josta selviää vähimmäis-vaatimukset tärkeimmille ilmoitusvelvollisille toiminnoille sekä niiden lain mukaiset perustelut. (Esim. ilmanvaihtovaatimukset).
Ei tiedetä ilmoitusten käsittelytilannetta (kenellä käsittelyssä ja missä vaiheessa menossa)	Ei ole toimivaa seurantatyökalua käytössä	Otetaan käyttöön seurantatyökalu jonka avulla tiedetään mitä on työn alla ja ne ovat seurattavissa.
Ilmoitusten valmisteluprosessi koettu raskaaksi ja ajoittain esiintyy asian ja asiakirjan ”pompottelua” talon sisällä	Ei ole sovittuja ja vakioituneita menettelytapoja	Pidetään ennakkoon sovitut säännölliset yhteiset päätöspalaverit.
Ohjeet vaikeaselkoisia ja lomakkeet vaikeita asiakkaille täyttää	Käytössä on vanhentuneita ohjeita ja lomakkeita jotka ovat päivityksen tarpeessa.	Asiakasohjeet ja lomakkeet tarkastetaan ja päivitetään.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Sujuvat prosessit-menetelmä osoitti, että se ja ns. Lean-opit sopivat hyvin eri prosessien analysointiin, kehittämiseen sekä uusien toimintamallien käyttöönottoon. Terveysturvallisuuden ilmoitusmenettelyn kehittämisprosessin tärkeimmät asetetut tavoitteet ja odotukset ovat että, päätösten vaikuttavuus ja merkitys kasvaa (terveellinen ja turvallinen tila käyttäjille), ilmoitusten käsittelyaika lyhenee ja asiakas- ja työntekijätyytyväisyys lisääntyvät. Ilmoitusten läpimenoajan ”pohjantähtitavoitteeksi” on asetettu 30 vrk. Nopeutuneen prosessin avulla asiakastytytyväisyyden odotetaan paranevan kun toiminnanharjoittajan ei tarvitse odottaa päätöstä 10 kk. Lyhentynyt käsittelyaika tarkoittaa myös että, kohteet tulevat valvonnan piiriin nopeammin mikä on terveysturvallisuuden kannalta hyvä asia. Työntekijätytytyväisyys on tällä hetkellä noin 4,5 (asteikko 1-10). Myös sen odotetaan paranevan kun prosessi selkeytyy ja tiivistyy. Sujuvat prosessin ajatusmalliin sisäänrakennetun työntekijöiden vaikutusmahdollisuuksien hyödyntämisen ja prosessin jatkuvan kehittämisen periaate luo hyvän pohjan vastata myös tulevien lain ja toimintaympäristön muutosten tuomiin haasteisiin.

5. LÄHDELUETTELO

Terveysturvallisuuslaki 19.8.1994/763

Terveysturvallisuusasetus 16.12.1994/1280

Asumisterveysasetus / Asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 23.4 2015/545

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Valvira 2016

Asumisterveysopas 2009. 3. korjattu painos. Ympäristö- ja Terveys-lehti 2009.

Suomen rakentamismääräyskokoelma D2. Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto.

Määräykset ja ohjeet 2012. Helsinki 2012.

Sujuvat prosessit – HUS valmennukset/HUS-alueen perusterveydenhuollon yksikkö

ERI VUOSIKYMMENTEN PIENTALOJEN MIKROBIVAURIOT VS. ASUKKAIDEN KOKEMAT OIREET

Heikki Rautio
Hengitysliitto ry

TIIVISTELMÄ

HOTES (Homeloukku ja Terveys) on Hengitysliitto ry:n ja Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) ympäristöterveyden osaston yhteishanke, jossa tutkitaan vakavasti kosteusvaurioituneissa kodeissa asuvien asukkaiden terveydentilaa ja mikrobialtistumista sekä ennen asuntojen korjauksia että niiden jälkeen. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää vaikeasti vaurioituneissa rakennuksissa asuvien asukkaiden terveydentilan ja hyvinvoinnin yhteys mikrobialtistumiseen. Tämän esityksen tavoitteena on kuvata hankkeessa mukana olleiden kohteiden tyypillisiä mikrobivaurioita eri vuosikymmenten pientaloissa, sekä tutkia näiden erojen vaikutusta asukkaiden kokemiin oireisiin.

1. JOHDANTO

Altistuminen mikrobeille kosteusvaurioituneissa rakennuksissa on merkittävä terveysriski, joka koskettaa valittavan suurta väestöosaa Suomessa. Jopa 20-30%:ssä asuinkiinteistöistämme on arvioitu olevan jonkinasteisia homevaurioita. Hengitysliiton korjausneuvojen tutkimista pientaloista vuosina 1998-2002 jonkin asteisia kosteus- ja homevaurioita oli 68 % kaikista kohteista (Pirinen 2006). Vaikka hometalojen asukkaat usein kärsivät huomattavista terveysongelmista, oireita ei aina oteta vakavasti tai niitä ei osata yhdistää kosteusvaurioon, koska yksittäisten henkilöiden kokemat haitat vaihtelevat suuresti tapauksesta toiseen.

Henkilötasolla paljon vaihtelevien oireiden lisäksi toinen iso muuttuja on rakenteessa piilevä mikrobivaurio. Eri mikrobisukujen ja lajien terveysriski on erilainen ja niillä on myös tunnettuja yhteisvaikutuksia (Putus 2014). Eri vuosikymmeninä tehdyissä rakennuksissa on aikakaudelleen tyypillisiä riskialttiita rakenne- ja korjausratkaisuja (Ympäristöministeriö 2015). Eniten vaurioita ennen 90-lukua rakennetuissa pientaloissa esiintyi alapohjarakenteissa, pesutiloissa ja kellareissa (Pirinen 2006). 1900-luvun jälkimmäisen puoliskon aikana markkinoille tulleiden uusien rakennusmateriaalien valikoima on niin laaja, että suunnittelijoilla jo vaikeuksia kokonaisuuden hallinnassa, eikä uusista materiaaleista ole useasti riittävää käytännön kokemusta (Siikanen 2001). Erot vaurioituneiden rakennetyyppien, rakennusmateriaalien, rakennusten iän välillä luulisi siis tekevän eroa myös asukkaiden kokemissa oireissa.

Tämän työn tavoitteena on avata hankkeessa mukana olleiden eri aikakausin pientalojen tyypillisiä riskirakenteita ja niissä esiintyviä vaurioita ja vaurioiden syitä. Lisäksi tarkastellaan rakennusvuoden ja vaurion yhteyttä kohteiden asukkaiden kokemuksiin oireisiin. Tavoitteena on löytää lisää tietoa siitä mikä homekohteissa sairastuttaa ihmisiä eniten ja yleisimmin, ja onko löydettävissä mitään eroja eri vuosikymmenten pientalojen välillä tässä asiassa.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Hengitysliiton omassa Homeloukku-interventiotutkimuksessa valittiin vuosittain 10-15 vakavasti vaurioitunutta kotia ympäri Suomea. Hengitysliiton korjausneuvojat valitsivat kohteiksi pientaloja, joissa asukkaat kokivat oirehtivansa ja avustivat asukkaita vaurioiden laajuuden kartoittamisessa, remontin suunnittelussa ja rahoituksen hakemisessa. Samaa periaatetta toteutettiin Hotes-hankkeessa sillä erotuksella, että nyt tutkittiin rinnalla myös asukkaiden terveyttä. THL vastasi asukkaiden oirekyselyistä ja terveystarkastuksesta sekä mikrobialtistuksen määrittämisestä. Asukkaiden terveydentilaa ja rakennuksen mikrobialtistusta mitattiin sekä ennen remonteja, että niiden jälkeen.

Tässä työssä on mukana yhteensä 25 pientalokohdetta. Hankkeessa on ollut mukana yhteensä 45 kohdetta. Kaikkia näitä ei voitu ottaa tutkimukseen mukaan puutteellisten tietojen johdosta. Lisäksi osa hankkeisiin valikoiduista perheistä jättäytyi pois kesken tutkimusten.

Tarkempaa tarkastelua varten kohteet jaettiin rakennusvuoden mukaan 4 ryhmään. 1) 40-50-luku, 2) 60-luku, 3) 70-luku ja 4) 80-luku. Jokaiseen ryhmään valittiin kaksi esimerkkikohdetta, jotka otettiin tarkempaan tarkasteluun. Kohteet edustavat kunkin rakennusaikakauden tyypillistä rakennustapaa, ja näistä kohteista kuvataan keskeisimmät rakenteiden mikrobivauriot ja niihin johtaneet syyt.

Hankkeeseen osallistuneisiin kohteisiin tehtiin perusteellinen kuntotutkimus. Tutkimuksissa vaurioituneiksi tai riskialttiiksi havaituista rakenneosista otettiin kaikista materiaalinäyte mikrobianalyysiin, jotta asukkaiden mikrobialtistusta voitaisiin arvioida mahdollisimman luotettavasti. Näytteet analysoitiin THL:n laboratoriossa Asumisterveysasetuksen mukaisella materiaalinäytteen suoraviljelymenetelmällä (STM 2015). Joissakin kohteissa otettiin lisäksi mikrobinäytteitä sisäilmasta Andersen 6-vaiheimpaktorilla.

Tilastollista analyysiä varten kohteessa tehdyt havainnot kosteus- ja homevaurioista siirrettiin taulukko-muotoiseen listaukseen (Kuva 1 ja 2). Taulukossa on eritelty tilan koko ja käyttötarkoitus (esim. olohuone), tiedot rakenteesta ja materiaaleista, ja lopuksi aistinvaraiset havainnot, mittaukset, materiaalinäytteet ja korjaustarpeen arviointi (Kuva 1). Taulukossa käytetään numeroitua tunnistusta kussakin sarakkeessa. Toisella sivulla avattiin kohteessa tehtyjä korjauksia ja muita jatkotoimenpiteitä (Kuva 2).

3. TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tätä tiivistelmää tehtäessä ei tutkimuksesta ollut saatavilla vielä lopullisia tuloksia, joten ne julkaistaan vasta lopullisessa kirjassa. Tästä syystä myös johtopäätösosio tehdään vasta lopullisessa kirjassa.

HOTES CHECKLIST: kosteus- / homevaurio havainnot

ID-TUNNUS: HOT __009__

Tutkimuksen tekijä: __Tapio Rokkonen__

OSOITE: _____

<u>Huone</u>			<u>Vaurikohdan rakenne / materiaali</u>			<u>Havainnot</u>							
#	Tila ¹	m2 ²	Rakenneos a ³	Päällys ⁴	materiaali ⁵	Kommentit ⁶	Vaurio m2 ⁷	kosteus ⁸	Näkyvä home ⁹	Haju ¹⁰	Lähde ¹¹	Korjaus tarve ¹²	RM näyte ¹³
1	8	5	7	8	5	Talon alla oleva kellari, erittäin huonossa kunnossa. Perusmuurin sisäpuolinen lämmöneriste.	20	2	1	1	1	5	1
2	8	5	7	9	9	Kellarin porrastila, ulkoseinää vasten on asennettu kovalevy sisäpuolelle.	6	1	0	1	1	5	1
3	9	7	1	8	5	Yläpohjan tuuletus puutteellinen. Lämmöneristeiden päällä muovi.	7	2	1	1	2	5	1

¹ 1 = Olohuone; 2 = Makuuhuone; 3 = Käytävä / aula; 4 = Kylpyhuone; 5 = Keittiö; 6 = Kodinhoituhuone; 7 = Sauna; 8 = Kellari; 9 = Yläkerran aula; 10 = muu² Tilan pinta-ala neliömetreinä³ 1 = Yläpohja; 2 = Alapohja; 3 = Kellarikerros; 4 = Ulkoseinä; 5 = Väliseinä; 6 = Välipohja; 7 = Kellarin maanvastainen perusmuuri⁴ 1 = Maali; 2 = Tiili; 3 = Vinyyli / PVC / Linoleumi; 4 = Tapetti; 5 = lauta; 6 = Parketti; 7 = laatta; 8 = lastulevy; 9 = kovalevy⁵ 1 = Puu; 2 = Rakennuslauta; 3 = Betoni / Muuraus / Rappaus; 4 = Metalli; 5 = Lämmöneriste, mineraalivilla; 6 = kutterinlastu, sahanpuru; 7 = pahvi; 8 = kartonki, kipsi; 9 = kovalevy; 10 = muu⁶ Lyhyt kommentti / kuvaus⁷ Arvio vaurion suuruudesta neliömetreinä⁸ Kosteusmittaus: 1 = materiaalit kuivia; 2 = materiaaleissa kosteutta; 3 = Materiaalit märät; 4 = Ei mitattu⁹ 0 = Ei näkyvää homea; 1 = näkyvää homea¹⁰ 0 = Ei hajua; 1 = Homeen hajua; 2 = Muuta hajua¹¹ 1 = Kosteus johtuu ulkolähteistä; 2 = Ilmankosteus / ilmanvaihdon puute; 3 = Kosteus johtuu sisälähteistä (asukkaiden toiminta); 4 Kosteus johtuu sisälähteistä (esim. putkivuoto); 5 = Rakennekosteus¹² 0 = Ei havaittua vauriota; 1 = Lievä vaurio kuten värripilkkuja pinnalla johtuen viallisista laitteista (esim. astianpesukone) tai putkivuodosta ja joista ei muita seurauksia ole odotettavissa; 2 = Heikentyneet / huonontuneet sisäosien verhoukset / päällykset, jotka tarvitsevat kuivausta, uudelleenkiinnitystä tai korjausta; 3 = vaurioituneet sisäosien rakenneosat, jotka pitää aukaista, kuivattaa ja uusia tai kunnostaa; 4 = Perusrakenne, joka tarvitsee osittaista tai täydellistä peruskorjausta; 5 = Rakennus käyttökelvoton, ei kannata korjata¹³ 0 = Ei; 1 = kyllä

Kuva 1. Esimerkki vaurioiden taulukoinnista osa 1; Huone, rakenne /materiaali ja havainnot

Korjaussuunnitelma ¹⁴	Onko vaurio korjattu / poistettu ¹⁵	Korjausten laajuus ¹⁶	Jos ei ole korjattu, onko tiivistyskorjauksia tehty ¹⁷	Onko puhdistus / loppusiivous tehty hometalkoiden ohjeen mukaisesta ¹⁸ , jos ei, miten?	Muuta mahdollista tietoa:
1	1	4	-	-	Talo on purettu ja rakennettu uusi omakotitalo samalla tontille.

¹⁴ 0 = Ei; 1 = kyllä; 2=ei vauriota

¹⁵ 0 = Ei; 1 = kyllä; 2=ei vauriota

¹⁶ 0 = ei lainkaan; 1=hieman; 2=lähes; 3=täysin; 4=korjauskelvoton

¹⁷ 0 = Ei; 1 = kyllä

Kuva 2. Osa 2 taulukukosta; Korjaustoimenpiteet

4. LÄHDELUETTELO

Pirinen J. Pientalojen mikrobivauriot, lähtökohtana asukkaiden kokemat terveyshaitat. Hengitysliitto ry, 2006.

Putus T. Home ja terveys. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy, 2014.

Siikanen U. Rakennusaineoppi. Rakennustieto Oy, 2001.

Sosiaali- ja terveysministeriö. Asumisterveysasetus 2015. Asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 23.4 2015/545

Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 28, 2015. Luonnos.

OMAKOTITALON OSTAJAN JA MYYJÄN OPAS

Hannu Kärki
Polygon Finland Oy

TIIVISTELMÄ

Olen 20 vuoden urani aikana ollut mukana yli sadassa kiinteistökauppaa koskevassa kosteusvaurion tai vesivahingon riitatapauksen tuomioistuimien käsittelyssä asiantuntijana todistajana. Tämän työrupeaman aikana minulle on muodostunut vahva käsitys siitä, ettei kuntoarvion ja vanhan omistajan tai omistajien kautta kiinteistön ostaja saa riittävän laajaa ja objektiivista käsitystä kiinteistön todellisesta kunnosta, vanhoista vaurioista sekä vahingoista.

Työssä käytettävät valokuvat, materiaalit ja tiedon olen kerännyt kentältä tutkiessani eri aikakausien kiinteistöjä, vanhimmat niistä 1800 – luvulta, uusimmat eivät ole aina ennättäneet valmistua, kun niissä on ilmennyt ongelmia.

1. JOHDANTO

Kirjallisuutta ja tietoa kiinteistön kosteusvaurioista ja riskirakenteista on saatavilla paljon, mutta suurin osa on ns. ammattikirjallisuutta. Laajin ja kattavin aineisto on kaikille kiinteistön ostajille ja myyjille on netinkautta luettavat hometalkoiden kokoamat julkaisut ja oppaat kiinteistön kosteusvaurioista ja riskirakenteista. Netissä on myös luettavissa osa Suomen rakentamismääräyskokoelman vanhoista ja uusista julkaisuista, joissa ohjeistetaan miten rakenteet tulee toteuttaa. Tavallinen kuluttaja ei osaa hakea objektiivista tietoa kun unelmakohde on tullut myyntiin, ostaja ”käy kuumana” ja näkee silmissään vain unelmien talon.

Tämän oppaan tavoitteena on antaa ostajalle ja myyjälle työkalu eri aikakausina rakennettujen kiinteistöjen tekniikasta, käytetyistä materiaaleista, rakennusvirheistä, puutteista, riskirakenteista sekä kiinteistöissä niiden elinkaaren aikana tapahtuneista vesivahingoista sekä vahinkojen korjaus käytännöistä kiinteistöä ostavalle ja myyjälle sekä kiinteistön ostoa tai myyntiä suunnitteleville henkilöille. Oppaassa on esitetty runsaasti kuvia ja kuvasarjoja eriaikakausien kosteusvaurioista ja vesivahinkojen vaurioittamista rakenteista kun rakenteita on avattu.

2. KAKSI ESIMERKKIÄ ERI VUOSIKYMMENINÄ RAKENNETTUIEN KIINTEISTÖJEN VAURIOISTA JA YKSI ESIMERKKI ASENNUSVIRHEEN AIHEUTTAMASTA VAHINGOSTA

2.1 1900-40-luku alapohja

Alapohjan puurakenteet lahoavat. Puurakenteet on tutkittava esim. piikkitestillä (puukko tai pistepuikko).

Alapohjan eloperäisten eristeiden tekninen käyttöikä on loppunut (hajuhaitat / kontaminoitunut mikrobienhaju, mikrobikasvusto).

Sienivauriot esim. (lattiasieni, ryppykesikkä, laakakääpä, kellarisieni)

Tuulensuojana toimivapaperikerros ja sen päällä oleva puru/ kutterin lastu homehtuvat. Purukerroksessa homehtuu yleensä alapinta. Ota purua esim. minigrip pussiin ja haista purua puhtaassa tilassa onko purussa mikrobiperäinen haju.

Vanhassa alapohjassa on aina ilmavuotokohtia, joiden kautta mikrobien aineenvaihdunnan tuotteet kulkeutuvat sisäilmaan.



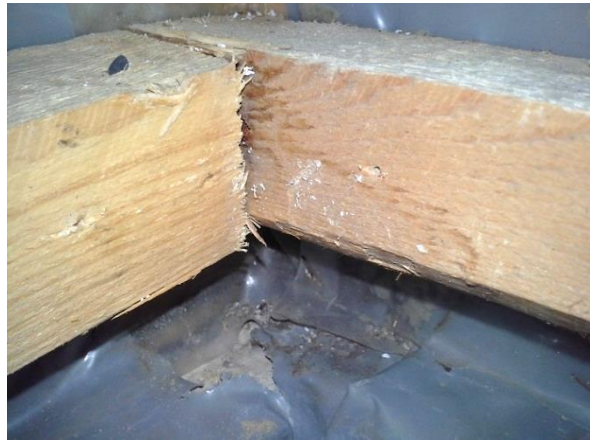
Kuva 1. Ryömintätilan pohjalla on runsaasti vaurioitunutta orgaanista materiaalia, ryömintätila liian matala, puurakenteet osin kosketuksissa perusmaahan.

Kuva 2. Puurakenne lahonnut puutteellisen tuuletuksen ja maaperän kosteustuoton seurauksena, ilman piikkitestiä ei vaurio selviä, puun pinta oli vain kauniisti harmaantunut.

2.2. 80-LUKU MAANPINNAT, SADEVESIJÄRJESTELMÄT

Ulkopuoleiset kosteudet lisäävät alapohjan ja seinärakenteen kosteuskuormitusta rakennuksen ulkoseinien vierustoilla, joka on erityisen haitallinen etenkin valesokkeliratkaisuissa.

Ulko- ja väliseinien sekä alapohjan mikrobi ja lahovauriot mikäli kosteusrasitus pääsee vaikuttamaan kiinteistön seinä- ja alapohjarakenteisiin.



Kuvat 3.-7. Puutteellinen sadevesien ohjaus, sokkelin vesieristys puuttuu, kosteusrasituksen jäljet havaittavissa sisäpuolella rakenteissa, kun lattia ja seinärakennetta oli aukaistu. Täyttömaa-aines eps (styrox) eristeen alla on hienojakoista ja vesimärkää.

2.3. 90-LUKU KELLARIPERUSTUS

Rakenneratkaisun tyypillisimmät ongelmat ja vauriot

Kellariperusteisten kiinteistöjen kellarin seinien sisäpuoleinen lämmöneristys ja puutteellinen perusmuurin (sokkelin vesieristys): Rakenteisiin muodostuu mikrobi- ja lahovaurioita, perusmuurin ulkopuolisen kosteusrasituksen seurauksena. Vauriot eivät selviä ilman rakenneavauksia. Avauksia on tehtävä ulkoseinien vierustoille sekä keskilattialle. Jos tutkimus reiästä havaitaan ummehtunutta / mikrobivaurioon viittaavaa hajua, tulee rakenteesta

ottaa aina materiaalinäytteet, jotka lähetetään laboratorioon tutkittavaksi. (FINASIN akreditoima laboratorio).



Kuvat 8.-13. Vuonna 1995 rakennettu kellariperustainen omakotitalo.

Salaojat asennettu virheellisesti anturan yläpinnan tasoon, perusmuurilevy asennettu virheellisesti EPS eristeen (styrox) ja perusmuurin väliin, perusmuurilevy vajaa yläreunastaan ja ylälistä puuttuu. Kellarikerroksen varaston seinässä on kosteuden aiheuttamia jälkiä ja muovimaton alapinnassa on silmin nähtävää mikrobikasvustoa.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Jokaisen kiinteistön myyntiä tai ostoa harkitsevan tulisi ennen ostopäätöstä tutustua myynnin tai oston kohteena olevan kiinteistön yleisiin ja tyypillisiin virheisiin ja kuntoarviointia vaatia suositellut lisätutkimukset ja riskirakenteiden osalta onko riski toteutunut sekä varautua

myös siihen, että vanha kiinteistö ei ole uusi kiinteistö. Kauppakirjassa tulee myös kirjata mahdolliset virheet ja puutteet, ja niiden laajuus sekä kenen vastuulle ne jäävät. Mikäli kauppahintaa lasketaan virheen tai puutteen seurauksena tulee se myös yksilöidysti kirjata kauppakirjaan. Tuomioistuinkäsittely ei ole hinnanalennus automaatti, eikä myöskään nopea prosessi. Aikaa kuluu, kosteus- ja homevaurioiden tutkimuksista ja raportoinnista sekä korjauskustannusarvion valmistumisesta käräjäoikeuskäsittelyn päätökseen, vähintään yksi vuosi. Mikäli asiaa käsitellään hovioikeudessa, menee hovioikeuden päätöksen saamiseen 2-3 vuotta.

5. KIITOKSET

Tässä yhteydessä haluan kiittää perheitäni ja erityisesti vaimoani, joka on kannustanut kirjoittamaan tätä opasta sekä työni ohjaajaa Hannele Rämöä.

6. LÄHDELUETTELO

www.hometalkoot.fi

Kemoff T. Asuinrakennuksen Kuntotarkastusopas

Suomen rakentamismääräyskokoelma C 2 määräykset ja ohjeet 1998

Suomen rakentamismääräyskokoelma C 2 määräykset 1976

Talonrakennuksen kosteus ja vesieristystöiden normaalimääräykset 1948

Merikallio T, Niemi S, Komonen J. Betonirakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen

Merikallio T. Betonilattioiden kuivuminen päällystyskelpoiseksi ja kosteusmittaus

Hemgren, P. Uusi Pientalon Käsikirja.

Viljanen M. Ympäristöopas 28 Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus

Tikkanen E. Ympäristöopas 29 Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus

Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista 684/2015

Ril 107 1976

RIL 126-1981

KH kortti 90-00403

www.stuk.fi Radonin torjunta päivitetty 2012 (Säteilyturvakeskus).

Suomen rakentamismääräyskokoelma D2 ja B3

RT-81-11099

LVI 37-10513

KH 27-00510

TYÖKALUJA SISÄILMAONGELMAN VAKAVUUDEN MÄÄRITTÄMISEEN

Timo Kinnari

Vaasan kaupunki, Vaasan Talotoimi- liikelaitos

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön yhtenä tarkoituksena oli tutustua käytössä oleviin altistumisen, altistumisolosuhteiden ja terveydellisen merkityksen arvioinnin ohjeisiin. Tarkoitus oli myös arvioida ohjeiden soveltuvuutta ja käytettävyyttä esimerkiksi kaupungin sisäilmaryhmätöinnissä. Tavoitteena oli tuottaa käytännön työkaluja riskinarviointia ja altistumisolosuhteiden arviointia varten, kaikkien sisäilmatoimijoiden yhteisesti käyttöönotettavaksi.

1. JOHDANTO

Ehkä kaikkein kriittisin ja jatkotapahtumien määräytymistä ajatellen merkittävin vaihe sisäilmasto-ongelmien käsittelyssä on todetun ongelman merkityksen arviointi. Tässä vaiheessa ongelman käsittelyä yritetään muodostaa kuvaa siitä, mistä kaikesta käsillä olevassa ongelmatilanteesta on kysymys. Miten vaurio on vuorovaikutuksessa sisäilmaan ja mikä on ongelmatilanteen terveydellinen merkitys tilojen käyttäjille. Tämä vaihe on altis konflikteille. Koska sisäilmasto-ongelmat ovat usein moniulotteisia, samasta tilanteesta saattaa syntyä keskenään ristiriitaisia tulkintoja ja johtopäätöksiä (Lappalainen ym. 2016). Jotta riittävä yhteisymmärrys saavutetaan, tarvitaan vuorovaikutteista viestintää niin sisäilmaryhmän jäsenten kesken kuin sisäilmaryhmän ja tilan käyttäjienkin välillä. Mikäli yhteisymmärrystä ongelmasta ja sen terveydellisestä merkityksestä ei synny, ei ongelman ratkaisukeinoistakaan päästä yksimielisyyteen. Tämä saattaa johtaa siihen, että vielä korjaustoimenpiteiden jälkeenkin tilanne jää kiistanalaiseksi. (Lahtinen ym.2010)

Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään rakennus- ja taloteknisten kuntotutkimus- ja sisäilmastaselvitysten tulosten perusteella. Arvioinnissa huomioidaan mm. päästölähteiden laajuus, voimakkuus, sijainti ja ilmayhteys sisäilmaan. Myös ilmanvaihdon toimivuus ja rakenteiden yli vaikuttavat paine-erot ovat tärkeitä elementtejä arviointia tehtäessä.

Terveydellisen merkityksen arviointi tehdään työpaikoilla työterveyshuollon johdolla, konsultoiden rakennuksen kunnon ja sisäilman laadun selvitykset tehneitä asiantuntijoita. Terveydellisen merkityksen arvioinnin voi tehdä silloin, kun käytettävissä on riittävät tiedot altistumisolosuhteista, tilojen käyttäjien terveydentilasta ja heidän kokemastaan terveyshaitasta. Terveydensuojelulain alaisissa kohteissa terveydellistä merkitystä arvioi tarvittaessa myös terveydensuojeluviranomainen. (Lappalainen ym. 2016)

2. ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI

2.1 Altistumisolosuhteiden arviointi pähkinäkuoressa

Altistuminen on tila jossa sisäympäristössä oleva tekijä joutuu kosketuksiin ihmisen kanssa. Em. tekijän hengittäminen, nieleminen, kosketus silmiin tai iholle on altistumista. Altistuminen ei tarkoita sairastumista, mutta luonnollisesti voi johtaa siihen. Altistumisolosuhteiden arviointi on piirustuksiin, muihin asiakirjoihin (mm. korjaus- ja huoltohistoria), mittauksiin, tutkimuksiin ja muuhun havainnointiin perustuva kokonaisvaltainen rakennus- ja talotekninen sekä sisäilman laadun arvio niistä rakennukseen liittyvistä tekijöistä, jotka voivat vaikuttaa altistumisen määrään, laatuun ja keston. (Lappalainen ym. 2016)

Työterveyslaitoksen julkaisussa ”Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen” (2016) on esitetty menetelmä altistumisolosuhteen arviointiin. Ohjeessa altistumisolosuhteen arviointi tehdään arvioimalla mikrobivaurioiden laajuutta, rakenteiden tiiveyttä ja vauriolähteen ilmayhteyttä sisäilmaan. Arvioinnissa on mukana myös muita rakennuksesta peräisin olevia epäpuhtauksia. Tämän lisäksi arvioidaan ilmanvaihtojärjestelmän vaikutusta sisäilmaston laatuun järjestelmän puhtauden, toimintakunnon ja ilmamäärien riittävyyden avulla. Altistumista kuvaavia tekijöitä on luokiteltu ensisijaisesti pitkäaikaiseen altistumiseen liittyen, tarkastelujakson aikajänne vähintään puoli vuotta.

2.2 Rakenteiden mikrobivaurioiden laajuuden arviointi

Mikrobikasvuston haitallisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. kasvuston runsaus, vaurion laajuus, vaurion sijainti, ilmayhteys vauriosta sisäilmaan, rakennuksen painesuhteet, kasvu- alustana toimiva materiaali, orgaanisen aineksen määrä ja vauriolla kasvava mikrobilajisto (Ympäristöministeriö 2015). Rakenteissa olevia mikrobivaurioiden laajuutta arvioidaan rakenneavauksilla, rakennekosteusmittauksilla ja materiaalinäytteiden mikrobiologisilla analyyseillä.

2.3 Ilmayhteys ja vuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan, rakennuksen paine-erot

Rakenteessa olevan epäpuhtauslähteen vaikutusta sisäilman laatuun arvioidaan rakenteen tiiveyden sekä mahdollisten ilmavuotoreittien perusteella.

2.4 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutusta sisäilmaston laatuun arvioidaan järjestelmän puhtauden, toimintakunnon ja ilmamäärien riittävyyden avulla. (Lappalainen ym. 2016)

2.5 Rakennuksesta peräisin olevat ja muut sisäilman epäpuhtaudet

Muita sisäilman laatuun vaikuttavia epäpuhtauslähteitä ovat mm. rakenteiden ja materiaalien emittoimat VOC yhdisteet, PAH yhdisteet, hiukkaset (hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset), teolliset mineraalikuidut, asbesti, radon ja myös ulkoilmasta siirtyvät epäpuhtaudet.

3. TERVEYDELLISEN MERKITYKSEN ARVIOINTI

Terveydellisen merkityksen arvioinnin käsite tulee työturvallisuuslaista (738/2002 10 §), jonka mukaan työpaikalla havaittujen haitta- tai vaaratekijöiden terveydellisen merkityksen arviointi tulee tehdä, jos näitä tekijöitä ei voida poistaa. Työnantaja vastaa siitä, että terveydellisen merkityksen arviointiin käytetään työterveyshuollon asiantuntijoita ja ammattihenkilöitä siten kuin siitä säädetään työterveyshuoltolaissa (1383/2001 5 §). Työpaikan sisäilmasto-ongelmissa työterveyshuolto arvioi sisäilmasto-ongelmiin perehtyneen työterveyslääkärin johdolla altistumisolosuhteisiin liittyvän haitan ja vaaran terveydellisen merkityksen ja antaa siitä tarvittaessa lausunnon. Vaaralla tässä yhteydessä tarkoitetaan erityistä sairastumisen vaaraa ja haitalla työturvallisuuslain mukaisia muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden haittoja. Ennen terveydellisen merkityksen arviointia työnantajan on selvitettävä altistumisolosuhteet rakennusterveyteen perehtyneen asiantuntijan johdolla, koska ongelman terveydellistä merkitystä ei voi arvioida ilman altistumisolosuhdetietoja. (Lappalainen ym. 2016)

4. HAITALLISEN ALTISTUMISEN TODENNÄKÖISYYS

4.1 Haitallisen altistumisen arvioinnin taustoja

Yleisesti ottaen haitallisilla altistumisolosuhteilla tarkoitetaan tilanteita, joissa tarkasteltavassa ympäristössä on tavanomaiseen, samankaltaiseen toimintaympäristöön verrattuna enemmän

epäpuhtauksia tai epäpuhtauslähteitä. Esimerkiksi kosteus- ja mikrobivaurioituneessa rakennuksessa voidaan pitää haitallista altistumista todennäköisenä, kun rakennuksessa näkyy kosteus- ja homevaurioita sisäpinnoilla, mikrobikasvua todetaan materiaaleissa tai ympäröivissä rakenteissa ja tilat ovat selvästi alipaineisia ja vaurioituneesta tilasta tai rakenteesta on ilmayhteys työskentelytilaan ja tai poikkeavaa altistetta on todettu ilma- tai pölynäytteissä ja epäpuhtauslähde on tunnistettu. Haitallisen altistumisolosuhteen arviointi ja luokittelu on esitetty taulukoissa 1 – 4. (Lappalainen ym. 2016)

Taulukko 1. Haitallinen altistumisolosuhde epätodennäköinen

➤ Rakennuksessa ei ole todettu mikrobivaurioituneita rakenteita.
➤ Epäpuhtauslähteistä ei ole ilmavuotoreittejä työ- tai oleskelutiloihin.
➤ Tilan akustiikkamateriaaleissa ja ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole mineraalivillakuitulähteitä.
➤ Käytössä olevat rakennusmateriaalit ja kalusteet ovat M1-luokiteltuja.
➤ Sisäilman laatu vastaa tilan käyttötarkoitukselle asetettuja viite- ja ohjearvoja

Taulukko 2. Haitallinen altistumisolosuhde mahdollinen

➤ Rakenteessa on helposti rajattavia ja korjattavia mikrobivaurioita, vauriokorjaukset < 1 m ² .
➤ Epäpuhtauslähteistä on todettu ilmavuotoreittejä työ- tai oleskelutilojen sisäilmaan.
➤ Tiloissa ja tai ilmanvaihtojärjestelmässä on mineraalivillakuitulähteitä, joista voi irrota kuituja sisäilmaan.
➤ Betonilattiarakenteessa on todettu poikkeavaa kosteutta, jonka seurauksena on todettu paikallisia pinnoitevaurioita (emissiopäästöt).
➤ Tilan käyttötarkoituksen perusteella asetetut sisäilman laadun viite- ja ohjearvot ylittyvät.

Taulukko 3. Haitallinen altistumisolosuhde todennäköinen

➤ Rakenteissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita, korjauslaajuus on merkittävä ja se koskee koko rakennusosaa tai suurta osaa siitä (esim. alapohjarakenne).
➤ Vaurioituneista rakenteista tai epäpuhtaammasta tilasta on säännöllisiä ja useita ilmavuotoreittejä työ- tai oleskelutilan sisäilmaan.
➤ Tilan käyttötarkoituksen perusteella asetetut sisäilman laadun viite- ja ohjearvot ylittyvät ja sisäilman epäpuhtauslähde on todettu ja paikallistettu.
➤ Betonilattiarakenteessa on todettu poikkeavaa kosteutta, jonka seurauksena on todettu laajoja pinnoitevaurioita (emissiopäästöt).
➤ Rakenteessa on käytetty kreosoottia, epäpuhtauslähteestä on ilmayhteys sisäilmaan ja työ- tai oleskelutilojen sisäilmassa on kreosoottiin viittaava haju.
➤ Sisäilman radonpitoisuudet ylittävät Suomen rakentamismääräyskokoelmassa esitetyt ohjearvot ja säteilyasetuksen toimenpiderajan.

Taulukko 4. Haitallinen altistumisolosuhde erittäin todennäköinen

- Rakennuksessa on useita eri rakenteita, joissa on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita ja rakenteiden korjauslaajuus on merkittävä useassa rakennusosassa (esim. julkisivu, alapohja).
- Ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä ovat säännöllisiä ja niitä on useita. Tilat ovat merkittävästi alipaineisia tai rakenteen ilmanpitävyys on erittäin riskialtis.
- Sisäilman laatu ei täytä rakentamismääräyskokoelma D2:n vähimmäisvaatimuksia.
- Tilan käyttötarkoituksen perusteella asetetut sisäilman laadun viite- ja ohjearvot ylittyvät ja sisäilman epäpuhtauslähde on todettu ja paikallistettu.
- Rakenteessa on todettu kreosoottia ja siitä on ilmayhteys sisäilmaan. Lisäksi sisäilmassa on todettu viitearvoja suurempia pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.
- Tilojen pölynäytteissä on todettu asbestikuituja, ja tiloissa on todettu asbestikuitulähteitä.
- Sisäilman radonpitoisuudet ylittävät Suomen rakentamismääräyskokoelmassa esitetyt ohjearvot ja säteilyasetuksen toimenpiderajan

5. KORJAUSTOIMENPITEIDEN KIIREELLISYYS

Riskinarvioinnin tulokset vaikuttavat korjausten aikataulutukseen. Jos haitallinen altistuminen on epätodennäköistä, ei jatkotoimenpiteitä yleensä tarvita. Jos haitallinen altistuminen on mahdollista, tarvitaan yleensä lisäselvityksiä ja toimenpiteitä kohtuullisella aikataululla. Jos haitallinen altistuminen arvioidaan todennäköiseksi tai erittäin todennäköiseksi, toimenpiteisiin on ryhdyttävä nopealla aikataululla. Jos haitallinen altistuminen on erittäin todennäköistä, on arvioitava myös, voidaanko tilaa käyttää korjausten valmistumiseen asti. (Salonen ym. 2014) Toimenpiteiden kiireellisyysjärjestys rakennuksen olosuhteisiin liittyen voidaan tehdä terveydellisen merkityksen arvioinnin perusteella silloin, kun arvioidaan sisäilmasto-ongelmaa terveydellisin perustein. Rakennukseen voi tietenkin liittyä kiireellisiä korjaustoimenpiteitä myös teknisin perustein. Kiireellisyysasettamista oikeaan mittasuhteeseen tai suuruusluokkaan ohjaa jollain tarkkuudella se, että kyseisessä arviointimenetelmässä altistumista kuvaavia tekijöitä on luokiteltu ensisijaisesti pitkäaikaiseen altistumiseen liittyen, tarkastelujakson aikajänteenä vähintään puoli vuotta. (Lappalainen ym. 2016)

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Edellä esitetyllä arviointimenetelmällä voidaan käytännön ongelmanratkaisutilanteissa tunnistaa ongelmaan liittyvät merkittävimmät elementit, ainakin jollain tarkkuudella. Menetelmän avulla merkittävimpien elementtien tunnistus voidaan tehdä yhdessä ja

yhteistyössä kaikkien sisäilmatoimijoiden kanssa. Arvioinnin avulla ongelmatilanteen vakavuudesta ja myös kiireellisyydestä on mahdollista muodostaa yhteinen käsitys. Arjessa toteutuessaan, edes pääsääntöisesti, tämä olisi merkittävä "tuottavuusloikka" sisäilma-asioiden käsittelyssä, etenkin niissä hankalimmissa kohteissa. Jos voidaan saavuttaa yhteinen käsitys tilanteen vakavuudesta ja kiireellisyydestä, niin silloin voidaan myös yhdessä määrittellä toimenpidetarpeet ja tehdä yhteinen tavoiteasetanta tarvittaville korjaustoimenpiteille.

Arviointimenetelmän käyttöönotto edellyttää kuitenkin sitä, että kaikki päätöksenteossa mukana olevat sisäilmatoimijat vähintään perehtyvät huolellisesti aiheeseen. Menetelmän käyttö edellyttää tiettyjen perusasioiden omaksumista ja ymmärtämistä edes jossain määrin. Mikrobiologia, rakennusfysiikka, rakennetekniikka, kemialliset emissiot, ilmanvaihto painesuhteineen, rakennuksessa esiintyvät haitta-aineet jne. ovat arviointimenetelmän taustalla olevat tekijät. Näiden tekijöiden vuorovaikutustapa, merkitys sisäilmaan ja tuntemus yleensä on julkisten tilojen perinteisten sisäilmatoimijoiden parissa yleisesti ottaen kuitenkin melko ohutta ja pinnallista. Erikoistunutta osa-alue osaamista on paljonkin, mutta kokonaisuuksien ja yhteisvaikutuksien ymmärtäjiä loppujen lopuksi on aika vähän. Tämän lisäksi mukana on useimmiten myös tilojen käyttäjiä, jotka käytännössä ovat täysin maallikkoja. Tämän vuoksi, ennen kuin menetelmää voi ottaa tuotantoon, on toimijoille järjestettävä jonkinlainen perehdytys tai koulutus asiaan liittyen. Kaiken kaikkiaan arviointimenetelmää voidaan arvioida siten, että kyseistä menetelmää asiantuntevasti käyttäen on mahdollista jopa merkittävästikin järkevöittää erityisesti ns. hankalien sisäilmaongelmien hoitoa.

7. LÄHDELUETTELO

Lahtinen, M; Ginström, A; Harinen S.; Lappalainen, S.; Tarkka, O.; Unhola, T. Selätä sisäilmastokiista - viesti viisaasti. Työterveyslaitos, Helsinki 2010.

Lappalainen Sanna, Reijula Kari, Tähtinen Katja, Latvala Jari, Holopainen Rauno, Hongisto Valtteri, Kurtio Päivi, Lahtinen Marjaana, Rautiala Sirpa, Tuomi Tapani, Valtanen Arja. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Työterveyslaitos 2016.

Salonen Heidi, Lappalainen Sanna, Lahtinen Marjaana, Holopainen Rauno, Palomäki Eero, Reijula Kari, Tuomi Tapani, Karvala Kirsi, Pietarinen Veli-Matti, Kosteus- ja homevauriot, Ratkaisuja työpaikoille Työterveyslaitos 2014.

Ympäristöministeriö, Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus 6. Mikrobikasvu ja -vauriot rakenteissa /Luonnos 22.3.2015.

Tuotannon ohjaus

SISÄILMAKORJAUSTEN TUOTANNON OHJAUS JA LAADUNVARMISTUS

Ari Jalonen
Raision kaupunki

TIIVISTELMÄ

Sisäilmakorjauskohteissa on ollut tarve saada kentällä oleva henkilöstö paremmin tietoiseksi korjauskohteiden monimuotoisuudesta, haasteista ja sisäilmastoon vaikuttavista tekijöistä sekä määräyksistä. Työn tarkoituksena on olla koulutus- ja perehdyttämismateriaalina työntekijöille, työnjohtajille ja projektinvetäjille. Opinnäytetyö perustuu alan kirjallisuuteen ja käytännön kokemukseen. Perehdyttämismateriaalissa käsitellään yleisellä tasolla myös rakennusten rakenteiden ongelmakohtia ja niiden mahdollisia korjaustapoja. Työkohteesta esitettävä perehdyttämismateriaali on erillisenä PowerPoint esityksenä. Materiaalia täydennetään työmaakohtaisesti kyseisen kohteen tiedoilla.

Oikeaoppisesti suunniteltu ja toteutettu sisäilmastokorjaus edellyttää myös kiinteistön käytön ja ylläpidon selkeää ohjeistusta kiinteistöhuollosta vastaavalle henkilöstölle. Henkilöstö tulisi erikseen kouluttaa jokaiseen ylläpidettävään kiinteistöön suunnittelijoiden tai muun vastuuhenkilön toimesta. Koulutus on tarpeen etenkin lisääntyvän talotekniikan johdosta.

1. JOHDANTO

Sisäilmakorjaushankkeet lähtevät yleensä liikkeelle ihmisten oireilujen johdosta, mitkä on yhä enenevässä määrin liitetty rakennusten sisäilman laatuun ja rakennuksesta lähteviin päästöihin. Rakennusten sisäilmaongelmat ovat osoittautuneet myös hyvin moniongelmaisiksi ja niiden syiden selvittäminen ei aina ole helppoa. Sisäilmaan vaikuttavat asiat voivat olla esimerkiksi suunnitteluvirheet, rakennusvirheet, rakenteelliset ilmavuodot, vesivahingot, ilmanvaihdon ongelmat, materiaalipäästöt, virheelliset käyttötottumukset ja -ohjeistukset, siivoustaso, huollon puute, jne.

Sisäilman laatuun vaikuttavat korjaussuunnitelmat tulee tehdä rakennusfysikaaliseen toimintaan perehtyneen henkilön toimesta. Korjaustöiden alettua ovat työntekijät ja urakoitsijat merkittävässä asemassa vaikuttamassa työn lopputulokseen. Työntekijöillä tai urakoitsijoilla ei useinkaan ole täysin tiedossa miksi kohde korjataan tai mitä asioita

korjaustyössä tulee erityisesti huomioida. Pienissä korjauskohteissa ei välttämättä ole tehty lainkaan kirjallisia suunnitelmia ja työt tehdään suullisten ohjeiden mukaisesti.

2. MITÄ SISÄILMASTO TARKOITTAA

Sisäilmastolla tarkoitetaan rakennuksen sisäpuolisen ilman laatua, lämpöolosuhteita ja muita sisäolosuhteisiin vaikuttavia tekijöitä kuten ääni- ja valaistusolosuhteita. Epäpuhtauksien lähteitä ovat yleensä materiaalipäästöt, mineraalikuidut, likainen ilmanvaihto, kosteusvauriot ja kemikaalit. Epäpuhtauksista voi syntyä kaasumaisia yhdisteitä, pienhiukkasia ja hajuja, jotka kulkeutuvat ilmavirtojen mukana, aiheuttaen erilaisia oireita ihmisille.

Sisäilmasto-ongelmien syiden selvittäminen ei ole aina helppoa, koska epäpuhtauslähteitä voi olla useita ja ihmisillä erilaisia oireita eri syistä. Ihmisten oma toiminta ja rakennusten käyttötavat vaikuttavat oleellisesti myös sisäilmastoon. Sisäilmaston lopulliseen laatuun vaikuttavia tekijöitä tehdään jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa mm. materiaalivalinnoilla, lämmitysmuodoilla, ilmanvaihto- ja ilmastointilaitteilla, rakennustekniikalla sekä rakennuksen käyttö ja kunnossapitoon vaikuttavilla asioilla.

3. RISKIT SISÄILMAKORJAUKSEN TEKIJÄLLE JA YMPÄRISTÖLLE

Rakennustyössä syntyy suuria määriä erilaisia epäpuhtauksia sisäilmaan jolla on haittavaikutuksia tilassa työskenteleville ja ympäristölle mikäli pölynhallinta ei ole kunnossa. Korjausrakentamisessa purkutyö on pölyisimpiä työvaiheita, jossa materiaalien ja rakenteiden rikkominen, käsittely ja kuljetus altistavat työntekijöitä sekä sen ympäristössä olevia rakenteita käytetyistä raaka-aineista ja tuotteista vapautuville epäpuhtauksille. Pölymääriin ja altistumiseen vaikuttavat työmenetelmät, pölylähteen sijainti, materiaalin ominaisuus, tilan koko, ilmavirtaukset ja ilmanvaihto.

Sisäilmakorjausrakentamisessa ja normaalissa korjausrakentamisessa suunnitelmallisella pölyntorjunnalla vähennetään merkittävästi työntekijöiden altistumista epäpuhtauksille. Hyvin toimivalla pölynhallinnalla estetään myös rakennuksen käyttäjille epäpuhtauksista aiheutuvia terveys- ja viihtyvyshaittoja. (TTL tiedote)

PUTUSA-hankeessa on tuotettu rakennuttajille ja rakennusurakoitsijoille pölyntorjunnan ohjeet korjausrakentamisessa (Kokkonen A. ym. 2013. Pölynhallinta korjausrakentamisessa. Loppuraportti hankkeessa Epäpuhtauksien hallinta saneeraushankkeissa – Puhdas turvallinen saneeraus). Pölyntorjunnan tavoitteiden saavuttamiseen on PUTUSA – tutkimushankkeessa mainittu viisi pääkeinoa.

1. Estää pölyn syntyminen mahdollisimman hyvin
2. Vähentää syntyvän pölyn määrää
3. Rajoittaa syntyneen pölyn leviämistä
4. Siivota tilat säännöllisesti hyvillä menetelmillä
5. Käyttää henkilökohtaisia suojaimia

4. KORJAUSMENETELMIEN JA -RATKAISUJEN VALITSEMINEN

Sisäilmakorjauksen lähtökohtana tulee aina huomioida yksittäinen rakennus, jonka ominaisuudet ja korjaustarve vaihtelevat. Saman tyyppisissä rakennuksissa korjaustarpeet voivat olla täysin erilaisia, riippumatta rakenteiden identtisyydestä.

Korjaustavan valinnassa lähtökohtana on, että kuntotutkimuksen avulla on määritelty teknisesti soveliaat korjausvaihtoehdot. Tilaaja voi kuitenkin määritellä suosituksista poikkeavan korjaustavan. Poikkeavat korjaustavat ovat yleensä kokonaan korjaamatta jättäminen tai halutaan perusteellisemmin korjata tai uusia rakenteita. Kokonaisuutena on kuitenkin harkittava millä kustannuksilla ja rakenteisiin jäävillä riskitekijöillä sisäilmakorjaus toteutetaan tai mikä olisi kokonaan uuden rakenteen kustannus.

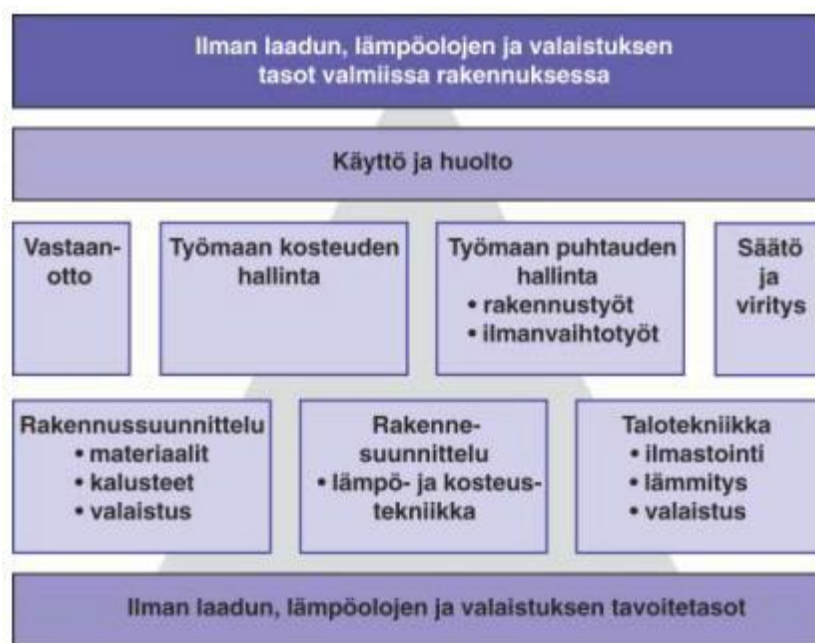
Suuren sisäilmakorjaushankkeen suunnittelu vaatii ennakkovalmisteluja, joissa selvitetään rakennuksen toiminnalliset olosuhteet, sekä mahdolliset toimintaan liittyvät kehitystarpeet myös käyttäjien näkökulmasta. Suunnitelmissa tulee huomioida erityisesti myös talotekniikan korjaus tai uusimistarpeet. Rakennusmääräysten aiheuttamat muutokset elinkaaren aikana sisäilmakorjauksen suunnitelmissa ja hinnoittelussa on myös otettava huomioon. Etenkin tilojen käyttötarkoituksen muutostyöt voivat aiheuttaa muutoksia rakenteisiin, paloturvallisuuteen ja kokonaiskustannuksiin.

Pienemmät sisäilmakorjaukset voivat olla rakenteiden tiivistyskorjauksia, rakenteiden kapselointeja, ilmanvaihdon säätötoimia, vanhentuneiden materiaalien poistaminen, kuitujen ja hiukkasten pääsyn estäminen sisäilmaan, siivoustason parantaminen, jne. Vanhoissa

kiinteistöissä on rakenteita joita ei kohtuullisin kustannuksin pystytä korjaamaan, jolloin rakenteen virhe tai ominaisuus joudutaan hyväksymään ja tekemään vain osittainen korjaus nykyrakentamisen keinoin. Jos päädytään esimerkiksi tiivistämällä peittämään riskirakenne, on kyseisen työn laadunvarmistus avainasemassa, jotta rakennukseen jääneet rakenteet eivät osoittaudu myöhemmin ongelmalliseksi.

Oli sisäilmakorjaustoimenpide suuri tai pieni on korjauksen suunnitelmiin ja työmaan henkilöstön perehdyttämiseen panostettava riittävästi. Suunnitelmissa tulee esittää mahdollisimman yksityiskohtaisesti ja tarkoilla ohjeilla sekä detaljeilla miten työ toteutetaan. Työmaan henkilöstön perehdyttämistilaisuudessa tiedotetaan miksi sisäilmakorjaus tehdään ja mitkä ovat siihen liittyvät riskitekijät. Lisäksi työmaan työntekijöillä on oltava tiedossa ja käytössä tarkat ohjeet miten ja millä menetelmillä kyseinen korjaus tehdään.

Sisäilmakorjaustoimenpiteiden onnistumisella on suuri vaikutus rakennuksen rakentajien ja kiinteistön käyttäjien terveyteen, viihtyvyyteen ja tuottavuuteen. Terveen talon rakentamiseen vaaditaan seuraavien osa-alueiden hallintaa korjaushankkeissa. (Rakennustieto Oy, 2003.)



Kuva 1. Terveen talon hallinta (Rakennustieto Oy, 2003)

5. VIESTINTÄ JA TIEDOTTAMINEN

Hyvä, oikea aikainen viestintä ja tiedottaminen työmaalla tapahtuvista asioista edesauttavat työturvallisuutta sekä avoimuutta. Tiedottamisen tärkeys koetaan myös kiinteistön käyttäjien

näkökulmasta positiivisena asiana. Tuleville käyttäjille, työmaan työntekijöille ja työmaan vaikutusalueella oleville henkilöille pidetään tiedotustilaisuuksia riittävän usein ennakkosuunnitelmien mukaan. Viestintä ja tiedottaminen tapahtuvat työmaakylttien avulla, tiedotustilaisuuksilla, sähköisillä viestimillä ja muilla kohteen erityispiirteiden kannalta katsottujen tarvittavilla tavoilla. Viestintä tulee olla suunnitelmallista ja niiden henkilöiden tekemiä, joiden vastuulle asia kuuluu.

6. TUOTANNON OHJAUS JA TYÖN SUORITUS

Rakentamisen onnistuminen edellyttää tuotannonsuunnittelua, valvontaa ja tuotannon ohjausta asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Yksittäisten tehtävien suunnitelmilla ja tehtäväsuunnitelmilla varmistetaan tuotannon eteneminen suunnitellulla tavalla. Tuotannonsuunnittelu-, ohjaus- ja toteutusvastuu annetaan osakokonaisuuksista vastaaville henkilöille. Yksittäisen tehtävän suunnittelussa pääpaino on tehtävän aloitusedellytysten ja suorituksen varmistamisessa. Tarkoituksena on varmistaa tuotannon häiriötön sujuminen ja tavoitteiden mukainen edistyminen. Tehtäväsuunnittelussa yhden tehtävän toteuttaminen suunnitellaan kokonaisvaltaisesti ja riittävän tarkasti, jotta tehtävän toteutus täyttää sille asetetut tavoitteet ja vaatimukset.

Aikataulua eli tehtävien ajoitusta ja ajankäyttöä suunniteltaessa etsitään työn realistinen toteutusmalli käytettävissä olevien tietojen perusteella. Ajallisessa suunnittelussa on keskeistä aikataulujen toteutumisen ja suunnittelun tuotannon varmistaminen ohjauksella. Aikatauluilla tulee kyetä varautumaan tuotannon häiriötilanteisiin sekä suunnitelmien ja olosuhteiden muutoksiin. Ajallinen suunnittelu voidaan jakaa:

- yleisaikatauluun
- rakentamisvaihe aikatauluun
- viikkoaikatauluun
- tehtäväsuunnitteluun (Mäki, T., ym. 2008)

7. JOHTOPÄÄTÖKSET

Yleinen syy sisäilmaongelmiin on eri aikakausien hyväksytyt rakenneratkaisut. Rakennusvirheenä ei kuitenkaan voida pitää rakennusaikana hyväksyttyjä rakenneratkaisuja, jotka ovat olleet esimerkiksi 20 vuotta sitten RT-ohjekortin mukaisia rakenteita. Korjausrakentamisessa tulee kuitenkin noudattaa nykypäivän määräyksiä ja ohjeita. Uusien ilmanvaihtojärjestelmien asennuksessa tulee huomioida vanhojen rakenteiden epätiiveys,

epäpuhtaus ja sen vaikutus sisäilmaan. Maanvaraisissa lattioissa tulee maakosteuden kapillaarinen nousu ottaa huomioon pintamateriaalia valitessa ja liimattavia pinnoitteita ei tulisi käyttää kyseisissä kohteissa. Materiaaleilla tulisi olla myös riittävän pitkä käyttökokemus korjauskohteissa.

Rakennesuunnitteluun ja valvontaan tulee panostaa tulevilla hankkeilla entistä enemmän tulevaisuudessa. Suunnittelun merkitys korostuu juuri korjausrakentamisessa kun käytetään uusia materiaaleja joista ei ole vielä paljon käyttökokemuksia. Korjaustarpeen määrittäminen vaatii suunnittelijoilta ja projektin vetäjiltä rakennusfysikaalista asiantuntemusta rakenteiden toimivuudesta. Suunnittelijan pitää tietää vanhan rakennuksen erityispiirteet ja niiden toimivuuden uusien materiaalien kanssa.

Korjauskohteen toimenpiteiden onnistuminen riippuu suunnittelijan ja urakoitsijan kokemuksesta sekä ammattitaidosta. Myös työntekijöiden tietoisuus tehtävästä työstä ja osaaminen kyseiseen työhön ovat erittäin tärkeässä asemassa. Työmaahenkilöstön on tunnettava ja osattava korjausrakentamista siten, että osaa noudattaa laadittuja suunnitelmia ja havainnoida ja puuttua selkeisiin suunnitelmavirheisiin. Tilannetta ei paranna hyvät suunnitelmat, mikäli työmaalla tehdään virheitä. Rakentamisen pitää tapahtua yhteistyöllä alusta loppuun ohjattuna ja valvottuna. Osa korjaustyön suunnitelluista asioista nähdään vasta työmaalla, jolloin laadunvarmistustoimenpiteet ovat avainasemassa. Laadunvarmistukseen tulee olla silloin selvät ohjeistukset.

Perehdyttämisen ja tiedon jakamisen avulla voidaan saada työmaalla olevat henkilöt motivoitumaan paremmin korjauskohteiden laadun parantamisesta. Työntekijöiden pitää tietää, minkä takia sisäilmaongelmainen kohde korjataan ja mitkä asiat vaikuttavat sisäilmaan. Työmaiden perehdyttämistilaisuudella voidaan vähentää myös työnjohdon hajanaiseen perehdyttämiseen käyttämää aikaa. Hyvin suunnitellulla perehdyttämistilaisuudella voidaan saavuttaa taloudellista hyötyä sekä henkilöstön motivaation kohentumista sisäilmakorjaushankkeissa.

8. LÄHTEET

Mäki, T., Koskenvesa A., Aikataulukirja 2008. Rakennustieto Oy.

Kokkonen A. ym. 2013. Pölynhallinta korjausrakentamisessa.

Rakennustieto Oy, 2003.

Työterveyslaitoksen tiedote 12/2013.

KUNTOTUTKIMUKSEN MERKITYS PERUSKORJAUSURAKAN ERIVAIHEISSA ESIMERKEIN

Juha Laristo
NCC Suomi Oy

TIIVISTELMÄ

Tämän lopputyön teon ajatus syntyi kun toimin peruskorjausurakoinnin vastaavana mestarina kohteissa.

Lopputyön tarkoituksen on esittää kuntotutkimuksen laadun ja sisällön merkitys peruskorjaus hankkeen eri vaiheissa. Lopputyön kohteena käsitellään pääosin suuria rakennuksia, joiden omistajina ovat kunnat ja kaupungit sekä yhteisöt. Tavoitteena on luoda käsitys kuntotutkimuksen sisällön merkityksestä jo hankesuunnitteluvaiheessa sekä kuntotutkimuksen vaikutukset korjausurakan eri vaiheissa. Tarkoituksena olisi tuoda esille kuntotutkimuksen merkitys peruskorjausurakan eri osapuolille. Käytännön kokemuksen seurauksena peruskorjausurakan toteutus organisaatioihin osallistuneena on havaittu, että kuntotutkijan olisi hyvä osallistua peruskorjausurakan eri vaiheisiin lähinnä asiantuntijan ominaisuudessa. Peruskorjausurakan teknisellä toteuttajalla ei useinkaan ole syvällistä kokemusta tai tietämystä rakennuksessa mahdollisesti olevien mikrobien tai haitta-aineiden terveysriskeistä. Samoin kuin peruskorjaushankkeeseen ryhtyvän kiinteistön omistajan ymmärrys kuntotutkimuksen sisällöstä on usein puutteellinen. Kustannusten säästämiseksi teetetään liian suppeita kuntotutkimuksia, joista muodostuu usein virheellinen kuva rakennuksen todellisesta kunnosta ja korjaustarpeesta.

1. JOHDANTO

Korjausurakoinnin määrä on lisääntynyt suomalaisessa rakentamiskulttuurissa olennaisesti jo 1980- luvulta alkaen. Korjausurakoinnissa suoritetaan erilaisia rakennusten käyttöikä pidentävien korjaustoimenpiteiden suorittamisia, joista suurin on peruskorjausurakka. Perusteellisessa peruskorjausurakassa rakennus puretaan yleensä ns. luuranko rungoksi eli lähes kaikki ei kantavat rakenneosat uusitaan, kevyimmissä korjaustoimenpiteissä suoritetaan yleensä lähinnä rakenteiden tiivistyskorjauksia sekä vain vaurioituneet tai puutteelliset rakenteet uusitaan. Peruskorjausurakoinnissa törmätään kuitenkin usein rakenteisiin, jotka

sisältävät terveydelle vaarallisia yhdisteitä tai haitta-aineita. Näiden terveydelle vaarallisten aineiden kartoittaminen peruskorjaus kohteesta vaatii perusteellista kuntotutkimusta. Kuntotutkimus raportin perusteella kiinteistön omistaja tai käyttäjä organisaatio arvioi rakennuksen peruskorjauksen laajuuden. Kuntotutkimuksen tarkoituksena on antaa lähtötiedot peruskorjauksen suunnittelusta vastaaville tahoille.

2. PERUSKORJAUS URAKAN ERIVAIHEET

2.1. Tarjouspyyntö ja tarjousvaihe

Tarjouspyyntövaiheessa kun kiinteistön omistaja alkaa kokoamaan tarjouspyyntöaineistoa tulee tarjouspyyntöön liittää mukaan kaikki kiinteistön kuntoa koskevat asiakirjat. Tarjouspyyntöön tulisi liittää kiinteistön alkuperäiset suunnitelmat, tulevat suunnitelmat, peruskorjausurakan sisältö sekä mielellään kaikki kiinteistöön tehtyt kuntotutkimukset ja vauriokartoitukset, sekä niiden mahdolliset suoritettut korjaustoimenpiteet. Tarjouksien antajille tulisi antaa riittävä aika tarjouslaskennalle sekä mahdollinen tutustuminen tarjottavaan kohteeseen ja sen olemassa oleviin rakenteisiin. Peruskorjausurakoinnissa harvoin saadaan täysin pitävää urakkahintaa laskettua sillä lisä/muutostöitä ilmaantuu urakan aikana aina jonkun verran, tähän myös tilaaja taho on yleisesti ottaen jollain tasolla varautunutkin. Riittävään tarkkuuteen pääsemiseksi on edellytyksenä että lähtötiedot ovat mahdollisimman perusteelliset ja totuuden mukaiset.

2.2. Peruskorjausurakan aloitus ja purkutyö vaihe

Ennen peruskorjausurakan ja purkutyön aloittamista pidetään työmaan aloituskokous. Aloituskokouksessa käydään läpi kaikki purkutyötä ja työmaan toimintoja koskevat toimenpiteet ja tarvittavat pätevyudet purkutyön osalta sekä viranomais määräykset ja purkujätteen käsittely menettelyt ja loppusijoitus paikat. Kuntotutkijan osallistuminen työmaan toteutus organisaatioon viimeistään purkutyö vaiheessa olisi työn toteutuksen kannalta suotavaa. Kuntotutkija on usein selvillä haitta-aineiden vaarallisuudesta paremmin kuin työmaan toteutus organisaatio. Työmaan työnjohdolla ei aina kokemusta purkutyön valvonnasta, jolloin kuntotutkijan osallistuminen suojausten ja osastointien valvontaan ja käyttöönottoon olisi suotavaa. Kuntotutkija voi ammatillisen pätevyytensä rajoissa ohjeistaa

myös työmaantöyryjohtoa valvomaan purkutyön toteutusta sekä riittävien ja tarpeenmukaisten suojauksien ja osastointien teettämisestä.

2.3. Peruskorjauksen rakentamisvaihe

Rakentamisvaiheella tarkoitetaan peruskorjausurakassa uusien rakenteiden ja rakenneosien valmistamista sekä pintojen valmiiksi saattamista. Rakennukseen usein jää alkuperäisiä rakenteita joko näkyville tai pintamateriaalien alle piiloon. Korjaussuunnitelmien tekijä laatii korjaussuunnitelmat kuntotutkijan laatiman raportin ja rakennuksen olemassa olevien ja siihen jäävien rakenteiden mukaisesti. Kuntotutkimusraportissa olisi syytä tuoda esille mahdollisimman perusteellisesti kaikki peruskorjaustyön sujumiseen ja lopputulokseen vaikuttavat tekijät. Mitä perusteellisempi kuntotutkimus ja yhteistyö korjaussuunnittelua tekevän tahon kanssa, luo lähtökohtaiset edellytykset onnistuneelle peruskorjaustyölle. Kuntotutkimusraportissa olisi hyvä tuoda esille myös mahdolliset korjaus – ja toimenpide ehdotukset. Rakentamisvaiheen alussa olisi hyvä olla jo peruskorjausurakkaan osallistuvilla käsitys toimenpiteistä, joita kohteessa tullaan tekemään parhaan lopputuloksen saamiseksi. Usein ollaan tilanteessa missä purkutyön jälkeen ei ole vielä oikein selvillä millä toimenpiteillä rakentamisvaihetta lähdetään viemään eteenpäin. Purkutyön yhteydessä on saattanut löytyä ennalta arvaamattomia – tai vaurioituneita rakenteita, joita ei ole joko pystytty havaitsemaan kuntotutkimuksessa tai on kustannussäästöjen myötävaikutuksella teetetty kohteeseen nähden liian suppea kuntotutkimus. Tämä ongelma esiintyy usein peruskorjausurakka kohteissa niin että rakentamisvaihe joudutaan aloittamaan aikataulullisista syistä vaikka purkutyö ei olisikaan kokonaisuudessaan valmis loppusiivouksineen. Tätä tulisi mielestäni miettiä peruskorjausurakoiden toteuttamisessa niin että erotettaisiin purkutyö ja rakentamisvaihe kokonaan toisistaan. Tämä ajatusmalli lisää peruskorjausurakan ajallista kestoa väistämättä, mutta parantaisi purkutyössä syntyvän pölyn hallintaa peruskorjaus kohteessa huomattavasti.

2.4. Peruskorjausurakan viimeistely- ja vastaanotto vaihe

Peruskorjausurakan viimeistely- ja vastaanottovaihe usein sisältää suuren määrän piiloon jäävien rakenteiden tarkastuksia. Yleisimpiä ovat umpinaiset talotekniikan putkisto/ sähkökuilut. Nämä tilat jäävät usein liian vähälle huomiolle puhtauden suhteen ja saattavat sisältää rakentamisesta aiheutuvia pöly – ja kuitulähteitä. Toinen puhtaustason suhteen kriittisiä tiloja ovat joko avattavien- tai kiinteäksi rakennettujen alaslaskukattojen yläpuolet.

Viimeistely- ja vastaanotto vaihe sisältää rakennuksen loppusiivouksen luovutusta varten. Loppusiivouksen suorittaa pääsääntöisesti siivousalan ammattilaiset, mutta heillä ei aina ole kokemusta rakennussiivouksesta. Rakennusurakoitsijan toimesta on yleisesti suoritettu karkeampi siivoustyö ja loppusiivous sisältävät lähinnä erilaisten pintojen puhdistusta ja pölyjen poistoja. Tämä työvaihe jää usein peruskorjausurakassa puutteelliselle valvonnalle, lähinnä siitä syystä ettei työmaahenkilökunta osaa tarkastella siivouksen laatua, eikä viimeistelyvaiheen muilta kiireiltä siihen ehdi. Peruskorjausurakkaan osallistuva kuntotutkija voisi ohjeistaa siivoustyön suorittajaa, sekä valvoa puhtaustason saavutusta yhdessä tilaaja organisaation kanssa ja ilmoittaa mahdolliset korjaustoimet siivoustyön suorittajalle. Tässä työvaiheessa voisi toimintamalli olla vastaavanlainen kuin purkutyön jälkeisen puhtaustason seurannassakin.

3. JOHTOPÄÄTÖKSET

Kuntotutkimuksen merkitystä peruskorjausurakan lähtötietoasiakirjana ei ymmärretä mielestäni tarpeeksi. Ajatellaan että kohteeseen valittu suunnitteluorganisaatio pystyy ratkaisemaan eteen tulevat ongelmat ilman perusteellisia lähtötietoja purku- ja rakentamisvaiheen aikana. Usein pystyttäisiin suunnittelutyö suorittamaan hyvissä ajoin etukäteen, kun kiinteistön kuntotutkimus olisi suoritettu riittävällä laajuudella ja pätevöityneen henkilön toimesta. Puutteellisen kuntotutkimuksen seurauksena purkutyön laajuus jää usein selvittämättä tarkoituksen mukaisesti. Tämän seurauksena purkutyövaihe usein laajenee ja aiheuttaa aikataulu että taloudellisen paineen jo peruskorjausurakan alkuvaiheessa. Kokemuksen perusteella onnistuneen peruskorjausurakan toteutumiselle olisi syytä arvioida voisiko purkutyön ja varsinaisen peruskorjausurakan eriyttää kokonaan toisistaan ja suorittaa purkutyö täysin omana urakkana puhtaustasotarkastuksineen. Tällainen toimintatapa todennäköisesti vaatisi pidemmän ajan peruskorjauksen kestolle mutta lopputulos olisi parempi.

4. KIITOKSET

Kiitokset RATEKO:lle, NCC Suomi Oy:lle ja opiskelu tovereille sekä omalle perheelle.

5. PERUSKORJAUSURAKOINNIN TYÖKOHTEET

Tämän lopputyön sisältö perustuu omaakohtaiseen kokemukseen rakennustyössä niin peruskorjausurakoinnissa kuin uudisrakentamisen parissa sekä nykyisin takuu- ja vastuukorjaustöiden vastaavana mestarina.

Takuu- ja vastuukorjaustyöt vastaavamestari 2012 ->

- As Oy Porvoon Merimaininki, Porvoo, peruskorjausurakka 2011-2012
- Kirkkokadunkoulu yläkoulu, Nurmes, peruskorjausurakka 2009-2010
- Kirkkokadunkoulu alakoulu, Nurmes, peruskorjausurakka 2009-2010
- As Oy Vuorelmankulma, Lahti, peruskorjausurakka 2002-2003

TYÖMAA-AIKAINEN PUHTAUDENHALLINTA

Saija Korpi
A-Insinöörit Suunnittelu Oy

1. JOHDANTO

Työurallani olen useamman kerran törmännyt siihen, että uudisrakennus- ja sisäilmakorjauskohteissa koetaan rakennukseen liitettyjä oireita ja sisäilmasto- rakenne- ja kosteustutkimusten jälkeen pääasialliseksi oireiden aiheuttajaksi on varmistunut rakennuspöly. Näissä tutkimuskohteissa rakennuspölyä on jäänyt merkittäviä määriä ilmanvaihtojärjestelmiin, alakattorakenteiden, korkeiden kalusteiden ja sähkökourujen päälle sekä mm. lämpöpattereiden taustapinnoille.

Mm. kipsipölyä, kalkkikiveä sekä mineraalivillakuituja sisältävän rakennuspölyn esiintyminen tilojen pinnoilla ja mm. ilmanvaihtojärjestelmien, kuten jäähdytyspalkkien, sisällä on aiheuttanut rakennusten käyttäjille rakennukseen liitettyjä oireita, kuten iho- ja ylähengitystieoireita. Rakennuspöly on myös ollut osasyynä tiloissa esiintyneeseen viihtyvyyshaittaan ja sisäilman tunkkaisuuden tunteisiin. Rakennuksen käyttöönoton jälkeen rakennuspölystä on ajoittain ollut erittäin vaikeaa päästä eroon usean kuukauden ajan kestäneestä tehostetusta siivouksesta huolimatta. Pahimmillaan rakennuspöly esiintyminen on johtanut jopa rakennuksen käytön rajoittamiseen. Puhtauden tärkeyttä ei siis voida sivuuttaa, sillä esim. työturvallisuuden heikentyminen työpaikoiksi rakennetuissa tiloissa on erittäin vakavaa.

Tämän opinnäytetyön avulla syvennyin tarkemmin työmaa-aikaisen puhtaudenhallinnan ohjeistuksiin, rakennussiivouksen toteutuksen suunnitteluun sekä menetelmiin, joilla työmaiden puhtaudenhallinta sekä puhtaus on varmistettavissa. Mitä tarkoittaa puhtaudenhallintaohje ja mitä sen tulisi pitää sisällään? Millä menetelmillä ja toimenpiteillä voidaan varmistaa puhtaudenhallinnan onnistuminen? Miten P1- loppusiivous poikkeaa tavanomaisesta rakennussiivouksesta?

2. YHTEENVETO - RAKENTAMISVAIHEEN PÖLYNHALLINNAN ONNISTUMISEN EDELLYTYKSET

Puhtaudenhallinnan onnistumiseen vaikuttaa monet tekijät rakennushankkeen aikana ja sen johdosta Sisäilmastoluokitus, Terveen talon toteutuksen kriteerit sekä rakennustyön puhtaudenhallinta on otettava huomioon rakennushankkeen jokaisessa vaiheessa. Puhtauden merkitys korostuu tavoiteltaessa parempia sisäilmaluokituksen S1- ja S2 -tasoja.

Jo rakennushankkeen alussa hankesuunnitteluvaiheessa tilaajan, rakennuttajan ja/tai rakennuttajakonsultin tulee valita sisäilmastoa, rakennustöiden puhtautta ja rakennusmateriaalien päästöjä koskevat tavoitearvot yhdessä suunnittelijoiden kanssa. Rakennuttajan tulee ohjata suunnittelua kirjaamalla sisäilmastotavoitteet selkeästi kaikkein suunnittelijoiden tiedoksi. Valitun sisäilmastoluokan toteutumista ei voida sisällyttää pelkästään yksittäisen suunnittelijan tehtäväksi, vaan kaikkien suunnitteluun osallistuvan on oltava tietoisia rakennuttajan tavoitteista.

Luonnossuunnitteluvaihe on asetettujen sisäilmastotavoitteiden ja puhtaustavoitteiden suunnittelun kannalta merkittävä vaihe, sillä ko. suunnitteluvaiheessa tehdään valintoja sisäympäristöön vaikuttavia tekijöiden suhteen. Luonnossuunnitteluvaiheessa tehtävät valinnat vaikuttavat myös mm. tilojen ja materiaalien puhdistettavuuteen ja kestävyys sekä puhtaana pysymiseen. Siivouskustannukset muodostavat suuren osan rakennuksen ylläpito-kustannuksista ja suunnitteluvaiheessa tehdyistä virheistä maksetaan niin kauan, kuin rakennusta käytetään ja siivotaan. Siksi likaantuminen, lian kulkeutumisen estäminen ja edellytykset taloudelliselle sekä tehokkaalle siivoukselle on tärkeää ottaa huomioon jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Valittu sisäilmastoluokka vaikuttaa myös ilmanvaihdon osalla mm. epäpuhtauksien suurimpiin sallittuihin pitoisuuksiin ja sitä kautta luokitus vaikuttaa myös valikoitaviin ilmapuristimiin, tuloilman suodatusluokkiin sekä ilmanvaihtojärjestelmän puhtaustasoon (pöly, metallijauhe, öljyjäämät).

Rakentamisen valmisteluvaiheessa valitut sisäilmastotavoitteet tulee esittää ja kirjata selkeästi ylös tärkeimmissä asiakirjoissa, kuten urakkaohjelmassa ja urakkarajaliitteessä, jotta tavoitteet ovat kaikkien osapuolien tiedossa. Sopimusasiakirjoissa kannattaa käyttää mahdollisimman täsmällisiä ja yksilöityjä viittauksia. Tarjouspyyntöasiakirjoissa ja tarjouksissa sisäilmaston laatuluokka, puhtausluokka, kosteudelle arkojen rakennusosien suojaukset tulee liittää keskeisiin urakkakyselyihin sekä urakka- ja hankesopimuksiin. Puhtaudenhallinnan

vaatimukset tulee ottaa huomioon myös työmaan aikataulussa varaamalla riittävästi aikaa ja resursseja puhtauden varmistamiseksi.

Rakennusvaihe on yksi hankkeen kriittisimpiä vaiheita, minkä johdosta hyvällä työmaasuunnittelulla on keskeinen vaikutus sisäilmariskien ja työmaa-aikaisen puhtaudenhallinnan onnistumiseen. Toteutuksessa korostuu erityisesti laadunvarmistus, joka tapahtuu kosteuden- ja puhtaudenhallinnan kautta, unohtamatta hyvää rakennustapaa. Valitun sisäilmastoluokan toteutumiseen vaikuttaa ratkaisevasti pölyn, kosteuden ja vedenpoiston hallinta rakennustyö aikana. Työmaan henkilökunnan tulee olla motivoitunut ja perehtynyt puhtaudenhallin toteutukseen. Riittävä perehtyneisyys voidaan varmistaa koulutuksella sekä työmaalle jaettavilla tiedotteilla. Työmaalla on varmistettava, että ihan jokainen työntekijä on riittävän perehtynyt puhtaudenhallinnasta, sillä jo yksittäiset työntekijät voivat pilata työmaan tai P1 -luokiteltujen tilojen puhtauden.

Valvonnan merkitys korostuu ja valvonnan määrä lisääntyy parempia sisäilmastoluokituksen tasoja tavoiteltaessa. Puhtaudenhallinnan ohjeiden toteutumista tulee myös seurata ja varmentaa työmaalla valvojien tai erikseen palkattujen asiantuntijoiden, kuten puhtaudenhallintakonsulttien, toimesta. Työn onnistumisen kannalta on tärkeätä, että puhtaudenhallinnan toteutumisesta vastuussa oleva ymmärtää puhtaudenhallinnan merkityksen lopputuloksen kannalta, mikä olennaisesti helpottaa Terve talo- kriteereiden ja puhtaudenhallinnan perustelua ja noudattamista käytännössä.

Epäonnistuneen työmaa-aikaisen puhtaudenhallinnan jälkeen voivat rakennuksen käyttäjät kokea rakennukseen liitettyjä terveys- ja viihtyisyyshaittoja, joka johtuu rakennuspölystä.

3. JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyöni tarkoituksena on ollut tutustua uudisrakennuskohteiden työmaa-aikaiseen puhtaudenhallinnan ohjeistuksiin ja arvioida mahdollisia syitä siihen, miksi työmaa-aikaisessa puhtaudenhallinnassa esiintyy edelleen puutteita sekä uudisrakennus- ja saneerauskohteissa että rakennuksissa, joissa tehty sisäilmakorjauksia tai tilamuutoksia.

Tutustuttuani Sisäilmastoluokitus 2008:n, Terveen talon toteutuksen kriteereihin sekä muihin puhtaudenhallintaan liittyvään painettuun kirjallisuuteen sekä internetistä löytyviin hyviin ohjeisiin ja asiakirjoihin, voin todeta, että puhtaudenhallinnan onnistumisen varmistamiseksi on olemassa runsaasti erilaisia hyviä kirjallisia ohjeita. Hyviä ohjeita on mielestäni olemassa

sekä uudisrakennus- että saneerauskohteiden suunnittelu- ja toteutusvaiheisiin että puhtaan ilmanvaihdon suunnitteluun ja toteutukseen. Ohjeet ovat kuitenkin osittain hajanaisia ja monin paikoin ohjeet ovat päällekkäisiäkin.

Vaikka puhtaudenhallinnan onnistumisen varmistamiseksi on olemassa runsaasti erilaisia hyviä ohjeita, ei työmaa-aikainen puhtaudenhallinta kokemusteni mukaan aina onnistu eli hyvistä ohjeistuksista huolimatta käytännön työssä on nähty runsaasti epäonnistumisia. Yksi syy puhtaudenhallinnan puutteisiin voi olla se, että esim. Sisäilmastoluokituksen tai Terveen talon toteutuksen mukaiset puhtaudenhallintaan liittyvä ohjeet eivät ole viranomaisen antamia määräyksiä, vaan vaatimukset muuttuvat rakennushankkeen osapuolia sitoviksi vasta sitten kun niihin viitataan sopimusasiakirjoissa. Tämän johdosta tilaajan / rakennuttajan / rakennuttajakonsultin rooli sisäilmasto- ja puhtaudenhallintatavoitteiden määrittämisessä ja valinnassa korostuu. Rakennuttajan tulee ohjata suunnittelua kirjaamalla sisäilmastotavoitteet selkeästi kaikkein suunnittelijoiden tiedoksi.

Puhtaudenhallinnan onnistumiseen vaikuttaa monet tekijät rakennushankkeen aikana ja sen johdosta Sisäilmastoluokitus, Terveen talon toteutuksen kriteerit sekä rakennustyön puhtaudenhallinta on otettava huomioon rakennushankkeen jokaisessa vaiheessa. Niissäkin tapauksissa joissa tavoitellaan parempia sisäilmastoluokituksen tasoja puhtaudenhallinnan epäonnistumisiin voivat vaikuttaa esimerkiksi puhtaudenhallinnan riittämätön huomioon ottaminen suunnitteluvaiheissa. Luonnossuunnitteluvaihe on asetettujen sisäilmastotavoitteiden ja puhtaustavoitteiden suunnittelun kannalta merkittävä vaihe.

Rakentamisen valmisteluvaiheessa valitut sisäilmasto- ja puhtaustavoitteet tulee esittää ja kirjata selkeästi ylös tärkeimmissä asiakirjoissa, Sopimusasiakirjoissa kannattaa käyttää mahdollisimman täsmällisiä ja yksilöityjä viittauksia. Riittävän täsmällisten viittausten ja tavoitteiden liittäminen urakkakyselyihin myös varmistaa tarjousten vertailukelpoisuuden.

Rakennusvaiheessa työmaa-aikaisella puhtaudenhallinnalla on merkitystä rakennustyöntekijöiden viihtyvyyteen, rakennuspölylle altistumisen määrään sekä työturvallisuuteen. Puutteellisen puhtaudenhallinnan johdosta valmiiseen rakennukseen saattaa jäädä kymmeniä kiloja pölyä, joka ajan kuluessa kiertää rakennusten käyttäjien hengitysilmassa aiheuttaen terveys- ja viihtyvyyshaittoja. Rakennusvaiheessa puhtaudenhallinnan puutteet voivat liittyä tarvikkeiden puutteelliseen suojaukseen tai varastointiin, puutteelliseen siivoukseen, puhtaudenhallintaan liittyvään vähäiseen motivaatioon tai puhtaudenhallinnan puutteelliseen valvontaan. Kokemukseni perusteella erityisesti ilmanvaihtojärjestelmien puutteellinen

varastointi, tulppaus ja päätelaitteiden suojaus ovat merkittävä puute edelleen työmailla eikä alakattojen yläpuolisten tilojen tai kotelorakenteiden sisäosien puhtauteen kiinnitetä edelleenkään riittävästi huomiota. Erityisesti päätelaitteiden (esimerkiksi jäähdytyspalkkien) ja pattereiden suojaukseen tulee kiinnittää erityistä huomiota, koska erityisesti niiden puhdistaminen rakennusaikaisesta pölystä on haasteellista tai jopa mahdotonta. Puhtaudenhallinnan onnistumisen edellytys on säännöllinen siivous oikeilla menetelmillä ja tämän johdosta siivous tulisi mieltää yhdeksi rakennusprosessin työvaiheeksi ja siivoukseen on varattava riittävästi aikaa ja resursseja jo suunnitteluvaiheessa.

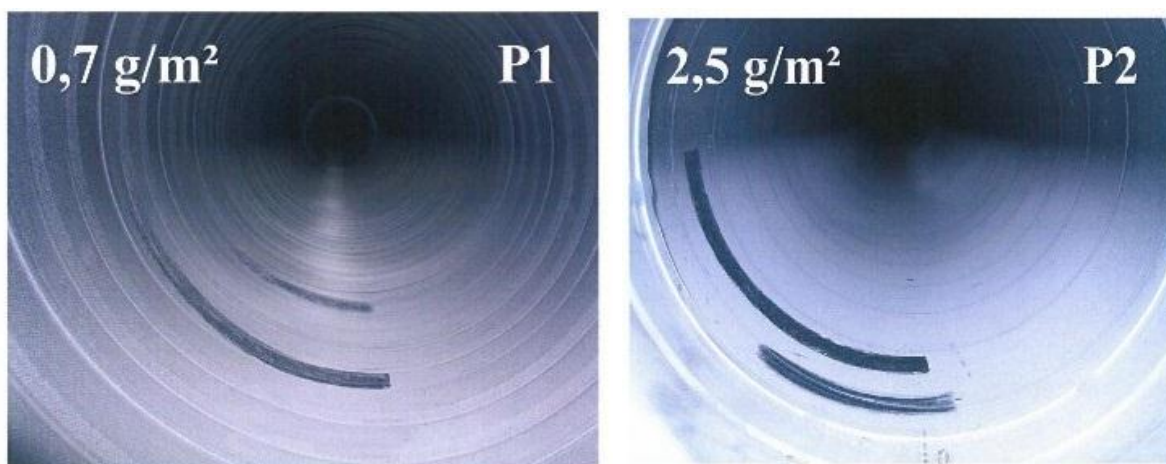
4. POHDINTA

Keskeinen sisäilman laatuun vaikuttava tekijä on tuloilman puhtaus ja puhdasta ilmanvaihtojärjestelmää suunniteltaessakin päätavoite on puhdas ja terveellinen sisäilmasto. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokituksen tavoitteena on varmistaa ilmanvaihtojärjestelmän läpi virtaavan tuloilman hyvä laatu.

Sisäilmastoluokitus 2008:n mukaan rakennuksen käyttöönottovaiheessa ilmanvaihtojärjestelmässä pölykertymä saa keskimäärin olla puhtausluokassa P1 alle $0,7 \text{ g/m}^2$ ja luokassa P2 alle $2,5 \text{ g/m}^2$. Mielestäni ko. ohjearvot ovat korkeat varsinkin puhtausluokassa P2, koska pölykertymä on jo merkittävä ja selvästi visuaalisesti havaittavissa. Ohjearvot ovat ongelmallisia siinäkin tapauksessa, kun tuloilmakanavat ovat likaantuneet rakennustyön aikana eli tuloilmakanavan sisäpinnalla oleva pöly sisältää pääosin rakennuspölyä, kuten kipsipölyä tai mineraalivillakuituja. Eli voiko ohjearvot alittava pölykertymä olla sisäilman laadun kannalta ongelma, kun pöly sisältää runsaasti rakennuspölyä ja tulisiko kanavapölyn koostumukselle antaa erilliset ohjearvot?

Lisäksi tulisi arvioida, onko uusien ilmanvaihtojärjestelmien puhtauden valvontaa ja vastaanottotarkastuksiin tarkoitettu ”Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastusohje” sittenkään soveltuva ohje uudisrakennuskohteiden järjestelmien puhtauden arviointiin vai pitäisikö tarkastusohjeen visuaalista puhtausasteikkoa tiukentaa? Jos uudisrakennuskohteissa tavoitellaan puhdasta sisäilman laatua sekä terveellistä, turvallista sekä viihtyisää rakennusta, pitäisi uuden tuloilmakanaviston olla selvästi puhtaampi eli pitäisikö pölykertymän olla reilusti alle $0,7 \text{ g/m}^2$, esimerkiksi enintään $0,2 \text{ g/m}^2$ tai alle. Ja varsinkin puhtausluokan P2-ohjearvoa tulisi selvästi tiukentaa.

Lisäksi ”Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastusohjeessa” on esitetty, että yksi visuaalisen puhtausasteikon mukaisen tarkastuksen yksityiskohta liittyy kanavan sisäpinnalla kello 3:n ja kello 6:n kohdilla olevien pölyrajojen erottuvuuden arviointiin. Tällaiset pölyrajat muodostuvat tuloilmakanavien sisäpinnoille vasta ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta aiheutuvista ilmavirtauksista, eikä sellaisia voi muodostua uudisrakennuskohteissa käyttämättömiin ilmanvaihtokanaviin.



Kuvat 1. ja 2. Puhtausluokassa P1 keskimääräinen pölykertymä tulee olla alle $0,7 \text{ g/m}^2$ ja luokassa P2 alle $2,5 \text{ g/m}^2$.

LÄHDELUETTELO

Narvanne J, Majanen A, Eskola L, Kukkonen E, Holopainen R, Tuomainen M. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastusohje, Sisäilmayhdistys julkaisu 18, SIY Sisäilmatieto Oy, 2011

Ripatti H, Pentikäinen J, Saaristo P, Vasara J, Liljeström K, Puhtaan ilmanvaihdon suunnitteluohje, Sisäilmayhdistys julkaisu 16, SIY Sisäilmatieto Oy, 2002

RT 07-10805, Terveen talon toteutuksen kriteerit, Kriteerit ja ohjeet toimitilarakentamiselle. 2003

RT 07-10832, Terveen talon toteutuksen kriteerit, Kriteerit ja ohjeet asuntorakentamiselle. 2004

RT 07-10946, Sisäilmastoluokitus 2008. 2009

Sisäilmayhdistys. Terve Talo -kriteerit. 2008. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Terve-Talo-kriteerit>

Suomen rakentamismääräyskokoelma D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet. 2011.

Suomen standardisoimisliitto SFS ry, SFS 5994 INSTA 800, Siivouksen tekninen laatu, mittaus- ja arviointijärjestelmän (INSTA 800: 2010)

Säteri J. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden varmistaminen. Rakennustieto. 2012. [PDF]. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK120703.pdf>

Suunnittelun ohjaus

SISÄILMAONGELMAISEN 1950-LUVUN KOULURAKENNUKSEN RAKENNUSTEKNINEN KORJAUSHANKESELVITYS

Otto Kanninen
Sweco Rakennetekniikka Oy

TIIVISTELMÄ

Selvityksen kohteena olevan koulurakennuksen käyttäjät ovat alkaneet raportoida oireista, joiden on epäilty johtuvan sisäilman epäpuhtauksista. Sen johdosta rakennuksessa on suoritettu sisäilmaan ja rakennuksen kuntoon liittyviä tutkimuksia, joissa on todettu rakennuksessa olevan kosteus- ja mikrobivaurioituneita rakenteita. Sisäilma- ja kuntotutkimusten perusteella rakennuksesta on laadittu alustavat korjaussuunnitelmat, joiden pohjalta korjaushankkeelle on laskettu kustannusarvio.

Rakennusteknisessä korjaushankeselvityksessä on yhteen asiakirjaan koottuna keskeisin tieto rakennukseen kohdistuneista tutkimuksista, korjaustoimenpiteisiin velvoittavasta lainsäädännöstä, korjaussuunnitteluperusteista ja korjaushankkeen kustannuksista. Selvityksen tarkoituksena on ensisijaisesti tuottaa informaatiota rakennuksen korjaamisesta päättävälle henkilölle päätöksenteon tueksi. Selvityksessä esitetään niin lainsäädännölliset kuin teknisetkin perusteet rakennuksen korjaamiselle, esitetään perusteet korjausratkaisuille ja arvioidaan rakennuksen korjaamiseen liittyviä riskejä.

1. JOHDANTO

Rakennusten sisäilman laatu ja huonoksi koetun sisäilman aiheuttamat oireet ovat olleet yleisen keskustelun aiheena jo useiden vuosien, jopa vuosikymmenten ajan. Samaan aikaan sisäilman eri epäpuhtauksien ja erilaisten oireiden välistä yhteyttä on tutkittu laajasti. Täyttä yksimielisyyttä sisäilmassa havaittujen epäpuhtauksien ja henkilöiden kokemien oireiden välisistä suorista yhteyksistä ei ole löytynyt. Tämänhetkisen tiedon valossa pystytään kuitenkin yhdistämään henkilöiden tietäntyyppinen oireilu rakennuksiin, joiden kosteusvaurioituneet rakenteet tai rakennuksen tekniset järjestelmät toimivat epäpuhtauslähteinä. Kosteusvauriot syntyvät rakennuksiin joko kosteus- ja lämpötekniisen toimimattomuuden tai odottamattoman vesivahingon seurauksena. Lisäksi on huomattava,

että rakentamisessa käytetyt materiaalit ovat voineet kosteusvaurioitua jo rakentamisvaiheessa rakennuskosteuden tai sääsuojauksen puuttumisen seurauksena.

Sisäilmaongelmien korjaamisessa on epäpuhtauslähteiden löytämisen lisäksi ratkaisevassa asemassa tunnistaa epäpuhtauksien siirtymismekanismi ja reitti epäpuhtauslähteestä sisäilmaan. Käytännössä epäpuhtaudet siirtyvät kahdella eri fysikaalisella tavalla. Diffuusio-ilmion avulla kulkeutuvat vain kaasumaiset epäpuhtaudet ilmatiiviidenkin rakenteiden läpi, kun taas konvektion avulla eli liikkuvan ilman mukana kulkeutuvat niin kaasumaiset kuin hiukkas-muodossakin olevat epäpuhtaudet. Sisäilmakorjauksen korjaussuunnittelun tulee perustua joko ensisijaisesti epäpuhtauksien poistamiseen tai niiden sisäilmaan siirtymisen estämiseen tai näihin molempiin. Mikäli oireita aiheuttavaa epäpuhtauslähdettä ei ole pystytty paikantamaan tai sen siirtymisreittiä ja siirtymismekanismia tunnistamaan, voivat laajatkin korjaustoimenpiteet olla täysin merkityksettömiä sisäilman laadun parantumisen kannalta. Monien koulurakennusten korjaukset ovat epäonnistuneet, koska käytetyt korjausratkaisut eivät ole olleet oikeita (Asikainen V. & Peltola S. 2008, s.10).

Selvityksen tavoitteena on koota yhteen asiakirjaan keskeisin tieto rakennukseen kohdistuneista tutkimuksista, korjaustoimenpiteisiin velvoittavasta lainsäädännöstä, korjaussuunnittelu-perusteista ja korjaushankkeen kustannuksista. Tavoitteena on osoittaa esimerkkikohteen korjausmahdollisuudet sekä arvioida realistisesti korjaustapaan liittyviä riskejä. Tarkoituksena on tuottaa tietoa esimerkkikohteen jatkotoimenpiteistä päättävien ihmisten tueksi, kun vaihtoehtoina on olemassa olevan rakennuksen korjaaminen tai sen purkaminen ja korvaaminen uudisrakennuksella. Selvityksen kohdetta vastaavanlaisia koulurakennuksia on Suomessa lukuisia. Tavoitteena on, että tehtyä selvitystä ja selvityksen kohteen korjaussuunnitelmia ja kustannustietoa voidaan hyödyntää jatkossa, kun arvioidaan niiden korjausmahdollisuuksia ja korjauksen kannattavuutta suhteessa riskeihin.

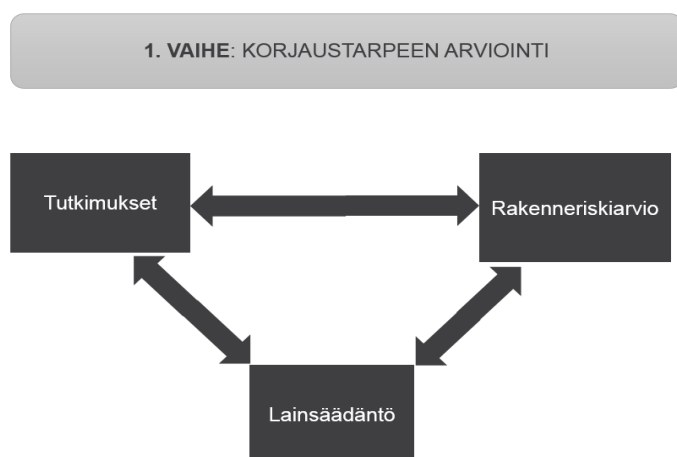
2. SELVITYSPROSESSIN VAIHEET

Selvitysprosessi koostuu kolmesta vaiheesta jotka on esitetty kuvassa 1. Selvitysprosessin 1. vaiheessa arvioidaan rakennuksen korjaustarve (kuva 2). Korjaustarpeen arvioimiseksi laaditaan rakenneriskiarvio ja suoritetaan tarvittavat sisäilma- ja kuntotutkimukset. Rakenneriskiarvion tietoja hyödynnetään tutkimussuunnitelmaa tehtäessä ja toisaalta varmistetaan, että tutkimuksista saatu tieto ja rakenneriskiarvio tukevat toisiaan.

Tutkimustietoja verrataan lainsäädäntöön, jonka mukaan arvioidaan, ylittyvätkö toimenpiderajat rakennuksessa.

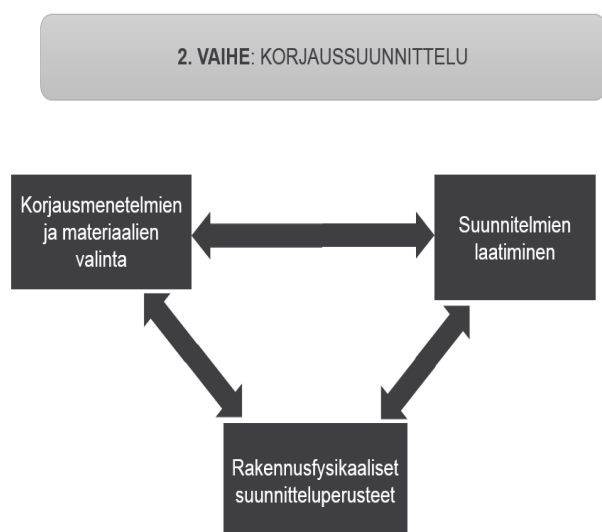


Kuva 1. Selvitysprosessin vaiheet.

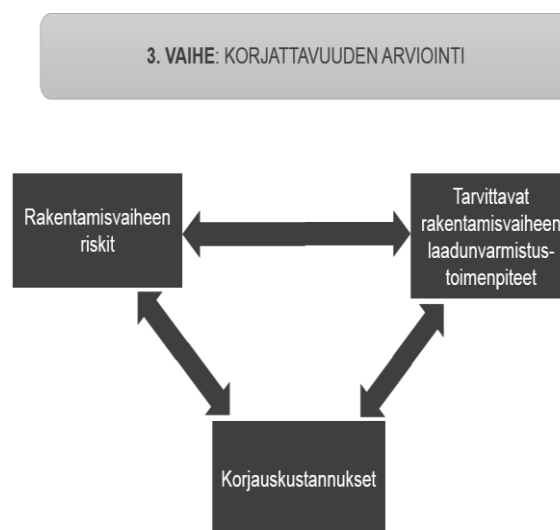


Kuva 2. Selvitysprosessin 1. vaihe.

Mikäli selvityksen kohteena olevalla rakennuksella todetaan olevan korjaustarve, siirrytään selvitysprosessin toiseen vaiheeseen, korjaussuunnitteluun, ks. kuva 3. Ennen korjausmenetelmien ja materiaalien valintaa määritetään korjattavien rakenteiden rakennusfysikaaliset suunnitteluperusteet. Rakenteista määritetään niiden lämpö- ja kosteustekniset toimintaperiaatteet sekä epäpuhtauksien kulkeutumismekanismit rakenteista sisäilmaan. Nämä huomioon ottamalla varmistetaan, että valituilla korjausratkaisuilla ja materiaaleilla ei heikennetä vanhojen rakenteiden rakennusfysikaalista toimivuutta millään osa-alueella ja että valituilla menetelmillä saavutetaan korjaustarpeen mukainen vaikutus. Korjaussuunnitelmien avulla osoitetaan ja havainnollistetaan, että korjaukset on teknisesti toteutettavissa koko korjaustarpeessa olevalla alueella.



Kuva 3. Selvitysprosessin 2. vaihe.



Kuva 4. Selvitysprosessin 3. vaihe.

Selvitysprosessin kolmannessa vaiheessa (ks. kuva 4) tehdään korjaussuunnitelmien perusteella kustannusarvio ja arvioidaan rakentamisvaiheen riskit ja niiden edellyttämät laadunvarmistustoimenpiteet. Korjaushankkeessa voi olla merkittäviä rakentamisvaiheessa esiin tulevia kustannuksiin vaikuttavia riskejä. Myös laadunvarmistustoimenpiteet voivat olla huomattavasti suuremmat uudisrakennushankkeisiin verrattuna. Kustannuksiin vaikuttavat riskit ja laadunvarmistustoimenpiteiden aiheuttamat lisäkustannukset tulee ottaa huomioon hankkeen korjauspäätöstä tehtäessä. Se, kannattaako rakennusta teknisestä ja taloudellisesta näkökulmasta katsoen korjata vai liittyykö siihen liian suuria riskejä uudisrakentamiseen verrattuna, voidaan selvittää nämä asiat huomioon ottamalla.

3. KOHDE JA SELVITYKSEN TULOKSET

Selvityksen kohteena oleva koulurakennus edustaa ajalleen tyypillistä suoralinjaista koulurakennusta rakenteidensa ja arkkitehtuurinsa puolesta. Se on rakennettu 1950-luvun alkupuolella. Siinä on kellarikerroksen lisäksi 3 maanpäällistä kerrosta ollen kokonaislaajuudeltaan noin 2900 brm². Kantavat ulkoseinät ja väliseinälinjat ovat massiivitiiltä. Välipohjarakenteet on toteutettu teräsbetonista paikallavalutekniikalla. Koulun käyttäjät ovat alkaneet raportoida sisäilman epäpuhtauksiin viittaavista oireista viime vuosien aikana.

Rakenneriskiärvion perusteella rakennuksen tiili-villa-tiili ulkoseinärakenteet, kaksoislaattavälipohjat ja -yläpohja sekä alapohjarakenteet ovat kaikki kosteus- ja

mikrobivaurioille alttiita rakenteita, joista ilmayhteudet sisäilmaan ovat hyvin mahdollisia. Sisäilma- ja kuntotutkimukset sekä rakenneriskiarvio tukevat toisiaan. Tutkimuksissa rakenteiden materiaalinäytteistä löydettiin laajalti mikrobivaurioita kaikista em. rakennetyypeistä, sekä ilmayhteys vauriopaikoista sisäilmaan osoitettiin merkkiainekokeen avulla. Lisäksi alapohjarakenteet ovat laajalti kosteusvaurioituneet ja niiden pintamateriaaleista mitattiin kohonneita VOC-pitoisuuksia. Terveysturvallisuuslain ja asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat ylittyivät ja näin ollen rakennuksessa on korjaustarve.

Rakenteiden korjausmenetelmät määritettiin ottaen huomioon tutkimustulokset, rakenneriskiarvio ja rakennusfysikaalinen toimivuus. Alapohjien osalta päädyttiin alapohjien uusimiseen kokonaisuudessaan tehden alapohja ilmatiiviiksi ja kosteus- ja lämpötekniisesti toimivammaksi. Uudessa alapohjarakenteessa estetään veden kapillaarinen nousu ja haitallinen vesihöyryn diffuusiiovirta. Muut rakenteet tiivistetään tiivistysmassakäsittelyllä, joka estää haitallisten epäpuhtauksien, niin diffuusion kuin konvektionkin avulla tapahtuvan, pääsyn rakenteista sisäilmaan. Samalla se parantaa ulkoseinä ja yläpohjarakenteen kosteusteknistä toimivuutta. Tiivistysmassakäsittelyyn valitun tuotteen vaaditut ominaisuudet, kuten pitkäikäisyys, elastisuus, ilma- ja kaasutiiveys sekä M1-luokitus, varmistettiin tuotevalmistajan toimittamista teknisistä asiakirjoista ja testiraporteista. Korjaussuunnitelmien avulla osoitettiin, että määritellyt korjausratkaisut ovat teknisesti toteutettavissa vaatien kuitenkin sekundäärinen rakenteiden melko laajamittaistakin purkua ja uudelleen rakentamista.

Alustavien hankesuunnitteluvaiheen korjaussuunnitelmien perusteella laadittiin kustannusarviot eri hankevaihtoehtoille. Lisätilan tarpeen vuoksi on vaihtoehtoissa esitetty kustannukset laajennusosalle eriteltynä.

Arvioidut kustannukset (alv.0%):

- **Vanhan rakennuksen peruskorjaus:** 2,8 me (970e/brm²)
- **Vanhan rakennuksen korvaava uudisrakennus laajennusosalla:** 8,2 me (2060e/brm²)
- **Uusi laajennusosa vanhan rakennuksen yhteyteen:** 2,1 me (2250e/brm²)

Lisäksi selvityksessä määritettiin rakentamisvaiheen keskeisimmät riskit, jotka voivat yllätyksellisesti realisoitua ja tulla lisäkustannuksiksi. Korjaustyön teknisen onnistumisen

varmistamiseksi määritettiin laadunvarmistustoimenpiteet, jotka ovat korjaustavan erityisyydestä johtuen tavanomaista laadunvarmistusta laajempia ja näin ollen aiheuttavat lisäkustannuksia.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Selvityksen perusteella voidaan todeta, että selvityksen kohteena olevaan rakennukseen on rakennusteknisesti toteutettavissa korjaukset, joilla estetään rakenteista peräisin olevat sisäilmahaitat. Tiivistyskorjauksen onnistuminen edellyttää suurta huolellisuutta rakennustyön onnistumisessa. Onnistuminen voidaan kuitenkin varmistaa riskeihin kohdistuvilla laadunvarmistusjärjestelyillä.

Rakentamisvaiheeseen liittyy kustannuksellisia riskejä, jotka on otettava huomioon rakennuksen korjauspäätöstä tehtäessä mahdollisina eteen tulevinä lisäkustannuksina. Riskejä voidaan tarvittaessa poissulkea riskeihin kohdistuvilla lisätutkimuksilla. Riskitekijät huomioon ottaen korjaustyön kustannukset nousevat vastaavanlaisen uudisrakennuksen kustannuksiin nähden sen verran korkealle, että korjaushankkeen taloudellisen kannattavuuden tarkastelussa on syytä ottaa huomioon, ei pelkästään rakentamisen kustannukset, vaan myös rakennuksen ylläpitoon ja elinkaareen liittyvät kustannukset pidemmällä aikajänteellä.

5. KIRJALLISUUSLUETTELO

Asikainen V. ja Peltola S. 2008. Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen. 3. painos.

Hilden Sari. 2011. Artikkel. Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen. Rakentajain kalenteri 2011. Rakennustietosäätiö RTS.

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

Opetus- ja kulttuuriministeriö, sosiaali- ja terveysministeriö ja kuntaliitto. Perustelumuihistio kosteusvaurioiden poistamisesta koulu-, päiväkot- ja hoitoalan rakennuksista 15.2.2012.

RT 14-11197. Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista (545/2015).

Terveydensuojelulaki (763/1994).

ERITYISMENETTELY ULKOSEINÄN RAKENNUSFYSIKAALISESSA SUUNNITTELUSSA

Anssi Knuutila
Ramboll Finland Oy

TIIVISTELMÄ

Erityismenettely on vaativien rakennushankkeiden laadunvarmistukseen kehitetty prosessi, jota käytetään useimmiten rakennuksen turvallisuuden varmistamiseen. Sitä voidaan käyttää myös rakennuksen terveellisyiden ja rakennusfysikaalisen toiminnan varmistamiseen. Rakennusvalvontaviranomaisella on oikeus vaatia menetelmän käyttöä poikkeuksellisen vaativissa rakennusluvanalaisissa töissä. Menetelmää käytetään myös poikkeuksellisessa rakenteessa, jonka toimivuudesta ei ole merkittävää pitkäaikaista kokemusta.

Työn keskiössä on riskianalyysin soveltaminen erityismenettelyn työkaluna. Riskianalyysin pääperiaatteet on standardoitu, mutta sen sovellustapa vaihtelee. Ne asemoituivat riskien merkityksen arviointiin erilaisten tieteiden alueella, kuten esimerkiksi ydinturvallisuudessa ja liikenneturvallisuudessa. Rakennusfysikaalisen toiminnan ja rakennuksen terveellisyiden varmistamiseen liittyvän riskianalyysin ohjeistus on tehdyn kirjallisuustutkimuksen perusteella niukkaa. Työssä kehitettiin erityismenettelyn sovellusohjetta rakennusfysikaalisen toiminnan ja rakennuksen terveellisyiden varmistamiseen suunnitteluvaiheessa. Sovellusohje sisältää toimintamallin ja esimerkinomaiset taulukkopohjat, jonka avulla uudisrakennus- ja korjausprojektin riskejä ja niiden merkityksellisyttä voidaan arvioida systemaattisesti juuri edellä mainittujen näkökulmien kautta. Menetelmää pilotoitiin korkean rakennuksen ulkoseinärakenteen rakennusfysikaalisen toiminnan varmistamiseen luonnos- ja toteutussuunnitteluvaiheessa.

Riskien systemaattinen hallinta parantaa rakentamisen laatua, tuottavat taloudellista hyötyä omistajalleen sekä tärkeimpänä turvaavat käyttäjien asumisterveyttä.

1. JOHDANTO

Ulkoseinät ovat rakennusten osa, joilla on hyvin merkittävä vaikutus rakennusten kokonaistoimintaan. Ulkoseinäratkaisun valinnassa ja toteuttamisessa rakennuksen sijainnilla, korkeudella, kokonaisuudella ja käyttötarkoituksella on merkittävä rooli. Myös kovalla

tuulella vesisateet ovat yleistyneet ja pikaiset lämpötilan muutokset talvella ovat lisääntyneet. Valmiille rakennukselle voi olla monia tavoitteita, joiden kanssa rakennusprojektissa tulee tasapainotella, joista taloudellinen näkökulma on useimmiten tärkeysjärjestyksessä ensimmäisten joukossa. Viranomaisnäkökulmasta Suomessa tärkein rakentamista ohjaava laki on maankäyttö- ja rakennuslaki. Tämän lain ja tätä täydentävät rakennusmääräykset ja asetukset ohjaavat rakentamista erilaisten rajoitteiden ja vaatimusten täyttämiseen. Rakennusfysiikan näkökulmasta ulkoseinärakenteet mahdollistavat sisäolosuhteiden hallinnan kohtuullisilla energia- ja ylläpitokustannuksilla. Tässä tehtävässä ulkoseinärakenteet joutuvat sekä ulko- että sisäolosuhteiden aiheuttamalle rasitukselle, jossa rakenteen tulee kestää moitteetta haittaa aiheuttamatta ja pitkäaikaiskestävästi. Vaativissa rakennuskohteissa rajoitteiden ja vaatimusten täytyminen edellyttää rakennushankkeen eri osapuolilta erittäin hyvää osaamista ja huolellisuutta. Riskiarviossa kartoitetaan erilaisia puutteelliseen toimintaan johtavia tekijöitä. Rakennusprojektin alkuvaiheessa tehdyn riskiarvion perusteella rakennushankkeen vaativuutta voidaan pienentää, kun tarkistetaan rakennukseen liittyviä tavoitteita ja periaatteellisia valintoja. Tällöin vältetään vaativien hankkeiden laadunhallintaan liittyviltä lisäkustannuksilta.

Rakennusten sisäilmasto-ongelmat ovat julkisuudessa jatkuvasti pinnalla oleva puheenaihe. Aiheen pysyminen julkisessa keskustelussa ilmentää rakennusten käyttäjien tarvetta saada ongelmiin helpotusta. Sisäilmasto-ongelmista aiheutuu rakennusten käyttäjille huolta ja terveysoireita. Ongelma koskee kaikkia rakennus- ja kiinteistöalan osapuolia. Kiinteistöjen omistajille ongelma on myös taloudellinen. Rakennuksen suunnittelu- ja toteutusosapuolille ongelma on taloudellisten tekijöiden lisäksi alan maineeseen ja ammattilylpeyteen liittyvä.

Rakennuksen terveellisyyteen vaikuttavat asiat ovat hyvin monisyisiä. Ihmisen terveydellisten oireiden ja ilman epäpuhtauksille altistumisen välinen yhteys ja riippuvuus eivät ole hyvin tunnettuja. Rakennuksen terveellisyyden määrittämiseen ei ole vielä olemassa terveysperusteisia raja-arvoja. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa on viitearvoja, jotka joidenkin mittausarvojen osalta merkitsevät toimenpiderajoina. Koska rakennuksen terveysvaikutukset eivät ole kattavasti tunnettuja, tulisi rakennuksen terveellisyyden varmistamisessa varautua myös ennalta tuntemattomiin tekijöihin. Tämän takia uusien materiaali- ja rakenneratkaisuiden käyttäminen ei ole koskaan riskitöntä.

Erityismenettely

Rakennusten vaurioituminen ja sisäilmaongelmat ovat hyvin merkittäviä Suomen kansantaloudelle ja suomalaisten terveydelle. Näiden seurausten välttämiseksi on kehitetty laadunvarmistusmenetelmiä rakennushankkeita varten. Yksi näistä menetelmistä on erityismenettely. Erityismenettely on laadunvarmistusmenettely, jolla varmistetaan rakennuksen uudis-, korjaus- tai muutosrakennushankkeen rakenteellinen turvallisuus, paloturvallisuus ja terveellisyys. Maankäyttö ja rakennuslain (MRL 132/1999) mukaan erityismenettelyä voidaan edellyttää mikäli hanke tai osa siitä on poikkeuksellisen vaativa. Erityismenettelyllä on vakiintunut asema ja ohjeistukset rakenteellisen turvallisuuden varmistamisessa, mutta terveellisyyden varmistamisessa erityismenettelyn käytäntö ei ole vielä vakiintunut.

Riskianalyysi

Riskianalyysin periaatteet ja riskianalyysin suorittamisen vaiheet on esitetty teknisten järjestelmien riskianalyysin standardissa (SFS-IEC 60300-3-9). Tämä standardi määrittelee riskin epätoivotun tapahtuman, alkutapahtuman, todennäköisyyden ja seurauksen yhdistelmänä. RIL 241-2007 rakenteellisen turvallisuuden varmistaminen, erityismenettelyn soveltamisohjeessa on kuvattu riskianalyysi riskienhallinnan osana.

RIL-241-2007 riskianalyysimenetelmää kehitettiin Rakennusteollisuus RT ry:n TASSU-projektissa 2005 – 2007 (Suikka 2005). Projektin aikana kartoitettiin myös vastaavat ulkomaiset riskianalyysimallit. Valittu malli perustuu kvalitatiiviseen arvioon. Malli perustuu tarkastuslistoihin ja hankkeen omien eri tahoja edustavien asiantuntijoiden suorittamiin hankekohtaisiin arvioihin. Jotta riskianalyysi tulisi riittävän kattavaksi riskien kartoitusta ja luokittelua varmistetaan riittävän laajassa workshop-työryhmässä. Tarkastuslistojen avulla varmennetaan että kohteessa ei ole aikaisemmin tunnettuja vaurioriskiä lisääviä ratkaisuja ja menettelyjä, joita on esiintynyt vastaavatyypisissä rakennuskohteissa. RIL:n ohje on tehty kantavien rakenteiden turvallisuuden varmistamiseksi, eikä terveellisyysnäkökulman erityispiirteitä ole huomioitu.

Riskianalyysin tuloksena on arvio riskin suuruudesta. Riskin suuruuden määrittämiseksi riskin todennäköisyys ja seurausten suuruudesta tulee olla jokin käsitys. Riskien hallinnassa riskianalyysissä on lisäksi riskin hyväksyttävyyden arviointi ja riskin hallintatoimenpiteen

suunnittelu. Riskianalyysissä havaitut hyväksymättömille riskeille tehdään toimenpiteitä, jotta riski saadaan hyväksyttävälle tasolle.

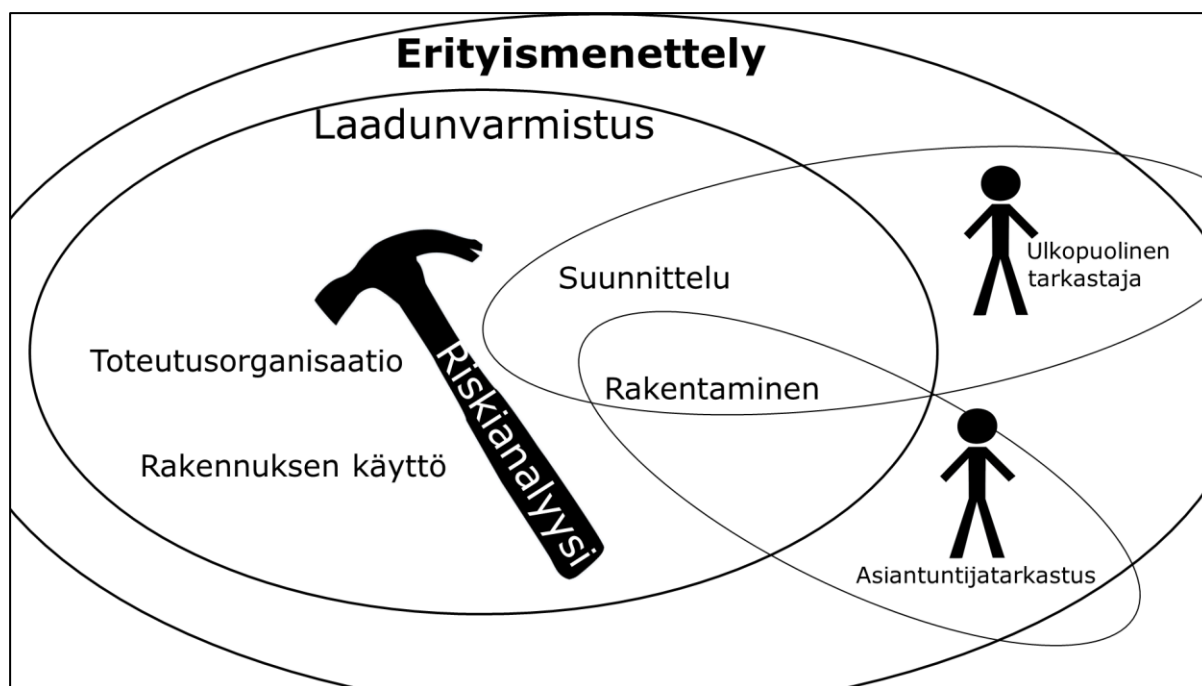
Riskianalyysi voi perustua myös todennäköisyyslaskelmiin ja tapahtumien simulointeihin.

Rakennusfysikaalisten riskien analyysistä löytyi yksi esitys (Hens 2013), jossa riskiä oli arvioitu lukuarviona. Kirjassa mainittiin että erilaisten rakennuksen toimintaan liittyvien riskien todennäköisyydestä ei juurikaan löydy tietoa.

2. ERITYISMENETTELY LAADUNHALLINTAMENETELMÄNÄ

Rakennusprojektin laadunhallinnassa laatutekijät voidaan jakaa pääpiirteissään rakennuksen suunnittelun ja rakennustyön toteuttamisesta riippuviin osiin. Suunnittelussa voidaan vaikuttaa rakenneratkaisuiden tekniseen toimintaperiaatteisiin ja rakennettavuuteen. Rakennustyön laadukkuudella voidaan vaikuttaa kuinka hyvin suunnitellut rakenteet pystytään rakentamaan suunnittelussa määritettyjen laatuvaatimusten mukaisesti.

Erityismenettely on laadunhallintamenetelmä, jota voidaan käyttää rakennusprojektissa tietyn tavoitteen varmistamiseen. Erityismenettely on hyvin laaja menetelmä, joka pitää sisällä menetelmiä rakennusprojektin eri vaiheisiin ja osapuolille. Erityismenettelyn pääosat ovat laadunvarmistusselvitys, ulkopuolinen tarkastus ja asiantuntijatarkastus. Laadunvarmistusselvityksessä tärkein työkalu on riskianalyysi, jolla löydetään laadun riskitekijät, kartoitetaan riskin suuruus ja sen merkitys.



Kuva 1. Erityismenettelyn pääosat rakennusprojektin eri vaiheissa.

Erityismenettely on erittäin raskas ja aikaa vievä rakennusprojektin osa. Tämän takia erityismenettelyä ei kannata tehdä sellaisen tavoitteen varmistamiseen, joka pystytään varmistamaan kevyemmälläkin menettelyllä. Rakennusprojektin välttämättömien tavoitteiden, kuten olennaisten vaatimusten, täyttymisen varmistamiseen vaativissa ja poikkeuksellisen vaativissa kohteissa, erityismenettely on todennäköisimmin kannattavaa.

Rakennusvalvontaviranomaisella on maankäyttö- ja rakennuslain mukaan poikkeuksellisen vaativissa kohteissa oikeus vaatia erityismenettelyä. Olennaisista vaatimuksista erityismenettelyä on käytetty eniten rakennuksen turvallisuuden varmistamiseen. Rakennuksen terveellisyyden varmistamiseen erityismenettelyä ei ole kovin yleisesti käytetty. Eikä tähän ole olemassa seikkaperäistä ohjeistusta. Terveysten liittyvien asioiden tarkastelu on tapauskohtainen ja usein perustuu asiantuntijaryhmän yhteiseen arvioon. Työryhmään kuuluu rakennustekninen asiantuntija, työterveyslääkäri, LVI-asiantuntija, mikrobiologi ja kiinteistön omistajataho sekä kemiallisten asioiden tuntija. Työryhmää voidaan koostaa tapauskohtaisesti.

3. ERITYISMENETTELYN SOVELLUSOHJE RAKENNUKSEN TERVEELLISYYDEN JA RAKENNUSFYSIKAALISEN TOIMINNAN VARMISTAMISEEN

Tässä työssä erityismenettelyä sovellettiin yhden rakennuskohteen terveellisyyden ja rakennusfysikaalisen toiminnan varmistamiseen. Sovellustapa valittiin kirjallisuuslähteiden ja oman harkinnan mukaan. Esimerkkikohteen tuomien kokemusten perusteella sovellusohjetta kehitettiin.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Rakennusprojektissa moitteettoman lopputuloksen saavuttaminen edellyttää rakennusorganisaatiolta hyvää osaamista hankkeen kaikissa vaiheissa. Hankkeen alkuvaiheessa tehdyt päätökset tavoitteista ja periaatteellisista ratkaisuista vaikuttavat rakennuksen suunnittelun ja toteuttamisen vaativuuteen. Esimerkiksi arkkitehtuurisista syistä valitut periaatteelliset ratkaisut, joista ei ole aikaisempaa kokemusta, johtavat useimmiten vaativaan rakennesuunnitteluun ja toteutukseen. Rakennushankkeen vaativuuden noustessa kasvaa suunnittelun tarve ja rakentamisen kustannukset mm. laadunvarmistuksellisista syistä. Poikkeuksellisen vaativissa ja mahdollisesti myös vaativissa rakennushankkeissa rakennusvalvontaviranomainen voi edellyttää erityismenettelyn mukaista laadunvarmistusta.

Rakennuksen terveellisyyden ja rakennusfysikaalisen toiminnan varmistamisessa erityismenettely pitää sisällään samoja menetelmiä kuin mitä on monissa muissakin laadunvarmistusmenetelmissä. Esimerkiksi Terve-talokriteerien mukaisessa rakentamisessa korostuu kokonaisuuden ja monien tekniikan alueiden hallinta. Erityismenettelyssä hyvänä puolena on tavoite ja menetelmät koko toteutusorganisaation tietojen ja kokemusten hyödyntämiseen laadunhallinnassa. Pilottikohteessa saatujen kokemusten perusteella suunnitteluvaiheessa riskianalyysi osoittautui hyväksi työkaluksi tarpeenmukaisten rakennusfysikaalisen suunnittelun toimenpiteiden valintaan.

Erityismenettely antaa mahdollisuuden arkkitehtuurisesti kunnianhimoisten ja innovatiivisten ratkaisuiden käyttämiseen siten että riskit pystytään hallitsemaan. Pilottikohteessa ei vielä saatu kokemusta siitä, kuinka paljon uuden rakennusteknisen ratkaisun toiminnan varmistaminen ja tuotekehittely lisäsi suunnittelu- ja rakennuskustannuksia.

Merkittävä asia on tiedon hyvä siirtäminen suunnittelijoilta työmaalle ja työmaalta suunnittelijoille. Poikkeuksellisen vaativissa työsuorituksissa tulee suunnitteluratkaisut esittää suurimittakaavaisella detaljilla ja suunnittelijat tulee käydä työmaalla keskustelemassa työn suorituksesta.

5. KIITOKSET

Kiitokset työnantajalleni Ramboll Finland Oy:lle rakennusterveysasiantuntijakoulutukseen panostamisesta, YIT:lle kiitos yhteistyöstä menetelmän soveltamisesta esimerkkikohteessa. Kiitokset myös RATEKO:lle opetuksesta, oppilaiden paimentamisesta ja lopputyön ohjeistamisesta. Työn ohjaamisesta annan kiitokset ohjaajalleni Hannu Kääriäiselle.

6. LÄHDELUETTELO

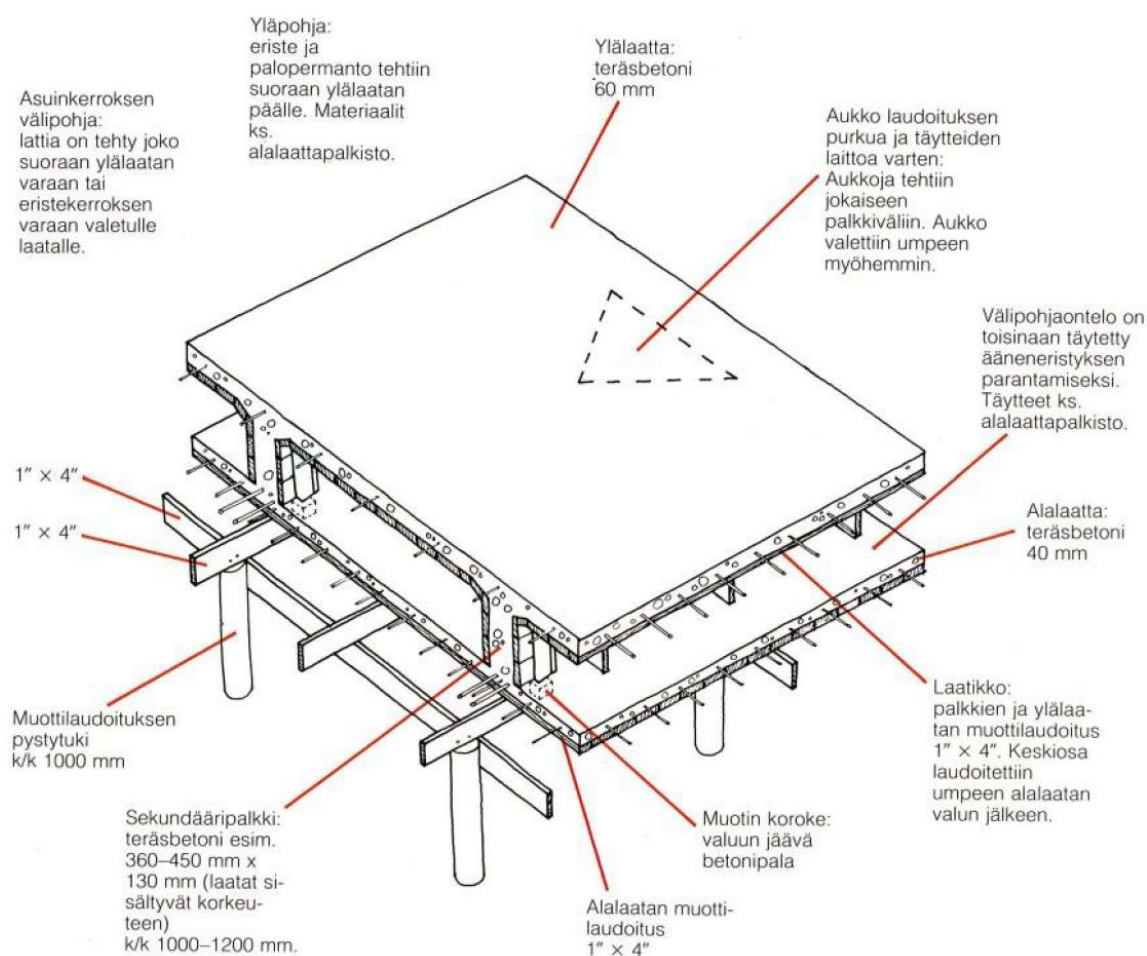
1. MRL 132/1999, Valtionhallinto, maankäyttö- ja rakennuslaki, <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132> viitattu 13.3.2016
2. SFS-IEC 60300-3-9. 2000, luotettavuusjohtaminen osa 3:käyttöopas. Luku 9: Teknisten järjestelmien riskianalyysi, Suomen standardisoimisliitto, Helsinki 47 s.
3. RIL 241-2007, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, Rakenteellisen turvallisuuden varmistaminen, Erityismenettelyn soveltamisohje, Valopaino Oy, 2007
4. Hens Hugo, Performance Based Building design 2, From Timber-framed Construction to Partition Walls, University of Leuven, Department of Civil Engineering, Building Physics, Wilhelm Ernest & Sohn 2013, ISBN 978-3-433-03023-3.

KAKSOISLAATTAPALKISTON KORJAUSMENETELMÄT SISÄILMAN LAADUN PARANTAMISEKSI

Laura Hongisto
Vahanen Rakennusfysiikka Oy

1. JOHDANTO

Kaksoislaattapalkistoa käytettiin yleisesti monikerroksisten asuin-, liike- ja koulurakennusten väli-, ylä- ja alapohjarakenteena 1920-luvulta 1950-luvulle. Rakenne koostuu betonirakenteisesta alalaattapalkistosta ja sen päälle tehdystä puukannesta tai betonirakenteisesta ylälaatasta. Betonirakenteiden väliin jäävän ontelotilan äänen- ja lämmöneristeenä on useimmiten käytetty herkästi vaurioituvia orgaanisia eristeitä, kuten sahanpurua, kutteria, turvetta ja koksikuonaa. Lisäksi ontelotilassa olevia muottilaudoituksia ei tyypillisesti ole purettu. [1]



Kuva 1. Kaksoislaattapalkisto [1]

Rakenteen hyvinä ominaisuuksina pidetään jäykkää ja värähtelemätöntä rakennetta sekä läpivientien ja aukkojen toteutuksen helppoutta. Kaksoislaattarakenne luokitellaan riskirakenteeksi sen ontelotilassa olevien orgaanisten materiaalien vuoksi. Lisäksi haasteita aiheuttaa jo rakennusvaiheessa rakenteisiin pääsyt kosteus ja rakenneliittymien rakennusfysikaalinen toiminta. Rakenteen korjaaminen on hankalaa liittymien ilmatiiveyden, orgaanisten eristeiden ja säilytettävien rakenteiden puhdistamisen osalta.

Rakennuksen peruskorjausta suunniteltaessa on tehtävä kattavat sisäilma- ja rakennetekniset kuntotutkimukset korjaustavan valinnan pohjaksi. Tutkimusten avulla on selvitettävä rakennuksen pinnan alla olevat rakenteet ja niiden kunto. Lähtötietojen ja suunnitelmien perusteella rakenteiden kunto voidaan virheellisesti arvioida paremmaksi kuin mitä rakenteita avattaessa paljastuva todellisuus on [1]. Kaksoislaattapalkistorakenteen orgaanisen eristeen vauriot aiheuttavat usein sisäilmaongelmia, joiden takia rakenteita lähdetään korjaamaan. Rakennuksen peruskorjauksen yhteydessä lähtökohtana useasti on kaksoislaattarakenteen ontelotilan orgaanisten eristeiden poistaminen sisäilmaongelmien ehkäisemiseksi.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on antaa suuntaviivoja niille ammattilaisille, jotka suunnittelevat kaksoislaattarakenteiden korjauksia. Opinnäytetyössä käsitellään betonirakenteisen kaksoislaattapalkiston korjausmenetelmiä rakenteen vaurioitumisasteen mukaan. Opinnäytetyössä esitetyt korjaustoimenpiteet ovat periaateratkaisuja. Varsinainen korjaustyö on suunniteltava ja toteutettava aika tapauskohtaisesti, sitä koskevien ratkaisujen ja olosuhteiden mukaisesti. Opinnäytetyössä on käyty läpi todellisten kohteiden korjausratkaisuja, työntoteutusta ja korjausratkaisujen rajausta ja toimivuutta.

2. KORJAUSTAVAN VALINTA

Onnistuneen kosteusvauriokorjauksen edellytyksenä on, että vaurioiden syyt ja laajuus on selvitetty riittävällä varmuudella. Kaksoislaattapalkiston tutkimusmenetelminä aistinvaraisten tutkimusten lisäksi on suositeltava käyttää rakenneavauksia, mikrobiologisia tutkimuksia, kosteus- ja olosuhdemittauksia sekä ilmatiiveystutkimuksia, jotta saadaan riittävä tieto rakenteen aiheuttamasta sisäilmariskistä ja korjaustavan valintaan. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen tutkimiseen on useita erilaisia ohjeita.

Rakennustaiteellisesti ja kulttuurihistoriallisesti arvokkaan rakennuksen osalta korjausmenetelmä on valittava mahdolliset suojelumerkinnot huomioiden. Useasti kaupunkien rakennusjärjestyksiin on erikseen kirjattu, että ”Rakennuksen korjaamisessa on otettava

huomioon sen ominaispiirteet eikä korjaaminen saa harkitsemattomasti johtaa tyyllillisesti alkuperäisestä rakennuksesta poikkeavaan lopputulokseen” [1].

Korjaustavan valinnassa oleellista on, että vaurion aiheuttaja saadaan poistettua ja vaurio korjattua siten, että siitä ei ole jatkossa haittaa rakennuksen käyttäjille eikä rakenteille, mutta myös niin, että korjauskustannukset pysyvät kohtuullisina [5]. Opinnäytetyössäni kaksoislaattarakenteen korjausmenetelmän valinnassa sovelletaan Ympäristöopas 29:n kolmetasoisen korjausmenetelmän periaatetta: selvä vaurio, lievä vaurio ja ei vaurioita. Käytännössä valintaa hankaloittaa rakenteen umpinaisuus ja näkyvästi vaurioituneiden rakenteiden kartoituksen haastavuus. Korjattavat alueet ja niiden laajuus on aina määriteltävä kohdekohtaisesti. Sisäilmaan yhteydessä olevat selvästi vaurioituneet materiaalit vaihdetaan tai kunnostetaan. Rakenteiden sisällä tai ulkopuolisissa tuuletustiloissa olevaa homehtunutta materiaalia ei välttämättä tarvitse uusia tai puhdistaa, mikäli homepölyn ym. aineiden kulkeutuminen huonetiloihin voidaan luotettavasti estää [6]. Kaksoislaattapalkistossa vaurio on pääosin yhtenäisen betonirakenteen sisällä, jonka läpi ei pääse kulkeutumaan homeitiöitä sisäilmaan, mutta epätiivien liittymien ja läpivientien kautta epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Kosteusvaurioituneen rakennuksen korjausmenetelminä voidaan käyttää kuivatusta, osien uusimista, ilmatiiveyden parantamista ja puhdistusta [6].

2.1. TASO 1: Rakenteen ilmatiiveyden parantaminen

Rakenteiden sisällä olevia epäpuhtauksia ei ole aina mahdollista poistaa. Kun rakenteiden purkuun perustuvat korjauskeinot ovat teknisesti liian hankalia, kalliita, tai niiden toteuttaminen on mahdotonta, voidaan korjausmenetelmäksi harkita rakenteen ilmatiiveyden parantamista. Ilmatiiveyden parantamisella tarkoitetaan rakenteen läpäisevien liittymien tiivistämistä ja/tai pintojen mahdollista kapselointia. Liittymien tiivistyskorjauksen tavoitteena on estää hallitsemattomat ilmavirtaukset ja niiden mukana kulkeutuvien epäpuhtauksien pääsy rakenteista sisäilmaan. Kapseloinnissa rakenne tai sen pinta tiivistetään niin, etteivät hiukkas- ja kaasumaiset epäpuhtaudet pääse leviämään rakenteen läpi diffuusiolla tai konvektiolla sisäilmaan. Niiden avulla pystytään merkittävästi vähentämään epäpuhtauksien pääsyä sisäilmaan kohtuullisin kustannuksin. Tämä korjausmuoto soveltuu käytettäväksi silloin, kun rakenteet ovat vaurioituneet vähän ja ne pystytään pysyvästi kuivattamaan. Myös kohteissa, joissa ei ole ilmennyt sisäilmaongelmia, voidaan tiivistyskorjauksella esimerkiksi peruskorjauksen yhteydessä vähentää merkittävästi välipohjista aiheutuvien sisäilmaongelmien riskiä korjauksen jälkeen [12].

Tiivistyskorjauksissa on noudatettava erityistä huolellisuutta ja vauriokohtien tarkkailua on jatkettava säännöllisesti, jolloin on mahdollista havaita vaurion uudelleen alkaminen.

Rakenteen liittymien, läpivientien ja halkeamien ilmatiiveyden parantamiseen käytetään mm. erilaisia elastisia massoja, vedeneristemassoja tai teippituotteita. Käytettävät materiaalit tulee olla M1-luokiteltuja tuotteita, joista ei haihdu yhdisteitä haitallisessa määrin sisäilmaan. Tiivistys on tehtävä järjestelmällisesti kaikki liittymät ja läpiviennit tiivistäen. Osittainen tiivistäminen ei ole riittävä, sillä tiivistämättömien liittymien ja halkeamien kautta tapahtuvat ilmavirtaukset tyypillisesti voimistuvat rakennusvaipan tiiveyden parantuessa merkittävästi [4]. Kaksoislaattapalkiston korjauksessa kapselointia voidaan käyttää esimerkiksi ohuen ja huokoisen alalaatan kohdalla, mikäli alalaatta ei muuten ole riittävän tiivis. Kapselointiin voidaan käyttää mm. vedeneristemassaa tai höyrynsulkuepoksia.

Ilmatiiveyden parantaminen edellyttää järjestelmällistä ja kattavaa työmaan aikaista laadunvarmistusta. Tiivistyskorjausten laadunvarmistuksena on suositeltavaa tehdä merkkiainekokeita aistinvaraisten tutkimusten lisäksi. Laadunvarmistuskokeissa tilan paine-erona käytetään -10...-15 Pa alipainetta, jotta paine-ero pysyisi mahdollisimman samanlaisena eri tutkimuskertojen välillä. Laadunvarmistuskokeet on tehtävä ennen pintamateriaalien asentamista, että mahdolliset virheet ja vuotokohdat voidaan helposti paikantaa ja korjata. [10]

Lisäksi tiivistysten toimivuus on varmistettava erikseen tehdyn seurantasuunnitelman mukaisessa aikataulussa.

2.2. TASO 2: Rakenteen ilmatiiveyden parantaminen ja alipaineistaminen

Mikrobien ja muiden epäpuhtauksien kulkeutumista laatastontelotilasta huonetilaan voidaan hallita ontelotilan alipaineistuksen avulla [13]. Alipaineistus ei yksin ole riittävä korjausmenetelmä, sillä koneelliseen toimintaan perustuvan ratkaisun riskinä on alipaineistuksen toimimattomuus. Ontelotilan alipaineistus on oltava jatkuvatoiminen ja sen on toimittava riippumatta rakennuksen eri olosuhteista. Kaksoislaattapalkiston ontelotilan alipaineistaminen yhdessä rakenteen ilmatiiveyden parantamiskorjausten kanssa on suositeltava korjaustapa silloin, kun rakenne ei ole pahoin vaurioitunut ja painesuhteet rakenteen yli (esimerkiksi kerrosten välillä) ovat hankalasti hallittavissa.

Ontelotilan alipaineistus aiheuttaa purkutöitä, joiden laajuus riippuu järjestelmän toteutuksesta. Alipaineistus voidaan toteuttaa jokaiseen onteloon tai vaihtoehtoisesti yhdistelemällä ontelotiloja palkistoihin tehtävin reikien avulla. Alipaineistus on suunniteltava aina toimimaan rakennuksen oman ilmanvaihdon kanssa. Alipaineistusjärjestelmän asennuksen jälkeen on suositeltavaa tehdä TASO 1:n mukaiset ilmatiiveyden parantamiskorjaukset.

2.3. TASO 3: Orgaanisten materiaalien osittainen poistaminen

Paikallisesti kosteusvaurioituneissa kohteissa korjausmenetelmänä voidaan soveltaa sekä orgaanisten materiaalien poistoa, että tiivistyskorjauksia riippuen vaurion vakavuudesta. Korjausmenetelmien rajaaminen vaurioituneen alueen mukaan voi olla haastavaa, mikäli vaurioille ei löydy selkeää syytä. ”Sekamenetelmiä” käytettäessä orgaanisen täytön kunto ja mahdolliset vauriot on tutkittava järjestelmällisesti, jotta purkualueen laajuus saadaan määriteltä riittävän tarkasti. Kantavien palkkien väliin jääviä onteloita on luonnollista käyttää purkualueen rajana.

Purkutöissä tulee noudattaa RATU-82-0239 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku -ohjetta. Ennen purkutöiden aloittamista on laadittava kohdekohtainen purkutyösuunnitelma, joka sisältää kohteen purku- ja siivoustyöt, jätteiden siirrot, kuljetukset ja käsittelyn, pölyntorjunnan, ympäristön ja säilytettävien rakenteiden suojauksen sekä työntekijöiden suojauksen [5]. Purkualue on osastoitava ja alipaineistettava, että purkupöly ei pääse leviämään puhtaisiin tiloihin. Säilytettävien rakenteiden suojaaminen unohdetaan usein kokonaisvaltaisessa purussa, vaikka rakenteiden suojaaminen on loppusiivouksen kannalta ja riittävän puhtauden saavuttamiseksi erityisen tärkeää.

Suojaustoimenpiteiden jälkeen voidaan aloittaa rakenteen purkutyöt. Kaksoislaattapalkiston orgaaniset eristeet voidaan poistaa ylä- tai alakautta. Ylälaatan purun osalta on huomioita rakenteen rakennetekninen toiminta, pääterästen sijainti, rakenteen kantavuus mahdollisen lisäkuorman osalta ja uuden rakenteen korkomaailma. Yläpuolelta tehtävä purkutyö on työteknisesti helpompaa, sillä ontelotilojen eriste on helposti poistettavissa ja työskentely sekä rakenteiden puhdistaminen lattiatasolta on helpompaa kuin kattopinnalta. Alalaatan rakennetekninen merkitys rakenteen kantavuudelle ei yleensä ole merkittävä, sillä alalaatan pääasiallisena tarkoituksena on orgaanisen täytön kannattaminen. Purkutöissä on kuitenkin huomioitava alalaatan jäykistävä merkitys ja purkaminen on tehtävä alalaattaan tehtävien aukkojen kautta.

Orgaanisten materiaalin poiston jälkeen betonipinnat on puhdistettava huolellisesti. Lähtökohtana on poistaa pinnoilta näkyvä homekasvusto ja orgaaninen materiaali. Mekaaninen puhdistus voidaan tehdä esimerkiksi hiomalla tai hiekkapuhaltamalla. Puhdistuksessa on huolehdittava, että epäpuhtaudet eivät pääse leviämään huoneilmaan ja purkamisen yhteydessä syntynyt pöly on poistettava imuroimalla ja puhdistusharjauksella [4]. Biosidisten aineiden käyttöä ei suositella sisätiloissa ratkaisuksi homeongelmiin, homesiivouksen tehosteeksi tai homekasvun ehkäisyyn korjauksissa (Työterveyslaitos ja Terveystieteiden tutkimuskeskus, 2016. Työterveyslaitoksen ja Terveystieteiden tutkimuskeskuksen kannanotto biosidien käytöstä korjausrakentamisessa).

Välipohjan uuden rakennetyypin valintaan vaikuttavat purkumenetelmä (ala- tai yläpuolelta) ja rakenteen palon- ja ääneneristävyyssvaatimukset. Yläpuolelta puretun rakenteen ontelotilaan on helppo asentaa puhallusvilla. Puretun ylälaatan kohdalle on suositeltavaa asentaa liittopelti ja valaa uusi yhtenäinen betonilaatta. Vaihtoehtoisesti kansirakenne voidaan tehdä levyrakenteisena puu- tai teräsrangan varaan, mutta kyseisen rakenteen liittymien ja läpivientien tiivistäminen on haasteellista. Kansirakenne on tehtävä mahdollisimman tiiviiksi siten, etteivät ontelotilaan mahdollisesti jäävät epäpuhtaudet pääse kulkeutumaan sisäilmaan [4]. Alapuolelta purettu rakenne korjataan palkkien alapintaan asennettavilla teräsrangoilla ja levytyksellä. Lämmön- ja ääneneristeenä on käytettävä levyvillaa. Molempien korjausmenetelmien osalta on huomioitava ulkoseinällä kulkevan kehäpalkin aiheuttama kylmäsilta, jolloin palkiston sisäpintaan saattaa tiivistyä kosteutta. Kylmäsiltojen poistaminen ja rakenteen rakennusfysikaalinen toiminnan varmistaminen on mahdollista tehdä julkisivun ulkopuolisella lämpörappauksella, jonka avulla rakenteen lämpötilaeroja saadaan tasattua [4].

Lievästi vaurioituneiden rakenteiden osalta korjaukset toteutetaan TASOn 1 ilmatiiveyden parantamismenetelmän mukaan.

Osittaista purkamismenetelmää käytettäessä kiinteistön omistajalla tulee olla selkeä tieto mistä alueelta orgaaniset materiaalit on poistettu ja missä on tehty tiivistyskorjauksia.

2.4. TASO 4: Orgaanisten materiaalien poistaminen

Kaksoislaattarakenteen orgaaniset materiaalit on poistettava kokonaisuudessaan silloin, kun ne on tutkimusten perusteella todettu selvästi vaurioituneiksi. Selvästi vaurioitunut materiaali on yleensä kastunut ulkopuolisen kosteuden johdosta, esimerkiksi putki- tai viemäripuodon tai mahdollisten vesikattovuotojen johdosta. Rakennusaikainen kosteus ei aina aiheuta

mikrobivaurioita orgaanisiin materiaaleihin vaan se riippuu betonin vesi-sementtisuhteesta ja rakenteen kuivumisolosuhteista. Kokonaisvaltaiseen orgaanisten materiaalien poistoon päädytään yleensä kohteen peruskorjauksen yhteydessä.

Poistettavien orgaanisten eristeiden korjausmenetelminä toteutetaan TASOn 3 purkumenetelmiä suojauksineen, puhdistuksineen ja korjauksineen.

3. POHDINTA

Haastetta korjaustavan valintaan aiheuttaa ensisijaisesti vaurion laajuuden määrittäminen ja arviointi. Yleisin syy korjausten epäonnistumiseen on liian suppea korjaus tai se, että vauriota ei ole poistettu [8]. On mahdollista, että korjauksissa on poistettu kaikki selkeästi vaurioituneet materiaalit mutta säilytettävien rakenteiden puhtauteen tai liittymien tiiveyteen ei ole kiinnitetty riittävästi huomioita. TASO 4:n haasteena on erityisesti purkutyönaikainen suojaus ja pölynhallinta, kun taas TASO 1:n mukaisissa korjaustoissa oleellista on työnaikainen huolellisuus ja laadunvarmistus.

Riittävän kattavan kuntotutkimuksen merkitystä ei voi liikaa korostaa. Sen avulla korjaustoimenpiteet saadaan rajattua kohdekohtaisesti eikä korjauksista tule turhan raskaita tai toisaalta liian kevyitä. Kattavien kuntotutkimusten avulla myös rakennusten käyttäjät on helpompi vakuuttaa korjausmenetelmän oikeasta laajuudesta. Erityisesti osittaiset korjaustavat ja tiivistyskorjaukset saattavat aiheuttaa epävarmuutta käyttäjissä. Kuitenkaan kattavien purkutoimenpiteidenkään avulla ei voida luotettavasti varmistua sisäilman puhtaudesta, mikäli rakennusaikainen suojaus ei ole ollut riittävä tai liittymien ilmatiiveyttä ei ole parannettu.

4. LÄHDELUETTELO

1. Neuvonen, P., Mäkiö, E., ja Malinen, M. Kerrostalot 1880-1940. Rakennustieto Oy 2002
2. VNp 12.5.2010. Valtioneuvoston periaatepäätös toimenpiteistä rakennusten kosteusvaurioiden ja niiden aiheuttamien terveyshaittojen vähentämiseksi.
3. Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen, Helsinki 2008, Opetushallitus. 245 s.
4. RATU-82-0239. 2000. Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku. Helsinki, Rakennustietosäätiö RTS ja Talonrakennusteollisuus ry. 12 s.
5. Ympäristöopas 28, Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus, Ympäristöministeriö, Helsinki 1997.

6. Ympäristöopas 29, Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus, Ympäristöministeriö, Helsinki 1997.
7. Hartikainen, P, Homevaurioituneen rakennusmateriaalin puhdistusohje rakenneosille, joita ei voi poistaa. Kosteus- ja hometalkoot. 2013
8. Miettunen, K. Betoni- ja tiilirakenteiden mikrobivauriokorjausten onnistumisen arviointi. Teknillinen korkeakoulu, Insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tiedekunta, Espoo 2009.
9. RT14-11197 Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein
10. Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen,
11. Laine K. Rakenteiden ilmatiiveyden parantaminen sisäilmakorjauksissa, Aducate, Itä-Suomen Yliopisto. Rakennusterveys. Opinnäytetyö. 2014.
12. Päckilä, Taneli. 2012. Mikrobien kulkeutuminen sisäilmaan paine-eron vaikutuksesta. Diplomityö. Aalto yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu, rakenne- ja rakennustuotantotekniikka. Espoo.
13. Asumisterveysasetus osa 4, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016

OMAKOTITALOJEN RISKIRAKENTEIDEN HUOMIOIMINEN VUOTOVAHINKOKARTOITUKSEN YHTEYDESSÄ

Mikko Mustonen ja Vesa Sormunen
A-Kuivaus Oy

TIIVISTELMÄ

Suomessa on yli miljoona pientaloa. Joidenkin arvioiden mukaan jopa puolessa Suomen pientaloista on kosteus- tai mikrobivaurio, joiden korjaaminen tai ainakin vaurioiden selvittäminen olisi tarpeen. Näiden lukujen valossa, iso osa suomalaisista altistuu kosteus- tai mikrobivauriolle omassa kotonaan.

Pientalojen vaurioiden syntyyn on useita syitä. Vaurioiden aiheuttajista ei ole tilastollista analyysiä, mutta on tiedossa että yksi suurimmista yksittäisistä vaurioiden aiheuttajista on vuotovahingot. Vuotovahinkojen osuutta tilastoidaan Finanssialan keskusliiton toimesta, jonka mukaan suomessa maksetaan vuosittain vakuutuskorvauksia 38 000 vuotovahingosta, joista pientalojen osuus on noin 11 000. Tilastoissa ei ole huomioitu vuotovahinkoja, joita ei ilmoiteta vakuutusyhtiölle tai jotka ovat vakuutuskorvausten ulkopuolella. Tämän vuoksi pientalojen vuotovahinkojen osuus on todellisuudessa suurempi.

Vuotovahinko ei ole yleensä ainut epäkohta kohteissa, joissa vuotovahinko tapahtuu. Useissa taloissa on ikänsä puolesta rakenneosia, jotka nykytiedon mukaan arvioidaan riskirakenteiksi ja joiden kunto ja niihin liittyvät riskit olisi hyvä tiedostaa. Aineistona käytettiin vuonna 2014 Pohjois-Karjalan alueella ja Päijät-Hämeen alueella tutkittuja pientalojen vuotovahinkoja. Selvityksen perusteella Pohjois-Karjalan 200 tutkituista pientalon vuotovahinkokohteesta 83 % ja Päijät-Hämeen 276 tutkituista pientalon vuotovahinkokohteesta 53 % sisältää riskirakenteita.

Vuotovahinkojen yhteydessä olisi mahdollista tuoda kiinteistön omistajille tietoa myös vuotovahingon ulkopuolisista riskirakenteista, niiden riskeistä ja huoltotoimenpiteistä. Riskirakenteiden esiin tuominen vuotovahinkokartoituksen yhteydessä ei korjaa kovinkaan isoa osaa Suomen pientalojen vauriokannasta, mutta se antaisi kiinteistön omistajille tietoa riskirakenteista ja niiden oikeasta huoltamisesta. Lisäksi vuotovahinkoaluetta laajempi tarkastelu antaisi vakuutusyhtiöille tietoa vakuuttamiensa kiinteistöjen kunnosta.

1. JOHDANTO

Tämä on tiivistelmä opinnäytetyöstä, jossa on käsitelty vuotovahinkojen kartoittamista ja riskirakenteiden huomioimista vuotovahinkojen kartoittamisen yhteydessä. Opinnäytetyössämme olemme vuoden 2014 vahinkokartoitushistoriamme perusteella arvioineet vuotovahinkokohteiden riskirakenteiden määrää. Työssä on käyty lävitse nykyistä kartoitustapahtumaa, sekä pohdittu uusia menetelmiä kartoitustyöhön, joilla rakennusten kokonaisuuden hahmottaminen ja riskirakenteiden huomioiminen olisi mahdollista, suhteellisin pienin kustannuksin.

1.2. Mikä on vuotovahinko

Tutkimuksessa on käsitelty vuotovahinkona vesivahinkoja, jotka määritellään vakuutusyhtiöiden vakuutusehdoissa äkillisiksi ja odottamattomiksi vesivahingoiksi ja jotka on tilastoitu vakuutusyhtiöiden toimesta vuotovahingoiksi. Eri vakuutusyhtiöillä on pieniä poikkeavuuksia vahinkojen korvattavuuksissa ja käsittelyissä, mutta yleisesti korvattavaksi vuotovahingoksi määritellään vahinko, joka on odottamaton ja äkillinen, eikä se ole ollut asukkaan itse vältettävissä. Yleensä korvaus edellyttää myös että rakennus on rakennettu lain määräämällä tavalla. Korvattavuutta määriteltäessä keskeistä on saada selville, mistä vesivahinko on johtunut.

Pääsääntöisesti vuotovahingot on aiheuttanut neste-, kaasu-, tai höyryvuoto, kun aine on virrannut äkillisesti, ennalta arvaamattomasti ja suoraan

- rakennuksen lämmitystä, ilmanvaihtoa, vesihuoltoa, sähkö- tai konetekniikkaa palvelevista kiinteästi asennetuista putkistoista tai laitteista
- rakennuksen sisäpuolisista sadevesiputkistoista
- vesijohtoverkostoon liitetystä käyttölaitteista, kuten hyväksytyllä letkuliitännällä ja sulkuventtiilillä johtoverkkoon liitetystä pesukoneesta tai astianpesukoneesta, eikä kysymyksessä ole käyttäjän huolimattomuus
- tuotantoa tai varastointia palvelevista putkistoista ja laitteista, kuten kylmälaitteista
- kiinteästi asennetuista säiliöistä
- rakennuksen omista kiinteästi asennetuista käyttölaitteista
- vesikaton ennalta arvaamattomasta äkillisestä ulkoapäin tapahtuneesta mekaanisesta rikkoutumisesta.
-

Korvauspiirin ulkopuolelle jäävät vahingot ja rajoitukset, joita ei korvata vakuutuksista ja jotka ovat aiheutuneet

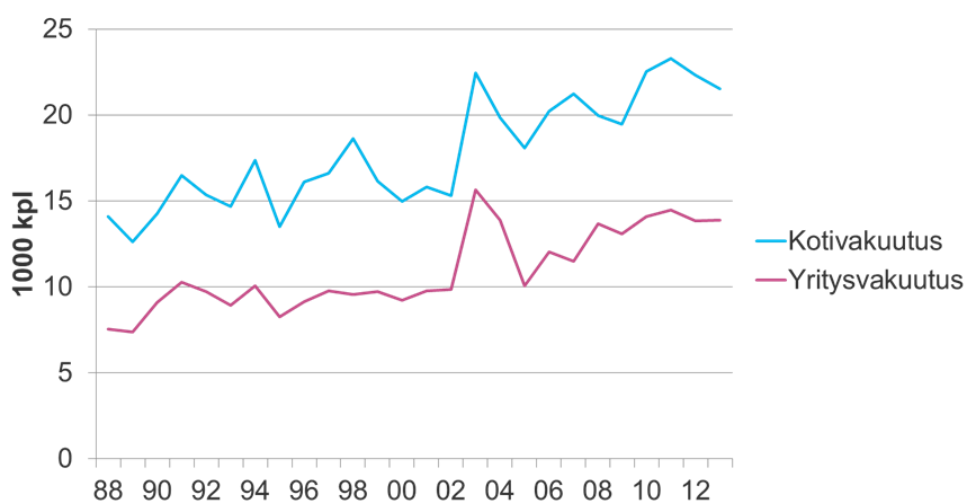
- kulumisesta tai muusta vähitellen tapahtuneesta syystä
- valmistus- tai aineviasta

- virheellisestä suunnittelusta, rakentamisesta tai asentamisesta
- huollon tai kunnossapidon laiminlyönnistä
- kattokouruista, rakennuksen ulkopuolisista sadevesiviemäreistä tai syöksytorvista taikka muualta virranneesta sade- tai sulamisvedestä
- salaojaputkiston, viemärikaivon tai - putken tulvimisesta rankkasateen, lumen sulamisen tai tulvan yhteydessä
- sadeveden tai pohjaveden poistoon tarkoitetun laitteen rikkoutumisesta
- kunnallisen tai muun yleisen vesi- tai viemärijohdon vaurioitumisesta, tukkeutumisesta tai alimitoituksesta
- nesteen virtaamisesta kiinteästä verkosta ennen kuin johtoverkko on hyväksytty käyttöön otettavaksi
- rakenteiden vesieristeiden läpi tai putkiston ja rakenteen liittymäkohdasta kuten lattiakaivon ja korokerenkaan välistä vuotaneesta nesteestä, ellei syynä ole ollut äkillinen, ennalta arvaamaton rikkoutuminen
- kondenssivedestä tai muusta kosteudesta (esimerkiksi maanalainen kosteus tai vesi)

1.3. Vuotovahinkojen määrä

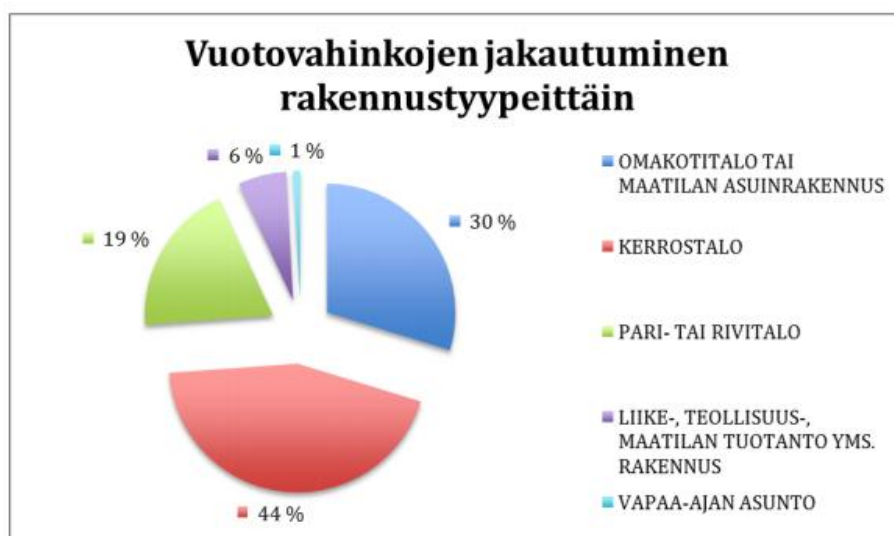
Vuotovahinkoja on tilastoitu jollakin tasolla 1980- luvulta lähtien. Vakuutusyhtiöt ja Finanssialan keskusliitto tilastoivat vuotovahinkoja jotka ovat vakuutusehtojen mukaisesti korvattavia ja luettavissa vuotovahingoiksi. Vuotovahinkojen tilastollista analyysiä luettaessa tulee tiedostaa, mitä vahinkoja tyypillisesti luetaan vuotovahingoiksi.

Vakuutusyhtiöt maksavat korvauksia vuodessa noin 38 000 vesivahingosta. Kaaviossa 1 on kuvattu vuotovahinkojen määrän vuosittaista kasvua vuodesta 1988 alkaen. Vuotovahinkojen määrä on ollut pitkällä ajanjaksolla tarkasteltuna jatkuvassa kasvussa. Syy vuotovahinkojen määrän kasvuun on vanheneva asuntokanta ja ikääntyvät putkistot.



Kuva 1, Vuosittaiset vuotovahinkojen määrät.

Finanssialan keskusliitto on kerännyt vuosina 2012-2013 vahinkotiedot 1287 vuotovahingosta, joiden pohjalta on koottu vuotovahinkoselvitys. Selvityksen tarkasteluajanjakso on ollut 1.5.2012 – 30.4.2013. Tilastointia on tehty Etelä-Suomen ja Etelä-Pohjanmaan alueilla. Vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi selvityksessä on tarkasteltu Seinäjoen alueen kuntia Etelä-Pohjanmaalta sekä pääkaupunkiseutua Etelä-Suomen alueista. Vaikka selvityksessä on ollut mukana myös vahinkokorvauksen ulkopuolisia vuotovahinkoja ja vuotovahingoista ainoastaan 87 % on ollut korvattavia vahinkoja, kertoo selvitys luotettavasti vahinkojen jakautumisesta rakennustyypeittäin ja rakennuksen iän mukaan.



Kuva 2. Vuotovahinkoselvitys 2012-2013 vuotovahingot rakennustyypeittäin



Kuva 3. Vuotovahinkoselvitys 2012-2013 vuotovahinkojen jakautuminen rakennusten iän mukaan.

2. VUOTOVAHINKOJEN TUTKIMINEN

Suurin osa vakuutusyhtiöiden kautta tulleista vahinkokartoitustilauksista suoritetaan nykyisin käyttämällä sähköistä kartoitusjärjestelmää, jolloin raportointi ja vakuutusyhtiöiden seuranta on reaaliaikaista. Sähköistä sovellusta vuotovahinkoselvityksissä käyttää tällä hetkellä kaikki suurimmat vahinkovakuutusyhtiöt. Järjestelmä on rakennettu siten että vakuutusyhtiö voi reaaliaikaisesti tarkastella palveluketjun etenemistä. Järjestelmästä on nähtävissä kuinka nopeasti tilaukseen on reagoitu, kuinka kauan on kestänyt yhteydenotto vakuutuksenottajaan ja milloin tutkimus tullaan suorittamaan. Vakuutusyhtiöt ovatkin omissa sopimuksissaan sopimuskumppaniensa kanssa painottaneet tiettyjä aikarajoja, joiden sisällä edellä mainitut vaiheet tulee olla suoritettu. Tällä vakuutusyhtiö saa tarjottua vakuutuksenottajalle laadukkaan palveluratkaisun. Järjestelmään kirjautuu kaikki vaiheet minuutin tarkkuudella, miten vahingon hoitaminen on alkanut ja miten se etenee.

Vakuutusyhtiöllä on sovittu tarkastusaika tiedossa. Vakuutustarkastaja voi halutessaan seurata reaaliaikaisesti tarkastuksen etenemistä kohteessa. Esittää kysymyksiä, katsoa otettuja kuvia ja videoita ja tehdä näiden perusteella korvauspäätöksen mahdollisimman nopeasti. Parhaimmillaan korvauspäätös tulee vakuutuksenottajalle tiedoksi, kun kartoittaja on vielä kohteessa. Vakuutusyhtiö voi myös seurata ja arvioida sopimuskumppaninsa palvelun laatua, esimerkiksi sitä, onko kartoittaja ollut kohteessa sovittuna aikana, vai myöhästynyt kohteesta. Tämä on tärkeää vakuutusyhtiölle, koska usein ulkopuolinen toimija liitetään suoraan vakuutusyhtiöön ja ulkopuolisesta toimijasta jäävät hyvät tai huonot kokemukset vaikuttavat vakuutusyhtiöön.

Tablet-tietokoneella olevaa raporttipohjaa täytetään sitä mukaa, kun tutkinta kohteella etenee. Vakuutuksenottajalta kysellään taustatietoja kohteesta, tietoja havaitusta vahingosta, ajankohdasta, näkyvistä vaurioista jne. Usein taustatietojen saaminen on vaikeaa, joko asiakkaan tietämättömyyden takia (useita omistajia, vanha rakennus jne.) tai siksi että vakuutuksenottaja on hankkinut ”oven avaajan”, joka ei tiedä kohteesta riittävästi. Jos vuotokohta on selkeä eli näkyvissä tai pinta-asennuksena oleva putki, kone tai laite, on vaurioalueen rajaaminen yleensä yksinkertaista. Näissä tapauksissa riittää yleensä vaurioalueen ja sen rakenteiden selvittäminen. Jos taas vauriojälkiä (värimuutoksia materiaaleissa, hajua tms.) on näkyvissä tai epäillään esimerkiksi putkivuotoa mutta vaurioiden aiheuttaja tai vuotopaikka on epäselvä, on tarvittaessa avattava rakenteita ja tehtävä perusteellisempia selvityksiä. Näissä rakennuksen, rakenteiden ja historia tarkkojen

tietojen selvittäminen ja taustatietojen saaminen on tärkeää. Vahingon korvattavuuden varmistamiseksi vauriolähteen selvittäminen on tärkeää. Korvattavuuspäätös tehdään ainoastaan jos tiedetään mikä vahingon on aiheuttanut.

Kartoitusta tehtäessä tulisi kiinnittää huomioita rakennuksen ja rakenteiden yleiseen kuntoon. Onko tehty korjauksia, milloin ja miten? Mahdolliset riskirakenteet tulisi huomioida. Näin ohjeistetaan Finanssialan keskusliiton ohjeissa. Todellisuudessa kartoituksessa on mahdollisuus keskittyä ainoastaan vahinkoalueeseen ja muiden rakenneosien osalta voidaan dokumentoida tarvittaessa hyvin selvät näkyvät vauriot. Jos kohteessa havaitaan useampia vaurionaiheuttajia, vauriot on eriteltävä aiheuttajan mukaan. Lisäksi raportissa tulisi ilmetä mahdollinen lahon, homeen tai muun mikrobikasvuston esiintyminen. Usein näiden vaurioiden olemassaolo laajuus selviää vasta purkutoimenpiteiden yhteydessä. Vahinkokartoitusten yhteydessä ei ole aikaa tai mahdollisuutta tutkia vaurioalueen ulkopuolisia tai ei edes aina vaurioalueella olevien riskirakenteiden aiheuttamia vaurioita. Etenkin jos vuotopaikka on esim. pinta-asennuksena olevassa putkessa tai laitteessa (esim. astianpesukone) ei tutkimuksessa välttämättä selviä minkälaisia vaurioita pintoja syvemmillä on.

Kiristyvät vaatimukset kartoituksen nopeasta ja joustavasta suorittamisesta aiheuttavat sen, että perusteellinen tutkiminen kohteessa voi jäädä sivuosaan. Vaatimukset tutkimuksen perusteellisuuteen tulisi olla kuitenkin etusijalla. Nykytiedon mukaan kosteuden aiheuttamien vaurioiden moninaisuus ja niistä seuraavat mikrobivauriot ja terveyshaitat ovat jo kansantaloudellisestikin niin merkittäviä, että ne tulisi olla etusijalla ja ottaa huomioon jokaisessa tutkimuksessa. On kuitenkin selvää, että vakuutusyhtiöt tähtäävät tehokkaaseen ja edulliseen palvelukokonaisuuteen, jotta vakuutushinnoissa ei olisi niin suuria hinnankorotuspaineita. Tätä asiaa tarkastellessa tulee myös ymmärtää se, että kartoituksia tekevän yrityksenkin tulee pyrkiä mahdollisimman edulliseen palvelukokonaisuuteen. Ammattitaitoisen kartoittajan ja kartoittajan käyttämän kaluston kustannukset ovat niin suuria, että jokaisen vahinkokohteen perusteellinen tutkiminen ei ole mahdollista. Kartoituksen tekevä yritys kun saa sopimuksensa mukaisen korvauksen kartoituksesta, riippumatta siihen käytetystä ajasta, edellyttäen ainoastaan, että se on vakuutusyhtiön ja yrityksen välisen sopimuksen mukainen.

Vahinkokartoittajan ammattitaitovaatimuksia ei säätele mikään instanssi. Alalla on kartoitustyössä lukuisia henkilöitä joilla ei ole rakennusalan taustaa tai koulutusta. Kaikissa

olosuhteissa ja rakenteissa ei ole yksinkertaista arvioida rakenteen normaalia kosteutta ja rakenteiden kosteusteknistä käyttäytymistä. Tässä tarvitaan usein kokemusta ja rakennusfysiikan tuntemusta. Mikäli rakenteen normaalia toimintaa tai rakenteen kosteuskäyttäytymistä ei ymmärretä voi vahinkokartoitus olla puutteellinen ja siitä voi seurata kohonnut riski rakenteiden vaurioitumiselle. Alalla on tarjolla koulutusta ja henkilösertifiointeja, mutta ne eivät ole paikallisia toimiakseen vahinkokartoitustyössä. Ammattitaito karttuu vuosien varrella, mutta esimerkiksi rakennusfysiikan ymmärtäminen edellyttää usein myös teoriaopintoja. Lisäksi esimerkiksi riskirakenteiden huomioiminen vuotovahinkokartoituksessa ei ole mahdollista, mikäli kartoittaja ei tunnista riskirakenteita, niiden rakennusfysikaalista toimintaa ja rakenteiden ja sitä ympäröivien olosuhteiden aiheuttamaa vaurioriskiä.

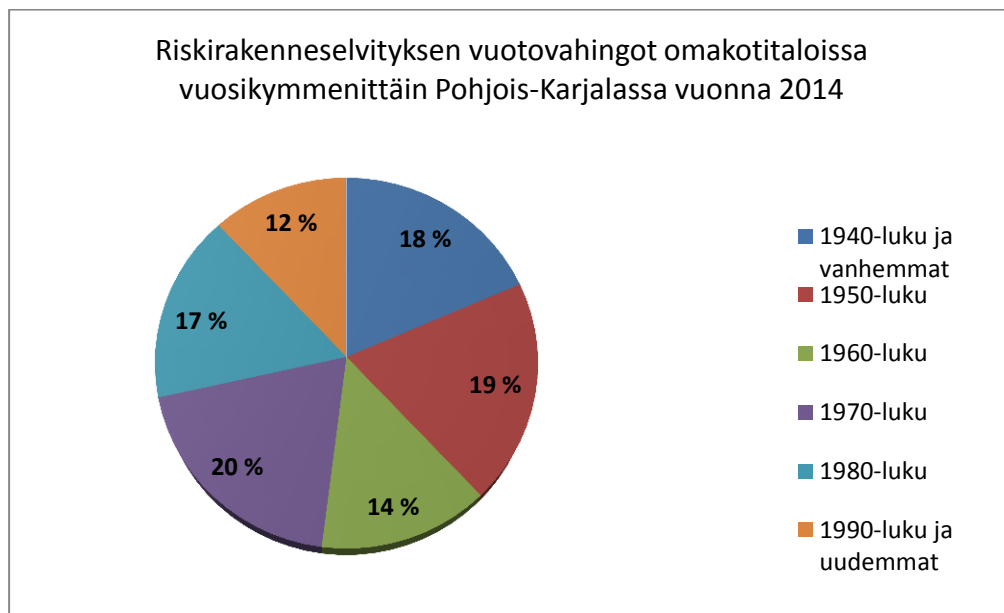
3. RISKIRAKENNESELVITYS

Selvityksen aineistona on käyty lävitse 634 vahinkotapausta Pohjois-Karjalan alueella ja 717 vahinkotapausta Päijät-Hämeen alueella. Tapaukset jotka on käyty lävitse, ovat tapauksia, jotka ovat olleet luonteeltaan vuotovahinkoja. Tarkkaa tietoa, siitä onko kaikki vahingot lopulta olleet korvattavia, ei selvityksessä ole ollut mahdollista huomioida. Selvitystyön ulkopuolelle on jätetty suoraan tapaukset, joissa vaurion aiheuttaja on tiedetty sellaiseksi, jota vakuutusyhtiö ei korvaa tai mikä ei ole vakuutusyhtiön selvittämisvelvollisuuden piirissä. Tällaisia tapauksia ovat esimerkiksi home-vauriot, ihmisten oireilu, yleiset kosteusmittaukset, suihkuvesien kastelemat rakenteet, ulko-puolisen kosteuden kastelemat rakenteet yms. Selvityksessä on tarkasteltu vuotovahinkoja, koska työn tavoitteena on ollut arvioida sitä kuinka suuressa osassa vuotovahinkokartoituskohteista on riskirakenteita ja miten ne voitaisiin ottaa huomioon vuotovahinkokartoituksessa.

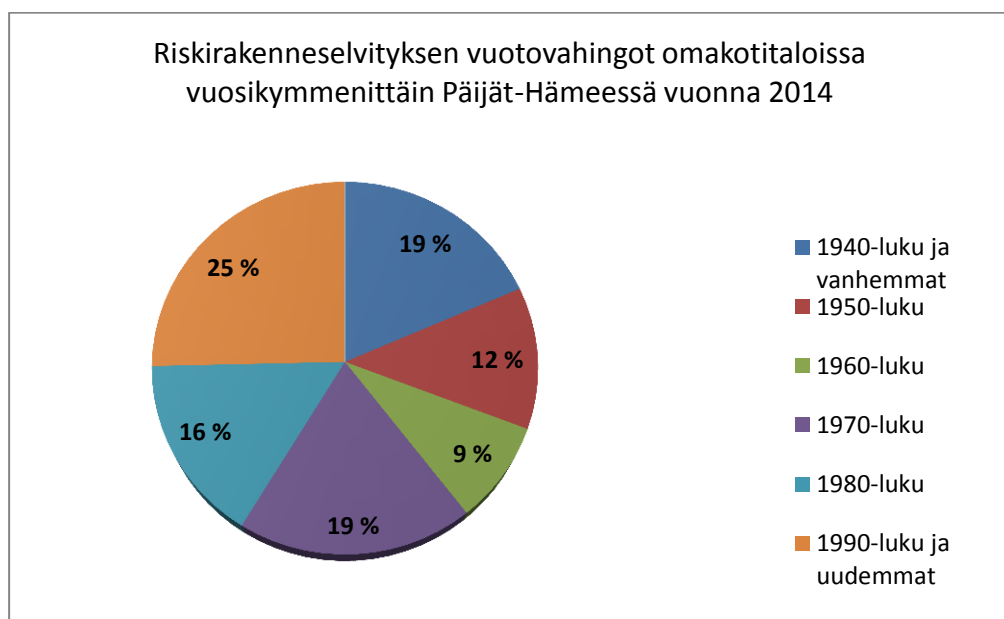
Yhteensä tapauksia käytiin läpi 1351. Näistä vuotovahinkotapauksista 476 kappaletta tapahtui omakotitaloissa. Finanssialan keskusliiton 2012-2013 tekemän selvityksen mukaan vuotovahinkoja tapahtuu eniten kerrostaloissa. Myös käytettävissä ollut aineisto oli tältä osin yhteneväinen Finanssialan keskusliiton selvityksen kanssa.

Kohteita tarkasteltiin tehtyjen kartoitusraporttien, pohjakuvien ja muiden kohteesta järjestelmään tallentuneiden tietojen perusteella. Suoritetun tarkastelun perusteella Pohjois-Karjalan 200 tutkitusta omakotitalosta 166 ja Päijät-Hämeen 276 tutkitusta talosta 145 sisältää rakenteen, joka on luokiteltu riskirakenteeksi. Tämän perusteella voidaan todeta, että

tutkituista omakotitaloista 65 % sisältää rakenteita, joissa on riski talon rakenteiden vaurioitumiselle, riskirakenteen vuoksi. Pohjois-Karjalan alueella riskirakenteiden osuus tutkituissa taloissa on suurempi (83 %) kuin Päijät-Hämeessä (53 %). Pohjois-Karjalassa toimeksiannot sijaitsevat enimmäkseen haja-asutusalueella, jossa rakennuskanta on vanhempaa.

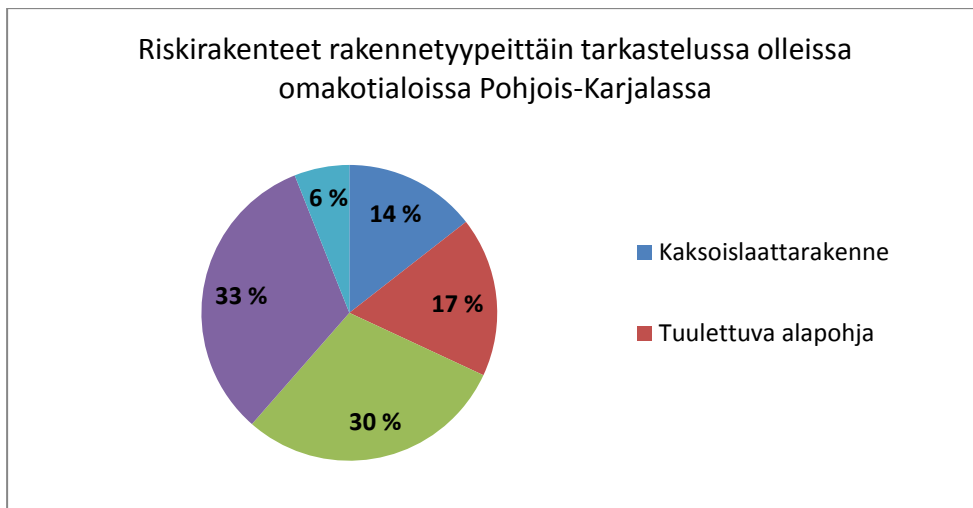


Kuva 4. Omakotitalojen vuotovahingot vuosikymmenittäin. Riskirakenneselvitys 2014 omakotitaloissa Pohjois-Karjalan alueella.



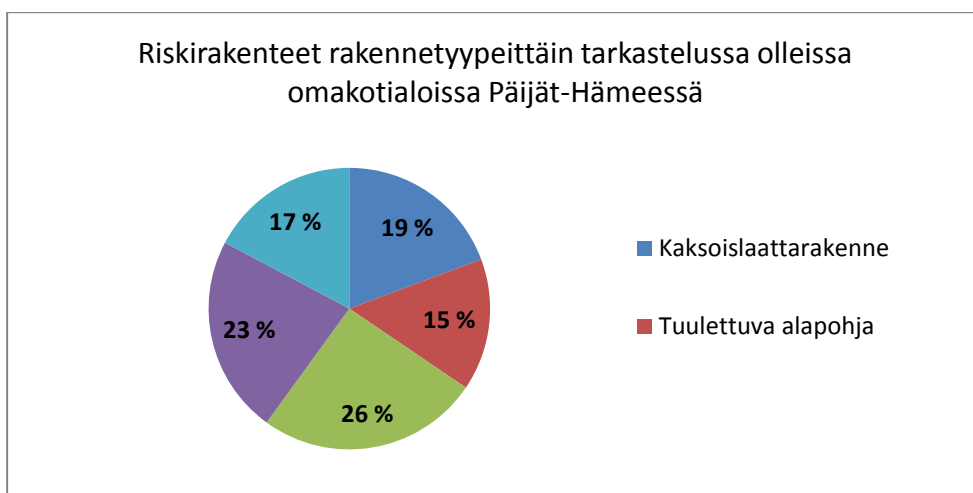
Kuva 5. Omakotitalojen vuotovahingot vuosikymmenittäin. Riskirakenneselvitys 2014 omakotitaloissa Päijät-Hämeen alueella.

Edellä on kuvattu riskirakenteiden osuutta rakennetyypeittäin kokonaismäärän suhteutettuna. Pohjois-Karjalan ja Päijät-Hämeen riskirakennetyyppien määrissä on havaittavissa eroavaisuuksia.



Kuva 6. Omakotitalojen riskirakenteet. Riskirakenneselvitys 2014 omakotitaloissa Pohjois-Karjalan alueella.

Pohjois-Karjalan alueella iso tutkituista omakotitaloista sijaitsee haja-asutusalueella ja siksi vahingot ovat vanhemmassa rakennuskannassa. Iso osa vahingoista on tapahtunut vuosina 1950-1980. Tämän ikäisissä taloissa on valtavasti riskirakenteita, jotka muodostavat riskin rakenteiden vaurioitumiselle. Pohjois-Karjalan tutkituissa omakotitaloissa iso osa sisältää valesokkeli-, kaksoislaatta- ja puukoolattujarakenteita, joiden vaurioiden havainnointi ei pintapuolisesti ole yleensä mahdollista.



Kuva 7. Omakotitalojen riskirakenteet riskirakenneselvitys 2014 omakotitaloissa Päijät-Hämeen alueella.

Päijät-Hämeessä jopa neljäsosa tutkituista taloista on 1990 jälkeen rakennettuja. Päijät-Hämeen alueen vahingoista pieni osa on tapahtunut haja-asutusalueella ja suurin osa kaava-alueilla tai lähellä keskustoja. Tutkimuksessa havaittiin, että Päijät-Hämeen alueen tutkituista taloista 1990 jälkeen rakennettujen talojen jälkeen vuosikymmenet, joihin isoin osa vahingoista on keskittynyt, ovat olleet 1940-luku ja 1970-luku. Myös Päijät-Hämeen tutkituissa omakotitaloissa iso osa sisältää valesokkeli-, kaksoislaatta- ja puukoolattuja rakenteita, joiden vaurioiden havainnointi ei pintapuolisesti ole yleensä mahdollista.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Riskirakenneselvityksen perusteella tutkituista rakennuksista noin 65 % sisältää rakenteita, jotka on luokiteltu riskirakenteiksi. Kaikissa näistä ei kuitenkaan voida olettaa olevan vaurioita, koska uudemmissa (1990 jälkeen rakennetuissa) taloissa on usein huomioitu riskirakenne esimerkiksi maanpaineseinien ja tuulettuvien alapohjien osalla jo suunnittelu ja rakennusvaiheessa oikein rakenneratkaisuin. Kaikki vanhemmatkaan riskirakenteet eivät ole tietenkään vaurioituneet.

Arvioitaessa riskirakenteiden aiheuttamien vaurioiden osuutta vuotovahinkokohteissa, tulee arviointi tehdä pelkästään tehdyn riskirakenneselvityksen ja yleisten arvioiden pohjalta. Tarkkaa tietoa ei saada selvittämättä rakenteiden todellista kuntoa kuntotutkimuksilla. Arvioitaessa voidaan riskirakenneselvityksessä olleista kohteista rajata pois uudempaa rakennuskantaa (Pohjois-Karjala 12 % ja Päijät-Häme 25 %), jossa riskirakenteet on jo oletettavasti huomioitu. Olettaa voidaan että jäljelle jäävistä isossa osassa on rakenteita, joiden kunnon selvitys olisi tarpeen. On arvioitu että puolessa Suomen pientaloista on kosteus- tai mikrobivaurio. On syytä olettaa että vähintään 50 % taloista, joissa on todettu riskirakenne riskirakenneselvityksessä, on myös riskirakenteen aiheuttamia vaurioita. Nämä olisi huomattavissa vuotovahinkokartoituksen yhteydessä, mikäli resurssit niiden toteamiseen olisivat olemassa. Vaurioituneiksi arvioitua suuremmassa osassa on myös rakenteita, joiden toiminnan ja huollon tärkeyden ymmärtäminen olisi tarpeen, tulevien vaurioiden ehkäisemiseksi.

Suomessa on yli miljoona pientaloa ja jos arvioidaan että niissä puolessa on tutkimusta tai korjausta vaativia vaurioita, on vuotovahinkojen yhteydessä käsillä olevien talojen osuus hyvin pieni (< 1%) siitä osuudesta, mikä tarvitsisi tutkimuksia ja korjauksia. Pelkästään

vuoto-vahinkotalojen ongelmia korjaamalla ei ole suurta kansantaloudellista merkitystä. Näiden rakennusten kohdalla tehtävät tutkimukset ja korjaukset tulisi tästä huolimatta tehdä kunnolla ja riittävällä laajuudella, jotta välttyttäisiin jo korjattujen rakenteiden uudelleen vaurioitumiselta, oikeuskäsittelyiltä, terveysriskeiltä, reklamaatioilta yms. Ammattitaitoiseen ja riittävään laajaan kartoitustyöhön tulisi panostaa.

Riskirakenteiden esiin tuomisen lisäksi kiinteistön omistajille tulisi antaa informaatiota siitä, minkälaisia riskirakenteissa voi olla, miten niitä pitää tutkia ja korjata. Kosteus ja homealkoot ovat tehneet paljon hyvää materiaalia tähän liittyen. Yksityisillä kiinteistön omistajilla tulisi olla riittävästi oikeaa tietoa saatavilla, jotta he eivät olisi internetin keskustelupalstojen varassa. Suomessa on useita rakennusohjepankkeja, kuten RT-kortisto, jossa on valtavasti tietoa rakenteiden oikeasta korjaamisesta. Yksityisillä ihmisillä ei kuitenkaan ole mitään kanavaa hankkia oikeaa tietoa edullisesti. On ymmärrettävää että RT-kortiston ja muiden ohjeiden soveltaminen vaatii ammattitaitoa, mutta yksityisillä ihmisillä tulisi olla kanava saada oikeaa tietoa tarvittaessa. Ihmiset jättävät usein vahinkoja korjaamatta siksi, että se ei ole sillä hetkellä taloudellisesti mahdollista. Tilannetta ei helpota se, että tutkimus- ja suunnittelukuluihin pienessäkin korjauksessa menee tuhansia euroja.

5. KIITOKSET

Suuri kiitos yrityksellemme, jotta olemme saaneet olla mukana suorittamassa tätä tutkintoon tähtäävää koulutusta. Koulutuspäivämme ovat aiheuttaneet erityisjärjestelyjä ja koulutus on suuri rahallinen panostus henkilökunnan ammattitaidon kehittämiseen. Erityiskiitos myös koulutuksemme järjestäjille ja erityisesti Helmi Kokotille, joka on ohjannut hitaasti edennyttä työtämme.

6. LÄHDELUETTELO

Finanssialan keskusliitto vuotovahinkoselvitys – verkkodokumentti

http://www.finanssiala.fi/vahingontorjunta/dokumentit/vuotovahinkoselvitys_2013.pdf

Finanssialan keskusliitto, ohje vuotovahinkojen tutkimiseen – verkkodokumentti

<http://docplayer.fi/702917-Rakennusten-ja-huoneistojen-vesivuotovahinkojen-tutkiminen-ohje.html>

Finanssialan keskusliitto vuotovahinkoon varautuminen – verkkodokumentti

http://www.finanssiala.fi/vahingontorjunta/dokumentit/Varaudu_vuotovahinkoon_tarkistuslista.pdf#search=vuotovahinko

Tilastokeskus rakennuskanta-arvio 2011 – verkkodokumentti

http://www.stat.fi/til/rakke/2011/rakke_2011_2012-05-25_kat_002_fi.html

Marko Koivisto 2007. Opinnäytetyö Tampereen Ammattikorkeakoulu, Kartoittajan käsikirja - Verkkodokumentti

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9688/TMP.objres.975.pdf?sequence=5>

Kosteus ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimusopas, Ympäristöministeriö 1997

Ympäristöministeriö 2015. Ympäristöopas 28, Lausuntopyyntö luonnoksesta rakennusten kuntotutkimusoppaaksi – Verkkodokumentti [http://www.ym.fi/fi-](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Lausuntopyynnot_ja_lausuntoyhteenvedot/2015/Lausuntopyynto_luonnoksesta_rakennusten_(32552))

[FI/Ajankohtaista/Lausuntopyynnot_ja_lausuntoyhteenvedot/2015/Lausuntopyynto_luonnoksesta_rakennusten_\(32552\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Lausuntopyynnot_ja_lausuntoyhteenvedot/2015/Lausuntopyynto_luonnoksesta_rakennusten_(32552))

Ilmanvaihdon vaikutus

PÄIVÄKOTIEN LEPOHUONEIDEN SISÄILMAN LAATU

Pia Gummerus
Tuusulan kunta

1. JOHDANTO

Päiväkotien sisäilmasta on tehty useita opinnäytetöitä ja tutkimuksia. Niissä on havaittu, että erityisesti lepohuoneissa sisäilman hiilidioksidipitoisuus nousee päiväunien aikana korkeaksi. Pulliaisen 2012 päiväkotien sisäilmatutkimuksessa todettiin, että sisäilman hiilidioksidipitoisuus nousi yli ohjearvon neljäsosassa mittauksista. Ilmanvaihdon puutteet korostuivat erityisesti lepohuoneissa lasten päiväunien aikana. Mikko Piipon opinnäytetyössä (2010) todettiin, että hiilidioksidipitoisuudet ylittyivät 25 - 45 % päiväkodeista. Korkea hiilidioksidipitoisuus voi aiheuttaa väsymystä ja päänsärkyä, mutta kertoo eniten ilmanvaihdon riittämättömyydestä kyseisessä tilassa (Asumisterveysopas 2008). Tässä lopputyössä hiilidioksidipitoisuuden raja-arvona on käytetty 1500 ppm, joka oli ennen terveyshaitan raja-arvo, jotta tuloksia on voitu vertailla aiempiin tutkimuksiin. Nykyään terveydensuojelulain mukainen toimenpideraja ylittyy, jos sisäilman hiilidioksidipitoisuus 1150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus.

Lapset viettävät suuren osan päivästään päiväkodissa ja nukkuvat päiväunet koko hoitoryhmän kesken samassa huoneessa. Lasten lukumäärää päiväkodin tiloissa säädellään eri lakien avulla sekä niiden perusteella annetuilla ohjeilla. Uusien päiväkotien tilat ja ilmanvaihto mitoitetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaisesti henkilömäärän mukaan. Päivähoito-asetuksessa määritellään, kuinka monta lasta saa samanaikaisesti olla yhtä kasvattajaa kohden. Päivähoitoasetuksen (239/1973) muutos astuu voimaan 1.8.2016. Tämän jälkeen sallittu ryhmäkoko nousee 21 lapsesta 24 lapseen. Alle kolmevuotiaiden ryhmiin ei ole tulossa muutoksia. Terveystensuojelulain perusteella annetussa asumisterveysasetuksessa on toimenpiderajat ilmanvaihdolle ja sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle, joiden perusteella voidaan myös rajoittaa henkilömäärää päiväkodissa.

Ilmanvaihdon lisäksi sisäilman laatuun vaikuttaa lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus. Sisäilman suhteelliselle kosteudelle ei ole annettu asumisterveysasetuksessa tai Suomen rakentamismääräyskokoelmassa toimenpideraja-arvoa, vaan on todettu, ettei se saa nousta niin suureksi, että se aiheuttaisi mikrobikasvua rakenteissa tai laitteissa.

Taulukkoon 1 on koottu eri asetuksissa ja ohjeissa olevia päiväkodin sisäilman raja- ja toimenpide arvoja. Asumisterveysasetuksessa on terveydensuojelulain tarkoittaman terveyshaitan toteamisen avuksi määriteltäviä toimenpiderajoja. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa osassa D2, on uudisrakentamiseen suunnattuja suunnitteluarvoja. Sisäilmaluokituksessa SL 2008, on tavoitearvot sisäilman laadun arvioimiseksi ja luokittelemiseksi kolmeen eri luokkaan S1, S2 ja S3 joista S3 vastaa viranomaisohjeiden tasoa.

Taulukko 1. Sisäilman vertailuarvoja

	Asumisterveysasetus		Rakentamismääräykset			SL 2008 tavoitearvot		
			1987	2003	2012	S1	S2	S3
Iv (l/s)/m ²	0,35		2	2,5	2,5	4	2,5	2,5
Iv (l/s)/hlö	4	6	5	6	6	12	9	6
CO ₂ ppm	n. <1500 (1150 + n400 ulkoilman CO ₂ pitoisuus))		< 2500	< 1200	< 1200	< 750	< 900	< 1200
Lt °C talvi	20 -26		20	20 - 22	21 - 25	24 -25	24,5 - 25,5	20-22
Lt °C kesä	20 - 32		20	22 - 24	23 - 25	21 -22	21,2 – 22,5	24 -26

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ilmanvaihdon riittävyyttä Keski-Uudenmaan päiväkotien lepohuoneissa hiilidioksidimittausten avulla. Tutkimuksessa haluttiin selvittää nykyistä tilannetta, sekä sen perusteella arvioida minkä tyyppisissä päiväkodeissa riski ilmanvaihdon riittämättömyydelle on suurin, jos ryhmäkokoja suurennetaan

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

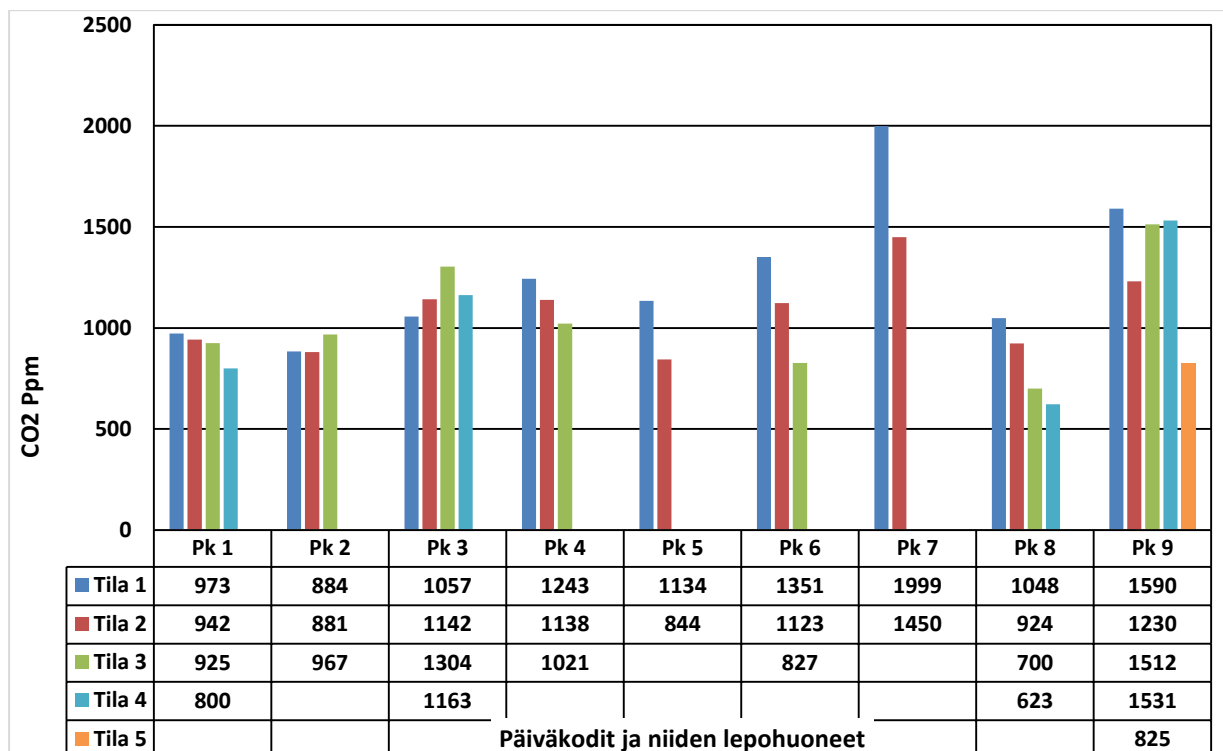
Päiväkotien sisäilman olosuhteita mitattiin Keski-Uudenmaan ympäristökeskuksen toiminta-alueella Järvenpäässä, Keravalla, Nurmijärvellä ja Tuusulassa. Mittauksia tehtiin yhdeksässä päiväkodissa ja yhteensä niissä oli 30 lepohuonetta. Päiväkodit edustavat eri aikakausien rakennuskantaa. Uusia, vuonna 2015 valmistuneita päiväkoteja oli kaksi, kaksi 1990-luvun päiväkotia, kaksi 1980-luvulta, samoin kaksi 1970-luvulta ja yksi päiväkoti, joka on perustettu 1960-luvun asuntolaan ilman suurempaa ilmavaihdon korjausta. Kahdessa oli koneellinen poistoilmanvaihto korvausilmaventtiilein. Muissa oli koneellinen ilmanvaihto, jota oli vanhemmissa 1970-luvun päiväkodeissa osittain korjattu.

Lepohuoneista mitattiin sisäilman hiilidioksidi, lämpötila, ilman suhteellinen kosteus sekä huonetilan paine-ero ulkoilmaan nähden. Mittaukset tehtiin lepohuoneissa noin viikon ajan. Mittarit pyrittiin asettamaan oleskeluvyöhykkeelle (Asumisterveysasetus 2015). Päiväkodin henkilökunta kirjasi lepoajan henkilömäärän lomakkeeseen, Ulkoilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin koko mittausjakson ajan tallentavalla mittarilla.

3. TULOKSET

3.1. Hiilidioksidipitoisuus

Päiväkotien lepohuoneista mitattujen hiilidioksidipitoisuuksien maksimi-arvot vaihtelivat välillä 623 - 2000 ppm (Kuva 1.). Maksimipitoisuuksien keskiarvo oli 1105 ppm ja mediaani 1048 ppm. Terveystaitojen toimenpideraja noin 1500 ppm ylittyi 13 % lepohuoneista. Ylityksiä oli kahdessa päiväkodissa, joista toinen oli 1970-luvulla valmistunut ja toinen 1950-luvun asuntolaan tehty päiväkoti. Matalin maksimipitoisuus oli 1980-luvun päiväkodissa. Osassa päiväkoteja, kuten päiväkodeissa 1, 2 ja 4, hiilidioksidipitoisuudet olivat eri ryhmissä melko lähellä toisiaan. Osassa taas ryhmien välillä oli vaihtelua kuten päiväkodeissa 5, 6 ja 9. Hyvänä sisäilman hiilidioksidipitoisuuden tasona voidaan pitää alle 1000 ppm, noin puolet lepohuoneista ylitti tämän rajan.



Kuva 1. Suurimmat keskimääräiset hiilidioksidipitoisuudet päiväkotien (Pk1 – Pk9) lepohuoneissa. Saman päiväkodin eri lepohuoneet (tilat) on merkitty erivärisin pylväin.

Päiväkodissa 6 (valmistunut 2015) kaksi ryhmää nukkui samassa huoneessa ja hiilidioksidipitoisuus nousi 1300 ppm, joka ylittää rakentamismääräyskokoelman vaatimuksen 1200 ppm mutta jää alle terveyshaitan toimenpiderajan noin 1500 ppm. Päiväkodissa 4 ja yhdessä ryhmässä päiväkodeissa 3, 5 ja 6 suurimmat hiilidioksidipitoisuudet ovat aamulla kello 10 ja iltapäivällä kello 16.00.

3.2. Lämpötila ja suhteellinen kosteus

Päiväkotien sisäilman lämpötila oli päivällä, lasten ollessa hoidossa, keskimäärin 21 °C. Viikonloppuisin lämpötila oli 20,2 °C, eli lämpötila hieman laski. Korkein keskimääräinen lämpötila päivällä oli 23 astetta ja viilein 18,2 °C ulkoilman ollessa +5,5 °C. Sisätilan lämpötilat pysyivät melko vakiona riippumatta ulkolämpötilasta mutta sisäilman suhteellinen kosteus muuttui samassa tahdissa ulkoilman lämpötilan kanssa. Mitä kylmempää ulkona oli, sitä kuivempaa sisäilma oli. Mittausaikana ulkoilman suhteellinen kosteus oli lähellä 100 %. Päiväkotien lepohuoneiden kosteuslisä oli keskimäärin 0,5 g/m³.

3.3. Painesuhteet

Painesuhteet vaihtelivat kaikissa päiväkodeissa hoitopäivän aikana. Ne saattoivat hetkellisesti muuttua, jopa 40 Pa mutta usein vaihtelu oli 10 - 20 Pa. Tasaisinta painevaihtelu oli uudessa 2015 valmistuneessa päiväkodissa. Suurin alipaine oli koneellisen poiston päiväkodissa – 40 Pa. Keskimäärin painesuhteet olivat kuitenkin kunnossa. Osassa koneellisen ilmanvaihdon päiväkodeissa alipaine oli suurinta hoitopäivän ajan ja pienintä iltaisin ja viikonloppuisin, osassa taas viikonpäivällä tai vuorokauden ajalla ei ollut vaikutusta.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Keski-Uudenmaan päiväkodeissa sisäilman hiilidioksidipitoisuus oli keskimäärin hyvällä tasolla. Aiemmissa tutkimuksissa 1500 ppm ylityksiä on ollut noin 25 % mittauksissa (Piippo 2010 ja Pulliainen 2012) mutta tässä opinnäytetyössä 1500 ppm ylittyi vain 13 % mittauksista. Voikin todeta, että jos päiväkodissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, se yleensä pystyy pitämään sisäilman hiilidioksidipitoisuuden selkeästi alle asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Korkeimmat pitoisuudet olivat vanhimmissa päiväkodeissa mutta 2015 valmistuneessa päiväkodissa oli kuitenkin yllättävän korkea hiilidioksidipitoisuus 1350 ppm. Tämä johtui siitä, että tilassa nukkui kaksi ryhmää, yhteensä 29 lasta

Aiemmissa tutkimuksissa on todettu, että hiilidioksidipitoisuudet ovat yleensä suurimmillaan lepohuoneissa päiväuniajan lopulla (Piippo 2010 ja Pulliainen 2012). Tässä tutkimuksessa huomattiin, että korkeimmat hiilidioksidipitoisuudet voivat olla myös aamu tai/ ja iltapäivän aikana. Tämä voi johtua ryhmien yhdistämisestä, kun hoitajia on vähän paikalla tai päiväkodin toimintatavan muutoksesta, jossa omista ryhmistä luovutaan osittain ja ryhmiä sekä tiloja yhdistellään toiminnan mukaan. Ilmanvaihtoa ei ole suunniteltu tällaista muutosta silmällä pitäen ja siksi hiilidioksidipitoisuudet voivat kohota myös uudemmissa päiväkodeissa.

Tämän tutkimuksen aikana oli selvästi havaittavissa, että mitä kylmempää ulkona oli, sitä kuivempaa oli sisäilma. Ulkoilman suhteellisella kosteudella oli pienempi vaikutus sisäilmaan kuin lämpötilalla, kun ulkoilman lämpötila vaihteli -5 ja + 9 ° C välillä. Ulkoilman suhteellinen kosteus oli mittausaikana noin 90- 100 %. Sisäilman suhteellista kosteutta mitattaessa tulee aina mitata myös sisäilman lämpötila sekä ulkoilman lämpötila ja

suhteellinen kosteus, jotta voidaan tehdä päätelmiä siitä, onko kosteuspitoisuus poikkeava sisällä vai ei.

Päiväkodin toiminnasta ja ihmisistä tulee sisäilmaan kosteutta eli ns. kosteuslisää. Toimiston sisäilman keskimääräisenä kosteuslisänä pidetään 2 g/m^3 Asumisterveysasetuksen soveltamisoppaan mukaan, mikäli kosteuslisä on enemmän kuin noin $3\text{--}4 \text{ g/m}^3$, mikrobikasvun riski rakenteissa ja niiden pinnoilla nousee. Tässä opinnäytetyössä päiväkotien lepohuoneiden keskimääräinen kosteuslisä oli $0,5 \text{ g/m}^3$, jota voi pitää pienenä, eikä se aiheuta riskiä rakenteille.

Ilman paine-ero voi vaihdella päiväkodissa voimakkaasti niin vuorokauden ajan, viikonpäivän kuin ryhmienkin välillä. Hetkellisellä mittauksella jostain tilasta voi saada helposti väärän lukeman. Painesuhteita tulee mitata vähintään vuorokauden ajan useammasta tilasta oikean tuloksen saamiseksi

Keski-Uudenmaan päiväkodissa ryhmäkoon suurentaminen noin kolmella lapsella ei yleensä aiheuttane ongelmia ilmanvaihdon kannalta, mutta niissä päiväkodeissa, joissa nyt hiilidioksidipitoisuudet nousevat yli 1200 ppm , ei ryhmiä pitäisi suurentaa ilman ilmanvaihdon tehostamista. Suurempi riski ilmanvaihdon riittävyydelle ja sisäilman laadulle tuo päiväkotien toimintatapojen muutos, jossa ryhmiä yhdistellään vapaasti. Ennen ryhmäkoon suurentamista tai ryhmien yhdistämistä, tulisi ryhmätila kohtaisesti selvittää ilmanvaihdon riittävyys.

LÄHTEET

Asumisterveysasetus, Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista (545/2015)

Piippo Mikko 2010. Päiväkotien ja ryhmäperhepäiväkotien sisäilman laatu, kartoitus Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymän toiminta-alueella. Opinnäytetyö, Mikkelin ammatti-korkeakoulu.

Pullianen Marko. Päiväkotien sisäilmatutkimuksen tulokset. Sisäilmastoseminaari 2012. SIY raportti 30:295-300.

ILMANVAIHDON RIITTÄVYYS KOULUSSA

Harri Varis

Seinäjoen alueen ympäristöterveydenhuolto

TIIVISTELMÄ

Ympäristöterveydenhuollossa työskentelevien keskuudessa on noussut ajoittain esiin kysymyksiä ilmanvaihdon riittävydestä kouluissa. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ilmanvaihdon riittävyttä koulussa silloin, kun ilmanvaihto oli kytketty pois päältä yö- ja viikonloppuaikaan sekä silloin, kun hiilidioksidianturit eivät ole käytössä. Tutkimus suoritettiin Pohjan koululla Seinäjoella. Hiilidioksidipitoisuuksia mitattiin yhdestä luokkahuoneesta kolmessa eri mittausjaksossa, joissa ilmanvaihto oli säädetty kolmella eri tavalla. Tutkimuksen mukaan ei ollut juurikaan merkitystä sillä, oliko ilmanvaihto normaaliasetuksilla vai oliko ilmanvaihto kytketty pois yö- ja viikonloppuaikana tai oliko hiilidioksidianturit pois käytöstä. Ilmanvaihto luokkahuoneessa oli siis riittävä riippumatta siitä käytettiinkö ilmanvaihdon automatiikkaa vai ei. Automatiikan käytöllä on merkitystä enemmänkin energian kulutuksen kannalta.

1. JOHDANTO

1.1. Ilmanvaihdon perusteista

Ilmanvaihdon tehtävänä on tuoda puhdasta ilmaa hengitykseen ja poistaa rakennuksessa syntyvät epäpuhtaudet. Ilmanvaihdon toimintaperiaate on se, että raitista ilmaa johdetaan ulkoa puhtaisiin tiloihin ja poistoilma johdetaan likaisista tiloista ulos. Ilmanvaihdon peruseriaate on ylläpitää rakennuksessa hyvää sisäilman laatua koko rakennuksen käyttöajan (Sisäilmayhdistys ry 1995; Kärkkäinen & Puhakka 1996).

1.2. Painesuhteet

Rakennuksen painesuhteiden tutkimisella selvitetään, ovatko paine-erot ulkoilmaan ja porraskäytävään nähden sellaiset kuin järjestelmän oikea toiminta edellyttää. Rakennuksen ylipaineisuus ulkoilmaan nähden on aina osoitus ilmanvaihdon puutteista, jotka voivat pitkään jatkuessaan johtaa kosteusvaurioihin. Ylipaineisuuden riski on suurin rakennuksen yläosassa, mutta huonosti toimiva koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä voi aikaansaada ylipaineen koko rakennukseen (Asumisterveysopas. Ympäristö ja Terveys-lehti, 2009).

Muille kuin asuinrakennuksille ei ole virallisia suosituksia ulkovaipan paine-eroista, mutta tulo- ja poistoilmanvaihdolla varustetuissa kiinteistöissä keskimääräisen paine-eron tulisi olla -2...-5 Pa (Asikainen ym., 2015).

1.3. Ilmanvaihdon vaikutus ihmiseen

Sisäilman laadun merkitys on tärkeä, koska ihminen viettää päivittäin suurimman osan ajastaan sisätiloissa. Huonon sisäilman tiedetään aiheuttavan monia oireita ja sairauksia sekä epäviihtyisyyden tunnetta. (Kärkkäinen & Puhakka 1996).

1.4. Hiilidioksidipitoisuus ilmanvaihdon riittävyyden arvioinnissa

Hiilidioksidipitoisuutta käytetään yleensä ihmisperäisten epäpuhtauksien indikaattorina ja siten ilmanvaihdon riittävyyden mittarina henkilökuormituksen suhteen (Jokiranta ym., 1999).

1.5. Terveysuojelulaki

Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa (Terveysuojelulaki 763/1994, 26 §). Leirintäalue ja muu vastaava majoittumiseen varattu alue sekä yleiseen käyttöön tarkoitettu uimala, uimahalli, uimaranta, kylpylä, sauna tai muu vastaava alue tai laitos on suunniteltava, varustettava sekä sitä on kunnossapidettävä ja hoidettava siten, ettei siellä oleskeleville aiheudu terveyshaittaa (Terveysuojelulaki 763/1994, 28 §).

1.6. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista

Ilmanvaihdon ulkoilmavirran tulee olla rakennuksen käytön mukaisesti riittävä ja sen laadun tulee olla riittävän puhdasta. Ilmanvaihto tulee järjestää siten, että sisäilma vaihtuu koko oleskeluvyöhykkeellä. Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on $2\,100\text{ mg/m}^3$ ($1\,150\text{ ppm}$) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Rakennuksen käyttöajan ulkopuolella ilmanvaihdon tulee olla sellainen, ettei rakennus- ja sisustusmateriaaleista tai muista lähteistä vapautuvien ja kulkeutuvien epäpuhtauksien kertyminen sisäilmaan aiheuta käyttöaikana tiloissa oleville terveyshaittaa (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015, 8 §).

Sen lisäksi, mitä edellä mainitun asetuksen 8 §:ssä säädetään, ulkoilmavirran tulee olla kouluissa, päiväkodeissa ja muissa vastaavissa oleskelutiloissa käytön aikana vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden. Ulkoilmavirta saa kuitenkin olla 4 dm³/s henkilöä kohden, jos varmistutaan siitä, etteivät sisäilman epäpuhtauspitoisuudet tai lämpötila nouse niin suuriksi, että ne aiheuttavat terveyshaittaa taikka kosteus nouse niin suureksi, että se voisi aiheuttaa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015, 10 §).

1.7. Suomen rakentamismääräyskokoelma D2 2012

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava kokonaisuutena siten, että oleskeluvyöhykkeellä saavutetaan kaikissa tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto (Suomen rakentamismääräyskokoelma D2 2012, 2.1.1).

1.8. Sisäilmastoluokitus

Sisäilmayhdistys ry:n Sisäilmastoluokitus 2008 antaa sisäilmaston tavoite- ja suunnitteluarvot. Sen mukaan sisäilma luokitellaan kolmeen luokkaan, jotka ovat S1, S2 ja S3. Luokituksessa S1 on paras sisäilmastoluokka, jolle on asetettu eniten vaatimuksia kun taas S3-luokan vaatimustaso on vähäisin. Sisäilmastoluokituksen mukaiset tavoitearvot hiilidioksidin osalta ovat S1: 750 ppm, S2: 900 ppm ja S3: 1200 ppm (Sisäilmayhdistys ry, 2008).

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimuskohteena oli Pohjan koulu Seinäjoella. Koulurakennus on valmistunut v. 1957. Peruskorjaus/laajennus on tehty vuonna 2013. Koulussa on koneellinen tulo- ja poistoilma, jota ohjataan hiilidioksidiantureilla. Lisäksi liiketunnistimet ohjaavat ilmanvaihdon käynnistymistä. Koulussa on siis käytössä tarpeenmukainen ilmanvaihto.

Yhden luokkahuoneen hiilidioksidipitoisuutta mitattiin kolmessa eri tilanteessa:

1. Normaali ilmanvaihto, jossa CO₂ -anturit olivat käytössä. Myös erillispoistot olivat käytössä muun ilmanvaihdon lisäksi. Liiketunnistin ohjasi ilmanvaihdon käynnistymistä. Ilmanvaihto oli pienemmällä teholla yö- ja viikonloppuaikaan.
2. CO₂ -anturit olivat pois päältä.

3. Ilmanvaihto ja CO₂ -anturit oli kytketty pois yö- ja viikonloppuaikaan.

Mittaukset suoritettiin jokaisessa kolmessa tilanteessa n. viikon pituisena jaksena. Mittauslaitteena käytettiin Schneider Electric:in Seinäjoella rakentamaa mittaussalkkua. Kyseessä on siis ns. mobiili/liikutettava rakennusautomaatiojärjestelmä. Se sisältää samoja komponentteja kuin tavallinen rakennusautomaatiojärjestelmä. Laite oli yhteydessä Seinäjoen kaupungin keskusvalvomoon. Koulurakennuksessa on Siemensin rakennusautomaatiikka, joka on yhteydessä Seinäjoen kaupungin keskusvalvomoon. Keskusvalvomosta käsin voidaan seurata pidempiaikaisia sisäilmaston trendikäyriä. Oppitunnin aikainen henkilömäärä luokkahuoneessa kirjattiin tarkoitusta varten tehdyille kaavakkeelle. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin mittausjaksojen aikana satunnaisesti 1-2 kertaa jokaisen viikon mittaisen mittausjakson aikana TSI IAQ-Calc 7545 –monitoimimittarilla. Luokkahuoneen sisäilmasta mitattiin hiilidioksidipitoisuuden lisäksi ilman suhteellista kosteutta ja lämpötilaa. Lisäksi mitattiin ulko- ja sisäilman välistä paine-eroa TSI Airflow TA460 –mittarilla sekä ilmanvaihtoa (ilmamäärät) Siemensin rakennusautomaatiikalla.

3. TULOKSET

1. mittausjakson CO₂-pitoisuus min. 360 ppm ja max. 1000 ppm
2. mittausjakson CO₂-pitoisuus min. 400 ppm ja max. 950 ppm
3. mittausjakson CO₂-pitoisuus min. 400 ppm ja max. 1100 ppm

Tuloilmamäärä yhden vuorokauden mittauksessa oli keskimäärin 180 dm³/s ja poistoilmamäärä 179 dm³/s. Paine-ero luokkahuoneessa oli vuorokauden mittausjakson aikana 6,5 Pa ylipaineinen ulkoilmaan nähden. Sisäilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittaustulokset olivat seuraavat:

1. mittausjakso 17-30 RH %, 21-23 °C
2. mittausjakso 15-28 RH %, 21-23 °C
3. mittausjakso 20-31 RH % 21-23 °C

4. POHDINTA

Tässä tutkimuksessa mitatut hiilidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet Sosiaali- ja terveysministeriön ns. asumisterveysasetuksen mukaista toimenpiderajaa, joten ilmanvaihto oli riittävä luokkahuoneessa.

Mittaustulosten mukaan ei ollut juurikaan merkitystä sillä, oliko ilmanvaihto normaaliasetuksilla vai oliko ilmanvaihto kytketty pois yö- ja viikonloppuaikana tai olivatko hiilidioksidianturit pois käytöstä. Ilmanvaihto luokkahuoneessa oli siis riittävä riippumatta siitä käytettiinkö ilmanvaihdon automatiikkaa vai ei. Automatiikan käytöllä on ehkä merkitystä enemmänkin energian kulutuksen kannalta.

Ulko- ja sisäilman välinen paine-ero yhden vuorokauden aikana mitattuna oli 6,5 Pa ylipaineinen. Suomen rakentamismääräyskokoelma D2:n mukaan ilmanvaihtojärjestelmän paineet eivät saa aiheuttaa rakenteisiin pitkäaikaista kosteusrasitusta. Vaikka muille kuin asuinrakennuksille ei ole virallisia suosituksia ulkovaipan paine-eroista, tulo- ja poistoilmanvaihdolla varustetuissa kiinteistöissä keskimääräisen paine-eron tulisi olla -2...-5 Pa (Asikainen ym., 2015). Tämän perusteella luokkahuoneen ilmanvaihto olisi säädettävä alipaineiseksi.

Asumisterveysasetuksen mukaan ulkoilmavirran tulee olla kouluissa käytön aikana vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden. Luokkahuoneessa oli mittausten aikana enimmillään 18 henkilöä. Ilmavirta oli ilmamäärämittauksen aikana n. 10 dm³/s henkilöä kohden eli se oli riittävä.

Luokkahuoneen suhteellinen kosteus oli talviajalle tyypillisen matalahko (15-31 RH %). Lämpötilat pysyivät suositusten mukaisina, joka on osoitus automatiikan toimivuudesta.

5. KIITOKSET

Kiitän opinnäytetyöni ohjaajia Anssi Puskaa ja Jorma Tuomistoa sekä Seinäjoen kaupungin valvomon henkilökuntaa neuvoista ja opastuksesta. Kiitän myös RATEKO:n henkilökuntaa opinnäytetyöni ohjauksesta sekä Pohjan koulun opettajia ja henkilökuntaa voidessani tehdä opinnäytetyöni heidän koulussaan.

6. LÄHDE-/KIRJALLISUUSLUETTELO

Asikainen, V., Pasanen P., Kokotti H. Yleisilmanvaihdon jaksottaisen käytön vaikutukset rakennuksen paine-eroihin ja sisäilman laatuun. Sisäilmastoseminaari 2015. Toimittaneet Säteri Jorma ja Ahola Mervi. Sisäilmayhdistysraportti 33. 247-252.

Jokiranta K, Palonen J, Kauriinvaha E, Kettunen A – V, Viljanen M, Hildén S. Sisäilmasto- ja kosteustekninen kuntotutkimus kouluille ja päiväkodeille. Sisäilmayhdistys raportti 12. Helsinki 1999.

Kärkkäinen, J., Puhakka, E. Terveellinen sisäilma. Suomen Sisäilmaston Mittauspalvelu Oy 1996.

Sisäilmayhdistys ry. Ilmanvaihdon perusteet. Espoo 1995.

Sisäilmayhdistys ry. Sisäilmastoluokitus 2008. Rauma 2008.

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

Suomen rakentamismääräyskokoelma D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriön asetus rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta. Helsinki 2012.

Terveydensuojelulaki 763/1994.

Laki terveydensuojelulain muutoksesta 1237/2014.

Asumisterveysopas. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen soveltamisopas 2009. Ympäristö ja terveys-lehti.

KIINTEISTÖN KÄYTTÖAJAN ULKOPUOLISTEN ILMANVAIHTOJÄRJESTELYJEN VAIKUTUS SISÄILMAN LAATUUN

Paula Hänninen
Porvoon kaupunki

TIIVISTELMÄ

Vuoden 2015 toukokuussa tuli voimaan Sosiaali- ja terveysministeriön asetus (545/2015) asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista, Asumisterveysasetus. Asetuksen mukaan rakennuksen käyttöajan ulkopuolisen ilmanvaihdon tulee olla sellainen, ettei rakennus- ja sisustusmateriaaleista tai muista lähteistä vapautuvien ja kulkeutuvien epäpuhtauksien kertyminen sisäilmaan aiheuta käyttöaikana tiloissa oleskeleville terveyshaittaa. Tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään riittääkö yleisesti käytetty ilmanvaihdon toiminta-aika, 2 tuntia ennen tilojen käyttöaikaa, poistamaan sisäilmassa mahdollisesti olevat VOC-pitoisuudet. Kohteiksi valittiin 3 koulua ja 3 päiväkotia, päiväkodeista yksi oli ns. vertailukohde. Kohteissa näytteet pyrittiin ottamaan tiloista, joista on valitettu sisäilmanlaadusta. Tutkittavia tiloja oli yhteensä 15 ja näytteitä otettiin 45 kpl ilmanvaihdon ollessa pois päältä, jatkuvasti päällä sekä ilmanvaihdon ollessa käynnissä 2 tuntia. Näytteenoton lisäksi selvitettiin sisätilojen ja ulkoilman välisiä paine-eroja jatkuvatoimisella paine-eromittarilla, sisäilman suhteellista kosteutta ja lämpötilaa sekä käyttäjien aistinvaraiset havainnot eri ilmanvaihtojärjestelyjen aikana.

TVOC-pitoisuudet vaihtelivat ilmanvaihdon ollessa pois päältä 44–739 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2 tuntia päällä 4,4–110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja koko ajan päällä pitoisuudet olivat 3,2–49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. TVOC-pitoisuudet ylittivät Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan 2 tilassa silloin, kun ilmanvaihto ei ollut toiminnassa. Näidenkin tilojen TVOC-pitoisuudet laskivat alle toimenpiderajan 2 tunnin ilmanvaihdon käynnistämisen jälkeen. TXIB-pitoisuus ylitti toimenpiderajan yhdessä tilassa ja 2-etyyli-heksanoli ylittyi 3 tilassa. Ylitykset olivat ilmanvaihdon ollessa pois päältä.

1. JOHDANTO

Ilmanvaihdon on merkittävä vaikutus sisäilman laatuun. Ilmanvaihdon tehtävänä on poistaa likaista ilmaa rakennuksesta ja tuoda puhdasta ilmaa tilalle. Ilmanvaihto on myös suurin yksittäinen energiankuluttaja. Energiansäästösyistä osassa julkisissa rakennuksissa mm. kouluissa ja päiväkodeissa yleisilmanvaihto suljetaan yöksi, viikonlopuiksi ja lomien ajaksi.

Yleensä tilojen käyttöajan ulkopuolella tuloilmanvaihto sammutetaan ja vain erillispoistot ns. likaisissa tiloissa on toiminnassa. Tällaisissa tilanteissa rakennuksen paine-erot voivat muuttua oleellisesti ja seurauksena voi olla likaisen ilman pääsy oleskelutiloihin.

Sosiaali- ja terveysministeriön ”Asumisterveysohjeen” mukaan ilmanvaihdon tarkoituksena on poistaa asunnon ja muiden oleskelutilojen sisäilmasta epäpuhtauksia sekä kosteutta ja liiallista lämpöä sekä samalla huolehtia puhtaan korvausilman saannista.

Asumisterveysasetuksen (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015) 8 §:n mukaan rakennuksen käyttöajan ulkopuolella ilmanvaihdon tulee olla sellainen, ettei rakennus- ja sisustusmateriaaleista tai muista lähteistä vapautuvien ja kulkeutuvien epäpuhtauksien kertyminen sisäilmaan aiheuta käyttöaikana tiloissa oleskeleville terveyshaittaa. Soveltamisohjeen mukaan tämä voidaan toteuttaa pitämällä ilmanvaihto joko jatkuvasti päällä vähintään osateholla tai jaksottaisesti. Ilmanvaihto voidaan myös käynnistää riittävän ajoissa ennen tilojen käyttöaikaa.

D2 Suomen rakentamismääräyskokoelmassa ”Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto” annetaan määräyksiä ja ohjeita sisäilmastolle ja ilmanvaihdolle. Määräykset ja ohjeet koskevat uusia rakennuksia. Sisäilmasto tulee olla terveellinen, turvallinen ja viihtyisä kaikissa tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa. Muun kuin asuinrakennuksen ilmanvaihto suunnitellaan ja rakennetaan siten, että käyttöajan ulkopuolella rakennuksen ulkoilmavirta on vähintään $0,15 \text{ (dm}^3/\text{s)m}^2$, joka vastaa ilmanvaihtokerrointa 0,2 l/h huoneessa, jonka vapaa korkeus on 2,5 m. Käyttöajan ulkopuolella voidaan ilmanvaihto toteuttaa pitämällä hygieniatilojen ilmanvaihtoa jatkuvasti käynnissä tai ilmanvaihdon jaksottaisella käytöllä.

Asikaisen (Asikainen ym. 2015) tutkimuksessa on selvitetty jaksottaisen yleisilmanvaihdon vaikutusta rakennusten paine-eroihin ja ilman mikrobipitoisuuksiin. Tutkimuksen mukaan yleisilmanvaihdon ollessa pois päältä, ilman mikrobipitoisuudet nousivat miltei kaikissa seitsemässä tutkitussa kohteessa. Alipaineisuutta oli havaittu etenkin silloin, kun ilmanvaihto ei ollut toiminnassa.

Itä-Suomen Yliopiston ja Työterveyslaitoksen tutkimuksessa on selvitetty ilmanvaihdon yöajaksi pysäyttämisen vaikutusta VOC-pitoisuuksiin koulurakennuksissa. TVOC-pitoisuudet olivat suunnilleen samalla tasolla yöllä ja päivällä.

2. TUTKIMUKSEN TAVOITE JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakennuksen käyttöajan ulkopuolisen ilmanvaihtojärjestelyjen vaikutus sisäilman laatuun. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään riittääkö yleisesti käytetty ilmanvaihdon toiminta-aika, 2 tuntia ennen tilojen käyttöaikaa, poistamaan sisäilmassa mahdollisesti olevat epäpuhtaudet.

Sisäilmaa tutkittiin ilmanvaihdon ollessa pois päältä, jatkuvasti päällä sekä ilmanvaihdon ollessa käynnissä 2 tuntia. Samalla selvitettiin käyttäjien aistinvaraiset havainnot eri ilmanvaihtojärjestelyjen aikana.

Tutkimuksessa selvitettiin sisätilojen ja ulkoilman välisiä paine-eroja jatkuvatoimisella paine-eromittarilla vähintään 7 vuorokautta. Ennen paine-erojen mittaamista tarkastettiin mitattujen tilojen ilmamäärät ja tarvittaessa säädettiin vastaamaan suunnitteluarvoja. Mittausjakson aikana ilmanvaihto oli sekä päällä että pois päältä.

Mittaukset tehtiin syys-marraskuussa 2015. Näytteenoton aikana tiloissa ei ollut käyttäjät paikalla.

3. TUTKIMUSKOhteet

Tutkimuskohteita oli kuusi; 3 koulua ja 3 päiväkotia. Kohteista yksi päiväkoti oli ns. vertailukohde, koska sieltä ei ollut tullut tietoon sisäilmavalituksia. Muista kohteista oli valitettu joko hajusta tai käyttäjien oireilusta. Kohteissa näytteet pyrittiin ottamaan tiloista, joista on valitettu sisäilmanlaadusta. Tutkittavia tiloja oli yhteensä 15 ja näytteitä otettiin 45 kpl.

Kohteista vanhin on rakennettu 1960-luvulla, mutta peruskorjattu 2000-luvulla. Muut kohteet ovat valmistuneet tai tehty laajennusosa 2000-luvulla. Vertailukohteena oleva päiväkoti on valmistunut v. 1999.

Kaikissa kohteissa ilmanvaihto on koneellinen; 2 kohteessa ilmanvaihtoa pidetään päällä jatkuvasti, 3 kohteessa käyttöajan ulkopuolella on vain erillispoistot päällä ja 1 kohteessa

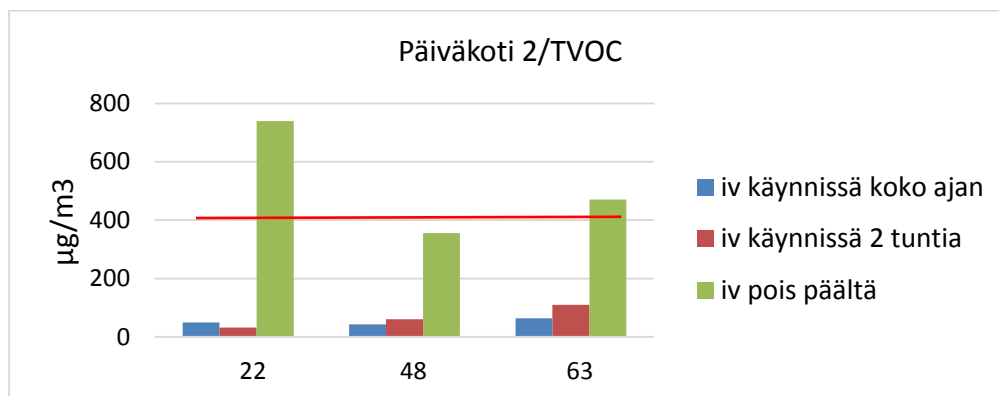
ilmanvaihto oli käyttöajan ulkopuolella kokonaan pois päältä. Ilmanvaihto kytetään päälle 1-2 tuntia ennen tilojen käyttöaikaa.

Kohteessa 3:ssa oli lattian pintamateriaalina käytetty muovimattoa, muissa kohteissa materiaalina oli linoleum.

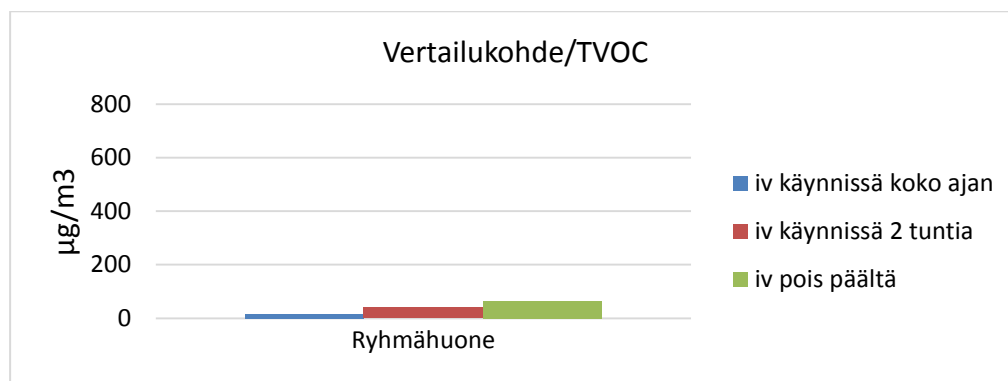
4. TULOKSET

4.1. VOC-näytteet

TVOC-pitoisuudet vaihtelivat ilmanvaihdon ollessa pois päältä 44–739 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2 tuntia päällä 4,4–110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja koko ajan päällä pitoisuudet olivat 3,2–49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. TVOC-pitoisuudet ylittivät Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan 2 tilassa silloin, kun ilmanvaihto ei ollut toiminnassa. Näidenkin tilojen TVOC-pitoisuudet laskivat alle toimenpiderajan 2 tunnin ilmanvaihdon käynnistämisen jälkeen. Suurimmat pitoisuudet olivat päiväkoti 2:ssa (kuva 1). Kuvissa 2,4 ja 7 on esitetty vertailukohteen TVOC-, TXIB- ja 2-etyyli-1-heksanoli-pitoisuudet.

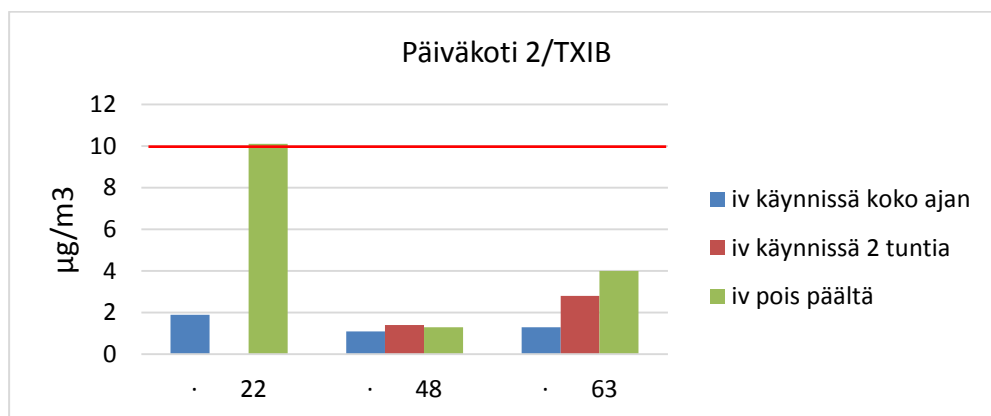


Kuva 1. TVOC-pitoisuudet päiväkodin 2. sisäilmassa ilmanvaihtojärjestelmän eri käyntiaikatavoilla.

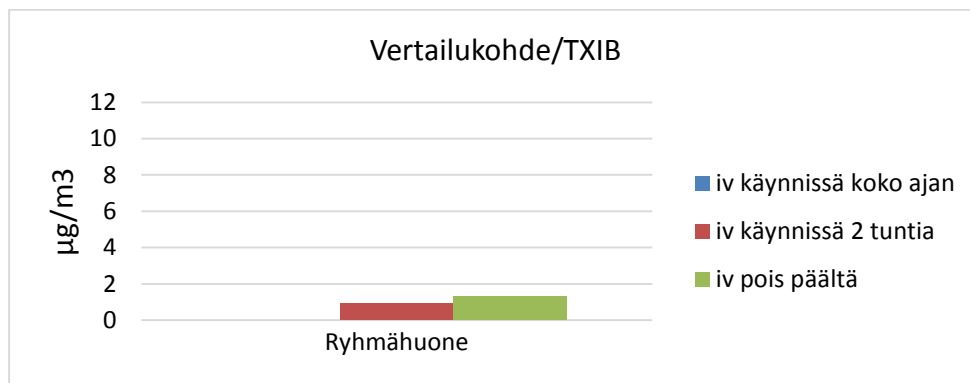


Kuva 2. TVOC-pitoisuudet vertailukohteen sisäilmassa ilmanvaihtojärjestelmän eri käyntiaikatavoilla.

TXIB-pitoisuudet vaihtelivat ilmanvaihdon ollessa pois päältä $<1,0\text{--}10,1\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2 tuntia päällä $<1,0\text{--}3,6\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja koko ajan päällä pitoisuudet olivat $<1,0\text{--}1,9\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$. TXIB-pitoisuus ylitti toimenpiderajan yhdessä tilassa (kuva 3) ilmanvaihdon ollessa pois päältä.

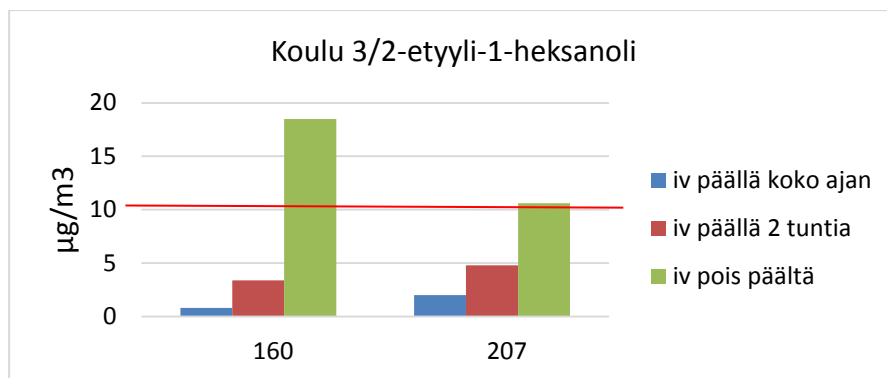


Kuva 3. TXIB-pitoisuudet päiväkodin 2. sisäilmassa ilmanvaihtojärjestelmän eri käyntiaikatavoilla.

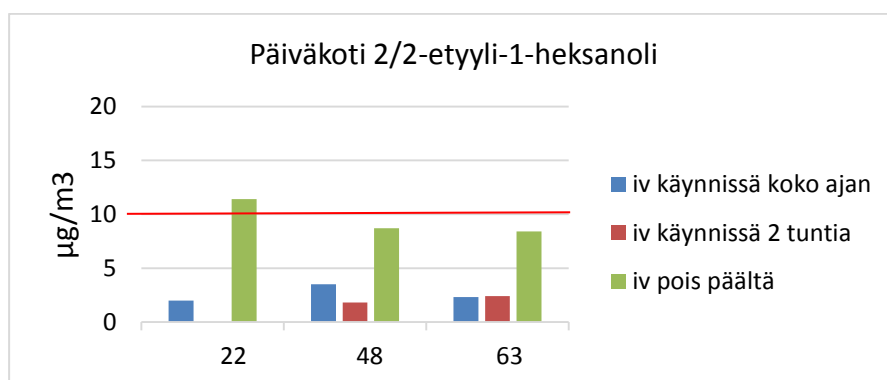


Kuva 4. TXIB-pitoisuudet vertailukohteen sisäilmassa ilmanvaihtojärjestelmän eri käyntiaikatavoilla.

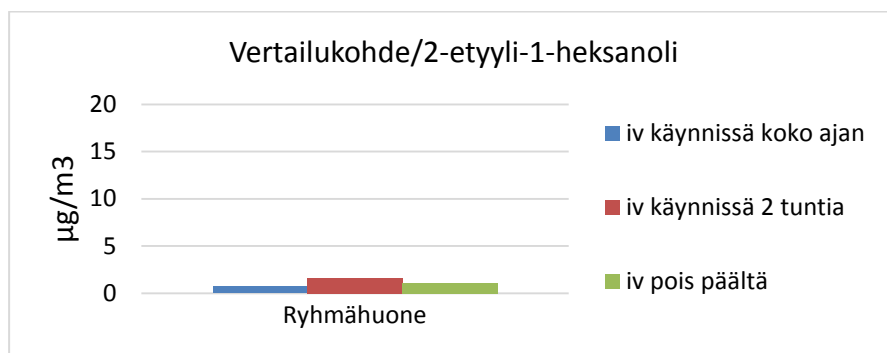
2-etyyli-1-heksanoli-pitoisuudet vaihtelivat ilmanvaihdon ollessa pois päältä $<1,0\text{--}18,5\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2 tuntia päällä $<1,0\text{--}5,2\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja koko ajan päällä pitoisuudet olivat $<1,0\text{--}3,5\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$. 2-etyyli-1-heksanoli -pitoisuus ylitti toimenpiderajan 3 tilassa (kuva 5 ja 6). Ylitykset olivat ilmanvaihdon ollessa pois päältä.



Kuva 5. 2- etyyli-1-heksanolipitoisuudet koulun 3. sisäilmassa ilmanvaihtojärjestelmän eri käyntiaikatavoilla.



Kuva 6. 2- etyyli-1-heksanolipitoisuudet päiväkodin 2. sisäilmassa ilmanvaihtojärjestelmän eri käyntiaikatavoilla.



Kuva 7. 2- etyyli-1-heksanolipitoisuudet vertailukohteen sisäilmassa ilmanvaihtojärjestelmän eri käyntiaikatavoilla.

4.2. Paine-erot

Koulussa 1 tutkituista neljästä luokasta paine-erot mitattiin kahdesta luokasta. Ensimmäisen kerroksen luokan alipaineisuudessa ei ollut merkittäviä eroja ilmanvaihdon eri käyntiajoilla. Toisen kerroksen luokassa oli ylipaine ilmanvaihdon ollessa päällä ja alipaine yleisilmanvaihdon ollessa pois päältä. Sisäilman suhteellinen kosteus oli 25–43 % ja lämpötila 19–24 °C.

Koulussa 2 mitattiin paine-erot yhdestä luokasta. Huomattavia eroja ei ollut havaittavissa eri käyntiaikoina. Sisäilman suhteellinen kosteus oli 25–43 % ja lämpötila 19–24 °C.

Koulussa 3 ensimmäisen kerroksen luokka oli alipainen ilmanvaihdon ollessa päällä ja alipaineisuus kasvoi, kun yleisilmanvaihto oli pois päältä. Toisen kerroksen luokassa taas vastaavasti oli ylipaine. Sisäilman suhteellinen kosteus oli 19–56 % ja lämpötila 18–24 °C.

Päiväkodissa nro 1 molemmissa mitatuissa huoneissa vaihteli lievästi yli- ja alipaineisuus. Merkittävää eroa ei ollut ilmanvaihdon eri toiminta-aikoina. Sisäilman suhteellinen kosteus oli 44–72 % ja lämpötila 20 – 22 °C.

Vertailukohteessa mitattiin paine-erot yhdestä tilasta. Tila oli voimakkaasti alipaineinen ja alipaineisuus kasvoi, kun yleisilmanvaihto oli pois päältä. Sisäilman suhteellinen kosteus oli 34–45 % ja lämpötila 18–22 °C.

Päiväkodista nro 3 ei mitattu paine-eroja eikä sisäilman suhteellista kosteutta ja lämpötilaa.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Ilmanvaihdon ollessa jatkuvasti päällä tai 2 tuntia ennen huoneiston käyttöäikää, olivat VOC-pitoisuudet jokaisessa kohteessa laskeneet alle Asumisterveysasetuksessa määritetyn toimenpiderajan. Suurin osa pitoisuuksista alitti toimenpiderajan jo ilmanvaihdon ollessa pois päältä. Selkeästi korkeimmat TVOC-pitoisuudet oli kohteessa, jossa ilmanvaihto on käyttöajan ulkopuolella kokonaan pois käytöstä. Pienistä pitoisuuksista johtuen myös muutokset olivat pieniä eri ilmanvaihdon käyntiaikoina.

Ennen yleisilmanvaihdon sammuttamista käyttöajan ulkopuolella tulee selvittää tilojen paine-erot ja ilmamäärät. On myös tärkeää tietää tilojen todelliset käyttöajat, jotta sisäilma on riittävän puhdasta jo ensimmäisten käyttäjien tullessa tiloihin.

6. LÄHDELUETTELO

Terveydensuojelulaki 763/1994

Asumisterveysasetus. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015

Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Ohje 8/2016. Osat I ja III.

Sosiaali- ja terveysministeriö, Asumisterveysohje (2003)

Ympäristö ja Terveys-lehti (2009). Asumisterveysopas. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (STM:n oppaita 2003:1) soveltamisopas.

Suomen rakentamismääräyskokoelma D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012.

Asikainen V, Kokotti H, Pasanen P. Yleisilmanvaihdon jaksottaisen käytön vaikutukset rakennusten paine-eroihin ja sisäilman laatuun. Sisäilmastoseminaari 2015. SIY Raportti 33: 247–252. Sisäilmayhdistys ry.

Leppänen M, Hyttinen M, Holopainen R, Salmi K, Pasanen P. VOC-pitoisuudet päivällä ja yöllä koulurakennuksissa. Sisäilmastoseminaari 2016. SIY Raportti 34: 377–382. Sisäilmayhdistys ry.

EPÄPUHTAUKSIEN HALLINTA RAKENTEIDEN ALIPAINAISTUKSEN AVULLA

Toni Lammi
Vahanen Rakennusfysiikka Oy

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitettiin kuudessa case-kohteessa aiemmin toteutettujen järjestelmien toteutustapaa ja toimintaa sekä tutustuttiin aiheesta olemassa olevaan kirjallisuuteen, jota löytyy lähinnä radoniin liittyvistä julkaisuista. Case-kohteiden tutkimusten perusteella alipaineistusjärjestelmän toteuttaminen onnistuu luotettavasti, kunhan suunnittelu-, toteutus- ja käyttöönotto vaihe viedään läpi huolellisesti.

Alipaineistusjärjestelmän toteuttaminen on asiantuntemusta vaativa prosessi ja kaikkiin rakenneratkaisuihin tai tilanteisiin se ei sovi. Alipaineistusjärjestelmän toteuttamisessa on suuri rooli kohdeselvityksellä sekä koealipaineistuksella, joiden tuottamien lähtötietojen perusteella järjestelmä suunnitellaan.

1. JOHDANTO

Rakennusten sisäilmaongelmien korjaamisesta aiheutuu Suomessa vuosittain merkittävät kustannukset. Tämän lisäksi sisäilmaongelmaisen rakennuksen välittömät ja välilliset vaikutukset kansantalouteen ovat erittäin suuret. Sisäilmaongelmat vaikuttavat ennen kaikkea olennaisesti myös ihmisten terveyteen. Tämän vuoksi luotettaville ja kustannustehokkaille korjausratkaisuille on todellista tarvetta.

Tässä tutkimuksessa käsitellään yhtä, usein kohtuullisin korjauskustannuksin toteutettavaa korjausratkaisua, jossa rakennuksen sisäilman epäpuhtauksia hallitaan koneellisen alipaineistusratkaisun avulla. Mikroбивaurioituneen rakenteen ainoana oikeana korjaustapana on pitkään pidetty vaurioituneen rakenteen purkamista. Rakenteen purkaminen ja korvaaminen uudella ei kuitenkaan aina ole ainoa ratkaisu, jolla epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan voidaan luotettavasti estää. Tietyissä tapauksissa epäpuhtauslähde on jopa mahdotonta poistaa. Yhtenä esimerkkinä tällaisesta voidaan pitää rakennuksen alla olevaa maaperää, joka on erittäin merkittävä epäpuhtauslähde ja jossa on aina epäpuhtauksia. Etenkin vaikeasti purettavien ja kustannusvaikutuksiltaan merkittävien rakenteiden korjauksiin kaivataan luotettavia ja pitkäikäisiä korjausvaihtoehtoja, jotka

voidaan toteuttaa alhaisemmin kustannuksin verrattuna raskaaseen rakennusosien uusimiseen perustuvaan korjaukseen. Työssä on keskitytty sellaisiin rakenneosiin, joita rakennuskannassa on paljon ja joiden purkamisesta tai korjaamisesta aiheutuvat kustannukset ovat merkittäviä. Tällaisia rakenteita ovat esimerkiksi alapohjarakenteet sekä kerrokselliset välipohjarakenteet.

Radonin torjunnassa on jo olemassa vakiintuneita tapoja ja ohjeistuksia, joiden avulla voidaan estää epäpuhtauksien kulkeutumista maaperästä sisäilmaan. Saman tyyppisiä ratkaisuja voidaan käyttää myös muiden epäpuhtauksien hallitsemiseksi. Alapohjarakenteiden lisäksi, kaivataan vastaavia ohjeistuksia myös muille rakenteille. Työn tavoitteena on ollut koota aiheesta oleva aineisto yhteen sekä tarkentaa ja täydentää ohjeistuksia case-kohteiden tulosten, sekä aiheesta kertyneen käytännön kokemuksen pohjalta. Työn yhtenä tavoitteena on ollut määrittää niitä reunaehtoja, joiden perusteella voidaan määrittää missä tilanteissa alipaineistusratkaisuja voidaan käyttää. Työssä on esitetty myös alipaineistusjärjestelmän toteuttamisen oikeaoppinen eteneminen.

2. MENETELMÄT JA AINEISTO

Tutkimuksessa käytiin läpi aiheeseen liittyvä voimassa oleva lainsäädäntö ja määräykset sekä aiheeseen liittyvä tekninen kirjallisuus. Toteutettujen alipaineistusjärjestelmien toimintaa tutkittiin yhteensä kuudessa case-kohteessa ympäri Suomea. Kohteista neljä oli Vahanen-yhtiöiden asiantuntijoiden suunnittelemaa, yksi rakennuksen omistajatahon suunnittelemaa ja yksi laitteistotoimittajan suunnitelman mukaan toteutettu. Case-kohteet olivat julkisia rakennuksia, jotka olivat käyttötarkoitukseltaan ja sijainniltaan seuraavat: Koulurakennus Pohjois-Suomessa, päiväkotirakennus Keski-Suomessa, koulurakennus Pirkanmaalla, koulurakennus Pääkaupunkiseudulla, terveydenhuollon rakennus Pirkanmaalla sekä koulurakennus Itä-Suomessa. Tutkittuja järjestelmiä olivat: Maanvastaisen alapohjan alipaineistus (5 kpl), ryömintätilan tuuletus/alipaineistus (1 kpl), putkikanaalin alipaineistus (1 kpl) ja välipohjarakenteen alipaineistus (1 kpl). Maanvastaisten alapohjien osuus oli tutkimuksessa suurin, koska niiden toteuttamisesta on radon-ohjeistuksissa ollut jo pitkään seikkaperäiset ohjeet. Ohjeet ovat tosin laadittu ensisijaisesti pientaloja varten, mutta ovat sovellettavissa myös suurempiin rakennuksiin. Tutkituissa kohteissa selvitettiin asennettujen järjestelmien toimintaa, toteutustapaa sekä niiden aikaansaamaa vaikutusta kohteessa koettuun sisäilman laatuun. Edellä mainittujen tekijöiden lisäksi tarkasteltiin, oliko

järjestelmissä varauduttu mahdollisiin toimintahäiriöihin ja oliko kohteiden huoltohenkilöillä riittävä tieto ja osaaminen järjestelmän käyttöön.

Käytettyjä kuntotutkimusmenetelmiä olivat paine-eromittaukset, merkkisavutarkastelut, merkkiainetutkimukset, ilmamäärämittaukset, rakennekosteusmittaukset sekä rakenteiden ilmatiiviyyden tarkastelut. Tämän lisäksi kohteissa koettua sisäilman laatua ja sen muutoksia kartoitettiin haastatteluin.

3. TULOKSET

Epäpuhtauksien hallitsemiseen painesuhteiden avulla löytyy lainsäädännöstä tai määräyksistä vain vähän yksityiskohtaista ohjeistusta. Laeissa ja määräyksissä on kohtia, jotka määräävät tekemään toimenpiteitä sisäilman epäpuhtauksien aiheuttaman terveyshaitan poistamiseksi, mutta keinoja asian hoitamiseksi ei ole tarkoin määrätty tai rajattu. Esimerkiksi Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa D on esitetty periaate, että epäpuhtauslähteisiin (keittiö, vaatehuone) tulee järjestää poistoilmanvaihto. Tämä on käytännön esimerkki, jossa epäpuhtauksien kulkeutumista hallitaan painesuhteiden avulla. Tarkempaa olemassa olevaa ohjeistusta alipaineistusratkaisuihin löytyy lähinnä radoniin liittyvistä julkaisuista. Esimerkkeinä näistä mainittakoon RT-ohjekortti *RT 81-11099 Radonin torjunta, 2012.* sekä Ympäristöministeriön julkaisema *Ympäristöopas 4, Pien- ja rivitalojen radontekninen korjaus. Imupistemenetelmä.* Lisäksi aihetta on käsitelty lyhyemmin mm. Opetushallituksen julkaisemassa oppaassa *Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen, osa 2, 2008.*

3.1. Case-kohteiden tutkimukset

Maanvastaisten alapohjarakenteiden osalta tutkimusotos oli suurin (5 kpl). Niiden osalta tehdyissä tutkimuksissa havaittiin, että asennetut alipaineistusjärjestelmät soveltuivat kyseisiin kohteisiin ja niillä oli pystytty tehokkaasti parantamaan sisäilman laatua.

Kohteessa, jossa alipaineistettiin muottilautoja ja koksikuonaa sisältävä kaksoisbetonilaattavälipohja, alipaineistus toimi hyvin. Alipaineistuksen vaikutus oli kuitenkin yhden mittapisteen osalta heikompi, jonka havaittiin johtuvan rakenteen alapinnan merkittävästä ilmatiiviyspuutteesta, joka oli jäänyt korjaustöiden aikana tiivistämättä. Kyseinen kohta ohjeistettiin tiivistämään, mutta tarkastusmittauksen tulos ei ollut vielä tiedossa tätä tutkimusta kirjoitettaessa.

Ryömintätilaisen alapohjan mittauksissa ryömintätila oli alipaineinen käyttötiloihin nähden, mikäli käyttötilojen sisäilman ja ulkoilman välinen paine-ero oli välillä $-2...+2$ Pa. Yhden tilan kohdalla sisäilma oli lievästi alipaineinen ryömintätilaan nähden. Tässä tilassa sisäilma oli alipaineinen ulkoilmaan nähden $\sim 4...5$ Pa. Ryömintätilan alipaineisuutta tulisi kyseessä olevassa kohteessa lisätä, jotta ryömintätila pysyisi jatkuvasti alipaineisena käyttötiloihin nähden, myös esim. poikkeavissa tuulioloissa.

Kaikissa tarkastelluissa kohteissa on huomionarvoista se, että yhdessäkään kohteessa alipaineistusjärjestelmän asentaminen ei ollut ainoa sisäilman laadun parantamiseksi tehty toimenpide, vaan myös rakenteiden ilmatiiviyteen ja ilmanvaihdon toimintaan oli tehty parannuksia.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Alipaineistusratkaisuja voidaan lainsäädännön ja määräysten puitteissa käyttää erilaisten epäpuhtauksien hallitsemiseksi. Kun rakenteissa havaitaan vaurio tai epäpuhtauslähde, tulee toimenpide-ehdotuksia pohdittaessa aina harkita myös vaihtoehtoa, jossa epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan estetään hallitsemalla ilman virtausta painesuhteiden avulla. Alipaineistaminen on hyvin usein varteenotettava korjaustapa sekä joskus myös käytännössä ainoa tapa korjata ongelma. Oikeaoppisesti suunniteltua ja toteutettua alipaineistusjärjestelmää voidaan lisäksi pitää myös pitkäaikaisena ratkaisuna, ei vain hätäapuna ennen varsinaista epäpuhtauslähteen poistamista raskaammin korjaustoimenpitein. Vaikka epäpuhtauksia voitaisiin hallita pitkäänkin alipaineistuksen avulla, on varsinaisen lähteen poistaminen (mikäli se on mahdollista) silti järkevää esim. rakenneosaan kohdistuvan peruskorjauksen yhteydessä. Kaikki päätettävät korjaukset tulee tehdä järkevän kiinteistönpidon näkökulmasta kiinteistön koko elinkaari huomioiden.

4.1. Alipaineistusratkaisun soveltuvuus erilaisiin kohteisiin

Alipaineistusjärjestelmä ei sovellu kaikkien vaurioiden tai epäpuhtauksien hallitsemiseen. Jotta alipaineistus toimii, tulee rakenteiden ilmatiiviyden olla riittävän hyvä, tai sitä pitää pystyä parantamaan riittävän luotettavasti. Rakenteella, jonka yli painesuhteita hallitaan, tulee olla myös riittävä diffusiovastus, jotta epäpuhtaudet eivät kulkeudu sen läpi (esim. MVOC-yhdisteiden kulkeutuminen höyrynsulkumuovin läpi). Asiassa tulee kuitenkin huomioida, että alipaineistus aina myös tuulettaa rakennetta, jolloin epäpuhtauksien pitoisuudet laskevat

merkittävästi ja epäpuhtauksien määrä sisäilmassa pienenee. Lähtökohtaisesti hyviä materiaaleja alipaineistuksen toteuttamiselle ovat betonirakenteet. Tässä työssä tarkastellut kohteet olivat kooltaan melko suuria julkisia rakennuksia, mutta työssä esitettyjä ohjeistuksia voidaan noudattaa myös pienempien rakennusten osalta

4.2. Alipaineistusjärjestelmän toteuttaminen

Kohdeselvityksessä selvitetään kohteen perustiedot sekä alipaineistusjärjestelmän toiminnan kannalta olennaiset asiat. Selvitettäviä asioita ovat mm. kohteessa tehdyt tutkimukset, rakenteiden kosteustekninen toiminta, rakennetyypit, sekä alapohjan täyttömateriaalin ja maaperän tiedot.

Koealipaineistuksessa selvitetään koejärjestelyin järjestelmän soveltuvuutta kohteeseen ja hankitaan lähtötietoja järjestelmän suunnitteluun. Koealipaineistuksen rooli alipaineistusjärjestelmän rakentamisessa on suuri. Kuvissa 1 ja 2 on esitetty esimerkkejä koealipaineistuksien tutkimusjärjestelyistä.



Kuvat 1 ja 2. Koealipaineistuksen tutkimusjärjestelyjä.

Jos kohdeselvityksen ja koealipaineistuksen johtopäätöksiä on, että alipaineistusratkaisun toteuttaminen kohteessa on järkevää, siirrytään järjestelmän suunnitteluun. Suunnittelussa määritettäviä asioita ovat vähintään:

- imupisteen tai imualueiden sijainti tai sijainnit, käytettävä puhallintyyppi, sen sijainti ja teho, järjestelmän poistoilmamäärä
- virtauksenjakokuopan koko (alapohjarakenteet)
- käytettävät läpivientikappaleet
- poistokanavien koko, alustava sijainti, lämmöneristys ja jäteilman poisjohtaminen
- poistojärjestelmän säätö- ja mittalaitteet sekä mahdolliset palopellit yms.
- mahdollisesti tarvittavat lämmöneristysten parantamista edellyttävät toimenpiteet

- ilmatiiviyttä parantavat toimenpiteet ja niiden laajuudet
- mahdollisesti rakennuksen ilmanvaihtoon suositeltavat työt
- laadunvarmistus sekä käytönaikaiset seurantatoimenpiteet.

Alipaineistusjärjestelmää käyttöönotettaessa tulee järjestelmän toiminnan varmistamiseksi tehdä tarvittavat mittaukset, jotka määräytyvät kohdekohtaisesti. Tärkeimpiä mittauksia ovat paine-eromittaukset rakenteiden/tilojen välillä sekä ilmavirtaustarkastelut merkkisavun avulla. Hetkellisten paine-eromittausten avulla hankitaan perustieto alipaineistuksen toiminnasta, mutta sen lisäksi on suositeltavaa varmistaa järjestelmän toimivuus erilaisissa tilanteissa myös paine-eron seurantamittauksin.

Alipaineistusjärjestelmä tulee varustaa mitta-anturein toteutetuilla hälytyksillä, jotka ilmoittavat järjestelmän mahdollisista virhetilanteista, kuten puhaltimien toimintahäiriöistä.

5. KIITOKSET

Kiitokset tutkimustyön ohjausryhmälle, johon kuuluivat Vahanen Rakennusfysiikka Oy, Senaatti-kiinteistöt, Helsingin kaupunki sekä Ympäristöministeriö. Kiitokset myös arvokkaista kommentteista ja neuvoista työn ohjaajille Ari-Veikko Kettuselle, Eero Salolle ja Marko Lukkarille.

6. LÄHDELUETTELO

Ympäristöopas 4. Pien- ja rivitalojen radontekninen korjaus. 1997. Ympäristöministeriö.

Radonin torjunta. RT ohjekortti RT 81-11099. 2012. Rakennustieto Oy.

Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen, osa 2, 2008. Opetushallitus.

Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto
Määräykset ja ohjeet 2012. Ympäristöministeriö.

Salo, Eero. 2015. Alipaineistusjärjestelmä sisäilmakorjauksissa. Artikkelit rakentajain kalenterissa 2015. Rakennustieto.

RAKENNUKSEN ALAPOHJAN YLI VAIKUTTAVAN PAINE-ERON HALLINTA ILMANVAIHDON ERI KÄYTTÖTILANTEISSA

Reijo Vasama
Raision kaupunki

TIIVISTELMÄ

Hankkeen tavoitteena oli tutkia rakenteiden, ja erityisesti alapohjarakenteiden yli vaikuttavien painesuhteiden hallittavuutta käytännössä. Samalla oli tarkoitus selvittää ilmanvaihdon käyttötapavaihtoehtojen vaikutusta ilmanvaihdon käytöstä aiheutuviin energiakustannuksiin.

Tutkimuskohteena olleessa koulurakennuksessa on useita erilaisia- ja laajuisia alapohjan ontelotiloja. Tilat ovat pääosin rakennusvaiheessa täyttämättä jätettyjä ryömintätiloja, mutta rakennuksessa on myös laajoja maan painumisen johdosta pohjalaatan alle syntyneitä hallitsemattomia ilmatiloja, sekä sivurakennukseen johtava putkitunneli. Edellä mainituista ilmatiloista sisätiloihin tulevat ilmavirtaukset on arvioitu sisäilman laadun kannalta merkittäviksi riskitekijöiksi.

Tuuliolosuhteet vaikuttivat voimakkaasti tutkimuskohteen sisätilan ja alapohjan ontelotilojen väliseen paine-eroon erityisesti silloin, kun alipaineistusimurit eivät olleet käynnissä. Tällöin sisätila oli vähintään lievästi alipaineinen suhteessa alapohjan ontelotiloihin. Alapohjan ontelotilojen alipaine pysyi hyvin asetteluarvossaan, kun alipaineistuspuhaltimia ohjattiin taajuusmuuttajalla. Vaikka alapohjan ontelotilat olivat alipaineisia, voi sokkelirakenteen kautta tapahtua kaksoislaattarakenteessa vaakasuoria ilmavirtauksia. Energiatalouden kannalta ilmanvaihdon jaksottainen käyttö on perusteltua, mutta se edellyttää painesuhteiden hyvää hallintaa erityisesti kosteusvaurioituneissa rakennuksissa.

1. JOHDANTO

1.1. Rakennuksen painesuhteiden muodostuminen

Rakennuksen painesuhteisiin vaikuttavat ilmanvaihtojärjestelmän lisäksi rakennuksen tiiveys, rakennuksen korkeus, ulko- ja sisälämpötilojen ero, sekä vallitseva tuuli.

Rakennuksessa tai yksittäisessä tilassa vallitseva ali- tai ylipaine pyrkii aina tasaantumaan ympäröivän ilmanpaineen kanssa tasapainotilaan. Tämän vaikutuksesta epätiiviin rakenteen

läpi kulkee aina ilmapirtauksia, joiden voimakkuus ja suunta vaihtelevat kulloinkin vallitsevien ilmanpaineolosuhteiden mukaan.

Ilmanvaihtokoneiden pysäyttäminen ja käynnistäminen muuttaa rakennuksen painesuhteita erityisesti, jos ilmanvaihtolaitoksen suunnittelussa, mitoituksessa ja/tai säädössä ei ole huomioitu kokonaisuutta. Sisäilman laadun varmistamiseksi tulee rakennuksen koko ilmanvaihtojärjestelmän ilmamäärien olla tasapainossa tai lähellä sitä kaikissa ilmanvaihdon käyttötilanteissa.

1.2. Rakennuksen alipaineisuuden vaikutus sisäilman laatuun

Yleisilmanvaihdon ollessa pysähdyksissä, tai sen toimiessa osateholla, ns. likaisten tilojen (WC:t, varastot, siivoustilat ym.) erillispoistoilmanvaihto pidetään usein käynnissä jatkuvasti. Mikäli erillispoistojen ilmamäärää vastaavan korvausilman saantia ei ole järjestetty hallitulla tavalla, tulee korvausilma sisätiloihin syntyvän alipaineen vaikutuksesta hallitsemattomasti rakenteiden läpi. Tästä aiheutuu riski, että rakenteissa (ulkoseinät, yläpohjat, alapohjat) tai niiden ulkopuolella (putkikanaalit, ryömintätilat ja maan painumisen vuoksi syntyneet välitilat) olevat epäpuhtaudet kulkeutuvat ilmapirran mukana sisäilmaan. Erityisen suuri merkitys on alapohjalla, koska siihen liittyy usein runsaasti ilmanvuotokohtia (läpiviennit, pohjalaatan reuna-alueiden liittymät, liikuntasaumat ja halkeamat) ja erilaisia kosteusvaurioalttiita rakenteita, ja jonka yli lämpötila- ja korkeuseroista johtuen vaikuttaa yleensä suurin paine-ero.

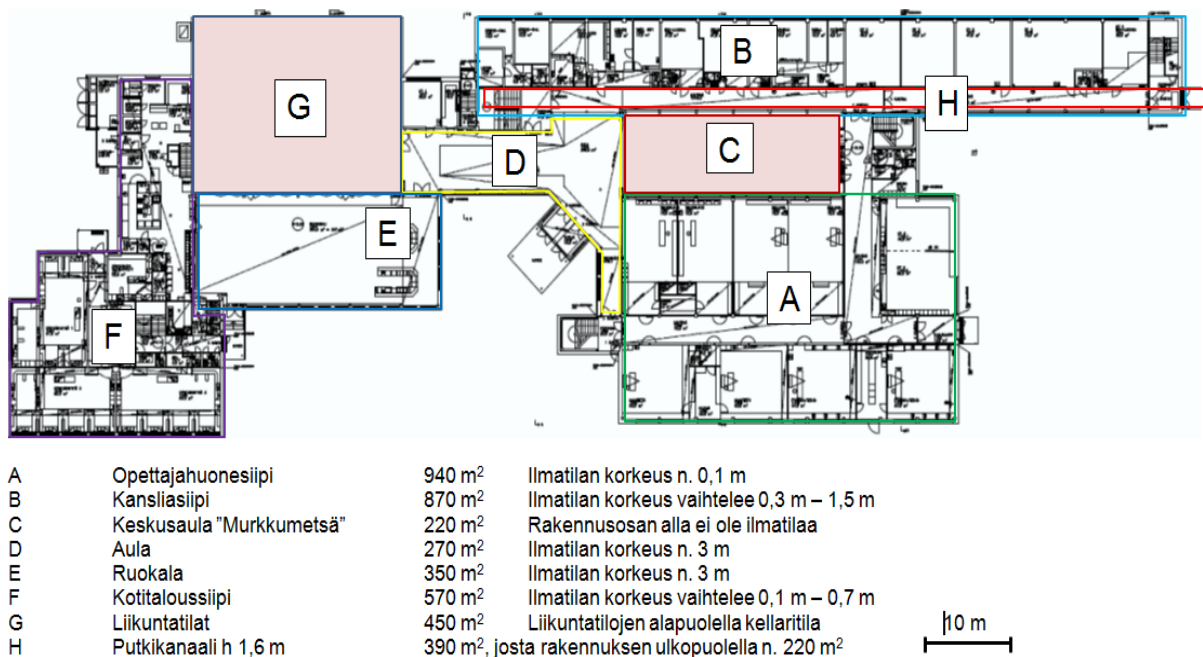
1.3. Ilmanvaihdon aiheuttamat käyttökustannukset

Koulurakennusten lämpöenergiankulutus jakaantuu lämmityksen, ilmanvaihdon ja käyttöveden lämmittämiseen kuluttamaan energiaan. Rakennuksen lämmittämisen ja ilmanvaihdon välinen kulutusjakauma on riippuvainen rakennuksen ja ilmanvaihtojärjestelmän ominaisuuksista, sekä ilmanvaihdon käyttöaikojen pituudesta.

Käyttämällä ilmanvaihtoa osateholla, tai pysäyttämällä ilmanvaihto kokonaan tilojen käyttöaikojen ulkopuolella, voidaan vaikuttaa noin kolmanneksen osuuteen rakennuksen kokonaislämmitysenergiankulutuksesta.

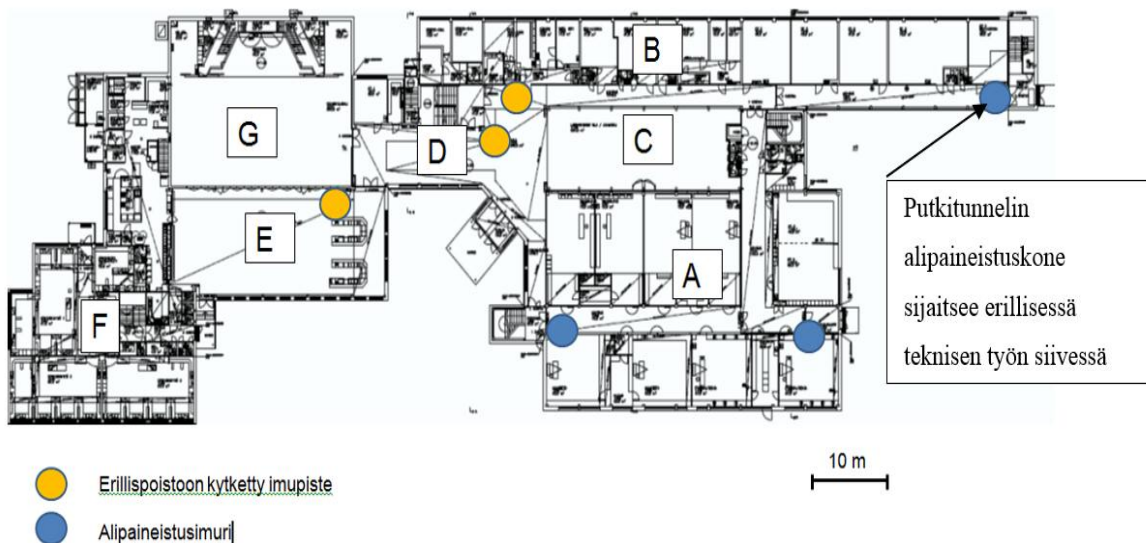
2. TUTKIMUSKOHTTEEN TIEDOT

Tutkimuksen kohteena on kunnan ainoa yläkoulu (luokat 7-9), jonka oppilasmäärä vaihtelee ikäluokan suuruudesta riippuen välillä 750 - 800. Henkilökuntaa on yhteensä noin 100, joista opetushenkilökuntaa on noin 75. Koulun kokonaispinta-ala on n. 7325 kem² ja tilavuus n. 27 035 m³. Tutkimuksessa mukana olevan päärakennuksen kerrosala on n. 6500 m² ja tilavuus n. 24 000 m³. Luokkatiloja on yhteensä 46, joista tutkittavassa rakennusosassa on 35 luokkaa. Lisäksi fysiikka/kotitaloussiivessä on 6 opetustilaa, ja erillisessä teknisen työn siivessä on 5 opetustilaa.



Kuva 1. Ensimmäisen kerroksen pohja ja alapohjan alapuoliset ontelotilat

2.1. Rakennuksen alapuolisiin tiloihin asennetut alipaineistusjärjestelmät



Kuva 2. Alipaineistuspisteet

Alipaineistuksen pääasiallisena tavoitteena ei ole alapohjan ontelotilan tuulettaminen, vaan sen pitäminen alipaineisena suhteessa sisäilmaan. Tämän vuoksi alipaineistuksen yhteydessä ilmatiloihin ei ole rakennettu erillisiä korvausilmareittejä. Kuvassa 2 on esitetty kohteeseen asennetut alapohjan alapuolisten ontelotilojen alipaineistamiseen tehdyt huippuimurit ja erillispoistoihin liitetyt imupisteet.

3. PAINE-EROMITTAUKSET JA KÄYTÄVIEN VÄLIOVIEN OHJAUS

Kohteeseen asennettiin yhteensä 10 paine-erologgeria, joiden mittaustieto tallennettiin rakennusautomaatiojärjestelmään. Seitsemän loggeria tallensi sisätilan ja alapohjan ontelotilojen välistä paine-eroa. Kaksi loggeria tallensi sisätilan ja ulkoilman välistä paine-eroa, ja lisäksi yksi mittasi keskusaulan yläosan ja ulkoilman välistä paine-eroa. Rakennuksen käytävätilojen välisten paine-erojen tasaamiseksi asennettiin käytävien välioviin paloilmottoimeen liitetyt aukipitolaitteet.

Tutkimuskohteen ilmanvaihdon ohjaus- ja käyttötapaan, sekä käytävien väliovien ohjauksiin on tehty muutoksia, joiden tavoitteena on paine-erojen hallitseminen, ja rakenteiden läpi sisäilmaan kulkeutuvien ilmavirtauksien vähentäminen. Kohteen alapohjan alapuolisten ilmatilojen alipaineistamiseksi rakennukseen on asennettu erillisiä huippuimureita ja WC-tilojen poistoilmanvaihtoon liitettyjä imupisteitä. Ilmanvaihdon erilaisten käyttötapojen vaikutusta rakenteiden yli vaikuttaviin paine-eroihin seurattiin rakennusautomaatio-

järjestelmään liitettyjen paine-eroantureiden avulla. Ilmanvaihtojärjestelmän ja alipaineistusimurien käynnin ja pysäyttämisen vaikutusta seurattiin viiden erilaisen 60 h:n mittaisen testijakson aikana. Varsinaisten testijaksojen päätyttyä toteutettiin ilmanvaihtokoneiden säätöihin ja ohjaukseen tarvittavat muutokset, jonka jälkeen tehtiin vielä uusintamittauksia.

Mittausjaksojen yleisilmanvaihdon, erillispoistojen, alipaineistusimurien ja käytävien väliovien asennot määriteltiin ennalta alla olevan taulukon mukaisesti.

Järjestelmä	Käy 100 %	Käy 50 %	Seis	Auki	Kiinni
Yleisilmanvaihto			x		
Korvausilmaa keskusaulaan		x			
Erillispoistot	x				
Alipaineistus	x				
21PK liitetyt imupisteet				x	
Hissin poistokone	x				
Väli- ja palo-ovet				x	

Mittaustilanteiden häiriötekijöinä olivat tuuliolosuhteiden lisäksi liikuntasalin iltakäyttö mittausten aikana, sekä jatkuvasti käyvät hissin poistoilmanvaihto, sähkökeskuksen tuuletuspuhallin ja Fyke-luokan kemikaalikaapin poistopuhallin.

4. TULOKSET

Ilmanvaihtokoneiden käyntitilat ja väliovien asento 5. mittausjakson aikana

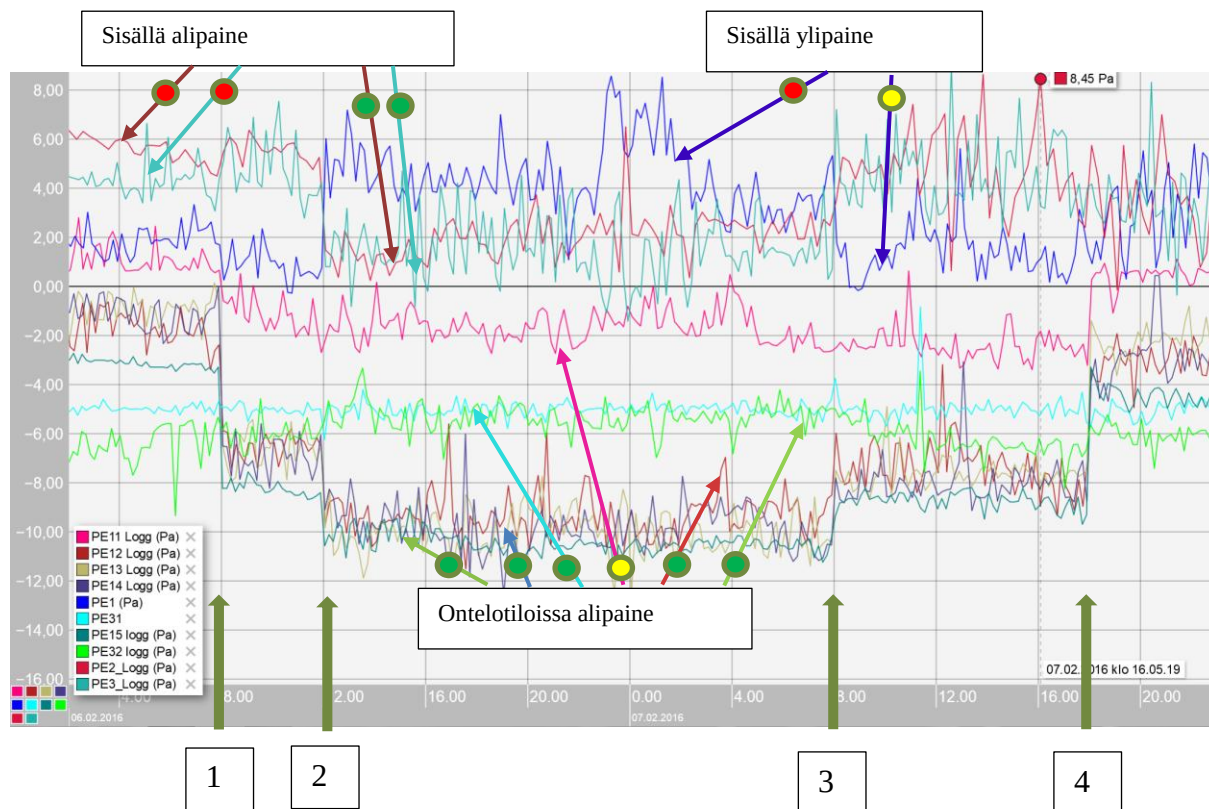
Mittaustulokset esitetään käyrästöinä, joissa on liikennevaloin esitetty mittaustulosten tavoitteenmukaisuus. Mittauskäyrästöän alareunan numerointi viittaa ilmanvaihtokoneiden käyntimuutokseen. Muutos on havaittavissa muutoksina paine-erokäyrästellä (kuva 3.).

Muutos 1. Klo 8.00 pysähtyy yleisilmanvaihto lukuun ottamatta keskusaulan tulo- ja poistoilmakoneita, jotka käyvät 50 % teholla. Erillispoistot ja alipaineistusimurit käyvät.

Muutos 2. Klo 12.00 pysäytettiin keskusaulan poistokone. Tällöin käynnissä olivat keskusaulan tulokone 50 % teholla, erillispoistot ja alipaineistusimurit.

Muutos 3. 7.2. Klo 8.00 pysäytettiin keskusaulan tulokone. Käynnissä ovat erillispoistot ja alipaineistusimurit.

Muutos 4. Klo 18.00 siirtyy ilmanvaihto viikonlopputilaan. Alipaineistusimurit käynnissä.



- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| — PE1 keskusaula – ulkoilma | — PE11 ruokala – ruokalan ilmatila |
| — PE12 käytävä B-osa – putkitunneli | — PE13 tuloaula – aulan ilmatila |
| — PE14 keskusaula – putkitunneli | — PE15 luokka 1076 – putkitunneli |
| — PE31 käytävä A-osa – ilmatila | — PE32 luokka 1099 – ilmatila |
| — PE2 käytävä A-osa – ulkoilma | — PE3 käytävä B-osa – ulkoilma |

Kuva 3. Paine-eromittausten tulokset ilmanvaihdon eri käyttilanteiden aikana.

Havainnot mittauksen aikana

Mittauksissa havaittiin, että tuuliolosuhteet vaikuttivat voimakkaasti tutkimuskohteen sisätilan ja alapohjan ontelotilojen väliseen paine-eroon erityisesti silloin, kun alipaineistusimurit eivät olleet käynnissä. Alipaineistusimureiden ollessa pysäytettyinä sisätila oli kaikissa mittaustilanteissa ja kaikissa mittauskohdissa vähintään lievästi alipaineinen suhteessa alapohjan ontelotiloihin.

Keskusaulan yläosan ja ulkoilman sekä rakennuksen alaosan ja ulkoilman välisiä painesuhteita ei saatu talviolosuhteissa yhtä aikaa tavoitteen mukaisiksi.

Ohjaamalla alipaineistuspuhaltimia taajuusmuuttajalla pysyi alapohjan ontelotilojen alipaine hyvin asetteluarvossaan. Vaikka alapohjan ontelotilat ovat alipaineisia, voi sokkelirakenteen kautta tapahtua kaksoislaattarakenteessa vaakasuoria ilmavirtauksia.

Ilmanvaihdon käytön jaksottamisen vaikutus tutkimuskohteen energiankulutukseen

Laskelmien mukaan ilmanvaihdon aikaohjauksella voidaan tutkimuskohteen kokonaisenergiankulutuksesta säästää 37 - 60 % riippuen valitusta ilmanvaihdon käytötavasta. Laskennassa käytettiin Granlund Oy:n TAC FM- ohjelmistoa. Laskelman laatija on Planetcon Oy Mikko Rantanen.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Ilman ilmatilojen alipaineistuksia sisätila on kaikissa IV-käyttötilanteissa vähintään lievästi alipaineinen suhteessa alapohjan ontelotiloihin. Talvitilanteessa kaikissa ilmanvaihdon käyttötilanteissa keskusaulan yläosa on ylipaineinen jos rakennuksen alaosassa tavoitellaan asumisterveysohjeen mukaista 0..2 Pa alipainetta suhteessa ulkoilmaan. Korvausilman tuonti hallitusti ja keskitetysti pienentää sisäilman alipainetta alaosassa, mutta kasvattaa yläosan ylipainetta.

Alapohjan ontelotilojen alipaineistuspuhaltimien taajuusmuuttajakäyttöinen paineohjaus osoittautui toimivaksi ratkaisuksi A-osalla.

Energiatalouden kannalta ilmanvaihdon jaksottainen käyttö on perusteltua, mutta se edellyttää painesuhteiden hyvää hallintaa erityisesti kosteusvaurioituneissa rakennuksissa.

ILMANVAIHDON MERKITYS JA YLLÄPITO

Janne Louho

LVI-Trio Oy

TIIVISTELMÄ

Tämä työ käsittelee ilmanvaihtoa ja sen merkitystä ihmisten ja rakennusten hyvinvointiin. Ilmanvaihdon toimivuudella on merkittävä osuus terveellisen ympäristön luomisessa rakennuksessa ja tämä työ antaa ohjeita siihen, miten ilmanvaihtojärjestelmän tulisi toimia ja miten sitä lähdetään tutkimaan esimerkiksi sisäilmaongelmaisissa kohteissa.

1. JOHDANTO

Työ avaa tarkemmin sitä, mitä ilmanvaihto on ja mitä asioita tulee ottaa huomioon sen oikeanmukaisen toiminnan takaamiseksi. Useasti sisäilmaongelmat johtuvat puutteellisesta ilmanvaihdosta.

Tavoitteena on antaa lukijalle ymmärrys yleisesti ilmanvaihdosta, sekä ohjeita sen ylläpidosta kuntotarkastuksiin. Kuntotarkastusohje antaa selkeät ohjeet ilmanvaihtojärjestelmän eri osien tarkastamisesta. Tarkoituksena, että myös vähemmän ilmanvaihdon kanssa tekemisissä oleva tarkastaja pystyy näillä ohjeilla ilmanvaihdon kuntotarkastuksesta suoriutumaan.

2. ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN KUNTOTARKASTUS

Ilmanvaihtojärjestelmän kuntotarkastus on syytä tehdä kun tilassa esimerkiksi valitetaan sisäilmaongelmaa. Tällä toimenpiteellä rajaamme syitä ja mahdollisesti poistamme syyt. Kuntotarkastuksessa järjestelmä käydään lävitse vaiheittain jokainen asia huomioiden.

2.1. Lähtötiedot

Ilmanvaihtojärjestelmän kuntotutkimus alkaa selvittämällä lähtötiedot kohteesta. Ensimmäinen tärkeä asia on se, että millä ilmanvaihtojärjestelmällä kohde on varustettu. Toinen tärkeä asia on etsiä asiakirjat, kuten IV-kuvat, ilmamäärien mittauspöytäkirjat ja nuohoustodistukset, mikäli löytyy. (SuLVI. 2016).

2.2. Ilmanvaihtokoneen tarkastus

Ilmanvaihtojärjestelmien kuntotarkastusta tehdessä on syytä edetä aina ulkosäleiköiltä koneille ja sitä kautta päätelaitteille. Tällöin rytmi pysyy aina samana, eikä mikään vaihe jää huomioimatta.

2.2.1. Raitisilmasäleikkö

Tarkastetaan säleikön puhtaus ja yleinen kunto, sekä veden ja lumen mahdollinen pääsy raitisilmakammioon. Likainen raitisilmasäleikkö estää ilman vapaan virtaamisen säleikön lävitse, jolloin tuloilman saanti heikkenee eikä tuloilmaa välttämättä saada riittävästi. (Sorola. 2008; SuLVI. 2016).

2.2.2. Raitisilmakammio

Tarkastetaan kammion puhtaus, sekä eristeiden kunto. Useasti käytetty eristettyli on lasi- tai mineraalivilla reikäpellin alla, josta saattaa päästä kuituja sisäilmaan. Villan ja reikäpellin välissä kuuluisi olla muovikalvo estämässä edellä mainittua ongelmaa. Kammioista tulee myös tarkastaa viemärointi, että onko kunnossa. (Sorola. 2008; SuLVI. 2016).

2.2.3. Raitis- /jäteilmapellit

Tarkastetaan toimiiko peltimoottorit tarkoituksenmukaisesti: Koneen sammuttaessa kytkimestä peltien pitäisi sulkeutua, sekä päälle pantaessa aueta. Toimintatarkastuksen yhteydessä tarkastetaan yleinen kunto, puhtaus ja tiiveys. (Sorola. 2008; SuLVI. 2016).

2.2.4. Suodattimet ja suodatinkammiot

Katsotaan suodattimien yleinen kunto: puhtaus ja ehjyys. Lisäksi tarkastetaan onko suodatinluokat oikeat. Tuloilmapuolella pitää olla vähintään luokan F7 suodatin, taajaman ulkopuolella riittää karkeasuodatin G4. Suodattimet tulee myös olla asianmukaisesti asennettu, sekä lukitukset niin tiiviit, että suodattimien ohivuotoja ei pääse tapahtumaan.

Suodatinkammioista tarkastetaan puhtaus, sekä eristemateriaalien ehjyys kuitupäästöjen vuoksi. Kammion kaikkien osien tulee olla kuivia ja puhtaita. Reikäpellin ja eristevillan välissä pitää olla kuitusuojana muovikalvo tai jokin pinnoite estääkseen kuitujen ja epäpuhtauksien pääsyn kanavistoon ja siitä huoneilmaan. (Sorola. 2008; SuLVI. 2016).

2.2.5. Lämmöntalteenotto

Mikäli ilmanvaihtojärjestelmässä on lämmönsiirrin, on sen toimintatapa tarkastettava yleisen kunnan ja puhtauden lisäksi. Lämmönsiirtimiä on kolmea erityyppistä: Pyörivä lämmönsiirrin, levylämmönsiirrin sekä nestekiertoinen lämmönsiirrin.

Pyörivässä lämmönsiirtimessä on pyörivä kenno, joka varaa lämpöenergiaa poistoilmasta siirtäen sitä tuloilmaan pyörimisliikkeen ansiosta. Kennon pyöriminen pitää tapahtua esteettömästi hihnan avulla. Pyörivästä lämmönsiirtimestä tulee tarkastaa toimivuus, kennon puhtaus, ohivuodot sekä hihnan kireys.

Levylämmönsiirtimessä tulo- sekä poistoilma virtaavat varaavan kennoston lävitse ristiin. Tällöin pyörivän kennon tavoin poistoilmasta varataan lämpöenergiaa tuloilmaan ristivirtauksen vaikutuksesta. Levylämmönsiirtimestä tarkastetaan sen puhtaus, huurtumisen esto, sekä ohituspellin toiminta.

Nestekiertoisessa lämmönsiirtimessä poistoilma lämmittää poistoilmapuolen patterissa virtaavaa vesi-glykoliseosta, joka pumppaamalla johdetaan tulopuolen omaan lämmöntalteenottopatteriin. Tämän etuna on se, että ilmavirrat eivät pääse sekoittumaan. Tätä järjestelmää tarkastaessa on huomioitava järjestelmän suodattimet, pattereiden puhtaus sekä yleinen kunto, kuten patterilamellit ja mahdolliset nestevuodot. Vesi-glykoli-putkiston paine on myös tarkastettava. (Sandberg. 2014; Sorola. 2008).

2.2.6. Tuloilmakoneen lämmityspatteri

Lämmityspatterissa huomioon otettavat asiat kuntotarkastusta tehdessä on patterin puhtaus, patterien pinnalla ei saa olla likaa. Patterin likaisuus kertoo, että aikaisempi suodatus ei ole kunnossa, jolloin on syytä epäillä koko IV-järjestelmän likaisuutta. Seuraavaksi tarkastetaan patterilamellien kunto. Vaurioituneet lamellit estävät ilman vapaata virtaamista patterin läpi nostoen koneen tehontarvetta. Lopuksi tarkastetaan tuloilman lämpötila patterin jälkeen. Lämmityskaudella tuloilman lämpötilan tulisi olla 19 - 21 °C tai automatiikkaohjelman mukainen. (Sorola. 2008).

2.2.7. Puhallinosat ja -kammio

Puhallinosien tulee olla pinnoiltaan puhtaita ja ehjiä, sekä puhallinkammio muiden järjestelmän kammioiden tavoin puhdas ja ehjä. Itse puhaltimesta tarkastetaan pitävätkö laakerit ääntä ja pääseekö puhallinosa ja sähkömoottori pyörimään vapaasti.

Puhallinosaa pyörittää sähkömoottori kiilahihnojen avulla. Kiilahihnan kunto, sekä kireys tulee tarkastaa. Liian kireä hihna kuluttaa turhaan laakereita ja hihnapyöriä. Hihnan kireys voidaan kokeilla painamalla hihnoja akselivälin keskiosalta alaspäin. Mikäli hihna painuu oman paksuusmittansa verran alaspäin, on kireys riittävä. Tarkan hihnakireyden toteamiseen tarvitaan kuitenkin jousivaakaa. Hihnan tulee pyöriä myös suoraan, jolloin tarkastetaan kiilapyörien suoruus suorareunaisen linjaimen avulla. Lisäksi kiilapyörien kunto tarkastetaan kiilahihnan luistamisen ehkäisemiseksi. (Sorola. 2008; SuLVI. 2016).

2.3. Ilmanvaihtokanaviston puhtauden tarkastus

Ilmanvaihtokanavien puhtauden tarkastus on osa huoltokäytäntöä, jonka Sisäilmastoluokitus 2008 suosittelee tehtäväksi 5 vuoden välein. Kanavien puhtaudesta on määritetty kaksi luokkaa uuden ilmanvaihtojärjestelmän osalta, että käytössä olevan osalta. Puhtausluokat ovat P1 ja P2. Puhtausluokka P1 sallii uuden järjestelmän kanaville keskimääräiseksi pölykertymäksi enintään 0,7 g / m² ja käytössä oleville 2,5g/m², kun taas luokan P2 enimmäisarvot saavat olla uudelle järjestelmälle 2,5g/m² ja käytössä olevalle 5g/m².

Oli sitten kyseessä vastaanottotarkastus tai käytönaikainen tarkastus, niin ilmanvaihtokanavien puhtaustarkastus ensisijaisesti tehdään visuaalisesti. Ensin kuitenkin on syytä tutustua kohteen asiakirjoihin, kuten ilmanvaihtopiirustuksiin ja mahdollisiin asiaan liittyviin pöytäkirjoihin. (Eskola ym. 2011; Sisäilmastoluokitus 2008).

2.3.1. Visuaalinen eli silmämääräinen puhtauden tarkastus

Järjestelmäkohtaisesti tarkastus tehdään vähintään viidestä pisteestä, sekä lisäksi yksi piste jokaista alkavaa 200 metrin vaakakanavaa kohden. Tarkistuspisteet on valittu etukäteen jo tarkastussuunnitelmassa. Tarkastuspistevalinnassa voidaan käyttää ilmanvaihtokuvia.

Ilmanvaihtokanavien sisäpuolinen puhtauden tarkastus tehdään päätelaitteiden ja puhdistusluukkujen kautta. Kanavan sisäpinnalle tehdään noin 10cm pituinen sormipyyhkäisy, jotta saadaan käsitys pölyn paksuudesta ja kasautumisesta, sekä siitä miten tiukasti pöly on kiinnittynyt kanavan sisäpintaan. Tarkastetaan pölyn lisäksi myös onko metallijauhetta, voitelujäämiä tai muita epäpuhtauksia. Jokaiselta pisteeltä otetaan kuva kanavan sisältä ja tehdään arvio kanavan puhtaudesta ja määritetään pölykertymä visuaalisen puhtausasteikon avulla. Tulokset merkitään tarkastuslistaan.

Jokainen tarkastuspiste kun on käyty lävitse ja pölykertymät merkitty tarkastuslistaan lasketaan kanaviston keskimääräinen pölykertymä. Tämän perusteella katsotaan onko järjestelmä hyväksyttävissä suunniteltuun puhtausluokkaan vai vaatiiko tarkastus lisämittauksia. Kanavisto voidaan myös määrätä puhdistettavaksi kokonaan tai osittain. (Eskola ym. 2011; Sisäilmastoluokitus 2008).

3.

4. LÄHDELUETTELO

Sandberg. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Tammerprint, 2014

Eskola-Holopainen-Kukkonen-Majanen-Narvanne-Tuomainen. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastusohje, 2011

Sorola, P. Ilmanvaihtojärjestelmän kuntotarkastus. RTA-lopputyö. Kuopion yliopisto, koulutus ja kehittämiskeskus, 2008

LVI-ohjekortti 05-10440. Sisäilmastoluokitus 2008. Rakennustieto Oy, 2008

IV-kuntotutkimus. 2016. Verkkodokumentti. SuLVI.

http://www.sulvi.fi/wp-content/uploads/2016/01/IVKT_2016_Ohje_10_Ilmanvaihtokoneet.pdf

SISÄILMAN KUITUKORJAUKSET

Tuomo Kollanen
Vahanen Jyväskylä Oy

TIIVISTELMÄ

Sisäilmassa esiintyvät mineraalivillakuidut ovat usein yhtenä osatekijänä, kun rakennuksessa esiintyy sisäilmaongelmia. Mineraalivillakuituja irtoaa ja leviää sisäilmaan mineraalivillamateriaaleista, joita on käytetty yleisesti niin lämpö- ja paloeristeissä, akustiikkalevyissä kuin myös ilmanvaihtolaitteistojen äänenvaimennusmateriaaleina. Opinnäytetyössä perehdyttiin kirjallisuuden avulla mineraalivillakuitujen ominaisuuksiin, niille asetettuihin viitearvoihin sekä tarkasteltiin erilaisten kuitulähteiden esiintymistä rakennuksessa. Lisäksi pohdittiin, kuinka kuituongelmaa tulisi selvittää mittausten ja kuitukartoituksen avulla. Käytössä olevia kuituongelmien korjausmenetelmiä kartoitettiin painottaen selvitystä erityisesti ilmanvaihtojärjestelmien korjaustapoihin. Korjausten onnistumista arvioitiin selvittämällä viidessä kohteessa tehtyjen kuitukorjausten toimivuutta mittauksin. Tutkimusten perusteella todettiin, että kuitukorjaukset on aina syytä tehdä kaikki todetut kuitulähteet huomioon ottaen. Loppupäätelmänä esitettiin suosituksia kuituongelmien selvitystyöhön sekä arvioitiin eri korjaustapojen käyttöä kuituongelmien ratkaisemisessa.

1. JOHDANTO

Mineraalivillakuitumateriaalit lasivilla ja vuorivilla ovat hyviä lämmön- ja ääneneristeitä, joiden käyttö rakennustoiminnassa erittäin yleistä. Oikeissa käyttökohteissa ja asianmukaisesti asennettuina tuotteet toimivat yleensä varsin hyvin. Ongelmia voi syntyä, jos tuotteiden suojaukseen mekaaniselta rasitukselta ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota, tuotteet joutuvat varastoinnin aikana tai käyttökohteessaan kosteudelle alttiiksi tai suojatut materiaalipinnat rikkoutuvat. Kuitujen aiheuttamia sisäilmaongelmia on todettu mm. toimisto-, koulu- ja terveydenhuollon rakennuksissa, joissa myös koneellinen ilmanvaihto on voimakasta.

Teollisten mineraalikuitujen ei ole todettu aiheuttavan pysyviä terveyshaittoja. Lähes kaikki yli 3 µm paksuiset mineraalikuidut jäävät ylähengitysteihin aiheuttaen ärsytysoireita nenässä ja nielussa. Erityisesti karkeat yli 5 µm paksut kuidut voivat aiheuttaa ärsytystä, kutinaa,

punotusta tai kirvelyä silmissä ja iholla. (Kovanen ym. 2006) Tutkimuksissa ei ole todettu kuitujen aiheuttavan keuhkosityöpää tai muita keuhkosairauksia (Tuomainen ym. 2003).

Teollisten mineraalivillakuitujen määrälle on asetuksessa määritetty toimenpiderajaksi pinnoille kahden viikon aikana laskeutuneessa pölyssä 0,2 kuitua/cm² (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015). Arvo vastaa säännöllisesti siivotuilla pinnoilla esiintyvää kuitulaskeumaa, jonka ei ole vielä tutkimuksissa todettu aiheuttavan oireilua (Schneider 2001). Sisäilman sisältämille kuitupitoisuuksille ei ole määritelty viitearvoja, mutta tuloilman ja tuloilmakanavien osalta ovat käytettävissä Työterveyslaitoksen määrittelemät ohjearvot.

Erilaisia kuitukorjausmenetelmiä on kokeiltu erityisesti ilmanvaihdon kuitulähteiden osalta. Ilmanvaihdon äänenvaimentimien korjaustapoja on käsitelty Ilmanvaihdon modernit parannus- ja kunnostusratkaisut (MIV) -tutkimusprojektissa (Asikainen ym. 2006). Eri korjaustapojen kestävyyttä ei kuitenkaan ole selvitetty. Muiden kuitulähteiden, esimerkiksi akustolevyjen korjauksissa käytettäviä mahdollisia korjaustapoja ei ole juuri käsitelty kirjallisuudessa.

Opinnäytetyössä tarkastellaan sisäilmaongelmiin liittyviä erilaisia kuitulähteitä ja niiden mahdollisia korjaustapoja. Tarkastelun painopiste on ilmanvaihdon ja akustolevytysten kuituongelmissa ja niiden korjauksessa, mutta kuituongelmaa tarkastellaan myös muiden kuitulähteiden osalta. Tutkimuksessa käydään läpi myös viisi kohdetta, joissa on tehty sisäilman kuitukorjauksia ja arvioidaan kuinka korjaukset ovat käytännössä toimineet. Tutkimuksen loppupäätelmänä esitetään suositeltavia korjausmenettelyjä sekä annetaan ohjeita oikeanlaiseen kuitukartoituksen suorittamiseen.

2. KUITULÄHTEET JA KORJAUSMENETELMÄT

Yhtenä merkittävimpänä kuituongelmien aiheuttajana ovat vanhemmat tuloilmajärjestelmät, joiden äänenvaimentimissa, paloeristeissä ja lämmöneristeissä on käytetty mineraalivillatuotteita. Mineraalivillatuotteiden suojaukset oli usein toteutettu puutteellisesti. Kuituongelmia esiintyy erityisesti 1970, -80 ja -90 -luvulla rakennetuissa ilmanvaihtojärjestelmissä.

Toinen tunnettu sisäilman kuitulähde ovat akustolevytykset, jotka on valmistettu mineraalivillasta. Pinnoittamattomat tai rikkoutuneet pinnat akustolevyissä ovat omiaan aiheuttamaan ongelmia. Kuitulähteitä löytyy lisäksi alaslasketuissa kattorakenteissa ja putkikuiluissa kulkevien ilmanvaihtokanavien lämpö- ja paloeristeistä, seinä- ja välipohjaläpivienneistä sekä epätiiviin ulkovaipan lämmöneristeistä.

Kuituongelmaa epäiltäessä tehdään usein ensin mittauksia, joilla voidaan todeta viitearvoihin verraten kuituongelman olemassaolo sekä arvioida ongelman laajuutta ja mahdollisia syitä. Ensiarvoisen tärkeää kuituongelman ratkaisemiseksi on kuitenkin aistinvaraisesti tehtävä kuitukartoitus, jossa selvitetään kuitulähteiden olemassaolo niin ilmanvaihtojärjestelmän kuin sisätilojen riskialttiiden kohtien suunnitelmallisella tarkastamisella. Kuitulähteitä tarkastettaessa arvioidaan myös mahdollisia korjaustapoja. Kuitukorjausten toteutustapa ja -tarve arvioidaan kokonaisvaltaisesti kustannukset ja tiloihin mahdollisesti tulossa olevat muutokset huomioiden.

Kuitukorjausten tavoitteena on estää kuitujen kulkeutuminen sisäilmaan. Kuitukorjaustavat voidaan jakaa seuraavasti:

- vanhojen mineraalivillamateriaalien korvaaminen paremmilla materiaaleilla
- tarpeettomien mineraalivillojen poistaminen
- mineraalivillapintojen peittäminen kuituja läpäisemättömällä materiaalilla
- mineraalivillamateriaalien pinnoittaminen
- mineraalivillapintojen käsittely kuituja sitovalla aineella
- mineraalivillakuitujen poistaminen siivoamalla
- ilmanvaihtokanavien puhdistaminen

Korjausmenetelmää valittaessa on otettava huomioon, että äänenvaimennusmateriaalien peittämisellä tai pinnoituksella on materiaalin äänenabsorptiokykyä heikentävä vaikutus. Kuituongelmiin ei ole erityisesti kehitetty korjaavia menetelmiä, vaan panostukset on suunnattu yleensä uusien korvaavien tuotteiden valmistukseen.

Kuituongelman ratkaisemisessa olennaisessa osassa on myös tilojen puhtaanapito ja siivous, erityisesti kuitukorjausten jälkeen. Erikoisratkaisuna on käytetty ilmaa puhdistavia laitteita, mutta niiden toimivuudesta kuituongelman ratkaisemisessa ei ole tarkempaa tutkimustietoa.

3. KENTTÄTUTKIMUKSET

Kuitukorjausten onnistumista selvitettiin viidessä eri kohteessa aistinvaraisesti havainnoiden sekä ottamalla kuitunäytteitä kohteista. Tutkimuskohteina oli kaksi toimistorakennusta, koulu, oppilaitosrakennus sekä hoivakoti. Kaikissa kohteissa oli koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.

Taulukko 1. Tutkimuskohteiden tiedot.

Tunnus	Kohteen tyyppi	Rakennus valmistunut	Tutkittu ilmanvaihtojärjestelmä	Viimeisin kuitukorjaus tehty
Kohde 1	Toimistorakennus	1990	Uusittu osittain 2006	2015
Kohde 2	Toimistorakennus	1989 / 1999	Alkuperäinen	2016
Kohde 3	Koulu	2009	Alkuperäinen	2014
Kohde 4	Hoivakoti	1994	Alkuperäinen	2008
Kohde 5	Oppilaitosrakennus	1976	Alkuperäinen	2016

Kohteessa 1 oli aiemmissa tutkimuksissa todettu kuituihin viittaavaa oireilua ja pintojen kuitupitoisuusnäytteissä voitiin pinnoilla todeta ennen korjaavia toimenpiteitä kohonneita kuitupitoisuuksia. Kohteessa oli todettu mahdollisiksi kuitulähteiksi mm. akustiikkalevytykset ja myös ilmanvaihtojärjestelmälle oli tehty toimenpiteitä. Uusimmissa kuitumittauksissa todettiin, ettei tasopinnoille laskeutunut enää kuituja, mutta parissa huoneessa tasopinnoille kertyneestä pölystä otetuissa pölynäytteissä niitä vielä esiintyi. Aistinvaraisesti havainnoiden kohteessa todettiin korjausten jälkeen paikallisia kuitulähteitä alaslasketuissa kattorakenteissa, putkikuiluissa, tuloilmakanavien äänenvaimentimissa ja tuloilmalaitteissa sekä ilmoitustauluissa.

Kohteen 2 tasopinnoilta mitatut kuitupitoisuudet viittasivat kuitulähteisiin rakennuksessa. Kuitulähteiksi todettiin ilmanvaihtojärjestelmän mineraalivillaa sisältävät äänenvaimentimet sekä teräsrutiläalakatkojen yläpuolella kulkevat ilmanvaihtokanavien mineraalivillaeristykset, joiden alumiiniverhoilut olivat monin paikoin rikkoutuneet. Korjaustyössä ilmanvaihdon äänenvaimentimien äänenvaimennusmateriaalit vaihdettiin uusiin ja kanavat puhdistettiin. Myös alaslasketut katot puhdistettiin ja rikkoutuneet eristesuojaukset korjattiin. Lopputuloksena pinnoilta otettujen uusien kuitunäytteiden tutkimustulokset jäivät alle viitearvojen.

Kohteessa 3 ilmanvaihtokanavien äänenvaimentimissa sekä tuloilmakammioissa oli käytetty reikäpelleillä suojattua mineraalivillaa. Ilmanvaihtokoneiden äänenvaimentimet olivat polyesteriä. Tiloissa oireiltiin, vaikka tasopinnoilta otetuissa pölynäytteissä ei todettukaan mineraalivillakuituja. Mineraalivillaa sisältävät tuloilmajärjestelmän äänenvaimentimet käsiteltiin kuituja sitovalla aineella vuonna 2014. Vuonna 2016 kanavien sisäpinnoilta otetuissa teippinäytteissä kuitupitoisuudet olivat vähäisiä.

Kohteen 4 kuitukorjauksen lähtökohta oli vuonna 2008 todettu sisäilmaoireilu sekä ilmanvaihtokanavistossa havaitut kuitulähteet tuloilmakoneen äänenvaimentimissa ja tuloilmalaitteissa. Kuitupitoisuuksia ei ennen kuitukorjauksia kuitenkaan tehty. Korjaukset tehtiin käyttäen kuituja sitovaa ainetta. Vuonna 2016 kahdeksan vuotta korjausten jälkeen tehdyissä kuitumäärämittauksissa ei todettu viitearvot ylittäviä tuloksia. Kohteessa todettiin, että akustolevyissä ja alaslasketun katon rakenteissa esiintyy vielä suojaamattomia kuitulähteitä.

Kohteessa 5, johon on tulossa peruskorjaus lähivuosina, todettiin alaslaskuissa, tuloilmajärjestelmässä sekä siirtoilmasäleiköissä kuitulähteitä. Ilmanvaihtojärjestelmän kuitulähteitä oli aiemmin käsitelty kahteen otteeseen noin 7 vuoden välein käyttäen sidonta-ainetta. Mittausten perusteella sekä ilmanvaihdossa että tasopinnoilla esiintyi viitearvot ylittäviä kuitupitoisuuksia. Korjauksessa päädyttiin osassa tiloja akustolevytysten vaihtoon sekä ilmanvaihdon kuitupintaisten äänenvaimentimien pinnoittamiseen sidonta-aineella. Korjausten seurantamittauksessa todettiin, että kahden viikon laskeumanäytteiden ja ilmanvaihtokanavien kuitupitoisuudet eivät ylitä viitearvoja, mutta harvoin siivotuilta pinnoilta kuituja sen sijaan löytyi.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen aikana voitiin todeta, että kuitukorjauksiin ryhdyttäessä ei aina välttämättä tehdä kattavia mittauksia ja kattavaa kuitukartoitusta. Tästä ja toisaalta taloudellisista näkökohdista johtuen päädytään usein osakorjauksiin, joiden seurauksena kuituja ei saada aina täysin hallintaan. Tämä tulee ilmi aistinvaraisessa tarkastelussa tehdyissä havainnoissa, mutta mittausdata ei tukenut kaikilta osin täysin tätä arviota: korjausten jälkeen jatkunut oireilu viittasi kuitenkin osassa kohteita siihen, ettei korjaus ollut täysin onnistunut.

Tuloilmakanavien sisäpinnoilta otetut kuitunäytteet osoittivat, että kuitupitoisuudet voivat olla hyvinkin pieniä tehtyjen korjausten ja kanaviston puhdistusten jälkeen. Tutkituissa kohteissa alitettiin selvästi Työterveyslaitoksen laajan tutkimusaineiston vaihteluvälin pitoisuudet.

Kuitujen sidontaan perustuvan menetelmän todettiin toimivan, kun korjauskohteen olosuhteet ovat suotuisat tällaiselle korjaustavalle. Kuitujen sidontamenetelmää voidaan pitää kuitenkin edelleen vain väliaikaisena ratkaisuna, sillä pitkäaikaisseurantatuloksia ei ole riittävästi käytettävissä. Ilmanvaihdon kuitukorjausten toimivuutta ei nykyisin juuri seurata. Jälkiseurantaa olisi hyvä tehdä edes pienessä mittakaavassa erityisesti, jos korjausmenetelmässä on päädytty jättämään kuituja sisältäviä materiaaleja ilmanvaihtojärjestelmään.

Kuitukorjauksen toteutus on aina mietittävä kohteen ja kuitulähteen mukaisesti. Nykyisin usein käytettävällä materiaalien vaihdolle on vaihtoehtoja, mutta niihin liittyvät riskit on tiedostettava ja korjausten toteutus suunniteltava sekä dokumentoitava.

5. KIITOKSET

Kiitokset tutkimuksen rahoittajille, tutkimukseen osallistuneille henkilöille ja yhteistyötaidoille sekä luonnollisesti mukaville opiskelutovereille ja osaaville luennoitsijoillemme. Kiitos.

6. LÄHDE-/KIRJALLISUUSLUETTELO

Asikainen V, Laine J: Ilmanvaihdon parannus – ja korjausratkaisut. Äänenvaimentimien korjausratkaisut. Ilmanvaihdon modernit parannus- ja korjausratkaisut (MIV-tutkimusprojekti). Espoo 2006.

Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista. Työterveyslaitos. 10.6.2016.

Kovanen K, Heimonen I, Laamanen J, Riala R, Harju R, Tuovila H, Kämppi R, Sääntti J, Tuomi T, Salo S-P, Voutilainen R, Tossavainen A: Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt. Altistuminen mittaaminen ja tuotetestaus. VTT Tiedotteita 2360. Espoo 2006.

Schneider T: Synthetic vitreous fibers. Indoor Air Quality Handbook. McGraw-Hill, New York 2001.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista (545/2015).

Tuomainen M, Björkroth M, Kämppi R, Mussalo-Rauhamaa H, Salo S-P, Sääntti J, Tuomi T, Voutilainen R, Seppänen O: Ilmanvaihtojärjestelmän mineraalivillakuitujen terveysvaikutukset. Raportti B76. Teknillinen korkeakoulu. Konetekniikan osasto. LVI-tekniikan laboratorio. Espoo 2003.

ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN TUTKIMUKSET JA OLOSUHDEMITTAUKSET

Pekka Kallioniemi
Sirate Group Oy

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä tuodaan esille laajemmasta tutkimuksesta ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset ja olosuhdemittaukset osa-alue. Tehtyjen tutkimusten perusteella merkittävimmin kohteen sisäilman laatuun vaikuttaa ilmanvaihtojärjestelmän puutteet. Iv-konehuoneessa todettiin selkeää mikrobiperäistä hajua ja ilman epäpuhtauksia, joiden todettiin kulkeutuvan tuloilman mukana sisäilmaan. Raitisilmakammiot ovat likaisia, pölyisiä, lumisäleiköt ovat tukossa, kammioissa on ylimääräistä tavaraa, viemäröinti ei toimi tai niissä on avoimia villapintoja. Ilmanvaihtojärjestelmässä on useita teollisten mineraalikulitujen lähteitä ja tulo- ja poistoilmakanavissa on runsaasti pölyä ja roskaa. Osassa tiloja on pelkät poistoilmaventtiilit, ilmastoinnin pääte-elimet ovat viallisia ja lattian alla olevat putkikuilut ylipaineisia huonetilojen suhteen. Ilmanvaihtojärjestelmä ei vastaa käyttötarkoitustaan ja se suositellaan uusittavaksi kokonaisuudessaan.

1. JOHDANTO

Työntekijöillä on esiintynyt oireita, joiden on epäilty liittyvän tutkitun rakennuksen sisäilman laatuun. Tavoitteena oli selvittää rakennuksen olemassa olevat rakenteet, niiden kunto sekä muita sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä. Rakennukseen suoritettiin kosteus ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Tässä työssä tuodaan esille laajemmasta tutkimuksesta ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset ja olosuhdemittaukset osa-alue.

2. TUTKIMUSMENETELMÄT

Ilmanvaihdon toimivuutta ja ilman virtaussuuntaa kartoitettiin merkkisavun avulla. Paine-eroa rakennuksen ulkovaipan yli sekä kerrosten välillä mitattiin 1 – 2 viikon ajan paine-eroantureilla (Series MS Magnesense, Dwyer). Tulokset tallennettiin 5 minuutin välein (Tinytag, Gemini).

Rakennetutkimuksissa tutkittavaan rakennukseen tehtiin rakenneavauksia, joissa todettiin olemassa oleva rakenne ja sen kunto. Rakenneavausten yhteydessä otettiin materiaalinäytteitä rakenteiden mikrobiologisen kunnan selvittämiseksi. Materiaalinäytteet kerättiin puhtailla välineillä puhtaaseen muovipussiin. Mikrobit analysoitiin kasvatusmenetelmällä Turun yliopiston Aerobiologian akkreditoidussa sisäilmalaboratoriossa.

Merkkiainetutkimuksella selvitettiin rakenteiden tiiveyttä sekä ilmavuotoja alueilta, jotka voivat heikentää sisäilman laatua. Merkkiainetta (5 % vedyn ja typen seosta) lasketaan hitaalla virtausnopeudella rakenteeseen ja sen kulkeutumista sisätiloihin havainnoidaan vetyilmaisimella (Adixen 9012 XRS Hydrogen Leak Detector).

3. ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN TUTKIMUKSET JA OLOSUHDEMITTAUKSET

3.1 Ilmanvaihtojärjestelmän toiminta

Rakennuksessa on koneellinen tulo- poistoilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihtojärjestelmä on pääosin alkuperäinen. Rakennuksessa on kolme ilmanvaihtokonehuonetta ja yksi erillinen tuloilmakone, joka sijaitsee itäsiiven wc-tilassa. Kahdessa IV-konehuoneessa on tuloilmakoneet. Salin yllä olevassa tilassa sijaitsevat poistoilmakoneet, lisäksi ovat erilliset poistoilmapuhaltimet. Järjestelmässä ei ole lämmöntalteenottoa. Useissa työhuoneissa tuloilmaa ei ole lainkaan, vaan tiloissa on ainoastaan poistoilmaventtiilit.

Tuloilmakoneen nro. 3 palvelualueella on erityisen paljon ilman ohivirtauksia IV-konehuoneesta, sillä koneen liitos runkokanavaan on puutteellinen. Ilmanvaihtokonehuoneessa ja putkikanaaleissa havaittiin aktiivista mikrobikasvustoa sekä muita epäpuhtauksia ja niistä todettiin ilmayhteys sisätiloihin. Ilmanvaihtojärjestelmästä leviää ilman epäpuhtauksia laaja-alaisesti pääkerroksen tiloihin.

3.2 Painesuhteet ja ilman virtaussuunnat

Rakennus on koko seurantajakson suositusten mukaisesti pääsääntöisesti alle 10 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden. Seurantajakson pituus oli noin 2 viikkoa, jonka aikana paine-ero mitattiin 5 minuutin välein. Paine-eromittausten perusteella ilman on mahdollista kulkeutua rakenteista oleskelutiloihin rakenteessa olevista raoista ja rei'istä. Taulukossa 1 on

esimerkki paine-eromittauksen tulkinnasta. Eri puolilla rakennusta todettiin ilmavuotoja rakenteista. Eri-tyisesti ilmaa kulkeutuu lattioiden alta raoista ja rei'istä sekä putkikanaaleista (ks. kuvat 1–2).



Kuva 1. Ilman todettiin siirtyvän putkikanaaleista oleskelutiloihin.



Kuva 2. Pääte-elimien sovitukset rakenteeseen on epätiivis.

Taulukko 1. Paine-eroseurannan tulkinta.

Tunnus	Tila	Paine-ero (Pa, ka.)	Paine-eron pysyvyys	Arvio
PE13	Kerhohuone 24 – ulkoilma	-6 Pa	tasaisesti selvästi alipaineinen	Päivisin noin 7 Pa alipaineinen, yöaikaan noin 4 Pa alipaineinen. Tuulen vaikutuksesta ajoittain > 10 Pa alipaineinen. Suositusten mukainen.

3.3 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja mineraalikulitlähteet

Ilmastointiputkissa sekä tulo- että poistoilmakanavissa on runsaasti pölyä ja roskaa. Lattian alla kulkevilla kanttikanavissa on rakennusaikaista jätettä. Likaisten iv-putkien pinnoilta irtoaa ilman epäpuhtauksia sisäilmaan. Iv-konehuoneessa on selkeää mikrobiperäistä hajua. Iv-konehuoneen seinillä sekä pilarien että palkkien ympärillä on mineraalivillaa, joka on vuorattu peltisellä reikälevyllä. Iv-konehuoneen ilmassa on epäpuhtauksia ja ilmanvaihtokoneissa ohivirtauksia, joista ilman epäpuhtauksia pääsee järjestelmään. Ilmanvaihdon päätelaitteissa on avoimia villapintoja. Molemmat raitisilmakammiot ovat likaisia, pölyisiä, lumisäleiköt ovat tukossa, kammiossa on ylimääräistä tavaraa, viemäröinti ei toimi tai niissä on avoimia villapintoja.

Kellarikerroksessa sijaitsevien IV-konehuoneiden molemmat raitisilmakammiot ovat likaisia, pölyisiä, lumisäleiköt ovat tukossa, kammiossa on ylimääräistä tavaraa, viemäröinti ei toimi tai niissä on avoimia villapintoja (ks. kuvat 3–5).



Kuva 3. Raitisilmakammiossa on likaa ja avoimia villapintoja.



Kuva 4. Lumisäleikkö on tukossa.

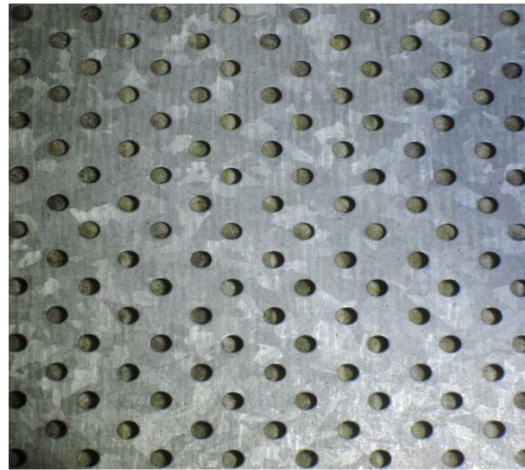


Kuva 5. IV-konehuoneen raitisilmakammio on likainen, kammion pohjalla on lunta ja viemäröinti on tukossa



Kuva 6. Tuloilmakoneen liitos runkokanavaan on repeytynyt.

Ilmanvaihtokoneen puhallinkammio on likainen. Hienosuodattimien kiinnityskiskon ja rungon välissä on ohivirtauksia. Runkokanavan sisäpinta on pinnoitettu pidemmältä matkalta reikäpeltilevyllä. Reikäpellin takana on mineraalivillakuituja (ks. kuva 7). Tuloilmakanavissa on rakennusaikaista jätettä, pölyä ja muuta epäpuhtautta (ks. kuva 8). Tuloilmakoneen nro. 3 liitos runkokanavaan on puutteellinen (ks. kuva 6). Osassa kanttikanavia on metallisia tukiristikoita, jotka estävät kanavistojen puhdistamisen (ks. kuva 9).



Kuva 7. Runkokanavan äänenvaimentimissa on mineraalivillakuituja.



Kuva 8. Salin alla kulkevassa tuloilmakanavassa on rakennusaikaista jätettä.



Kuva 9. Salin alla kulkevassa tuloilmakanavassa on metallisia tukiristikoita.



Kuva 10. Tila 024, Tulo- ja poistoilman pääte-elimet ovat yhdessä suorassa linjassa katossa.



Kuva 11. Tuloilmaelimen taustapinnassa on vapaita villapintoja.

Tuloilmapäätteiden taustapinnassa on avoimia villapintoja. Taustapinnassa on puukoolauksia, eristevillaa, kovalevyä ja muovia. Muovia ei ole nidottu kiinni koolauksiin. Teollisia mineraalikuituja pääsee vapautumaan sisäilmaan (ks. kuvat 10–11).

4. JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Ilmanvaihtojärjestelmä on pääosin alkuperäinen. Järjestelmän ikä on lähes 50 vuotta. Ilmanvaihtojärjestelmä suositellaan uusittavaksi kokonaisuudessaan. Ilmanvaihdon uusimisen yhteydessä on huomioitava lämmöntalteenotto. Osana ilmanvaihtojärjestelmän remonttia putkikanaalit puhdistetaan. Putkikanaaleissa on mikrobivaurioitunutta puumateriaalia, jotka tulee poistaa. Kunnostustyössä on huomioitava asbestipitoiset putkieristeet. Ilmanvaihtojärjestelmän uusimisen jälkeen rakennuksen painesuhteet mitataan.

5. VIITTEET

Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Ympäristöministeriö 2012.

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

RT 07-10946 Sisäilmastoluokitus, sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset 2008.

Korjauksissa tulee noudattaa Ratu 82-0383 ja 1225-S korttien ohjeita, joissa on esitetty turvallisia työmenetelmiä kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkamiseen ja pölyntorjuntaan.

Rakennusmääräyskokoelma (RakMk) C2, KOSTEUS, Määräykset ja ohjeet, 1998

ILMANPUHDISTINLAITTEIDEN VAIKUTUKSET TYÖPERÄISEN ALTISTUMISEN HALLINNASSA

Arto Ylinen
Sirate Group Oy

TIIVISTELMÄ

Erikoislaboratoriotiloissa toteutetut tutkimukset jakautuivat työympäristön ja työmenetelmien vaikutusten arviointiin, sekä vertailututkimukseen neljän eri laitetoimittajan ilmanpuhdistimien vaikutuksista sisäilman laatuun. Tutkimukset tehtiin kenttäolosuhteissa Tampereen yliopiston tutkimuslaboratorion tiloissa, joissa aikaisempien sisäilmatutkimusten perusteella oli havaittu sisäilmassa poikkeavia epäpuhtauskuormia. Laboratoriotilat oli sijoitettu vanhaan väestönsuojatilaan. Laboratoriotöiden työvaiheista vapautui työtiloihin epäpuhtauksia, kosteutta ja lämpöä. Epäpuhtauksien tekninen hallinta oli osoittautunut erinäisistä parannusratkaisuista huolimatta vaikeaksi.

Työympäristön, työmenetelmien ja ilmanpuhdistimien vaikutuksia arvioitiin kyselytutkimuksilla. Työtapojen ja työvaiheiden altistumisvaikutuksia arvioitiin havainnoimalla työmenetelmiä ja -prosesseja.

Puhdistuslaitteiden vertailututkimukset toteutettiin vaiheittain: ennen ilmanpuhdistimia tehtävillä lähtötasomittauksilla ja niiden jälkeen kahden viikon mittausrytmeissä, joiden aikana eri laitetoimittajien ilmanpuhdistimet olivat käytössä. Tutkimusten aikana kerättiin yhteensä yli 70 biologis-kemiallista näytettä sisäilmasta sekä laskeutuneesta pölystä. Lisäksi tutkittavien tilojen olosuhteita ja hiukkaspitoisuuksia monitoroitiin jatkuvatoimisesti.

Työympäristön kehittämishankkeessa saatiin yleistettävää tietoa ilmanpuhdistinlaitteiden puhdistusvaikutuksista kenttäolosuhteissa. Ilmanpuhdistimilla todettiin olevan hyviä puhdistusominaisuuksia, joilla on merkitystä sisäympäristössä esiintyvien epäpuhtauksien hallinnassa. Tutkimus myös osoitti, että ilmanpuhdistinlaitteilla on eroja, jotka tulisi huomioida valittaessa ja mitoitettaessa puhdistimia puhdistettaviin tiloihin.

1. JOHDANTO

Laboratorio- ja tutkimustyöskentelyssä altistutaan yleisesti erilaisille työperäisille epäpuhtauksille, kuten pölyille, pienhiukkasille, mikrobeille sekä kemiallisille altistuksille. Työhön liittyvää altistumista voi tapahtua myös ns. perinteisissä toimisto- ja oppimisympäristöissä esimerkiksi rakennuksiin liittyvien kosteusvaurioiden tai muiden epäpuhtauslähteiden vuoksi.

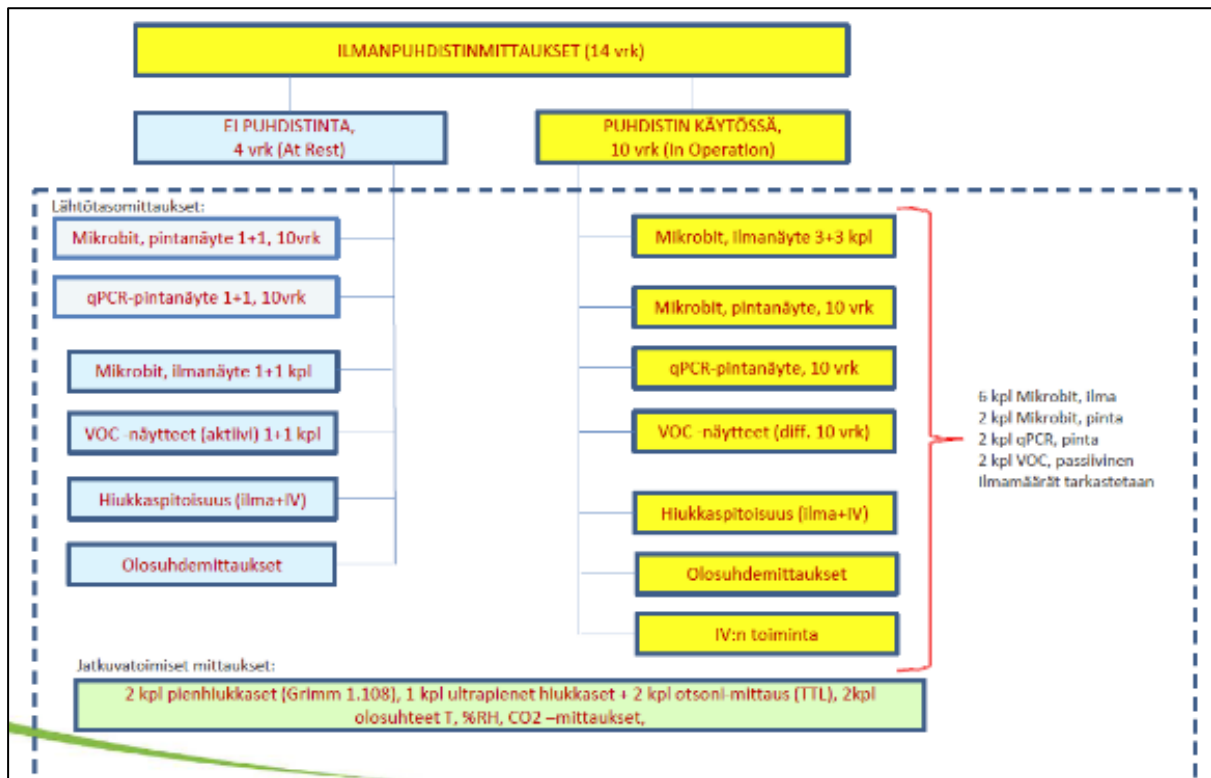
Sisäilmaa puhdistavia laitteita on ollut markkinoilla jo pitkään ja useat laitetoimittajat lupaavat laitteilleen merkittäviä sisäilman laatua parantavia puhdistusvaikutuksia. Laitetoimittajat ovat testanneet laitteitaan tutkimuksin yhteistyössä toisten yritysten, yliopistojen sekä VTT:n kanssa. Laitteiden puhdistusvaikutusten tuloksia ja niiden soveltuvuusperusteita on ollut vaikea vertailla toisiinsa. Osa tutkimuksista on tehty laboratorio-olosuhteissa, jolloin vertailukelpoisuus kenttäolosuhteisiin on haasteellista.

Tutkimuskokonaisuuden kenttätutkimusten tavoitteena oli mittausmenetelmin saada tuloksia ilmanpuhdistinlaitteiden vaikutuksista sisäilmassa esiintyvien hiukkasten, kaasujen, hajujen ja muiden epäpuhtauksien määrään.

2. TUTKIMUSASETELMA

Tutkittavaksi tilaksi valittiin Tampereen yliopistossa toimiva molekyylibiologian ja genetiikan tutkimuksen kalalaboratorio. Tutkittavat laboratoriotilat sijaitsivat väestönsuojatilassa, joka jakautui betonisella väliseinällä kahdeksi tilaksi. Tutkimustiloihin oli kulku yhden oven kautta, jolloin ensimmäinen tila tiloihin tultaessa oli laboratoriotyötila. Laboratoriotilasta oli kulku kalankasvatustilaan, jossa päivittäin työskenteli 1-2 henkilöä vaihtuvalla työvuorolla. Kalankasvatustilassa oli hyllyihin sijoitettuna kalankasvatussäiliöitä, joihin yhtäaikaaisesti virtasi suodatettua vettä ja säiliöistä poistui likaista vettä avonaisia vesikaukaloita pitkin. Säiliöihin lisättiin päivittäin mm. kalanruokaa. Kalojen kasvatusaltaissa kiertävän veden lämpötila oli noin 28 °C, mikä aiheutti ylimääräistä lämpökuormaa ja veden haihtumisesta aiheutuvaa kosteuskuormaa työtilaan. Tutkimuslaboratorion sijainti väestönsuojatilassa aiheutti rajoituksia ilmanvaihdon toiminnalle mm. rajoittamalla tiloihin asennettavien kanavien kokoa.

Mittaukset toteutettiin vaiheittain: ennen puhdistimia stabiloitumisjakson jälkeen ja puhdistinten ollessa käytössä. Lähtötasomittaukset suoritettiin 7.8.-17.8.2015 välisenä aikana ennen ensimmäisen ilmanpuhdistimen asennusta. Kenttämittausten kokonaiskesto oli kahdeksan viikkoa (7.8.-12.10.2015). Kuvassa 1 on kuvattu tutkimusasetelmaa ja mittausmenetelmiä.



Kuva 1. Tutkimusasetelma 14 vrk (4+10 vrk mittausjakso) yhden ilmanpuhdistinmallin tutkimiseksi.

Kenttämittausvaiheen tutkimusmenetelminä olivat sisäilmasta kerättävät ilmanäytteet (VOC- ja mikrobinäytteet), laskeutuneen pölyn mikrobinäytteet sekä sisäilman jatkuvatoiminen hiukkaspitoisuuksien ja olosuhteiden monitoroiminen. Sisäilman hiukkasten taustapitoisuuksia seurattiin ilmastoinnin tulokanavasta. Henkilökunnalle järjestettiin kyselytutkimukset, joilla kerättiin tietoa henkilökunnan kokemuksista eri ilmanpuhdistimien käytöstä. Kysymyksillä selvitettiin ilmanvaihdon, lämpöolojen, ääniympäristön, valaistuksen, epäpuhtauksien, siisteyden ja järjestyksen sekä henkilökohtaisten suojainten vaikutuksia koettuun työympäristöön ja altistumiseen.

3. TUTKIMUKSEN KESKEISET TULOKSET

Kyselytutkimuksessa kysyttiin erilaisista häiritsevistä olosuhteista sekä ilmanpuhdistimiin liittyvistä kokemuksista ennen niiden käyttöä ja käytön ajalta. Kyselytutkimuksen vastausten perusteella laite C sai positiivisimmat vastaustulokset. Toiseksi myönteisimmät tulokset olivat laitteella A. Suoraan ilmanpuhdistimiin kohdistetuissa kysymyksissä, laitteen C koettiin vaikuttaneen eniten. Toisena olivat laitteet A ja D. Vapaaseen vastauskenttään olivat useat vastaajista kommentoineet, etteivät olleet huomanneet mitään eroa olosuhteissa tai ilmanlaadussa edelliseen laitteeseen tai lähtötasoon verrattuna. Aikaisemmin oireita kokeneet työntekijät vastasivat, että laitteiden A, C ja D aikana epämiellyttävät hajut olisivat vähentyneet ja oireilu vähentynyt laitteiden käytön aikana laboratorion puolella. Kyselyssä laitteen B aikana useampi oli maininnut, että epämiellyttävät hajut olivat lisääntyneet ja laitteesta ulos virtaavan ilman, huomattavasti sisäilmaa, korkeampi lämpötila koettiin häiritseväksi.

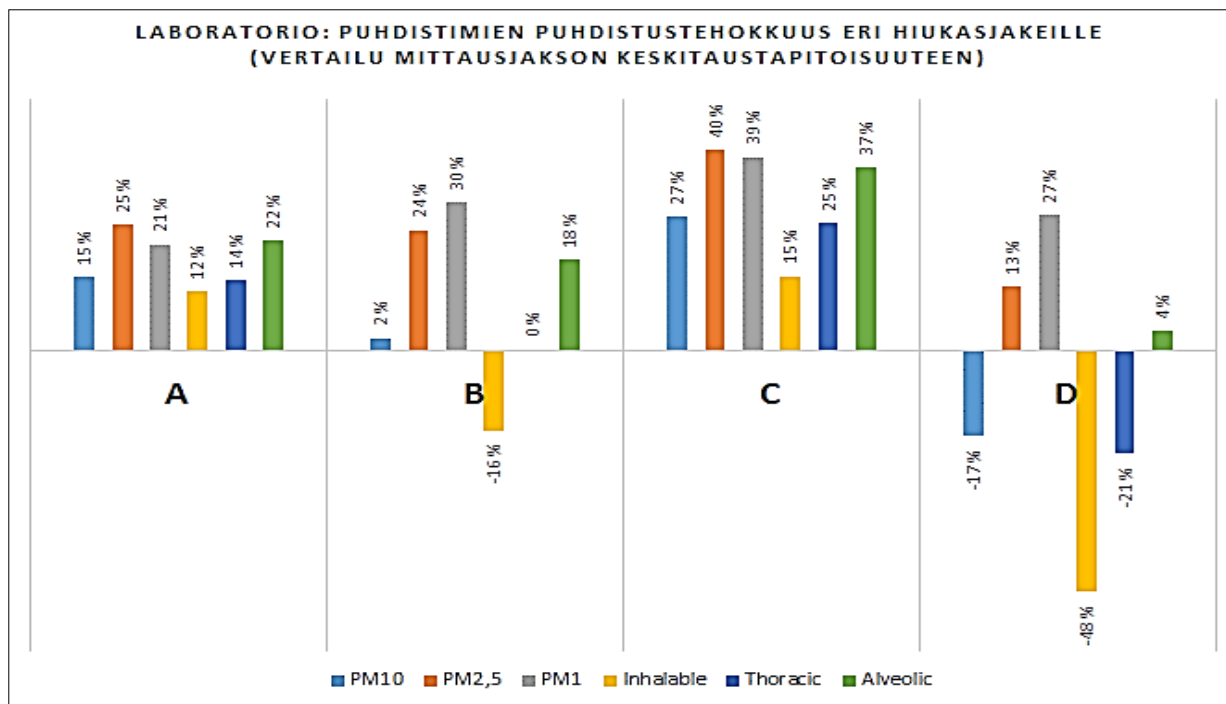
Sisäilman mikrobinäytteissä laboratorion puolelta kerätyissä näytteissä oli nähtävissä mikrobipitoisuustason laskua hyväksyttävälle tasolle ilmanpuhdistimien ollessa käytössä. Kalankasvatuspuolella ilman mikrobipitoisuudet vaihtelivat huomattavasti enemmän ja pitoisuustasot olivat keskiarvollisesti korkeammat laboratorion tuloksiin verrattuna. Tulosten perusteella kalankasvatuspuolella ilmanpuhdistimet eivät pystyneet vähentämään mikrobipitoisuuksia hyväksyttävälle tasolle. Laitteella B oli lisäksi havaittavissa mikrobipitoisuustason nousua tuloksissa.

Mikrobien osalta selvimmät tulokset saatiin laskeutuneen pölyn näytteistä. Tulosten perusteella laskeutuneen pölyn mikrobipitoisuudet vähenivät lähtötasoon verrattuna laitteilla A, C ja D, mutta laitteella B oli havaittavissa mikrobipitoisuuksien lievää kohoamista. Pienimmät kokonaispitoisuudet ja tarkasteltujen mikrobilajien pitoisuudet olivat laboratorion puolella laitteella A ja kalankasvatuspuolella laitteella D. Laskeutuneen pölyn mikrobinäytteiden tuloksia kalankasvatustilasta kerätyistä näytteistä on nähtävissä taulukossa 1.

Taulukko 1. Laskeumanäytteiden (suoraviljely) tulokset kalankasvatustilasta.

Pintanäytteet, 10vrk laskeuma:		2. Kalankasvatus (-/+ +++)										
		kok.			Engyod.			Penicill.			Bakt. kok	Strept o
		Hage m	DG1 8	M2	Hage m	DG1 8	M2	Hage m	DG1 8	M2	THG	THG
Lähtötaso	17.8.15	++	++	++	+(1)	+(2)	+(4)	++	++	++	+++	+(2)
Laite A	27.8.15	++	+	++	-	+(1)	+(1)	++	+	+	+++	-
Laite B	10.9.15	+++	++	++	-	-	+	+++	+	++	+++	+
Laite C	24.9.15	+	+	++	-	-	-	+	+	++	++	+(4)
Laite D	8.10.15	++	+	+	-	-	-	+	+	+	+++	-

Ultrapienten hiukkasten suhteen mittausjakson ja vertailujakson keskimääräisten taustapitoisuuksien vaihtelut olivat suuria. Puhdistimilla B, C ja D mittausjakson keskimääräinen hiukkastaso väheni taustapitoisuuteen verrattuna, mutta puhdistimen A osalta vastaavaa vähenemistä ei havaittu. Parhaimmat puhdistustehokkuudet saavutettiin puhdistimilla C ja D. EN481- ja PM-luokan hiukkasten suhteen kaikki puhdistimet vähensivät tilojen hiukkaspitoisuutta, kun vertailu suoritettiin mittausjakson keskitaustapitoisuuteen. Parhaan puhdistustehokkuuden saavutti puhdistin C, jonka puhdistusvaikutus oli kokonaisvaltaisin: Puhdistuen tehokkaimmin kaikkia hiukkasjakeita sekä laboratoriotiloissa että kalankasvatuspuolella. Laboratoriotilan hiukkaspitoisuuksien vertailutuloksia on nähtävissä kaaviosta 1.



Kaavio 1. Laboratoriotilan puhdistimien puhdistustehokkuudet eri hiukkasjakeille mittaussjakson keskitaustapitoisuuteen (13 vrk, N=19230) verrattuna.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Ilmanpuhdistinlaitteiden puhdistustehokkuuden näkökulmasta tilastollisesti luotettavimmat mittaustulokset saatiin jatkuvatoimisilla hiukkasmittauksilla. Hiukkasmittausten otokset sekä taustapitoisuuksien, että mittaussjaksopitoisuuksien suhteen olivat laajat ja tilastollisesti luotettavat. Kyseisiä mittaustuloksia on tutkimusraportissa vertailtu eri hiukkasjakeiden suhteen koko mittaussjakson keskimääräiseen taustapitoisuuteen sekä tilojen taustapitoisuuksiin ennen mittalaitteiden asennusta. Näiden tulosten perusteella on laskettu puhdistimien puhdistustehokkuudet eri hiukkasjakeille.

Selviä eroja ilmanpuhdistimien puhdistustehokkuuksien välillä saatiin, nimenomaan hiukkaspitoisuuksien suhteen. Parhaan puhdistustehokkuuden saavutti puhdistin C, jonka puhdistusvaikutus oli kokonaisvaltaisin, puhdistuen tehokkaimmin kaikkia hiukkasjakeita sekä laboratoriotiloissa että kalankasvatuspuolella.

Kenttäolosuhteissa tehtävissä mittauksissa on aina mukana hallitsemattomia olosuhteita, jotka aiheuttavat epävarmuutta mittaustuloksissa. Tutkimusten aikana esimerkiksi sisäilman mikrobipitoisuudet vaihtelivat huomattavasti eri mittaussjaksojen välillä. Suuresta sisäisestä

kuormituksesta johtuen kalankasvatuspuolella ilmanpuhdistimien puhdistavaa vaikutusta mikrobipitoisuuksiin oli vaikea suoraan arvioida. Laboratoriotiloissa mikrobipitoisuudet pääsääntöisesti vähenivät laitteiden käytön aikana, joten ilmanpuhdistinlaitteista näyttäisi olevan enemmän hyötyä tiloissa, joiden epäpuhtauskuormitus on vähäisempi.

Sisäilman VOC-pitoisuudet olivat lähtökohtaisesti matalat tutkituissa tiloissa. Kaikkien ilmanpuhdistimien käytön aikana oli nähtävissä VOC-pitoisuuksien alenemista sisäilmassa.

Työympäristön kehittämishankkeessa saatiin yleistettävää tietoa ilmanpuhdistuslaitteiden puhdistusvaikutuksista kenttäolosuhteissa. Ilmanpuhdistimilla on selvästi hyviä puhdistusominaisuuksia, joilla on merkitystä sisäympäristössä esiintyvien epäpuhtauksien kuten hiukkaspitoisuuksien, mikrobien ja kemiallisten yhdisteiden hallinnassa. Tutkimus osoitti myös sen, että ilmanpuhdistinlaitteilla on eroja, jotka tulisi tarkemmin huomioida valittaessa ja mitoitettaessa puhdistimia puhdistettaviin tiloihin.

5. KIITOKSET

Haluan kiittää Sirate Group Oy:tä mahdollisuudesta osallistua mielenkiintoiseen tutkimus- ja kehityshankkeeseen, Tampereen Yliopistoa ja Suomen Yliopistokiinteistöt Oy:tä kiinnostuksesta tutkimuksen aiheeseen ja Työsuojelurahastoa ja muita tutkimushankkeen rahoittajia hankkeen rahoittamisesta. Lisäksi haluan kiittää Sirate Group Oy:n Tommi Vehviläistä tutkimushankkeen ja sen raportoinnin aikaisesta ohjauksesta ja avustuksesta, sekä Työterveyslaitoksen Tomi Kanervaa lopputyöni raportointiin liittyvästä ohjauksesta.

Kuntotutkimukset ja korjaus

ELISENVAARAN KOULUN KUNTOTUTKIMUS

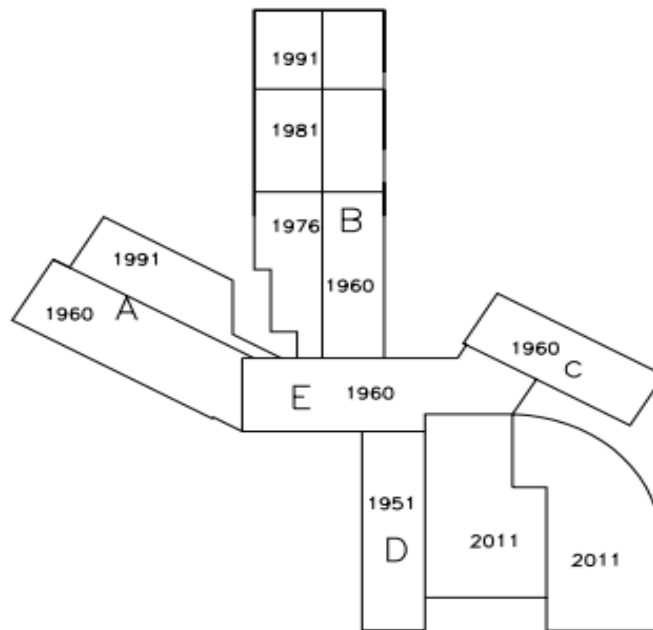
Jouni Vuohijoki
RTC Vahanen Turku Oy

1. TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Pöytyän kunnan alueella on eri taajamissa useita pienempiä kouluja. Kunnalla on tarkoitus selvittää, voidaanko koulutoimintaa keskittää Elisenvaaran koulun tiloihin. Katselmuksen tavoitteena oli selvittää aistivaraisten menetelmien, rakenneavausten ja materiaalinäytteiden analysoinnin avulla rakennuksen kuntoa ja arvioida sen jäljellä olevaa teknistä käyttöikää. Katselmuksessa arvioitiin myös, mitkä osat rakennuksesta kannattaa korjata ja mitkä ovat suositeltavaa purkaa. Toimeksiannon tilaajan pyynnöstä tutkimuksessa keskityttiin ulkoseinien tutkimiseen, jonka vuoksi tämä tiivistelmä koskee ainoastaan ulkoseinien tutkimista.

2. KOHTEEN KUVAUS

Kyseessä on alunperin vuonna 1951 rakennettu ja moneen kertaan laajennettu monimuotoinen koulurakennus. Nykyisin koulu koostuu viidestä eri siivestä ja muistuttaa muodoltaan hakaristiä (kuva 1.). Rakennus on perustettu loivalle rinnetontille siten, että sen lattiapinnan korkeusasema vaihtelee maanpinnan mukaan. Osa koulusta on puurakenteista, osa on betonia ja osa tiiltä.



Kuva 1. Rakennusosat ja niiden valmistumisvuodet

3. ULKOSEINIEN KUNTOTUTKIMUS

3.1 Puurankaiset ulkoseinät:

Rakennuksen ulkoseinät ovat puurunkoisia kellarikerroksia ja B-siiven laajennusosia lukuun ottamatta. Puurunkoisten ulkoseinien rakenne vaihtelee eri siipien ja luokkien välillä, mutta rakenneavausten perusteella rakenne on pääosin seuraava: Puurungon paksuus on 125 mm, ja seinien lämmöneristeenä on sahanpuru. Rungon molemmin puolin on aaltopahvi ja umpilaudoitus. Ulkopuolisen umpilaudoituksen ulkopuolella on pikipahvi ja rappaus. Sisäpuolisen umpilaudoituksen sisäpuolella on joko kipsi- tai lastulevy tai molemmat. Puurankaisten ulkoseinien ainoa höyrytiivis pinta (pikipahvi) sijaitsee lämmöneristeen ulkopuolella lähellä ulkoseinän ulkopintaa. Kosteusteknisesti ulkoseinärakenne on virheellinen ja aiheuttaa rakenteen sisään kosteusvaurioriskin. Rakenneavausten yhteydessä rakenteista otettiin materiaalinäytteitä mikrobi tutkimuksia varten. Näytteiden viljelytulokset viittaavat siihen, että ulkoseinien sisällä on paikoitellen aktiivista mikrobikasvua. Näytteissä havaitut mikrobit johtuvat joko ulkoseinien vesivuodoista, tai em. kondenssiongelmasta. Mikrobivaurioita on todennäköisesti kaikissa puurankaisissa seinissä, joissa em. pikipahvia on käytetty.

Rakennusmääräyskokoelma C2:n mukaan: ”Ulkoseinän ja sen eri kerrosten sekä ulkoseinään liittyvien rakenteiden ja ulkoseinän liitosten vesihöyrynvastuksen ja ilmatiiviyyden on oltava

sellainen, ettei seinän kosteuspitoisuus sisäilman vesihöyryn diffuusion tai konvektion vuoksi muodostu haitalliseksi. Sekä rakennuskosteuden että seinään ulko- tai sisäpuolelta satunnaisesti tunkeutuvan veden on voitava poistua vahinkoa ja terveystriskiä aiheuttamatta.” (RakMk C2, kohta 4.1.1(määräys))

”Avohuokoisen lämmöneristyksen lämpimällä puolella olevan rakennekerroksen vesihöyrynvastuksen tulee olla vähintään viisinkertainen verrattuna kylmällä puolella olevan rakennekerroksen vesihöyrynvastukseen. Muussa tapauksessa seinärakenteeseen lisätään erillinen höyrynsulku lämmöneristyksen lämpimälle puolelle. Tästä voidaan poiketa, mikäli kokemukseen perustuen tai tutkimuksin on osoitettu, että rakenne on kosteusteknisesti toimintavarma” (Rak. Mk C2, 4.1.1.2 (ohje). Ulkoseinärakenne on toteutettu vastoin rakennusmääräyskokoelman määräyksiä ja ohjeita. Virheellisen rakenteen vuoksi riskinä on, että huoneilman kosteus pääsee joko diffuusiolla tai konvektiolla ulkoseinärakenteen sisään ja tiivistyy (kondensoituu) kylminä vuodenaikoina pikipahvin sisäpintaan.

3.2 Tiilirunkoiset ulkoseinät:

Vuosina 1976 -81 ja -91 tehdyissä laajennusosissa ulkoseinärakenteena on tiili – villa - tiili. Tiilirakenteisesta ulkoseinästä puuttuu ilmarako, jonka vuoksi ulkoseinärakenne on kosteusteknisesti riskirakenne. Viistosateella sadevesi pääsee ulkoseinän sisään joko tiilimuurauksen saumojen tai tiilen läpi. Ilmaraottomassa rakenteessa tiiliverhouksen läpäissyt vesi pääsee suoraan ulkoseinän eristetilaan aiheuttaen yleensä kosteusvaurioita. Ilmaraon puuttuminen hidastaa myös rakenteiden kuivumista ja pahentaa siten kosteusvaurioita.

Rakennusmääräyskokoelman mukaan: ”Seinärakenne on suunniteltava ja rakennettava niin, ettei ulkoverhouksen taakse johdu vettä tai ulkoverhouksen on suunniteltava siten, että ulkoverhouksen taakse tunkeutuva vesi ja kosteus pääsevät poistumaan rakenteita vahingoittamatta. Ulkoverhouksen tausta on tuuletettava, ellei kosteus pääse muutoin poistumaan.” (RakMk C2, kohta 4.2.1(määräys)). ”Tiilistä muuratun ulkoverhouksen taakse joutuva haihtuva kosteus tuuletetaan vähintään 30 mm paksun tuuletusvälin kautta ulkoilmaan ja valuva vesi ohjataan hallitusti ulkopuolelle.” (RakMk C2, kohta 4.2.1.1(ohje))

Rakenneavausten yhteydessä B-siiven tiilirakenteisten ulkoseinien alaosissa havaittiin paikoitellen mikrobivaurioon viittaavaa hajua. Myös seinien sisältä otetut materiaalinäytteet

viittaavat paikoitellen mikrobivaurioihin. Seinien alaosat ovat mikrobivaurioituneet todennäköisesti maakosteuden vaikutuksesta. Syinä ovat tuuletusraon puuttuminen, rakenteiden matala korkeusasema maanpintaan nähden, sadevesien puutteellinen ohjaus rakennuksen vierustalta, ja puutteelliset kallistukset perusmuurin vierustalla.

4. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

4.1 Toimenpide-ehdotukset sisäilman laadun parantamiseksi

Merkkisavun avulla todettiin, että ulkoseinärakenteiden ja niiden liittymäkohtien kautta virtaa vuotoilmaa sisälle paine-erojen vaikutuksesta. Vuotoilmaa tulee sisälle rakenteiden läpi joko ulkoa tai rakenteiden läpi muista kerroksista ja huoneista. Ilmavuotojen mukana huoneilmaan pääsee epäpuhtauksia ja hajuja. Tehtyjen havaintojen ja otettujen mikrobinäytteiden perusteella Sosiaali- ja terveysministeriön 23.5.2015 julkaisemassa asumisterveysasetuksessa määritelty toimenpideraja ylittyy. ”Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyysillä varmistettua mikrobikasvua rakennuksen sisäpinnalla, sisäpuolisessa rakenteessa tai lämmöneristeessä silloin, kun lämmöneriste ei ole kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, taikka mikrobikasvua muussa rakenteessa tai tilassa, jos sisätiloissa oleva voi sille altistua. Mikrobikasvu todetaan ensisijaisesti rakennusmateriaalista mikrobien kasvatukseen perustuvalla laimennossarja- tai suoraviljelymenetelmällä ja mikroskopoimalla tehdyllä analyysillä.” (Asumisterveysasetus, 20 § Mikrobit, 23.5.2015, Sosiaali- ja terveysministeriö)

Sisäilman laadun parantamiseksi suosittelemme välittömänä toimenpiteenä rakennuksen seinien ja lattioiden rajapintojen sekä muiden mahdollisten ilmanvuotokohtien tiivistämistä. Tiivistystoimenpiteet tulisi ensisijaisesti kohdistaa niihin tiloihin, joissa on koettu sisäilmaongelmiin viittaavia oireiluja. Tiivistäminen tulee tehdä erillisen suunnitelman mukaisesti ja korjaussuunnittelussa tulee käyttää korjausrakentamiseen erikoistunutta rakennesuunnittelijaa.

Tiivistystyön suunnittelussa ja korjaustöiden valvonnassa on kiinnitettävä erityistä huomiota sisäilman laatuun vaikuttaviin tekijöihin. Korjaustöiden laadunvarmistus tulee suunnitella jo korjausten suunnittelun yhteydessä. Laadunvarmistus suoritetaan ensisijaisesti merkkiainekokeilla. Puurakenteisilla osilla tiivistyö on haastavaa, ja huolellisesta työstä

huolimatta rakenteita ei todennäköisesti saada kokonaan ilmatiiviiksi. Tämän vuoksi suosittelemme myös ilmanvaihdon toiminnan selvittämistä ja tarvittaessa tehostamista. Ilmanvaihtoa säädettyä tulee kiinnittää erityistä huomiota rakennuksen painesuhteisiin. Ilmanvaihto tulee säätää siten, että rakennuksen sisällä ei ole alipainetta ulkoilmaan verrattuna. Suositeltavaa on, että tässä tapauksessa rakennus säädetään 0 – 3 Pa ylipaineiseksi ulkoilmaan verrattuna.

Tiivistystyö on väliaikainen ratkaisu, eikä työn lopputulos ole uuden veroinen. Lopullinen korjaus tulee suunnitella uudelleen mahdollisen peruskorjauksen yhteydessä.

4.2 Ulkoseinien korjaus:

Puurunkoiset ulkoseinät:

Ulkoseinissä havaittujen vikojen ja puutteiden korjaus edellyttää seinien laajamittaista purkamista. Puurunkoiset ulkoseinät tulisi purkaa ulkokautta runkoon saakka rakenteissa olevien PAH-yhdisteiden ja asbestin takia. PAH-yhdisteiden takia pikipahvi ja julkisivurappaus ovat todennäköisesti hävitettävä ongelmajätteenä. Huonon lämmöneristyksen ja mikrobivaurioiden vuoksi vanhat lämmöneristeet tulisi poistaa korjauksen yhteydessä.

Ulkoseinien sisäpinnat eivät ole ilmatiiviitä. Ulkoseinien sisältä on ilmavuotoja paitsi sisäilmaan, myös välipohjien ja väliseinien sisään. Ulkoseinien korjaus edellyttäisi myös ulkoseinien sisäpintojen tiivistämistä. Onnistunut sisäpintojen tiivistyskorjaus edellyttäisi paitsi ulkoseinien sisäpuolisten rakennuslevyjen poistamista, myös välipohjien ja väliseinien avausta ulkoseinälinjoilta.

Tiilirakenteiset ulkoseinät:

Tiiliseinien sisällä olevien mikrobivaurioiden korjaaminen edellyttäisi sisäpuolisen tiilimuurauksen purkamista ja lämmöneristeiden vaihtamista. Lisäksi onnistunut korjaus edellyttäisi maasta nousevan kosteustuoton pienentämistä ja mahdollisesti myös alapohjarakenteen korjauksia.

Korjausten kannattavuus:

Ulkoseinien onnistunut korjaus edellyttäisi siis lähes koko ulkoseinärakenteen purkamista ja liittyvien rakenteiden avausta. Ennen rakennuksen mahdollista peruskorjausta on syytä pohtia korjauksen kannattavuutta mm. rakennuksen iän, monimuotoisuuden, epäkäytännöllisyyden, vanhan talotekniikan ja alkuperäisen lämmöneristysten vuoksi. Lisäksi rakennuksen talotekniikka on osittain käyttöikänsä päässä ja edellyttää korjaustoimia. Tehtyjen havaintojen perusteella emme suosittele laajamittaista korjausrakentamista vuosina -1951, -56, -61, -76 ja 81 rakennetuille osille. Havaittujen puutteiden ja vaurioiden osittaisella korjaamisella ei yleensä päästä haluttuun lopputulokseen. Laajamittaisen peruskorjauksen kustannuksen ovat taas kohtuuttoman korkeat saavutettuun hyötyyn verrattuna. Vastaavanlaisia rakennuksia on aikaisemmin peruskorjattu, ja peruskorjauksen hinnaksi on todettu 1400 – 1800 euroa/m². Tässä tapauksessa on mahdollista, että vanhojen rakennusosien kohdalla uuden rakentaminen on peruskorjausta kannattavampi vaihtoehto.

5. LÄHDELUETTELO:

<http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Maanvastaiset-rakenteet/Maanvastainen-betonilaatta>

Rakennusmääräyskokoelma (RakMk) C2, KOSTEUS, Määräykset ja ohjeet, 1998

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

KULTTUURI- JA KONGRESSIKESKUKSEN SISÄILMASTO JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Risto Grönberg ja Matti Kaijomaa
Raksystems Insinööritoimisto Oy

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Järvenpää-talossa koettujen sisäilmaongelmien syyt. Järvenpää-talon sisätiloissa on koettu terveysoireita ja aistittu paikoin sekä mikrobiperäistä, että viemärin hajua. Lisäksi Sibeliussalissa katsojat sekä näyttämöllä esiintyjät ovat valittaneet liian korkeasta lämpötilasta. Tutkimukset kohdistettiin erityisesti alueille, joissa ongelmia oli koettu. Tutkimukset sisälsivät sekä rakenneteknisiä, että sisäilmaan liittyviä kuntotutkimuksia, joiden avulla selvitettiin mahdolliset sisäilman epäpuhtauksiin ja oireiluihin sekä käyttäjien havaintoihin liittyvät syyt.

Tutkittavan kohteen sisäilman kannalta merkittävimmät havainnot liittyivät Sibeliussalin ilmanvaihtoon. Tuloilma saliin tulee katsomon alapuolella olevan tuloilmakammion kautta. Tuloilmakammion pinnoilla havaittiin runsaasti pölyä sekä jonkin verran mineraalivillakuituja. Salin lämmitys tapahtuu tuloilman kautta ja lämmönsäätöjärjestelmässä on todettu puutteita ja salissa lämpötila on esitysten aikana koettu epämiellyttävän lämpimäksi. Ilmanvaihto järjestelmä vaatii kohteessa perusteellista puhdistusta ja säätöä sekä kuitulähteiden tarkempaa paikallistamista ja ns. kuitukorjauksia.

Rakennuksen kokous-/luokkahuonetiloissa on koettu sisäilmaan liittyvää haittaa. Tutkimusten perusteella sisäilmahaitan ja mikrobiperäisen hajun syyksi selvisi kokoushuoneiden ulkoseinärakenteissa olleet selkeät kosteusvauriot, jotka johtuivat ulkopuolella olleiden istutusaltaiden vedeneristysten pettämisestä. Paikallisesti myös kellarikerroksessa havaittiin kosteuden aiheuttamia vaurioita, joista saattaa aiheutua sisäilmahaittaa tiloissa oleskeleville. Mm. muovimattopintaisissa lattioissa havaittiin kosteutta. Kellarikerroksen kosteudet ja vauriot viittasivat siihen, että rakennuksen ulkopuolisessa kosteudenhallinnassa on puutteita.

Julkisivuissa, ikkunoissa ja vesikatoissa havaittiin myös välittömiä korjaustoimenpiteitä, jotka liittyvät lähinnä rakenteiden liitosten ja pellitysten tiivistämiseen. Osittain vesikatolla ja

julkisivuissa havaitut ongelmat ovat seurausta valitusta arkkitehtuurista, joka asettaa erityisvaatimuksia rakenteiden kosteudenhallinnan kannalta.

1. JOHDANTO

Sisäilmaongelmat julkisissa rakennuksissa ovat kasvaneet ja ne ovat lähes jokapäiväisenä puheenaiheena mm. tiedotusvälineissä. Tämän tutkimuskohteen tyyppisistä rakennuksista ja niihin liittyvistä ongelmista sen sijaan on vähän olemassa olevaa tutkimustietoa. Yleensä isojen kiinteistöjen ongelmat juontavat juurensa ilmanvaihtojärjestelmässä oleviin ongelmiin, kuten tässäkin tapauksessa. Kuntotutkimuksiin tulisikin aina liittyä myös perusteellinen ilmanvaihdon kuntotutkimus, jotta kokonaisuutta havaittujen ongelmien syistä pystytään riittävän luotettavasti arvioimaan.

2. TUTKIMUKSEN TAVOITE

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Järvenpää-talossa koettujen sisäilmaongelmien syyt. Kohteesta tehdyssä sisäilma-/haittailmoituksessa on ilmoitettu, että henkilökunnalla ja asiakkailta on havaittu sisäilmaan liittyvää oireilua mm. päänsärkyä, silmien punoitusta/kirvelyä, jatkuvaa nuhaa ja hengitysvaikeuksia. Ongelmat liittyivät varsinkin Sibeliussaliin. Lisäksi eripuolella rakennusta on havaittu hajua, mm: kokoushuoneet 1-4, Venny-kabinetti, esiintyjälämpiö ja kellarin käytävä väestösuojan vieressä. Lisäksi valituksia on tullut myös liian korkeista lämpötiloista Sibeliussalissa ja näyttämöllä. Tutkimukset kohdistettiin erityisesti alueille, joissa ongelmia on koettu.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimukset sisälsivät sekä rakenneteknisiä että sisäilmaan liittyviä kuntotutkimuksia, joiden avulla selvitettiin mahdolliset sisäilman epäpuhtauksiin liittyvät syyt. Pinnoilta tehtiin kosteuskartoitukset kosteudentunnistimella. Alapohjan lattiapinnoitteen alapuolisen kosteustilannetta selvitettiin viiltomittauksin. Betonirakenteiden kosteusmittauksia tehtiin porareikämittauksin.

Tutkimuksissa käytettäviä mittausmenetelmiä olivat:

- pinnoilta tehtävät kosteuskartoitukset kosteudentunnistimella

- tarvittavat alapohjan lattiapinnoitteen alapuolisen kosteustilanteen selvittäminen viiltomittauksin
- tarvittavat betonirakenteiden kosteusmittaukset porareikämittauksin
- paine-eromittaukset ulkoilman ja tutkittavien tilojen välillä
- sisäilman VOC/TVOC (haihtuvat orgaaniset yhdisteet) määrittäykset neljästä tilasta
- sisäilman mikrobinäytteenotto neljästä tilasta
- rakenneavaukset ja materiaalinäytteet rakenteista

Sisäilman olosuhteet (lämpötila, suhteellinen kosteus, CO₂- pitoisuus) mitattiin tallentavana mittauksena 2 viikon mittausjaksolla. Hetkelliset paine-eromittaukset tehtiin ulkoilman ja tutkittavien tilojen välillä. Sisäilman VOC/TVOC (haihtuvat orgaaniset yhdisteet) mitattiin neljästä tilasta, analyysina TVOC tolueenina (TD-GC-MSD/FID), yksikkö µg/m³, menetelmä ISO 16000–6:2011.

Sisäilman mikrobinäytteenotto suoritettiin neljästä tilasta 6-vaihekeräimellä, mittaus toistettiin samoista tiloista viikon päästä ensimmäisestä mittauksesta. Rakenteista ja sisäilmasta otetuista näytteistä tehtiin seuraavia laboratorioanalyyskejä: materiaalin mikrobivaurioitumisen selvittäminen laimennossarjamenetelmällä (elinkykyisten mikrobien määrä ja lajistot) ja materiaalin mikrobikasvuston olemassaolon selvittäminen mikroskopoimalla ja sisäilman mikrobien selvittäminen 6-vaihekeräimellä otetuista ilmanäytteistä laimennossarjamenetelmällä (elinkykyisten mikrobien määrä ja lajistot). Mineraalivillakuitujen esiintymistä selvitetiin kahden viikon laskeumasta geeliteipin avulla.

Pölyn koostumusta selvitetiin muovipussiin pyyhkäisemällä kerätyistä näytteistä.

4. TULOSTEN KÄSITTELY

Kellariteatterin ulkoseinän vierustalla ja kellariteatterin sosiaalitilassa (keittiö) havaittiin lattioissa kosteutta kosteudentunnistimella kartoitettaessa. Kosteutta havaittiin myös kellariosan käytävän lattiassa (005) sekä väestönsuojan suojahuoneen / pukuhuoneen lattiassa. Kosteushavaintoja tarkennettiin alapohjan betonilaattaan tehdyillä ns. porareikämittauksilla. Kellarikerroksen lattioissa havaittiin selvästi kohonnutta kosteutta kellariteatterin lattiassa ulkoseinän vierustalla, käytävän 005 lattiassa sekä väestönsuojan suojahuoneen / pukuhuoneen lattiassa, missä kosteutta havaittiin myös lattianmuovimaton alla

viiltomittauksella. Tehdyt kosteushavainnot viittaavat siihen, että rakennuksen ulkopuolisessa kosteuden hallinnassa on puutteita.

Otetuista neljästä kuitulaskeumanäytteestä kolmen näytteen kuitupitoisuus ylitti lievästi mineraalivillakuiduille annetun viitearvon 0,2 kuitua/cm² (viitearvon ylittävät mineraalivillakuitupitoisuudet olivat 0,3- 0,4 kuitua/cm²). Sibeliuksen salin mineraalivillakuitujen lähteeksi todettiin alapuolella oleva tuloilmakammio sekä ilmanvaihtojärjestelmässä olevat ns. reikäpeltiosat.

Sisäilman VOC/TVOC-pitoisuudet määritettiin neljästä huonetilasta, joissa on käyttäjien havainnon mukaan ollut epäily sisäilman laadusta. Kaikissa otetuissa näytteissä TVOC-pitoisuus oli alhaisella tasolla, eikä yksittäisten yhdisteiden pitoisuus näytteissä viitannut sisäilman epäpuhtauksiin.

Paine-eromittauksissa todettiin kokoustilojen olevan selkeästi olevan alipaineisia ulkoilmaan nähden, varsinkin öisin ja viikonlopun aikaan, jolloin tuloilma määrää rajoitetaan. Tiloissa oleskelevien altistumisen kannalta asialla on erittäin suuri merkitys, koska rakenteissa havaitut mikrobit ja niiden aineenvaihduntatuotteet pääsevät voimakkaan alipaineen vaikutuksesta siirtymään sisäilmaan.

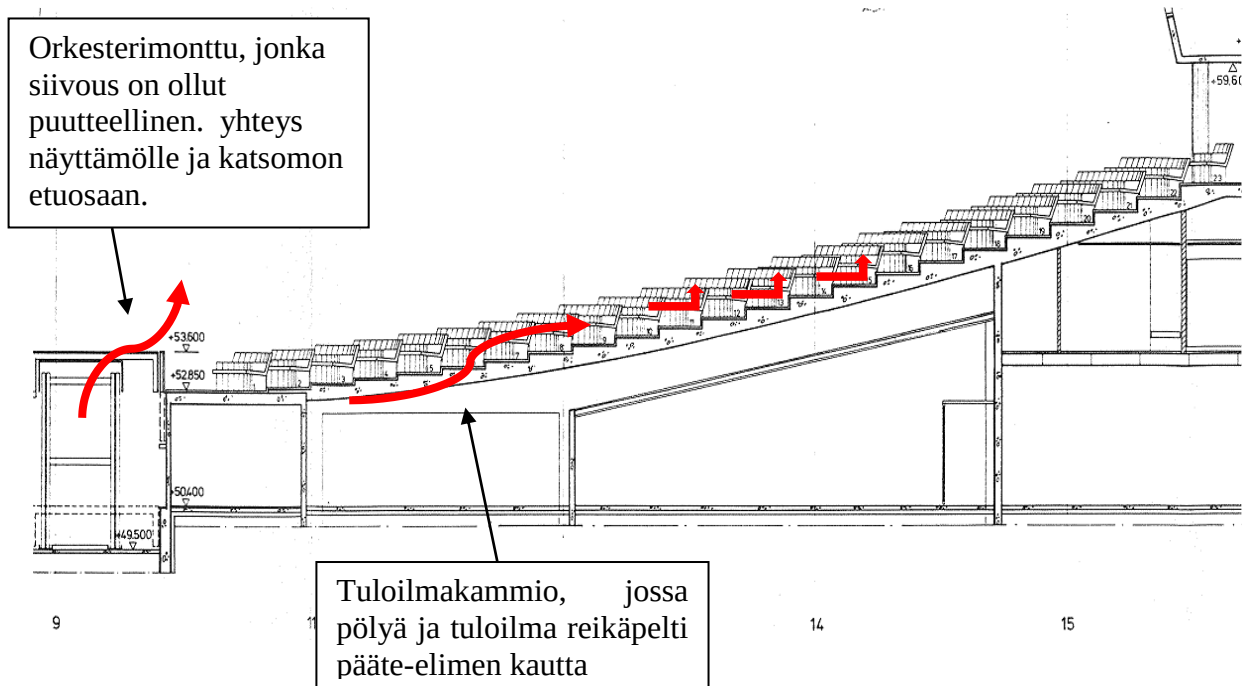
Pitkäaikaisseurantana tehdyissä lämpötilamittauksissa ei havaittu olennaisia poikkeamia. Mittausten jälkeen saatiin tieto, että ilmanvaihtojärjestelmässä oli ollut anturivikoja, jotka todennäköisesti ovat olleet syynä lämpötilan nousuun. Viat oli korjattu ennen pitkäaikaismittauksia.

Kokoushuoneesta 4 havaittiin korkea sieni-itiöpitoisuus ja *Aspergillus versicolor* sieni-itiöitä ja aktinomykeettejä. Muissa sisäilman mikrobinäytteissä ei havaittu poikkeavasti mikrobeja. Myös ko. tilan ulkoseinästä otetussa materiaalinäytteessä havaittiin selkeää mikrobikasvua.

5. MUUT SISÄILMAN EPÄPUHTAUSLÄHTEET

Rakennuksen 1. ja 2. kerroksessa on ikkunoiden alapuolella patterisyyvennyksiä, joiden päällä on puu- tai teräsrilät. Ritiöitä on hankala irrottaa mm. siivouksen yhteydessä. Mm. Juhani Aho-salissa patterisyyvennysten rilit on ruuvattu kiinni ja ruuvien reikien kohdalla on lakkaa niin, että ruuveja ei saa avatuksi. Patterisyyvennyksiin kertyy pölyä yms. epäpuhtauksia. Pöly leviää sisäilmaan pattereiden lämmitessä ja kierrättäessä ilmaa.

Sibelius-salin alla oleva tuloilmakammio on erittäin pölyinen ja sitä käytetään varastotilana. Tilassa maalataan myös teatterilavasteita. Tuloilmakammioista tuloilma ohjataan suoraan suodattamattomana katsomon penkkien alle, eli tuloilman mukana pöly, mineraalivillakuidut ja mm. maalin hajut pääsevät suoraan katsomoon. Lisäksi ns. orkesterimontusta on suora yhteys katsomon ja näyttämön sisäilmaan. Montussa havaittiin paljon pölyä, joka voi kulkeutua näyttämön ja katsomon etuosan sisäilmaan.



Kuva 1. Tuloilmakammion ja orkesterimontun yhteys katsomoon ja näyttämölle

6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA KORJAUSTOIMENPIDESUOSITUKSET

Yhteenveto kohteessa tehdyistä havainnoista ja korjaustarpeista:

- Ilmanvaihdossa paljon ongelmia
 - Säädot sekaisin
 - Paine-ero selkeästi alipaineinen
 - ELY-hanke saatava pikaisesti päätöksen
 - Kuituongelma
 - Puhtaus, erityisesti tuloilmakammion pölyisyys ja väärä käyttö

- IV:n osalta kokonaisuus saatava hallintaan ja korjaukset olisi hyvä tehdä ELY-hankkeen töiden yhteydessä
- Kellarikerroksen muovipinnoitetuissa lattioissa on kosteutta → ulkopuolisen kosteuden hallinnan korjaus suunnitelmallisesti alkaen salaojien ja maanvastaisten rakenteiden erillisellä kuntotutkimuksella ja sen jälkeen pinnoitteiden vaihto.
- Kokoustiloissa ja kellariteatterissa korjausta vaativia kosteusvaurioita
- Siivouksen taso on puutteellinen mm. orkesterimonttu, josta suora yhteys näyttämölle sekä patterisivennykset isojen lasiseinien kohdilla → sovittava menettelytapa säännöllisestä siivouksesta
- Homeenhajun/mikrobien siirtyminen maanalaisesta yhdyskäytävästä on yksi selkeä syytekijä kellarikerroksen homeen hajuun
- Yläkerran kokous- ja kabinettitilojen kattolyhtyikkunoiden ongelmat → korjaus ja rakenteiden kunnon jatkoselvitykset
- Julkisivun ikkuna- ja oviliittymien sekä vesikaton suojapellitysten epätiiveys
- Istutusaltaiden korjaukset

7. KIITOKSET

Haluamme kiittää Järvenpään kaupunkia ja Mestaritoiminta Oy/Antti Rättyä ja Raksystems Insinööritoimisto Oy:tä sekä työmme ohjaajia.

8. LÄHDE-/KIRJALLISUUSLUETTELO

Asumisterveysasetus. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus, 23.4.2015. Saatavana: <http://stm.fi/documents/1271139/1408010/Asumisterveysasetus>

Asumisterveysopas. (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1, soveltamisopas 3. korjattu painos 2009).

Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 28. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. luonnos 2015.

Rakennustieto Oy, Rakennustietosäätiö RTS. RT 14-10984, Betonin suhteellisen kosteuden mittaust, helmikuu 2010.

Keinänen H. Hyvät tutkimustavat betonirakenteiden lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointi. Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate Itä-Suomen yliopisto Kuopio 2013. Opinnäytetyö.

VANHAINKOTIKÄYTÖSSÄ OLLEEN RAKENNUKSEN SISÄILMASTO- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Saija Hokkanen
Insinööritoimisto Hokkanen Oy

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen kohteena oleva vuonna 1987 rakennettu yksikerroksinen tiiliverhoiltu rakennus on ollut koko historiansa ajan ikäihmisten hoivapalvelukäytössä. Rakennuksessa on kymmenen potilashuonetta. Tutkimushetkellä rakennus oli tyhjiään. Käyttäjät olivat poistuneet väistötiloihin. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää mahdolliset rakennuksesta peräisin olevat haittatekijät, jotka vaikuttavat heikentävästi sisäilman laatuun. Tutkimuksissa keskityttiin selvittämään rakenteiden toteutustavat sekä havainnoimaan niissä mahdollisesti olevat vauriot aistinvaraisesti sekä materiaalinäytteiden mikrobianalyysin. Tutkimuksen tarkoituksena oli saada tietoa rakennuksen kunnosta sekä millä edellytyksin rakennusta voidaan turvallisesti käyttää.

1. RAKENNESELVITYKSET

Alapohja ja ulkoseinä rakenteita avattiin rakennustavan toteamiseksi. Avattujen rakenteiden kautta otettiin materiaalinäytteitä mikrobimäärityksiä varten sekä suoritettiin aistinvaraista arviointia. Rakenneavaukset on havainnoitu rakenteittain leikkaus- ja valokuvoin. Tutkimukset on suoritettu ajanjaksolla 11.2.-14.3.2016

1.1. Alapohjarakenteet

Alapohjarakenne, pinnalta katsottuna:	
- muovimatto	
- liima	
- tasoite	
- teräsbetonilaatta 70...80 mm	
- styroksi 50 mm	
- muovi	
- styroksi	
- hiekka	

Kuva 1. Alapohjarakenteen leikkauskuva (ylempi)

Kuva 2. (alempi) Alapohjan rakenneavauksesta

1.2. Ulkoseinärakenteet

Ulkoseinärakenne, sisäpinnalta ulkopintaan katsottuna:	
- maalipinnoite	
- lastulevy	
- kirkas höyrynsulkumuovi	
- puurunko, alaohjauspuun alla huopa sokkelia vasten	
- mineraalivillaeriste 150 mm	
- tuulensuojalevy	
- tiili/puuverhoilu	

Kuva 3. (vasen) Ulkoseinärakenteen leikkauskuva, Kuva 4. (oikea) Valokuva ulkoseinän rakenneavauksesta

1.3. Yläpohjarakenteet

Yläpohjarakenne, vesikatolta alaspäin	
- teräsprofiilipelti	
- ruoteet	
- aluskate	
- tuulettuva yläpohja	
- puhallusvilla 100...250 mm	
- harvalauditus	
- kirkas höyrynsulkumuovi	
- sisäverhouslevy	

Kuva 5. (yllä) Yläpohjarakenteen leikkauskuva, Kuva 6. (alla) Yleiskuvaa yläpohjarakenteista

2. KOSTEUSMITTAUKSET

2.1. Pintakosteusmittaukset

Rakennuksen lattia-, seinä- ja kattopinnat mitattiin pintakosteudenosoittimella. Poikkeavia kosteyslukemia mitattiin asuinhuoneen 7 lattiapinnoilta pesuhuoneen edustalta sekä huoneiden 8 ja 9 WC-tilojen lattiapinnoilta WC-istuimien vierestä. WC-istuimien ympäriltä kastuneiden lattiapintojen todettiin olevan pinta-aloiltaan niin vähäiset, ettei niillä ole heikentävää vaikutusta rakennuksen sisäilman laatuun. Saamiemme tietojen mukaan huoneessa 7 asunut asukas on käyttänyt runsaasti vettä suihkun käytön aikana. Osa vesistä on

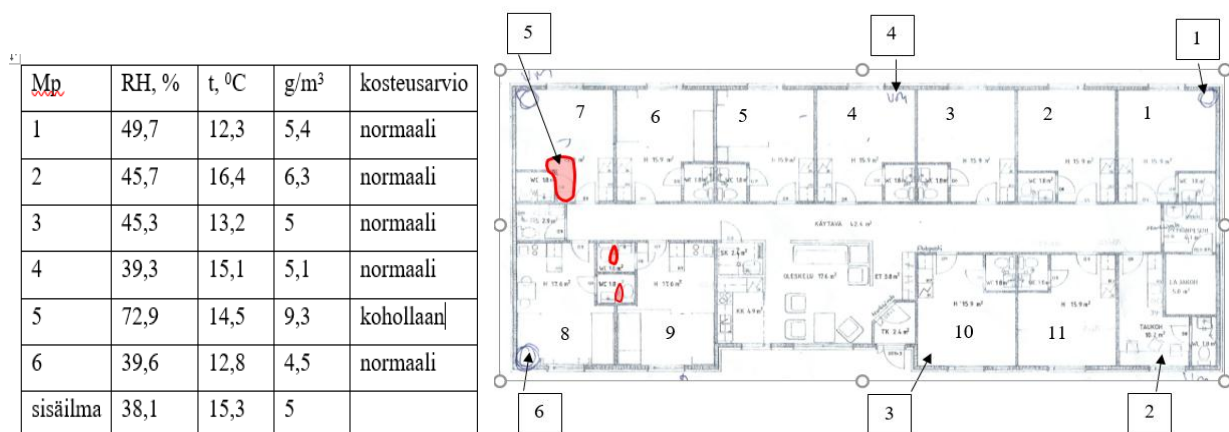
päässyt kulkeutumaan pesuhuoneen kynnyksen yli asuinhuoneen puolelle ja mennyt lattian pinnoitteena olevan muovimaton alle.

2.2. Viiltoimittaukset

Rakennuksen asuinhuoneiden lattioiden pinnoitteena on muovimatto. Muovimaton ja betonin väliseen ilmatilaan suoritettiin suhteellisen kosteuden mittauksia (ns. viiltomittaus). Liimojen ja mattojen suhteellisen kosteuden kriittisenä kosteuspitoisuutena pidetään yleensä 85 %.

Lattiapinnoilta, joilta mitattiin normaaleja pintakosteuslukemia, viiltomittauksen suhteellisen kosteuden mittaustulokset olivat välillä 39...44 % (normaali). Asuinhuoneen 7 kastuneelta lattiapinnalta mitattiin muovimaton alta ilmatilasta muita mittauspisteitä selkeästi korkeampi suhteellisen kosteuden arvo, n. 73 %. Maton alta oli aistittavissa ummehtunut tuoksu.

Seuraavassa taulukossa 1. on esitetty viiltomittauspisteiden tulokset, mittapisteiden sijainnit esitetty pohjakuvassa.



Taulukko 1. (vasen) Viiltomittaustulokset, *Kuva 7.* Pohjakuva, jossa on esitetty mittauspisteiden sijainnit ja kastuneet lattiapinnat

3. PAINE-EROMITTAUS JA AISTINVARAISET HAVAINNOT

Rakennuksen ollessa tutkimushetkellä tyhjiillään, suoritettiin sisäilman paine-eromittaus ulkoilmaan nähden hetkellisenä mittauksena. Rakennuksessa on koneellinen poisto-ilmanvaihto, jota on mahdollista pitää täydellä tai puoliteholla. Käyttäjien poistuttua rakennuksesta ilmanvaihto on asetettu puoliteholle.

Poistoilmanvaihtokoneen ollessa puoliteholla sisäilman paine-eron ulkoilmaan nähden todettiin olevan -7...-8 Pascalia. Käännettäessä poistoilmakone täydelle teholle paine-ero kasvoi -19...-20 Pascaliin.

Rakennuksessa vallitsevilla ilmanpainesuhteilla on merkittävä vaikutus sisäilman laatuun. Liian kovasta alipaineesta ulkovaipan yli saattaa sisäilmaan aiheutua terveys- ja viihtyvyyshaittoja, kuten vetoa, hajuhaittaa, rakenteiden likaantumista sekä ulkovaipan rakenteista kulkeutuvat mikrobien itiöt ja mineraalivillakuidut.

Lattialistoja irrotettaessa havaittiin, että lattian ja seinän liitoskohdassa on paikka paikoin jopa puolen senttimetrin levyinen rako. Raosta oli aistittavissa voimakas kylmä ilmapvirtaus, johon sekoittui hieman maaperämäistä hajua. Kylmän ilmapvirtauksen sekä ilmeisesti hajun kulkeutumista sisäilmaan päin on yritetty estää täyttämällä lattian ja seinän liittymäkohdissa olevat raot uretaanivaahdolla.

Yläpohjan eristeenä on puhallusvilla, jonka todettiin olevan 100...250 mm vahvuinen. Eristemateriaali on mitä todennäköisimmin painunut kasaan ajan myötä.

4. MATERIAALINÄYTTEIDEN MIKROBIANALYYSIT

Materiaalinäytteiden näytteenottopaikat on esitetty seuraavassa pohjakuvassa (kuva 8.). Numerot viittaavat laboratorioanalyysin numerointiin.

Merkkien selitykset:



Kuva 8. Materiaalinäytteiden näytteenottopaikat ja mikrobikasvun määrä.

Alapohja- ja ulkoseinien rakenneavauspisteiden kautta otettiin yhteensä 14 kappaletta materiaalinäytteitä mikrobianalyysyjä varten. Näytteet analysoitiin Mikrobion Oy:ssa Kuopiossa.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Hetkellisissä paine-eromittauksissa rakennuksen sisäilman todettiin olevan voimakkaasti alipaineinen ulkoilmaan nähden. Paine-eron todettiin olevan 18...20 Pascalia huippuimurin ollessa päällä ja huippuimurin ollessa puoliteholla 7...8 Pascalia. Voimakas alipaine repii korvausilmaa seinä- ja alapohjarakenteiden kautta, erityisesti kun rakennuksessa ei ole kuin yksi korvausilmaventtiili. Rakenteiden läpi virtaavaan ilmaan sekoittuu aina epäpuhtauksia rakenteista. Näitä epäpuhtauksia ovat tavanomaisen pölyn lisäksi erilaiset rakenteissa olevat kemialliset epäpuhtaudet sekä rakennuksen ulkovaipan rakenteissa esiintyvät mikrobit ja niiden tuottamat aineenvaihduntatuotteet. Näillä epäpuhtauksilla on merkittävä vaikutus sisätiloissa koettuun ilmanlaatuun.

Rakenteista otettiin materiaalinäytteitä mikrobimäärityksiä varten 14 kappaletta, joista 13 todettiin viittaavan jonkin asteiseen mikrobivaurioon. Käyttäjien kokeman voimakkaan terveydellisen oireilun vuoksi tulisi myös laboratorion analyysilausunnon mukaiset materiaalinäytteet, jotka viittaavat vaurioon tulkita vaurioituneiksi. Rakenneavauspisteissä seinärakenteet olivat kuitenkin kuivat ja silmämääräisesti tarkasteltuna lahovaurioita ei ollut havaittavissa.

Rakennuksen käyttäjät ovat havainneet lattian- ja seinän liitoskohtien kautta sisätilaan kulkeutuvan kylmän ilman. Tätä on yritetty estää uretaanivaahdotiivistyksillä. Rakennuksen sisäilman kylmyyteen vaikuttaa myös yläpohjan lämmöneristekerroksen vähäinen paksuus (10-25 cm).

Ulkoseinärakenteen materiaaleissa havaittujen mikrobivaurioiden ja aistinvaraisten havaintojen (ummehtunut haju ja vetoisuus), suositeltavin sisäilman laatua parantava toimenpide olisi ulkoseinien valesokkelirakenteiden nosto lattianpinnan tasoon. Näin saadaan korjattua kylmän ulkoilman kulkeutuminen sisälle sekä estettyä ulkovaipan materiaalien epäpuhtauksien sekoittuminen sisäilmaan. Lattiapinnoitteiden muovimatoista otetut

materiaalinäytteet viittasivat myös vaurioon. Maton alta oli aistittavissa hieman ummehtunutta tuoksua. Tämän perusteella myös lattiapinnoitteet olisi suositeltavaa uusia.

Kevyempänä korjausversiona voidaan harkita asuinhuoneisiin korvausilmaventtiilien asentamista, joilla saadaan korvausilmaa sisätiloihin hallitusti oikeita reittejä. Rakennuksen ylipaineistamisella ulkoilmaan nähden estettäisiin myös korvausilman kulkeutumista sisään päin ulkovaipan rakenteiden kautta. Tässä vaihtoehdossa tulee tiedostaa sisäilman laatuun vaikuttavat rakenteisiin jäävät riskitekijät.

Kiireellisinä korjaustoimenpiteinä suositellaan sadevesien ohjaamista pois päin rakennuksesta ja asuinhuoneen 7 ja antennivuodon aiheuttamien kosteusvaurioiden korjaamista.

6. LÄHDELUETTELO

Asumisterveysohje. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1. 93 ss.

Asumisterveysopas. 3. korj painos. Sosiaali- ja terveysministeriö (julk.). Ympäristö ja Terveys -lehti, Pori. 2009. 200 ss.

Kosteusvauriotyöryhmän muistio: Kosteusvauriot työpaikoilla. Helsinki 2009. 82 s. Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä.

Opas ongelmien selvittämiseen. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja C 9/2007. 38 ss.

Ratu 82-0239 -kortti: Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku. Menetelmät. Rakennustieto Oy. Helsinki. 2000.

RT 80-10712 -kortti: 'Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot, korjausrakentaminen. Rakennustieto Oy. Helsinki. 1999.

PALVELUTALON KUNTOTUTKIMUS JA EHDOTUS KORJAUSMENETELMISTÄ

Tuukka Korhonen
Polygon Finland Oy

TIIVISTELMÄ

Tutkitussa kohteessa työntekijät sekä tilojen käyttäjät olivat kokeneet sisäilman epäpuhtauksille tyypillistä oireilua. Tämän vuoksi kiinteistöjen (3kpl) kuntoa tutkittiin ja pyrittiin selvittämään oireilun syy. Kiinteistöt oli käyty läpi koulutetun homekoiran avulla ennen kunto- ja kosteusteknisten tutkimuksien suorittamista. Homekoira oli tehnyt laajoja merkintöjä jokaiseen kolmesta kiinteistöstä. Kiinteistöjä tutkittiin aistinvaraisesti, kosteus- ja paine-eromittauksin, rakenneporauksin sekä näytteidenottojen avulla. Tutkimuksien perusteella selvisi, että kaikkien kolmen kiinteistön kantavien väliseinien alaosat sekä niitä ympäröivät lattiapinnat olivat märkiä. Syynä oli kosteuden kapillaarinen nouseminen vahvikeanturan kohdalta, jossa ei ollut riittävää kapillaarikatkoa täyttösoran ja vahvikeanturan välissä. Lisäksi havaittiin lattiapinnoitteiden alla paikoin voimakasta mikrobiperäistä hajua, syynä kapillaarisen kosteuden nousun aiheuttamat vauriot höyrynläpäisevyydeltään tiiviiden muovimattojen alapinnalle. Tutkimustulosten perusteella tultiin siihen johtopäätökseen, että kiinteistöt vaatisivat huomattavia korjaustoimenpiteitä alapohjan osalta, jotta maaperästä nouseva kosteus ei jatkossa aiheuttaisi kiinteistöjen lattiapinnoitteille vaurioita.

1. TUTKIMUSKOHDDE JA TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

1.1. Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuskohteena olivat kehitysvammaisten palvelutalot Päijät-Hämeessä. Rakennukset (3kpl) ovat yksikerroksisia ja rakennettu vuonna 1989. Rakennukset ovat tehty tontiltaan matalahkon mäen loivaan rinteeseen, josta on jouduttu siirtämään rakennusvaiheessa talojen kohdilta pois maamassoja. Paikoitellen pihojen muotoilun takia maanpinta viettää taloja päin. Ulkoseinät ovat tiilirakenteisia, mineraalivillaeristettyjä ja ulkoverhous on pääasiassa tehty tiilivuorauksella. Alapohjarakenne kiinteistöissä on maanvarainen betonilaatta. Yläpohja on puurakenteinen harjakatto, betonitiilikattein. Tilojen ilmanvaihtona on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto.

1.2. Lähtökohta tutkimukselle

Saadun tiedon mukaan henkilökunnalla sekä asukkailla on ollut tiloissa oireilua. Kohteessa oli suoritettu vauriokartoitus koulutetun homekoiran avulla. Homekoira oli tehnyt kiinteistöissä useita merkintöjä. Homekoiran raportti löytyy tämän työn liitteistä. Homekoiran merkinnät ovat esitetty rakennuksittain omissa pohjakuvissaan sekä myös sanallisesti.

1.3. Tutkimuksen tavoite ja raja

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tiloissa koetun sisäilmaongelman syyn aiheuttajaa/ aiheuttajia. Tutkimus painottui aluksi homekoiran merkitsemiin kohtiin, jonka perusteella tehtiin rakennekosteusmittauksia sekä muita rakenteiden kuntoon liittyviä selvityksiä.

1.4. Käytössä olleet asiakirjat

- Kohteen pohja- ja rakennepiirustukset
- Homekoiraraportti talvi 2015

1.5. Tilaajalta, henkilökunnalta yms. saadut tiedot

Kohteella haastateltiin kohteen tilaajaa sekä henkilökuntaa tutkimuksien edetessä. Tilaajalta sekä henkilökunnalta saatujen tietojen mukaan henkilökunnalla on ollut oireita ja ovat kokeneet sisäilman huonoksi.

2. TUTKIMUSMENETELMÄT JA MITTALAITTEET

2.1. Aistinvaraiset arviot sekä käyttäjien havainnot

Aistinvaraisen arvioinnin yhteydessä kiinteistöjä tarkasteltiin silmämääräisesti tehden samalla havaintoja mahdollisista silminnähtävistä vaurioista sekä poikkeavista hajuista tiloissa. Tilojen käyttäjiä (henkilökuntaa) haastateltiin käynnin yhteydessä ja kysyttiin heidän mahdollisia havaintojaan sekä heidän tuntemuksiaan sisäilmasta ja sen laadusta tutkituissa tiloissa.

2.2. Kosteusmittaukset

Kosteusmittauksissa käytettiin pintaindikoinnissa Gannin Hydrotest LG3 pintakosteudenilmaisinta varustettuna B70 mitta-anturilla. Viiltomittaukset lattiapinnoitteiden alta suoritettiin Vaisalan HMP42 mittapäällä, näyttölaitteen ollessa Vaisala HMI 41. Rakennekosteusmittaukset suoritettiin Vaisalan HMP44 ja HMP40S mittapääillä. Näyttölaitteina olivat Vaisalan HMI40 ja HMI41. Kosteutta mitattiin lattian betonirakenteista eri syvyyksiltä, jotta saatiin selville betonirakenteen kosteusjakauma eri syvyyksiltä. Maapohjan hiekkatäyttöä mitattiin Vaisalan HMP46 mittapäällä sekä HMI41 näyttölaitteella.

2.3. Rakenneavaukset

Rakenneavauksia tehtiin lattiarakenteisiin piikkaamalla lattian pintabetonilaattaan aukko, jonka kautta tarkasteltiin lattiarakennetta sekä alapohjan hiekkatäytön koostumusta.

Lisäksi lattioiden muovimattoja arvioitiin aistinvaraisesti viiltomittauksien yhteydessä. Viilloista tarkasteltiin lattian muovimaton alapinnan hajua sekä mahdollisia värimuutoksia liimoissa tai tasoitteissa.

2.4. Mittalaitteet ja laboratoriopalvelut

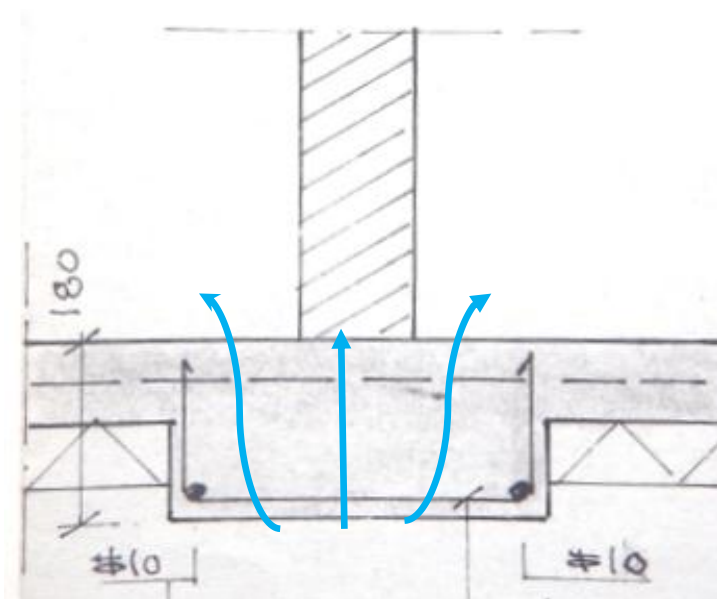
Alla olevassa taulukossa 1 on esitelty tutkimuksissa käytetty mittauskalusto. Tutkimuksissa käytettiin laboratoriopalveluita Työterveyslaitokselta sekä Ramboll Analyticsiltä.

Taulukko 1. Mittauskalusto

Laite/ mittari	Tyyppi/ malli	Huom
Pintakosteusilmaisin	Gann Hydrotest LG3 + anturi Gann B70	Pintakosteusilmaisimella etsitään kosteuseroja rakenteista, ei suoriteta varsinaisia mittauksia. Mittausalue 0-199 (yksiköttömiä lukemia).
Suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittaus	Vaisala HMI40 ja HMI41 (näyttölaitteet) ja mittapääät HMP40S, HMP42, HMP44 ja HMP46	Valmistaja ilmoittaa näyttölaitteen tarkkuudeksi (+20 °C:ssa) suhteelliselle kosteudelle ±0,1 % RH ja lämpötilalle ±0,1 °C. HMP42 mittapään tarkkuus (+20 °C:ssa) suhteelliselle kosteudelle ±2 % RH (0-90 % RH) ja ±3 % RH (90-100 % RH)
Paine-ero loggerit	Dwyer Magnesense ja Produal PEL-N paine-erolähettimeet sekä Gemini TGPR- 0704 (Tinytag) dataloggeri	
Lämpökamera	Flir B40	

3. MITTAUSTULOSTEN TARKASTELU JA YHTEENVETO RAKENNUKSESSA HAVAITUISTA SISÄILMAONGELMISTA

Kohonneita kosteusarvoja tutkimuksissa havaittiin kaikkien rakennusten makuuhuoneiden kynnyksien ja väliseinien kohdalla. Syynä on kosteuden kapillaarinen nouseminen vahvikeanturan kohdalta, jossa ei ole riittävää kapillaarikatkoa täyttöhiekan ja vahvikeanturan välissä (kuva 1). Betonilaatan alta täyttösorasta otettiin maanäyte, josta määritettiin täyttösoran kapillaarisuus. Kapillaarinen nosto sorassa oli yli 350mm, joka ei täytä rakennuksen alapohjan kapillaarikaton materiaalille annettuja laatuvaatimuksia. Kynnysten kohdalla muovimattojen alla oli havaittavissa voimakasta hajua.



Kuva 1. Vahvikeantura ja sen kautta kosteuden siirtyminen kapillaarisesti.

Kohteessa suoritettiin kaikissa rakennuksissa lattian betonilaatan suhteellisen kosteuden mittaaminen eri syvyyksiltä betonilaatasta. Suhteellinen kosteus mitattiin lattian betonilaatasta syvyyksiltä 35mm ja 60mm. Tuloksista oli havaittavissa, että taloissa A ja B lattian betonilaatan suhteelliset kosteudet olivat koholla tai märkiä (RH yli 75%). Talossa C lattian betonilaatan kosteuspitoisuudet olivat hivenen alhaisempia verrattuna muihin kiinteistöihin.

Kaikkien rakennuksien pesuhuoneiden teknisen käyttöiän havaittiin olevan loppumassa. Pesuhuoneiden laatta- ja silikonisaumoissa oli havaittavissa rakoilua sekä tummumista. Paikoin lattioissa oli silmämääräisesti epätiiviitä vanhojen käsitukien kiinnityspulttien reikiä. Tyypillinen vedeneristämättömän pesuhuoneen tekninen käyttöikä on noin 15-20 vuotta (RT 18-10922. 2008)

Ulkoseinien ja lattian rajoissa havaittiin kaikissa tutkituissa rakennuksissa epätiiveyksiä. Korvausilmaa pääsee tällöin kulkeutumaan epäpuhtaasti rakenteiden läpi sisäilmaan.

Rakennuksien ulkopuolilla oli havaittavissa sokkeleissa kosteuden aiheuttamia jälkiä. Sokkeleita ei ole eristetty kosteudelta esimerkiksi patolevyillä tai bitumihuovilla. Tällöin ympäröivän maan kosteus pääsee aiheuttamaan kosteusrasitusta sokkelirakenteisiin. Sadevesiä oli ohjattu erillisillä muoviputkillä syöksytorvien päistä pois päin rakennuksista, mutta aiemmin vedet ovat laskeneet syöksytorvista perustuksen vierille. Salaojituksen kunnosta ei ollut tarkkaa tietoa tilaajalla.

4. JATKOTOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Jatkotoimenpide-ehdotuksena kohteessa suositellaan kaikkien kiinteistöjen havaittujen vaurioiden ja puutteiden sekä lattiarakenteen / alapohjarakenteen korjaamista erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti. Alapohja ongelman ratkaiseminen ei ole yksinkertaista, koska liian hienojakoisten maamassojen vaihto talojen alta on käytännössä mahdotonta ilman lattioiden betonilaattojen poistamista kokonaan. Myös kosteuden kapillaarisen nousun ehkäisevät toimenpiteet ovat hankalasti toteutettavissa ja niiden pitkäaikaisemmasta käytöstä ei ole vielä riittävästi tutkittua tietoa. Kapillaarisen kosteuden nousun ehkäisemiseen tarkoitetut korjaustuotteet kuitenkin antavat mahdollisuuden ns. koekorjaukselle, jossa esimerkiksi yhteen kiinteistöistä tehtäisiin korjaustoimenpiteet näiden tuotteiden avulla. Korjaustoimenpiteiden jälkeen rakenteiden kosteusteknistä käyttäytymistä tarkasteltaisiin tietyn ajanjakson ajan. Kertyvien kokemusten perusteella voitaisiin tehdä tarkasteluja korjauksiin käytettyjen tuotteiden toiminnasta ja oliko koekorjauksista hyötyä havaitun ongelman ratkaisemisessa. Kustannuksiltaan koekorjaus on kuitenkin vielä selkeästi edullisempi vaihtoehto verrattuna esimerkiksi kokonaan uuden kiinteistön rakentamiseen. Mikäli havaitaan, että tuotteista ei ole hyötyä tai että ne eivät toimi rakenteessa suunnitellulla tavalla, voitaisiin tämän jälkeen harkita kiinteistön ongelmalliseksi havaitun rakenteen tai koko kiinteistön purkamista.

5. KIITOKSET

Haluan kiittää työnantajaani Polygon Finland Oy:tä sekä lähimpiä esimiehiäni Hannu Kärkeä ja Janne Soinia mahdollisuudesta suorittaa rakennusterveysasiantuntijakoulutus työni ohessa. Lisäksi haluan kiittää erityisesti puolisoani Essiä sekä perhettäni kaikesta tuesta opintojeni aikana. Suurkiitos myös opinnäytetyön ohjaajalle Rauno Nordmanille. Kurssikavereille kiitokset mukavista opiskeluhetkistä.

6. LÄHDE-/KIRJALLISUUSLUETTELO

Leivo V, Rantala J. Maanvastaiset alapohjarakenteet – kosteustekninen mitoittaminen ja korjaaminen. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Talonrakennustekniikan julkaisu 121, 2002.

Merikallio, T. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Rakennustieto Oy 2012.

RT 18-10922. Kiinteistöjen tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot. Rakennustieto Oy. 2008.

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

Ympäristöministeriö. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Rakennetun ympäristön osasto. Määräykset ja ohjeet 2012.

VANHUSTENPALVELURAKENNUKSEN SISÄILMA- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Peter Rosenholm
Oy SanCon Finland Ab

TIIVISTELMÄ

Rakennuksen käyttäjät olivat pidemmän aikaa huomauttaneet huonosta sisäilmasta ja ongelmista, joita rakennuksessa oleskelu aiheuttaa. Sisäilmastokyselyn tulosten mukaan ihmisillä esiintyi erilaisia oireita ja vaivoja, kuten silmien kutinaa, nuhaa, yskää, hengitysvaikeuksia ja ihottumaa.

Tutkimusten tavoitteena oli selvittää sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä, rakenteiden kuntoa ja mahdollisten haitallisten aineiden esiintyvyyttä rakennuksen eri osissa. Tarkastustulosten perusteella laaditaan toimenpidesuositukset korjaussuunnitelman pohjaksi. Raportointi tapahtui ympäristöministeriön työstettävänä olevan ”Rakennusten kuntotutkimusopas” (Ympäristöopas 28, luonnosversio) -raporttimallin mukaisesti. Tarkastustulosten perusteella arvioitiin sisäilman epäpuhtauksien haitallisen altistuksen todennäköisyyttä Työterveyslaitoksen neliportaisen riskinarvioinnin (”Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämisessä, 2016”) avulla.

1. ENNAKKOTIEDOT JA KOHTEEN KUVAUS

Tutkimusten yhteydessä oli saatavilla runsaasti ennakkotietoa, yksityiskohtaisia piirustuksia ja rakennusselostuksia rakennusvaiheesta. Lisäksi käytettävissä oli kunnostukseen ja lisärakentamiseen liittyviä asiakirjoja. Saatavilla oli myös aiemmin tehtyjen tutkimusten ja kosteusmittausten tuloksia. Mahdollisuus hyödyntää näitä tietoja helpotti merkittävästi kuntotutkimuksen suorittamista.

Rakennus on rakennettu yksikerroksiseksi vuosina 1968–1969 (A-, B- ja C-osat). Lisärakennus on tehty vuosina 1999–2000 (D-osa ja osittain A-osan keittiö ja ruokasali) niin ikään yksikerroksiseksi liittäen se olemassa olevaan rakennukseen. Koko rakennuksen pinta-ala on noin 2 250 m². Kantavat rakenteet ovat betonia ja tiiltä. Alapohja muodostuu maanvaraisesta pohjalaatasta, eristyskerros on solumuovia tai vuorivillaa, ja lattia on

eristyskerroksen päälle valettu. A-, B- ja C-osien yläpohjat ovat paikalla valettua betoniholvia, kun taas D-osassa on käytetty ontelolaattoja. Ulkoseinissä on suurimmalta osin tiili-villa-tiili-rakenne, ja ulkoseinien alaosassa on tiili-villa-betoni-rakenne (korkea sokkeli). Julkisivut ovat puhtaaksimuuratut, ja ikkunoiden yläpuolella on julkisivupellitys. A-, B- ja C-osien vesikatto on uusittu vuosina 1984–1985, jolloin se muutettiin tasakatosta harjakatoksi, jossa on vesikatteena konesaumattu pelti. Vanha tasakatto kattahuopineen on jätetty uuden vesikattorakenteen alle. Ilmanvaihto koostuu koneellisesta tuloilmasta täydennettynä raitisilmaventtiilien kautta tulevalla korvausilmalla ja koneellisesta poistoilmasta ilman lämmön talteenottoa, huippuimuria käyttäen.

2. TUTKIMUKSET

Tutkimuksissa käytettiin apuna mittauksia, aistinvaraista havainnointia, rakenteiden avaamista ja näyteanalyyssejä. Osana tarkastustöitä tarkastettiin ilmanvaihtojärjestelmät, koska ilmanvaihto on merkittävin tekijä hyvien sisäilmaolosuhteiden kannalta. Muiden LVI-järjestelmien yleinen kunto ja ikä määritettiin. Tarkastuksia tehtiin koko kiinteistössä sekä sisä- että ulkopuolella. Työterveyshuolto on tehnyt henkilökunnalle suunnatun sisäilmastokyselytutkimuksen keväällä 2015, ja sen tulokset otettiin huomioon tutkimuksissa.

Ennen kuin paikalla aloitettiin tarkastustyöt, tarkasteltiin saatuja piirustuksia (ARK, RAK ja LVIS) ja vanhempien tarkastusten tuloksia. Asiakirjojen perusteella tarkasteltiin, miten rakenteet oli suunniteltu ja oliko kohteessa riskialttiita rakenteita. Kaikissa tiloissa suoritettiin aistinvarainen tutkimus ja mitattiin pintakosteus. Käytävien lattioiden alapuolella olevien putkikanavien silmämääräinen tarkastus suoritettiin tarkastusluukkujen kautta.

Alapohjan, välipohjan ja yläpohjan rakenne ja kunto tarkastettiin rakenneavauksien avulla. Lattiamaton alta mitattiin suhteellinen kosteus (viiltomittaus), ja tarpeelliset rakenteen kosteusmittaukset suoritettiin ns. porareikämenetelmää käyttäen. Rakenteiden eristyskerroksissa suoritettiin lisäksi suhteellisen kosteuden lyhytaikaisia mittauksia. Liimattujen lattiamateriaalien kunto tarkastettiin aistinvaraisesti samalla, kun mitattiin lattiamattojen alla oleva suhteellinen kosteus.

Osastoilta otettiin VOC-ilmanäytteitä rajallisessa määrin. VOC-materiaalinäyte (Bulk) otettiin betonilattiasta mahdollisen kontaminoitumisen toteamiseksi. Tutkituista materiaaleista otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysia varten. Siivouksen tasoa ja pintojen pölyisyyttä arvioitiin

silmämääräisellä tarkastuksella. Huonepölyn koostumus määritettiin pyyhintänäytteiden avulla, ja kuitujen esiintyminen määritettiin teippinäytteiden avulla (2 viikon laskeuma). Jatkuvatoinisilla loggereilla tallennettiin mittaustuloksia rakennuksen eri osissa paine-eroista sekä sisäilman radonpitoisuudesta, hiilidioksidipitoisuudesta, suhteellista kosteudesta ja lämpötilasta.

Ulkoseinien sekä ala-, väli- ja yläpohjan ilmatiiviys rakenteiden liitoksissa ja läpivienneissä tarkastettiin silmämääräisesti. Rakennuksen vaippa (vesikatto ja julkisivut) tarkastettiin silmämääräisesti, julkisivujen tarkastus tehtiin maan tasolta. Maan kaltevuus ja sadeveden poistuminen tarkastettiin silmämääräisesti.

Muiden tarkastusten ohella kartoitettiin haitallisia aineita (asbesti, PAH- ja BTEX-yhdisteet, öljyhiilivedyt ja raskasmetallit). Tutkimusten tulokset on esitetty raportissa, joka sisältää ehdotuksia kiireellisiksi toimenpiteiksi ja ehdotuksia tulevan saneeraus- ja kunnostussuunnitelman pohjaksi.

3. TUTKIMUSTEN TULOKSET

Tutkimusten yhteydessä voitiin todeta, että lattiarakenteissa ja osassa seinärakenteita esiintyy paikoitellen kohonneita kosteusarvoja. Osa lattiarakenteiden todetusta kosteudesta voi mahdollisesti olla rakennuskosteutta, joka on peräisin aikaisemmista kunnostuksista. Joillakin alueilla voi esiintyä mahdollisesti putkivuotoja, sillä C-osan siivouskomerossa ja D-osan keittiössä mitattiin erittäin kohonneita kosteusarvoja. Lisäksi monessa paikassa esiintyy kattovuotoja, ja vuotovesi tunkeutuu useissa kohdin yläpohjan eristyskerrokseen.

Sisätiloissa on eriasteista alipainetta ulkoilmaan nähden. Myös hiilidioksidipitoisuus ja sisälämpötila nousevat ajoittain korkeaksi osissa tiloja, jopa yli sisälämpötilaa koskevan toimenpiderajan. Selitys sisäilmassa todettujen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) poikkeaville pitoisuuksille on luultavasti rakenteiden vaurioista ja tilojen toiminnasta peräisin olevien päästöjen ja puutteellisen ilmanvaihdon välinen yhteys. Toimenpideraja ylittyy joidenkin sisäilmassa olevien yksittäisten haihtuvien orgaanisten yhdisteiden osalta. Mikrobikasvustoa todettiin esiintyvän rakenteissa vaihtelevin määrin. On olemassa vaara, että rakenteissa todettu mikrobien kasvu heikentää sisäilman laatua. Vaurioituneiden alueiden ja sisätilojen välissä on ilmavuotoja ja sisällä vallitsee alipaine ulkoilmaan nähden.

Rakennuksessa esiintyy asbestia ja muita haitallisia aineita. Normaalissa käytössä niiden leviämiskirsi sisäilmaan on hyvin rajallinen.

Ilmanvaihto ei toimi tällä hetkellä niin kuin sen on suunniteltu toimivan. Tiloihin ei saada riittävästi korvaavaa raitisilmaa suhteessa poistoilmamäärään. Osissa tiloja ilma ei vaihdu riittävästi. Suuri osa korvausilmasta tulee luultavasti rakenteissa olevien epätiiviyksien kautta.

Suoritetun tarkastuksen ja suoritettujen analyysien perusteella voidaan todeta, että haitallinen altistuminen sisäilman epäpuhtauksille on todennäköistä.

4. PÄÄTELMÄT

Suoritettujen tarkastusten ja saatujen analyysivastausten perusteella voidaan todeta, että rakennuksessa todettujen vaurioiden ja rakennuksen käyttäjien kokemien haittojen välillä voi olla yhteys. Ilmoitetut viitearvot ja sisäilmaolosuhteiden toimenpiderajat ylittyvät VOC-päästöjen, sisälämpötilan ja ilmanvaihdon ilmamäärien osalta. Rakenteissa todettiin mikrobikasvustoa ja niiden leviämiskirsi sisäilmaan todettiin. Mitä kosteusongelmaan tulee, kunnostetussa C-osassa ja lisärakennetussa D-osassa voitiin todeta enemmän kosteusvaurioita kuin A- ja B-osissa, vaikka B-osassa ihmiset kokivat muita osia enemmän oireita. B-osassa esiintyy kuitenkin erityyppisiä rakenteita, joita ei ole esimerkiksi C- ja D-osissa. Reagointi erilaisiin altistuksiin on yksilöllistä, ja altistuksen tulee katsoa olevan kaiken altistuksen summa, ei pelkästään erillisten altistusten.

Erikseen tehdyn kartoituksen perusteella voidaan todeta, että rakennuksessa esiintyy sekä asbestia että muita haitallisia aineita. Leviämiskirsi sisäilmaan on hyvin rajallinen normaalissa käytössä. Saneeraus- ja kunnostustöiden yhteydessä leviämiskirsi on kuitenkin hyvin suuri, mikä tulee ottaa huomioon erillisessä purkusuunnitelmassa sekä pölyhallintasuunnitelmassa.

Laajan ja kattavan saneerauksen ja peruskunnostuksen tekeminen on suositeltavaa, jotta erilaiset todetut, sisäilmaan negatiivisesti vaikuttavat tekijät voidaan poistaa. Kaikki toimet vaativat erillisen suunnittelun. Koska toimenpidetarve on hyvin suuri, lähes 100 %, myös purkamista ja uudisrakentamista suositellaan yhdeksi vaihtoehtoksi kiinteistön saneeraamiselle ja kunnostamiselle. Arvioitaessa erilaisia vaihtoehtoja tulee ottaa huomioon eri näkökulmia, mm. nykyisen kiinteistön muutos- ja käyttömahdollisuudet, kummankin

vaihtoehtoon lämpö- ja käyttötaloudelliset näkökulmat, kokonaiskustannukset mukaan lukien väistötilat saneerauksen yhteydessä ja purkamiskustannukset uudisrakentamisen yhteydessä.

5. KIITOKSET

Suuri kiitos tarkastuksen tilaajalle sekä tutkimuskohteen henkilökunnalle ja asukkaille. Työ sujui joustavasti henkilökunnan ja asukkaiden joustavuuden ansiosta, vaikka tutkimukset häiritsivät normaalia toimintaa. Kiitos yhteistyöstä vielä kerran.

6. LÄHDE-/KIRJALLISUUSLUETTELO

Asumisterveysohje 2003. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. Sosiaali- ja terveysministeriö. [verkkosivu] [23.5.2016]. Saatavissa: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/74660/Opp200302.pdf?sequence=1>

Asumisterveysasetus 2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Sosiaali- ja terveysministeriö. [verkkosivu] [23.5.2016]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2015/20150545>

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016.

Osa I Asumisterveysasetuksen pykälät 1-10. Valvira. [verkkosivu] [23.5.2016]. Saatavissa: <http://www.valvira.fi/documents/14444/261239/Asumisterveysasetuksen+soveltamisohje/ac8d5e16-97be-456c-9c9c-ce8560f2092e>

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016.

Osa III Asumisterveysasetuksen pykälät 14–19. Valvira. [verkkosivu] [23.5.2016]. Saatavissa: <http://www.valvira.fi/documents/14444/261239/Asumisterveysasetuksen+soveltamisohje+osa+III.pdf/997eeca1-53f7-4d4e-bb7a-df6ef7ee0e9c>

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016.

Osa IV Asumisterveysasetuksen pykälä 20. Valvira. [verkkosivu] [23.5.2016]. Saatavissa: <http://www.valvira.fi/documents/14444/261239/Asumisterveysasetuksen+soveltamisohje+osa+IV.pdf/cdfaaa39-d2e5-4bd6-b9e9-6d9c0f60bfff>

Asumisterveysopas 3. korjattu painos. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (STM:n oppaita 2003:1) soveltamisopas. Ympäristö ja Terveys-lehti. Pori 2009.

Suomen rakentamismääräyskokoelma C2. Kosteus määräykset ja ohjeet 1998.

Ympäristöministeriö. [verkkosivu] [23.5.2016].

Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2s.pdf>

Suomen rakentamismääräyskokoelma D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto

Määräykset ja ohjeet 2012. Ympäristöministeriö. [verkkosivu] [23.5.2016]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012__Svenska.pdf

Terveydensuojelulaki (763/1994) [verkkosivu]. [23.5.2016].
Saatavissa: <http://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/1994/19940763>

Lausuntopyyntö luonnoksesta rakennusten kuntotutkimusoppaaksi. Kappale 3, Tutkimuksen toteutus. (Ympäristöopas 28-luonnosversio) [verkkosivu]. Ympäristöministeriö. [23.5.2016].
Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Lausuntopyynnot_ja_lausuntoyhteenvedot/2015/Lausuntopyynto_luonnoksesta_rakennusten_\(32552\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Lausuntopyynnot_ja_lausuntoyhteenvedot/2015/Lausuntopyynto_luonnoksesta_rakennusten_(32552))

Lausuntopyyntö luonnoksesta rakennusten kuntotutkimusoppaaksi. Liite 4, Malliraportti. (Ympäristöopas 28-luonnosversio) [verkkosivu]. Ympäristöministeriö. [23.5.2016].
Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Lausuntopyynnot_ja_lausuntoyhteenvedot/2015/Lausuntopyynto_luonnoksesta_rakennusten_\(32552\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Lausuntopyynnot_ja_lausuntoyhteenvedot/2015/Lausuntopyynto_luonnoksesta_rakennusten_(32552))

RIL 107-2012, Rakennusten veden ja kosteuseristysohjeet, Suomen Rakennusinsinöörien liitto ry 2012. Helsinki 2012.

RIL 255-1-2014, Rakennusfysiikka 1. Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset. Suomen Rakennusinsinöörien liitto ry. Helsinki 2014.

Työterveyslaitoksen kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin. 10.6.2016. [verkkosivu]. [17.6.2016].
Saatavissa:
http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/Documents/sisaympariston_viitearvoja.pdf

SISÄILMAONGELMAISEN RINTAMAMIESTALON KUNTOTUTKIMUS JA KORJAUSSUUNNITELMA

Mäkitalo Mika
AT-rakennus Oy

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rintamamiestalon keskikerroksessa ilmenevä sisäilmaongelma. Tutkimustulosten perusteella laadittiin korjaustoimenpidesuositukset kohteen korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi sekä korjaussuunnitelma.

1. TUTKIMUSKOHTEN KUVAUS

Talo on valmistunut 1949. Ulkoseinärakenteena on puurunko sahanpurulla eristettynä ja vinovuorilaudoilla tuettuna. Ulkoseinän ulkopinnassa on lastuvillalevyn päälle rapattu hierretty pinta ja sisäpuolelle on myöhemmin vuonna 2000 lisäeristetty 50 mm koolaus ja kipsilevy tapetoituna. Ilmanvaihtona rakennuksessa on painovoimainen ilmanvaihto.

Vuonna 2007 on havaittu sisäilmaongelma kellarissa ja ulkoseinien rakenteet on korjattu vuonna 2009 poistamalla vanhat eristeet ja koolaukset. Nämä ovat rakennettu uudelleen siporex-rakenteisena. Ilmanvaihtoa sekä korvausilman saantia on parannettu. Vuonna 2013 on havaittu sisäilmaongelma yläkerrassa. Tässä yhteydessä on rakenteet avattu ja korjattu koko yläkerran osalta. Vaurioituneet eristeet ja rakenteet ovat poistettu ja uusittu. Aukkaat ovat havainneet vielä myöhemmin syksyllä vuonna 2013 lievää sisäilmaepäilyä keskikerroksessa, jossa rakenteisiin ei ollut vielä puututtu tai tutkittu.

2. TUTKIMUSVÄLINEET JA – MENETELMÄT

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteusilmaisinta. Rakenteiden ilmapirtausten suuntia tarkasteltiin merkkisavun avulla. Rakennneosien välisen ilmatiiviyyden tutkimukseen käytettiin kalibroitua tiiviysmittauslaitetta. Ilmamäärien ja paine-erojen tutkimiseen käytettiin paine-eromittaria. Ilmavuotojen paikannuksessa rakenteista, käytettiin tiiveysmittauksen aikana lämpökameraa. Rakenteiden kuntoa tarkastettiin keskikerroksen osalta aistinvaraisesti sekä tekemällä kaksi 70mm porareikää, joista tarkastettiin ulkoseinän rakennekerrokset sekä otettiin materiaalinäytteet

purueristeestä mikrobianalyysiä varten. Tarkastelussa käytettiin hyväksi aiempien remonttien työmaapäiväkirjoja ja valokuvia rakenneavauksista sekä havaituista vaurioista.

3. RAKENNUSOSAT

3.1. Ulkoseinät

Rakennuksen ulkoseinä on puurunkoinen ja purueristeinen. Julkisivut ovat rapattuja. Sisäpinnat olivat tasoitettuja ja maalattuja. Ulkoseinät on uusittu yläkerran saneerauksen yhteydessä vuonna 2013. Kellarikerroksen maanvastaisten ulkoseinien rakenne on uusittu vuonna 2009. Keskikerroksen ulkoseinärakenne on lisäeristetty sisäpuolelle vuonna 2000. Rakennuksen väliseinät ovat palomuuria lukuun ottamatta puurunkoisia, purueristeisiä vaakalaudoitettuja levypintaisia seiniä.

3.2. Välipohjat

Ullakkokerroksen välipohjarakenne on avattu auki ja korjattu vuonna 2013. Kaikki mikrobivaurioituneet eristeet ja tervapaperit ovat poistettu sekä kantavat välipohjapalkit mekaanisesti puhdistettu. Lisäksi jäävät rakenteet desinfioitiin Penetrox PF-käsittelyllä ja pinnat imuroitu HEPA-suodattimella varustetulla imurilla harjasuuttimella. Keskikerroksen välipohjarakenne on avattu auki vuonna 2000. Tuolloin kaikkea eristepuraa ei ollut poistettu vaan päällimmäinen 100mm koolaus ja purueristys on uusittu sekä ilmansulkupaperi ja lankkulattia asennettu. Lattioiden pintamateriaalit ovat kuluneet keskikerroksessa. Kellarin märkätilat ovat uusittu vuonna 2012 ja vesieristetty Ardex 8+9 sertifioidulla vedeneristysjärjestelmällä. Keskikerroksen lankkulattia on hyvin kulunut ja olisi tarpeen hioa sekä lakata. Seinien ja ilmapuotojen korjauksen yhteydessä myös lattia tulisi avata ja uusia, jolloin sokkelin ja puurungon välinen ilmapuotoreitti saadaan tiivistettyä ja varmistettua. Myös vanhat purueristeet lattiassa saattavat heikentää sisäilman laatua.

3.3. Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Rakennuksen vesikate on uusittu ja pinnoitettu profiilipeltikatteella vuonna 2000. Pellin alla on aluskate ja tuuletusrimat. Rakennuksen lapetikkaat ja kattosilta olivat huterat. Kattosillalta ei päässyt turvallisesti piipun kaikkiin hormoneihin käsiksi. Savuhormeihin oli tehty läpivientikaulukset piipun hatusta läpi, että niiden nuohous on mahdollinen. Ilmahormeja ei nykyisellä järjestelyllä pääsee nuohoamaan. Yläpohjan tuuletusta on parannettu tekemällä tuuletusukot palkkien väleihin vuonna 2013.

4. SISÄILMA JA ILMANVAIHTO

Rakennuksessa on painovoimainen ilmanvaihto. Korvausilmaventtiilejä on lisätty vuonna 2012 tehdyn remontin yhteydessä ja jokaisessa huoneessa on korvausilmaventtiili. Olohuoneessa ja ruokahuoneessa on MobAir 2010 esilämmittävät korvausilmaventtiilit. Lisäksi rakennuksessa on kaksi tulisijaa, joita käytetään talon lämmittämiseen.

Ilmanvaihdon osalta rakennuksessa on jo tehty tarvittavat toimenpiteet korvausilman lisäyksen osalta. Korvausilmaventtiilit on vain pidettävä auki ja tarvittaessa tuuletettava ikkuna-tuuletuksella lisää. Keskikerroksen ulkovaipan ilmavuodot on korjattava ja ilman virtaaminen rakenteen läpi estettävä tiiviyyttä parantamalla.

5. TIIVIYSMITTAUKSET

Mittaus suoritettiin kalibroidulla Retrotec 5000 tiiviysmittauslaitteistolla, johon kuuluu Retrotec 5000 puhallin, Retrotec:in DM-2 paine-eromittari sekä Fantestic mittausohjelmisto. Ilmavuotoja tiiveysmittauksen aikana paikannettiin Flir i5 lämpökameralla. Rakennuksessa pidettiin alipaine ja lämpökameralla paikannettiin rakenteen ilmavuotoja. Rakennuksen ulkovaipan kaikki aukot, ilmanvaihtoaukot ja hormit tukittiin ilmatäytteisillä kumipalloilla tai teippaamalla, jotta voitaisiin mitata rakenteen mahdollisia vuotoja. Tiiviysmittauksen yhteydessä havaittiin keskikerroksen seinärakenteessa selkeitä ilmavuotoja sekä lämpövuotoja. Nurkissa yleisesti pistemäisiä vuotoja, olohuoneen välikaton rajassa, lähellä porrashuoneen nurkkaa sekä keittiön lattian rajassa. Porrashuoneessa isompi vuoto oli sokkelin ja seinän rajassa. Mittausten pohjalta tuloksena saimme ilmanvuotoluvuksi $n_{50} = 3,65 \text{ 1/h}$ ja ilmanvuotoluku $q_{50} = 4,308 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$. Verrattuna uudisrakentamisen tiiviysvaatimukseen, rakennuksen valmistumisvuoteen, tekotapaan ja vastaavien rakennusten tiiviysmittaustuloksiin, voidaan todeta, että rakennuksen tiiviys on jo tyydyttävällä tasolla ilmanvuotoluvun n_{50} ollessa $3,65 (8,0) \text{ 1/h}$ ja $q_{50} 4,308 (8,5) \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$. Pientalojen keskiarvotulokset vastaavissa rakennuksissa on esitetty suluissa.

6. ULKOSEINÄN RAKENNUSFYSIKAALINEN TOIMINTA

Koska ullakkokerroksen osalta on aiemmissa tutkimuksissa ja rakenneavauksissa löydetty hometta ja runsasta mikrobikasvustoa purueristekerroksesta, on rakenteen toiminta selvitettävä rakennusfysikaalisesti. Ulkoseinässä oli sama rakenne, kuin ullakkokerroksessa purettu rakenne vuonna 2012. Rakennetta oli lisäeristetty sisäänpäin 50mm koolauksella ja villalla vuonna 2000.

Materiaalien normaalin lämmönjohtavuus λ_n ja vesihöyrynvastuksen (Z_p) lukuja on saatu useammasta eri lähteestä, kuten Sauli Paloniityn opetusmonisteista, Dick Björkholtzin taulukosta sekä TTY:n tutkimusraportti 129:stä ja valmistajien www-sivuilta. Lappeenrannan alueella pitkän ajan keskiarvo vuoden keskilämpötilasta on $+4,2\text{ °C}$ ja suhteellisen kosteuden keskiarvo RH 80%. Vuosikeskiarvon lisäksi otetaan vertailuna ääriolosuhteiden osalta talvipakkanen -20 °C , RH 95% ja kesältä $+14\text{ °C}$, RH 65%.

Sisäilman kosteus muodostuu ulkoilman suhteellisesta kosteudesta ja sisäilman kosteuslisästä. Kosteuslisä on riippuvainen kosteuden tuotosta ja ilmanvaihdosta sekä tutkittavan tilan tilavuudesta. Normaalissa asuinrakennuksessa kosteuslisä on n. 3 g/m^3 ja ahtaissa, huonon ilmanvaihdon huonetiloissa $>4\text{ g/m}^3$. (Paloniitty luentomoniste) Kosteuslisänä tässä kohteessa voitaneen käyttää 5 g/m^3 , koska ilmanvaihto on luonnollinen ja nelihenkisessä perheessä on kaksi nuorta tyttölasta ja kaksi koiraa. TTY:n professori Juha Vinha on väitöskirjassaan todennut 5 g/m^3 olevan hyvä suunnitteluarvo tämän kaltaisissa kohteissa.

6.1. Laskukaavat

Saadaksemme selvitettyä diffuusiokosteuden kulkeutumisen rakenteessa tarvitsemme seuraavat kaavat:

- Kokonaislämmönvastus	$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 \dots + R_{se} [\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}]$
- Materiaalin lämmönvastus	$R_1 [\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}] = d [\text{m}] / \lambda_n [\text{W/K} \cdot \text{m}]$
- Materiaalin suhteellinen lämmönvastus	R_1 / R_T
- Lämpötilan muutos materiaalissa	$(T_{se} - T_{si}) \cdot R_1 / R_T$
- Suhteellinen vesihöyrynvastus	Z_p / Z
- Sisäilman kosteuslisä	$d_v = G / n \cdot V$
- Lämmönläpäisykerroin	$U = 1 / R_T [\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})]$

6.2. Diffuusiotarkastelu

Diffuusiotarkastelussa seuraamme kosteuden liikkumista rakenteessa laskentataulukon avulla ja selvitämme, mihin osaan rakennetta kosteus voi mahdollisesti tiivistyä. Pystyykö se aiheuttamaan mikrobeille sekä homeelle otolliset ja elinkelpoiset olosuhteet. Sisäilman kosteuslisänä on käytetty 5 g/m^3 ulkoilman lämpötilan ollessa alle $+5\text{ °C}$. Vastaavasti kesäajan tarkastelussa kosteuslisänä on käytetty $2,3\text{ g/m}^3$. Pitkäaikaisilla keskiarvolämpötiloilla $+4,2\text{ °C}$, suhteellisella kosteudella RH80% sekä 5 g/m^3 kosteuslisällä purueristeen suhteellinen kosteus pysyy yli 100% eli purueristeeseen saavuttaa kastepisteen olosuhteen. Talvikaudella kastepiste ei muutu purueristeessä. Kesäkaudella RH pääsee laskemaan 71%:iin ja rakenne pääsee kuivumaan. Rakenteen purueriste ei kesäkaudella kuitenkaan pääse kuivumaan

riittävästi ja mikrobivauriolle on kasvun kannalta myönteinen olosuhde suurimman osan vuodesta.

6.3. Kondensoitumisen tarkastelu

Kun lämmin ja kostea ilma tavoittaa kylmän pinnan, alkaa lämpimämpi höyry tiivistyä pinnalla vedeksi ja tätä kutsutaan kondensaatioksi. Tämän rakennuksen purueristekerroksessa ja tervapapereissa tulee useasti edellä mainittu olosuhde. Höyry kondensoituu ja tiivistyy vedeksi kastellen purueristettä sekä puurunkoa aiheuttaen lisää kosteusrasitetta rakenteille.

6.4. Homehtumisen tarkastelu

Laskelmissa ilmenee, että suhteellinen kosteus ulkoseinässä purueristeen kohdin laskee alle 75% vain keskikesällä, kosteuslisän ollessa $2,3\text{g/m}^3$. Muulloin kosteutta on riittävästi, että homehtuminen on mahdollista ja purukerroksen homehtuminen alkaa 2 viikon kuluttua 5 g/m^3 kosteuslisällä. Tähän kun lisätään vielä kondensoitunutta vettä niin suhteellinen kosteus ja homehtumisriski saattavat kasvaa huomattavasti laskettua suuremmiksi.

6.5. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Laskelmilla osoitettuna ulkopuolinen kosteus kulkeutuu diffuusion vaikutuksesta rakenteeseen eikä ehdi sieltä tasaantua tai poistua. Tämä aiheuttaa homehtumiselle ja mikrobikasvulle suotuisat olosuhteet. Lisäksi rakenteeseen pääsee kondensoitumaan tervapapereiden ulkopintoihin ja purujen väliin kosteutta aiheuttaen lisäkuormitusta. Ilmatiiviysmittauksella pystyttiin osoittamaan, että rakenteessa on ilma- ja lämpövuotoja. Rakenteen läpi virtaava ilma kuljettaa mahdollisia epäpuhtauksia ja mikrobeja sisäilmaan.

7. KORJAUS

7.1. Korjaussuunnitelma

Rakennuksessa havaittujen sisäilmaongelmien ja aikaisempien remonttien sekä rakenneavausten pohjalta voimme olettaa, että keskikerroksessa on ulkoseinissä vaurioituneita rakenteita ja ne on korjattava. Suoritetut tutkimukset tukevat edellä mainittua olettamusta. Rakenteet ovat purettava samaan tasoon kuin ullakkokerroksessa eli rungon ulkopuoliseen vinovuorilautaan saakka, sekä vaurioituneet kantavat rakenteet. Jälleenrakennuksessa pyritään samaan sisäpinnan tasoon, mutta sisäpuolen lisäkoolauksen päälle laitetaan vielä Anselmi SPU-levy, jolloin saadaan sisäpuolen ilmantiiveys samalle tasolle kuin ullakkokerroksessa ja parannettua lämmönläpäisykerrointa [U] vastaamaan lähes Suomen rakennusmääräyskokoelman D5 mukaista ulkoseinän lämmönläpäisykertoimen vaatimusta $0,17\text{ W/m}^2\text{K}$.

7.2. Purkutyöstä yleisesti

Korjaus- ja purkutyössä on huomioitava, että purettaessa mikrobivaurioituneita rakenteita on purkutyöntekijät ja ympäristö suojattava ja työ tehtävä Ratu 82-0239 ohjekortin mukaisesti. Korjausalue on osastoitava muoviseinin ja alipaineistettava puhaltimilla. Työntekijöiden tulee käyttää henkilökohtaisina suojaimina P3-luokan suodattimella varustettua puolinaamaria tai moottoroitua kokokasvomaskia

7.3. Osastointi ja kohdepoisto

Keskikerros eristetään kellari- sekä ullakkokerroksesta osastoimalla ja sulkemalla porrashuoneiden aukot suojamuoviseinillä. Keskikerros alipaineistetaan kahdella erillisellä puhaltimella varustettuna H-luokan suodattimilla. Purkutyöstä aiheutuva pöly pyritään pitämään mahdollisimman vähäisenä kohdepoistolla hyödyntäen HEPA suodattimin varustettuja imureita.

7.4. Henkilösuojaimet

Runsaasti pölyävässä purkutyön vaiheessa on henkilöiden suojauduttava kertakäyttöhaalareihin ja käytettävä moottoroitua kokokasvomaskia P3-luokan suodattimilla varustettuna sekä turvajalkineita.

7.5. Rakenteiden korjaaminen ja uusiminen

Jälleenrakentamisessa on kiinnitettävä erityisesti huomiota betonisokkelin ja puurungon välisen rajan tiiviyyteen sekä välipohjan ja seinän liitokseen. Seinäpintojen ja lattian sekä seinä- ja kattorakenteen liittymäkohdat tiivistetään PU-vahvisteisella liimamassalla. Kaikki jäävät pinnat tulee puhdistaa perusteellisesti harjaamalla ja imuroimalla HEPA suodattimin varustetulla imurilla. Tarvittaessa mikrobijälkien desinfiointi suoritetaan hapettamalla.

7.6. Loppusiivous

Korjauksien jälkeinen rakennussiivous on suoritettava erityisen huolellisesti noudattaen Työterveyslaitoksen ohjetta siivouksesta kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen. Kaikki pinnat on imuroitava HEPA suodattimin varustetulla imurilla ja pyyhittävä nihkeällä.

7.7. Korjaustyön valvonta

Vanhan rakennuksen korjaamisessa on aina huomioitava, että purkutyön aikana saattaa paljastua jotain mitä ei ennakolta ole osattu ottaa huomioon. Mikäli muutoksilla on vaikutusta rakenteiden kestävyys tai rakennusfysikaaliseen toimivuuteen tai turvallisuuteen, on niiden vaikutukset otettava huomioon korjausta jatkettaessa.

VALESOKKELIN KORJAUS JA LAADUNVARMISTUS

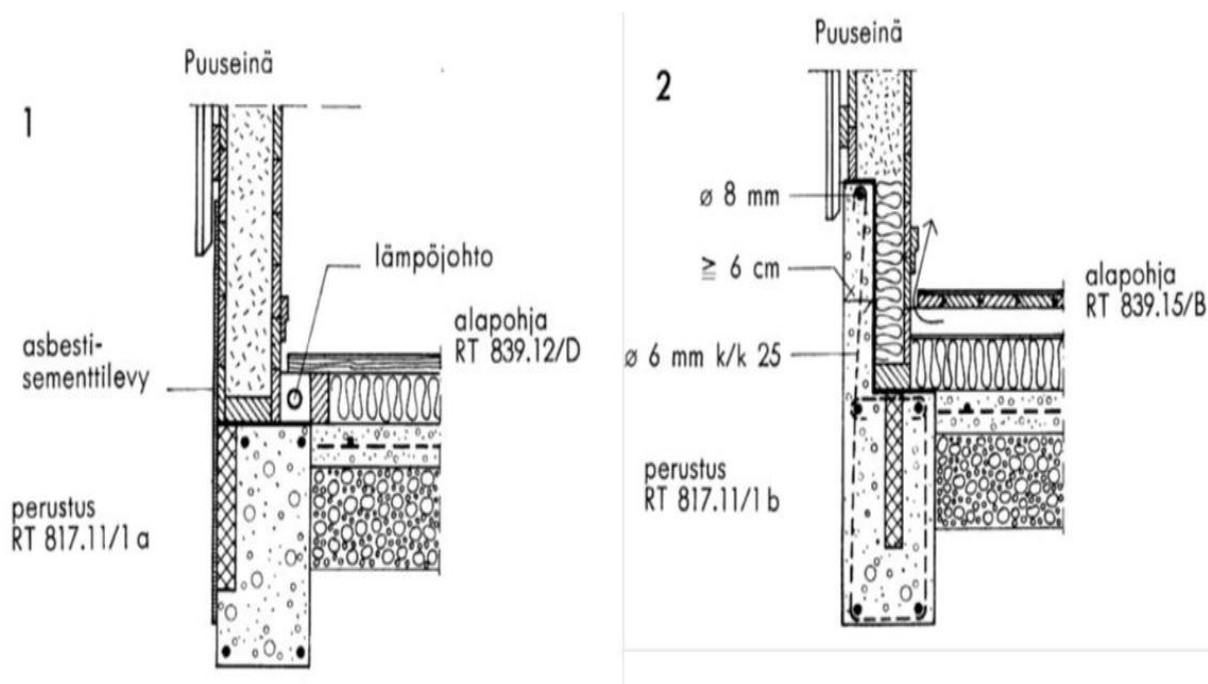
Esa Perho
Insinööritoimisto Esa Perho Oy

TIIVISTELMÄ

Suomalaisessa rakentamisessa eri vuosikymmenillä yleisesti käytetyissä rakenteissa on havaittu jälkikäteen merkittäviä kosteus- ja homevaurioita. Rakenteet ovat olleet rakennusajankohdan ohjeiden ja hyvän rakennustavan mukaisia. Jälkikäteen on todettu, että kyseiset rakenteet vaurioituvat helposti.

Viimeistään valtakunnallisen kosteus- ja homealkoiden seurauksena on, että kaikki eri vuosikymmenien riskirakenteet ovat tulleet kaikkien asukkaiden ja asunnon ostajien tietoisuuteen. Opinnäytetyössäni käsittelen valesokkelirakennetta ja sen korjaustapoja sekä laadunvalvontaa. Rakennetuoteteollisuus on viime aikoina kehittänyt useita korjausta helpottavia tuotteita.

1. VALESOKKELIRAKENNE



Kuva 1. RT-ohjekortti vuodelta 1957

Valesokkelirakenteen ohjeita ja erilaisia ohjeissa olevia leikkauspiirustuksia on ollut vielä 90-luvun alussa. Vasta nykyäänkin voimassa olevasta PIENTALON PERUSTAMISTAVAN VALINTA (RT 81-10486, ohjetiedosto, syyskuu 1992) puuttuu rakenneleikkausmallit, joissa on valesokkelirakenne.

Valesokkelia esiintyi 60-luvulla 10 %:ssa, 70-luvulla 40 %:ssa ja 80-luvulla 20 %:ssa pientaloista. Vielä 90-luvun pientaloista löytyi muutama valesokkelirakenne. (Yleisimpien riskirakenteiden yleisyys ja kunto eri vuosikymmenien pientaloissa, Koramo Janne).

Opinnäytetyössä käsitellään valesokkelin vaurioiden syitä sekä valesokkelin kuntotutkimusta, kuten rakenteiden kosteusmittausta ja rakennusmateriaalinäytteiden ottamista.

2. VALESOKKELIN KORJAUSTAVAT

Korjaustavat käydään läpi yleisellä tasolla. Korjaustavoissa käytetään RT-korttien ohjetiedostoja, rakennusmateriaalitoimittajien ohjeita sekä omien valvontatyömaiden kokemuksia ja valokuvia.

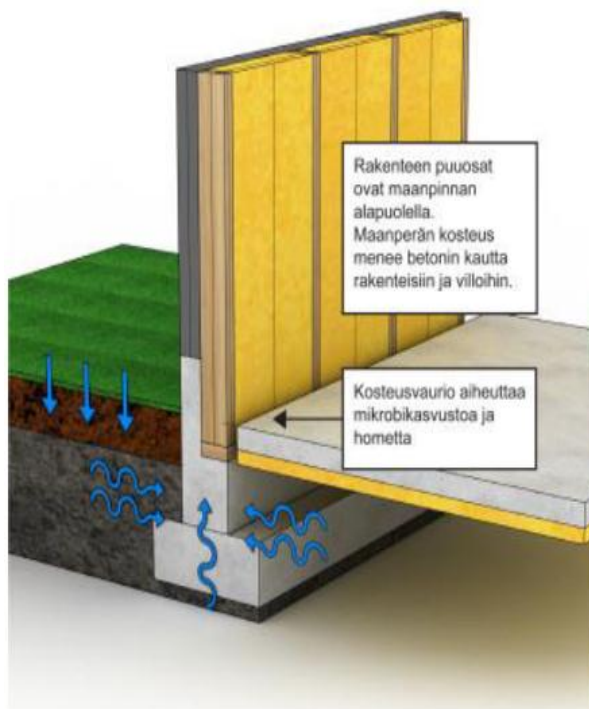


Kuvat 2. ja 3. Valesokkelipalkki

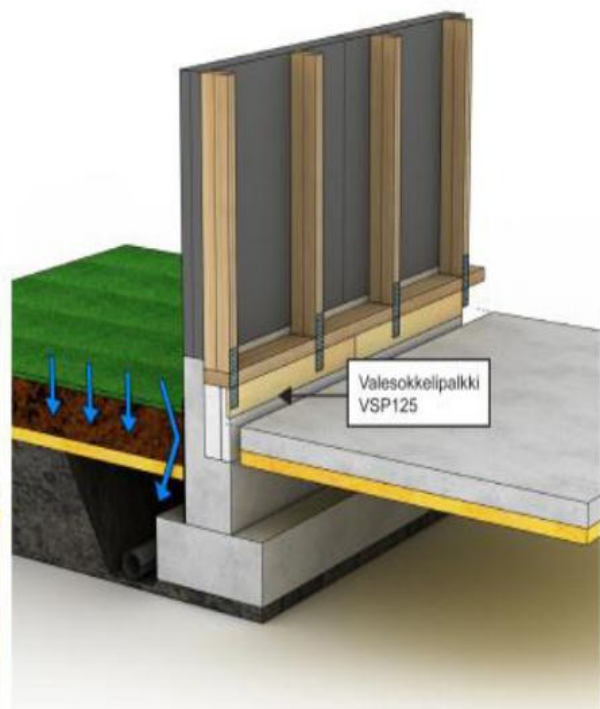


Kuvat 4. ja 5. Temokenkä

Perinteinen valesokkeliratkaisu



Uusi korjausmenetelmä



Kuva 6. Valesokkelipalkki VSP100/VSP125

Edellisten nykyaikasten korjaustapojen lisäksi käydään läpi muurraamalla tai valamalla korotettu valesokkeli sekä tiivistyskorjaus.

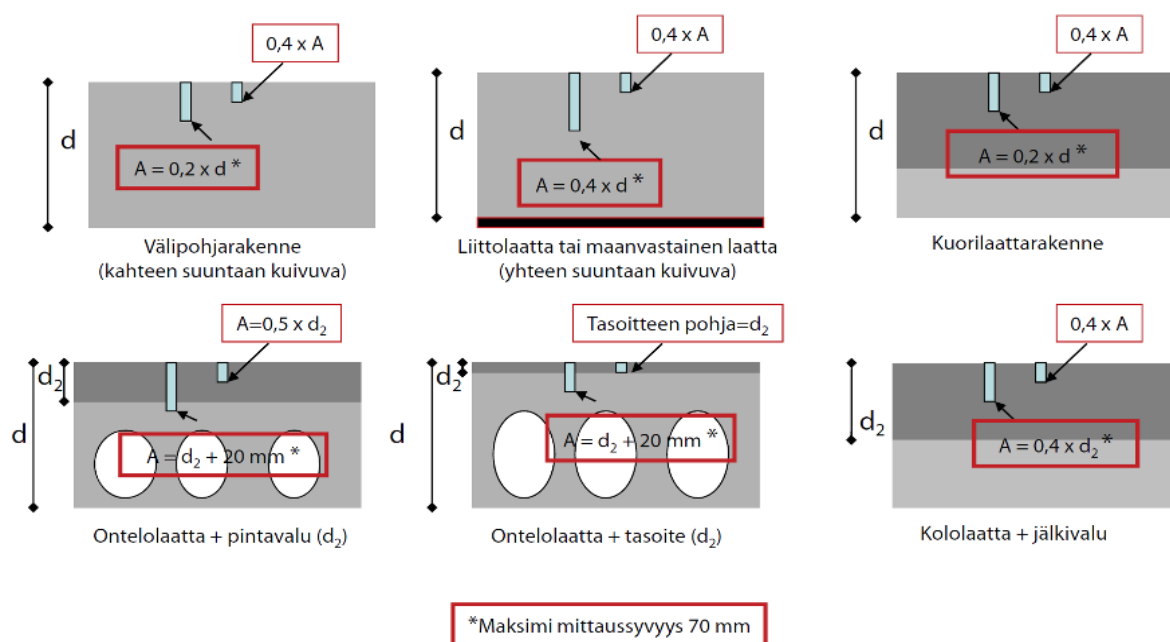
3. KORJAUSTYÖN LAADUNVARMISTUS

Korjaustyön laadunvarmistus on erityisen tärkeää, koska usein purkutöiden jälkeen joudutaan suunnitelmia tarkentamaan tai muuttamaan. Normaalin valvontasuunnitelman lisäksi on tärkeää tarkistaa rakenteiden tiiveys ennen rakenteiden peittämistä sekä suorittaa mahdolliset korjaukset.

Opinnäytetyössä kerrotaan tarkemmin märkätilojen laadunvalvonta, lähinnä rakenteiden kosteusmittaus sekä vedeneristeen kuivakalvopaksuuden mittaaminen.

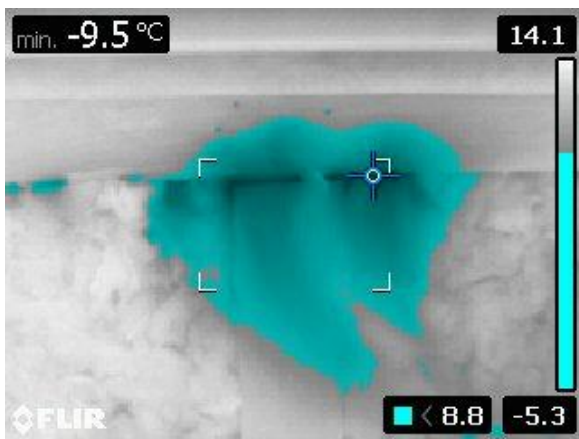


Kuvat 7. ja 8. Märkätilojen laadunvarmistus, kuvissa kosteusmittaus sekä vedeneristeen kuivakalvopaksuuden mittaaminen



Kuva 9. Betonilattian kosteus mitattiin RT 14-10984 mukaan

Ilmatiiveyden varmistamiseksi kohteeseen tehtiin laadunvarmistuksena lämpökamera-kuvaukset ja merkkiainekokeet. Tarkastettavaan huoneistoon tehtiin alipaineistus sulkemalla korvausilmaventtiilit sekä käyttämällä kohteen huippuimuria. Kuvaukset ja kuvaukset tehtiin RT ohjetiedostojen mukaisesti (Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein, RT 14–11197 ohjetiedosto, marras-kuu 2015 ja Rakennuksen lämpökuvaus, rakenteiden lämpötekeminen toimivuus, RT 14–10850 ohjetiedosto, elokuu 2005).



Kuvat 10. ja 11. Eristepuute karmin alla



Kuvat 12. ja 13. Ilmavuodot paikannettiin merkkiainekokein

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Korjauksen laadunvarmistustoimenpiteet suoritettiin kahden rivitalon valesokkelikorjauksen yhteydessä. Ilman opinnäytetyön tekemistä kohteen ilmatiiveyden varmistaminen merkkiainekokein olisi todennäköisesti jäänyt tekemättä.

Viimeaikoina valesokkelikorjaukset ovat lisääntyneet merkittävästi. Itselläni on juuri valmistunut kaksi eri työmaata, jossa käytettiin kahta eri korjausmenetelmää. Rivitalokohteessa käytettiin valesokkelikenkää ja omakotitalon korjauksessa termokenkää ja – palkkia. Seuraava kohde on jo alkanut ja se päätettiin toteuttaa valesokkelipalkilla. Valesokkelipalkkiin päädyttiin, koska kohteen ulkoseinäelementeissä oli käytetty erikoisia runkopuiden kokoja, joihin ei saatu suoraan asennettua valesokkeli- eikä termokenkää. Opinnäytetyön ja rakennusterveysasiantuntija koulutuksen ansiosta itselläni on parempi asiantuntemus valesokkelin kuntotutkimuksesta, korjausvaihtoehdoista sekä korjaustyön laadunvalvonnasta.

Korjaussuunnittelun apuna tulee olla riittävän laaja kuntotutkimus, jotta lähtötiedot ovat riittävät ja oikeat. Leikkauspiirustukset ovat usein yleisleikkauksia, mistä selviää lattian ja seinän liitos. Opinnäytetyön laadunvarmistuskohteen mukaan korjatun kohteen ilmavuodot eivät olleet kohdissa, missä rakenne toteutettiin yleisleikkauksen mukaisesti. Havaitut vuotokohdat olivat väliseinien liitoksissa, ulko-ovien kohdissa ja alapohjan muissa läpimenokohdissa, eli kohdissa mistä ei ollut piirretty erillistä leikkausta. Eli korjaustöissä päästään parhaaseen lopputulokseen, kun kaikki yksityiskohdat ovat huomioitu suunnitelmissa.

Opinnäytetyöhön on kerätty merkittävimmät ohjeet liittyen valesokkelin kuntotutkimukseen sekä korjaustyön laadunvarmistamiseen. Opinnäytetyö on hyvä ohje rakennuttajalle sekä kokemattomalle korjaustyönvalvojalle.

TEHDASKIINTEISTÖN MUUTTAMINEN MODERNIKSI OPPIMISYMPÄRISTÖKSI - AIEMMAN TEOLLISEN TOIMINNAN JA KIINTEISTÖN LUONTEEN HUOMIOIMINEN SISÄILMAN LAATUA ARVIOITAESSA

Jarmo Minkkinen
ISS Proko Oy

TIIVISTELMÄ

Tutkimusten ja selvitysten tarkoituksena oli yhdessä rakennesuunnittelijan ja tarvittaessa muiden suunnittelijoiden kanssa yhteistyössä huomioida aiemman teollisen toiminnan vaikutusta rakennuksen sisäilman laatuun. Kiinteistössä tehtiin asbesti- ja haitta-ainekartoitus, erillisselvityksiä kellarikerroksen mikrobivaurioituneilla alueilla ja vanhan konepajan alueen erillisiä haitta-aineselvityksiä.

Tässä tiivistelmässä keskitytään mikrobivaurioituneen kellarikerroksen tutkimiseen. Asbesti- ja haitta-ainetutkimuksia ei käsitellä.

1950-luvulla valmistuneen rakennusosan kellarikerrosta on käytetty varastotilana. Sinne oli alun perin tarkoitus sijoittaa henkilökunnan sosiaalitiloja. Tehtyjen tutkimusten ja selvitysten perusteella kellarikerroksen rakenteet olivat pahoin mikrobivaurioituneita. Maanvastaisten seinien lämmöneristeistä havaittiin voimakasta mikrobikasvustoa. Lisäksi mikrobikasvustoa oli verhomuurausten rappauksissa ja slammauksissa. Lisäksi pohjaveden pinta oli korkealla, lähellä rakennuksen alapohjan alapintaa. Alapohjarakenne ei ollut vedenpainetta vastaan suunniteltu/ toteutettu.

Korjaaviksi toimenpiteiksi suositeltiin seuraavia toimenpiteitä: Orgaaninen aines puretaan pois pinnoilta. Tämän lisäksi verhomuuraukset ja niiden alaiset lämmöneristeet puretaan pois, koska kalkkipitoinen laasti ja lämmöneristeet toimivat mikrobien kasvualustana.

Jäävät rakenteet puhdistetaan mekaanisesti esim. soodapuhalluksella tai hiilihapojääpuhalluksella. Tämän jälkeen pinnat maalataan titaanioksidilla. Erillistä tilojen desinfiointikäsitelyä ei suositella, koska sen vaikutuksesta ja pitkäaikaisesta tehosta ei olla varmoja.

1. JOHDANTO

Mikrobivaurioiden syntyyn vaikuttavina tekijöinä on mikrobikasvustolle suotuisat olosuhteet. Sopiva lämpötila, riittävä kosteus ja riittävä ravinto mahdollistavat mikrobikasvuston. Kasvu voi olla hyvinkin nopeaa, jos nämä kaikki olosuhteet ovat optimaaliset.

Lisäksi väärin toteutetut rakenneratkaisut uudisrakentamisessa tai korjausrakentamisessa lisäävät ongelmien mahdollisuutta. Tällaisia rakenteita ovat esim. eristämättömien maanvastaisten laattojen päälle tehdyt puukoolatut lattiat tai kellarien sisäpuoliset virheellisesti toteutetut eristykset. (Samuelson I 1985).

Asumisterveysasetuksessa ja sen soveltamisohjeissa annetaan toimenpiderajoja. Toimenpiderajan ylityttyä on ryhdyttävä toimiin, joilla haittaa rajoitetaan tai haitan aiheuttaja poistetaan. (Asumisterveysasetus, Sosiaali- ja terveysministeriö 2015; Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Valvira 2016)

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää niitä toimenpiteitä, joilla rakennuksessa todettua mikrobihaittaa voidaan rajoittaa tai haitan aiheuttaja poistaa siten, että kellaritiloista ei aiheudu sisäilmahaittaa rakennuksen muihin kerroksiin. Lisäksi suunniteltiin seurantaohjelma.

2. RAKENTEISIIN KERTYNYT KOSTEUS

2.1 Korkealla oleva pohjaveden pinta

Tutkitun rakennuksen alueella pohjaveden pinnan korkeus vaihtelee vuoden aikojen mukaan . Alapohjaan tehty koareikä paljasti, että vedenpinta nousi kesällä 2015 kiinni maanvastaiseen alapohjaan. Näin maanvastainen betonilaatta pysyy pitkiä aikoja märkinä. Alapohja ei ole varsinainen vedenpainelaatta. Alapohjassa on ohut bitumisively, joka on menettänyt vedeneristyskykynsä n. 60 vuoden aikana. Näin ollen verhomuuraukset, jotka lähtevät alapohjan päältä pysyvät myös märkinä ja nostavat kosteutta rakenteissa ylöspäin.

Myös betonipilarit nostavat kosteutta ylöspäin, koska niiden anturarakenteet ovat veden pinnan alla. Tutkittaessa rakenteita ja vanhoja suunnitelmia tarkemmin havaittiin, että rakennus on perustettu puupaaluille. Puupaalujen lahoamisvaaran vuoksi vedenpintaa ei voi merkittävästi alentaa.

2.2 Maanvastaisten seinien vedeneristyksen toimivuus

Maanvastaisissa seinissä on käytetty vedeneristeenä sisäpuolista bitumisivelyä. 60-vuoden ikäinen bitumisively on menettänyt vedeneristyskykynsä ja ulkopuolinen veden kulkeutuminen seinien läpi kastelemaan lämmöneristeitä on mahdollista.

3. TULOSTEN KÄSITTELY

3.1 Mikrobinäytteiden otto ja näytteiden käsittely

Rakennuksen kellarista otettiin yhteensä näytteitä 25 kappaletta. Näytteet kerättiin steriilein välinein sulkijalla varustettuihin muovipusseihin. Näytteitä otettiin koko kellarin alueelta satunnaisesti eri kohdista siten, että osalla näyteenottokohtia oli selkeitä kosteusvauriojälkiä ja osa kohdista oli vaurioitumattoman näköisiä.

Näytteet toimitettiin seuraavana päivänä laboratorioon analysoitavaksi. Laboratoriossa näytteet suoraviljeltiin ja niistä tutkittiin mikrobilajisto ja määrä suhteellisella asteikolla ilmaistuna. Viljely tehtiin kolmelle kasvatusalustalle.

3.2 Tulosten käsittely

Suoraviljelymenetelmässä tulokset ilmaistaan suhteellisella asteikolla.

Taulukko 1. Suhteellinen asteikko suoraviljelytulosten määrittämiseksi

suhteellinen asteikko	tulkinta / pesäkkeiden määrä
-	alle määritysrajan, ei kasvua
+	niukka kasvusto (1-20 pesäkettä/malja)
++	kohtalainen kasvusto (21-50 pesäkettä/malja)
+++	runsas kasvusto (51-200 pesäkettä/malja)
++++	erittäin runsas kasvusto (>200 pesäkettä/malja)

Materiaalinäytteen suoraviljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja mikrobivaurioon, mikäli näytteen sieni-itiöpitoisuus on runsas tai erittäin runsas (+++ / +++) (Reiman ym. 1999).

Taulukko 2. Suoraviljeltyjen materiaalinäytteiden tulosten tulkinta.

Tulkinta	Muut bakteerit	Muut kuin indikaattori-sienet	Indikaattori-mikrobit	Yhteisvaikutus	
				Muut kuin indikaattori-sienet	Indikaattori mikrobit
ei viitettä vauriosta	-, +, ++, +++	-, +	-	-, +	-
heikko viite vauriosta		++	+*	-, +	+*
viittaa vaurioon	++++	+++	++	+	++
				++	+, ++
				+++	+*
vahva viite vauriosta		++++	+++ , ++++	+++ , ++++	++

* kaikilla alustoilla yhteensä vähintään 3 kpl pesäkkeitä

Ainoastaan yhdessä näytteessä ei ollut viitettä vauriosta. Näyte oli otettu n. 1,2 metrin korkeudelta vaurioitumattoman näköiseltä alueelta.

Vahva viite vauriosta oli kuudessa näytteessä. Näistä näytteistä neljä oli seinien alaosista, yksi näyte verhomuurauksen takaisesta kuitusementtilevystä (lastuvillalevy, TOJA) n. 1,2 metrin korkeudelta ja yksi verhomuurauksen maalia ja slammausta n. 1,5 metrin korkeudelta.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDE-ESITYS

Vaurioviitteet johtuvat pääsääntöisesti kosteusvaurioindikaattorien esiintymisestä (Työterveyslaitos, 2008). Sellaista yhteyttä ei havaittu, että ylempää otetuissa näytteissä olisi vähemmän vaurioita. Tämä tarkoittaa sitä, että vaurioituminen on edennyt läpi koko kellarirakenteiden.

Vaurioiden määrä ja laajuus on sellainen, että toimenpideraja ylittyy ja kohteessa on ryhdyttävä sellaisiin toimenpiteisiin, joilla rajoitetaan tai poistetaan haitan aiheuttaja. Vaurioiden laajuuden vuoksi osakorjauksiin ei kannata ryhtyä, vaan korjaukset on tehtävä koko kellarikerroksessa riittävässä laajuudessa.

Korjaustyö on suunniteltava erikseen, mutta perusperiaatteena on sisäpuolisten rakenteiden poispurku siten, että rakenteissa on näkyvissä pelkkiä betonipintoja. Betonipinnat

puhdistetaan esim. soodapuhalluksella tai hiilihapojääpuhalluksella. Tämän jälkeen pinnat käsitellään titaanioksidimaalilla.

Maanvastaisen betonilaatan pinnoittamiseen, mikäli sellaiseen on tarvetta, on käytettävä vesihöyryä läpäisevää pinnoitetta.

5. JATKOSEURANTA

Työn onnistumisen varmistamiseksi työn aikana on tehtävä jatkuvaa laaduntarkkailua. Lopulliset käytettävät menettelytavat on kirjattava ja rakenteiden puhtaus puhalluksen jälkeen on varmistettava esim. MycoMeter- kokein. Korjaustyöhön kuuluu myös välipohjan tiivistäminen 1:een kerrokseen. Tämän työn varmentaminen on tehtävä merkkiainekokein (Rakennustieto RT 14-11197, 2015).

Rakennuksen käyttöönoton jälkeen kohteeseen on hyvä perustaa seurantaryhmä takuuajaksi (kaksi vuotta). Takuuajan aikana kohteessa tehdään kaksi sisäilmastokyselyä, joiden avulla voidaan rakennuksen toimivuutta seurata.

6. KIITOKSET

Osoitan kiitokset tilaajalle pitkämielisyydestä ja tutkimusten ja selvitysten rahoittamisesta, rakennesuunnittelijalle hyvistä ja avartavista keskustelutuokioista. Erityiskiitokset työn tarkastajalle Riku Hagmanille Senaatti-kiinteistöt.

7. LÄHDELUETTELO

1. Samuelsson 1, 1985. Mögel i hus. Orsaker och åtgärder. Statens provninganstalt. Teknisk Rapport 1985:16.
2. Sosiaali- ja terveysministeriö, Asumisterveysasetus, asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista, 2015.
3. Valvira, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, 2016
4. Reiman, M., Haatainen, S., Kallunki, H., Kujanpää, L., Laitinen, S. & Rautiala, S. (1999) Laimennossarja- ja suoraviljelymenetelmien käyttö rakennusmateriaalinäytteiden mikrobipitoisuuksien ja mikrobiston määrittämisessä. Sisäilmastoseminaari 1999, Dipoli, Espoo 17. - 18.3.1999. s. 337 - 342.
5. Työterveyslaitos. Kosteusvaurioidinkaattorimikrobit. Moniste, Ympäristömikrobiologian laboratorio 19.2.2008. www.ttl.fi/Kuopio.
6. Rakennustieto, RT 14-11197 Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein, 2015.

