



KEMIALLISTEesti HAJOAVIEN LATTIAN PINTARAKENTEIDEN KORJAAMINEN

Opinnäytetyö

Markku Miettinen

Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennus- ja turvallisuustekniikka

Hyväksytty ____ . ____ . ____ _____

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIikka KUOPIO

Koulutusohjelma

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tekijä

Markku Miettinen

Työn nimi

Kemiallisesti hajoavien lattian pintarakenteiden korjaaminen

Työn laji

Päiväys

Sivumäärä

Insinööri työ

14.12.2010

44+4

Työn valvoja

Yrityksen yhdyshenkilö

yliopettaja, FT Merja Tolvanen

Rakennusarkkitehti Ari Kupiainen

Yritys

Varkauden kaupunki

Tiivistelmä

Tämän insinööri työ tavoitteena oli selvittää lattioiden pintarakenteiden korjaamisessa ilmenneitä ongelmia, ja niiden osuutta vaikeiden sisäilmaongelmien ratkaisussa Varkauden kaupungin toimitiloissa. Työn tavoitteena oli luoda toimintamalli siitä, miten lattioiden korjaustyöt tulisi tehdä. Työssä selvitettiin lisäksi erilaisia korjausmenetelmiä, joita käytetään vaurioituneen lattiarakenteen korjaamisessa. Esimerkkitapauksena esitellään epoksihartsipohjusteen käyttöä VOC-päästöisen lattiarakenteen korjauksessa.

Julkisten rakennusten korjauksissa on paljon kehitettävää siinä, miten sisäilmasto-ongelmien korjausprosessit organisoidaan. Muodostamalla korjausorganisaatioon eri alojen asiantuntijoista koostuva sisäilmaryhmä, saadaan hyödynnettyä ryhmän jäsenten mahdollisimman laaja ammattiosaaminen sisäilmaongelmien ratkaisemiseksi. Ryhmä työskentelee tiiminä ja valmistelelee esitykset korjaustöiden aloittamiselle ja suorittamiselle.

Varkauden kaupungin tilapalvelulla oli tarve toimintaohjeille, joissa kuvataan korjaustyön suorittavien henkilöiden työnkuvat ja vastuut korjausprosessin eri vaiheissa. Toimintaohjeiden tarkoituksena oli selventää korjausprosessin sujuvuutta sekä mahdollisuutta hyödyntää eri alojen asiantuntijoiden erityisosaamista. Tavoitteena oli myös lisätä tilojen käyttäjille totuudenmukaista ja täsmällistä viestintää korjaustyön etenemisestä kohteessa.

Tietoa insinööri työhön koottiin kirjallisuudesta, julkaisuista ja eri asiantuntijoiden kokoamista lähteistä. Lähdemateriaaleina toimivat mm. alan asiantuntijoiden kokemukset ja annetut korjausohjeet, tuotteiden valmistajien välittämä tieto sekä omakohtaiset kokemukset sisäilmaryhmän toiminnasta. Insinööri työ tekijä toimi vastaavana työnjohtajana esimerkkikohteen lattioiden korjaustyön toteuttamisessa.

Tuloksena saatiin prosessikaavio lattioiden korjaustyön suorittamisesta ja sisäilmaryhmän tehtäväjaosta. Samalla tehtiin esimerkinomainen taulukko VOC-mittausten perusteella olevista raja-arvoista, joiden mukaan korjaukset aloitetaan. Työssä todettiin, että mittaustulosten ja oirekyselyn tulkintaan kaivataan lisää tutkimuksiin perustuvia selkeitä raja-arvoja.

Tämä insinööri työ liitetään Varkauden kaupungin tilapalvelun toimintakäsikirjaan toimintaohjeeksi. Tuloksena laaditut toimintaohjeet ovat hyödynnettävissä sisäilmaryhmän selvittämässä ongelmatapauksissa sekä lattiarakenteiden korjaustyössä tilapalvelun kohteissa.

Avainsanat

sisäilmaongelma, korjausrakentaminen, lattiarakenteet, epoksihartsipohjuste

Luottamuksellisuus

julkinen

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Construction Engineering

Author

Markku Miettinen

Title of Project

Repairing Chemically Decomposing Floor Texture

Type of Project

Final Project

Date

December 14, 2010

Pages

44+4

Academic Supervisor

Ms Merja Tolvanen, Principal Lecturer

Company Supervisor

Mr Ari Kupiainen, Architect

Company

The City of Varkaus

Abstract

The aim of this study was to clarify indoor air problems. In the study it was clarified how the repairing organization and an indoor air group work together to repair the structure in question. In this study various floor repair methods were studied. Epoxy resin primer used when repairing a VOC-emission floor structure was studied as an example.

Information for the study was gathered from professional literature and researches. A lot of information on different repairing methods were provided by the indoor air group. The targets to be repaired were investigated by taking VOC-samples in the floor structure.

As a result there were operating instructions which included the job descriptions of the indoor air group. These instructions will be used by the technical office of the city of Varkaus. A table of limits was made on the basis of the VOC-samples. This table clarifies the time when reparation work has to be started. This study proved that clear limits for the results of measurements are required as well as a questionnaire about the symptoms. This study will be linked into the operations manual of the technical office of Varkaus.

Keywords

indoor air problem, renovation, floor structure, epoxy resin primer

Confidentiality

public

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	5
2. TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS	7
3 RAKENNUKSEN SISÄILMAN LAATUA OHJAAVAT NORMIT SUOMESSA	8
3.1 Viranomaismääräykset ja asumisterveysohje	8
3.1.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki.....	8
3.1.2 Maankäyttö- ja rakennusasetus.....	8
3.1.3 Suomen rakentamismääräyskokoelma D2	9
3.1.4 Asumisterveysohje	9
3.1.5 Työturvallisuuslaki.....	10
3.2 Sisäilmastoluokitus ja rakennusmateriaalien päästöluokat.....	10
4. TARKASTELTAVAT ONGELMAT	13
4.1 Rakennusmateriaalien emissiot	13
4.2 Tyypilliset lattian pintarakenteet.....	15
4.3 Maanvastaiset laatat	17
5. TYYPILLISET KORJAUSVAIHTOEHDOT	19
5.1 Korjausvaihtoehdon valinta.....	19
5.1.1 Rakenteen uusiminen.....	19
5.1.2 Lattiabetonirakenteen lämmittäminen	21
5.1.3 Lattiarakenteen kapseloiminen epoksipohjustimella	22
6. TOIMINTAMALLI ONGELMALATTIOIDEN KORJAUKSISSA	24
6.1 Ongelman tiedostaminen	24
6.2 Esiselvitys kohteesta.....	25
6.3 Sisäilma- ja kosteustekninen katselmus	25
6.4 Sisäilmaryhmän yhteistyön aloittaminen.....	26
6.5 Työterveyshuollon tehtävät sisäilmaryhmätyöskentelyssä	26
6.6 Tilapalvelun tehtävät sisäilmaryhmätyöskentelyssä.....	27
6.7 Korjaustyön aloittaminen.....	30
6.8 Viestinnän merkitys toimintamallissa	31
6.9 Korjaustöiden jälkiseuranta	31
7. ESIMERKKI LATTIAKORJAUSKOHTEESTA.....	33
7.1 Kohteen perus- ja taustatiedot.....	33
7.2 Koulun sisäilmaongelmat 2007 - 2009	35
7.3 Yhteenveto ja johtopäätökset esimerkkikohteesta.....	39
8. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	41
LÄHTEET	43
LIITE 1 ONGELMALATTIOIDEN KORJAUSTYÖN ETENEMINEN	45
LIITE 2 ONGELMALATTIOIDEN KORJAUSTYÖN TOIMINTAMALLI VUOKAAVIONA.....	46
LIITE 3 SISÄILMARYHMÄN OSALLISTUJIEN TEHTÄVÄT	47

1. JOHDANTO

Sisäympäristöongelmat voivat olla hankalia, monimutkaisia ja monia tutkimuksia sekä eri rakenteiden korjauksia vaativia prosesseja. Ongelmien tunnistamiseen, selvittämiseen ja hallintaan tulee olla yhdessä sovittu toimintamalli toimitilojen ylläpidossa. Sisäympäristöongelmien käsittely ja ratkaisut työpaikoilla vaativat monen ammattiryhmän osaamista. Yhteistyö edellyttää etukäteen sovittua toimintamallia, ja vastuiden selkeyttämistä, jotta toiminta olisi sujuvaa.

Moniammatillinen yhteistyö voidaan organisoida työpaikalla esimerkiksi siten, että siinä perustetaan sisäilmaryhmä. Sisäilmaryhmän toimintaan osallistuvat yleensä kiinteistön omistajan, kiinteistöhuollon, työsuojeluorganisaation, työterveyshuollon ja tilojen käyttäjän edustajat. Ongelmaratkaisuissa ryhmän toiminnan tulee olla suunnitelmallista, tavoitteellista ja prosessinomaista.

Tilojen käyttäjien kuuleminen ja oikeudenmukainen viestintä, sekä käyttäjien edustajan mukanaolo ryhmässä tuo luottamuksen toimintamalliin. Tutkimusten mukaan huonoksi koettu viestintä lisää olosuhdevalituksia työpaikoilla ja pahentaa sisäilmaan liittyviä oireita./1./

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden eli VOC-yhdisteiden (volatile organic compounds) arvioidaan olevan yhtenä syynä rakennuksissa esiintyvien haju- ja terveyshaittoihin. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet esiintyvät sisäilmassa joko kaasumaisessa tai höyrymäisessä muodossa /2/. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästölähteitä sisäilmassa voivat olla rakennus- ja pintamateriaalit sekä kalusteet ja tekstiilit. Lisäksi ihmisen oma toiminta, aineenvaihdunta, kemikaalien käyttö ja ulkoilman saasteet saattavat lisätä sisäilman VOC-yhdisteiden pitoisuutta.

Lattiarakenteiden ongelmissa VOC-yhdisteiden pitoisuudet ovat lisääntyneet käytettäessä muovipohjaisia lattiapinnoitteita. Ongelmaan liittyy myös yleisesti rakenteen lisääntynyt kosteus määrä. Ongelmaa tutkittaessa tarkastellaan erityisesti 2-etyyliheksanolia ja 1-butanolia, joiden katsotaan osoittavan muovimateriaalien ja /tai liimojen kemiallista hajoamista.

Tämä insinööriyö liittyy Varkauden kaupungin tilapalvelun toimintakäsikirjaan toimintaohjeena. Työn tavoitteena on selventää toimintamallia, miten menetellään vaikeissa ja epäselvissä sisäilmaongelmissa, kun ongelman lähteenä ovat lattiarakenteet.

Tilapalvelulla on tarve toimintaohjeille, missä kuvataan miten toimia, kuka tekee mitään ja mitä resursseja korjaustyö vaatii. Toimintaohjeen laatiminen on ajankohtaista, koska tarvitaan selkeä toimintamalli miten korjausprosessi viedään sujuvasti läpi. Tärkeää on myös huomioida se, miten tilojen käyttäjille tiedotetaan riittävän selväsanaisesti ja ymmärrettävästi korjaustyön etenemisestä korjausprosessin aikana.

2. TYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS

Työn tavoitteena on luoda tilapalvelun toimintakäsikirjaan liitettävä toimintaohje, miten menetellään toimitilojen lattioiden korjauksissa, ja kuinka työt jaetaan korjausprosessiin kuuluvien sidosryhmien sisällä. Toimintaohjetta tulee käyttämään kiinteistöjen ongelmatapauksiin perustettu sisäilmaryhmä, jonka muodostavat edustajat kiinteistön omistajista, kiinteistönhoidosta, työsuojeluorganisaatiosta, työterveyshuollosta ja tilojen käyttäjistä.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on arvioida riskiraja, milloin lattian pintarakenteiden kemiallisen hajoamisen korjaustyö on aloitettava. Arvio korjauksen tarpeellisuudesta tehdään tarkastamalla kohteen vaurion laajuus, sekä selvittämällä tilojen käyttäjien terveyteen haitallisesti vaikuttavat riskitekijät.

Työssä tarkastellaan Varkauden kaupungin julkisissa toimitiloissa tehtyjä lattioiden pintarakenteiden korjauksia. Korjaustyön työsuojelulliset näkökohdat huomioidaan huolehtimalla tilassa korjaustyön aikana olevien henkilöiden turvallisuudesta korjaustyön aikana.

Työ perustuu omakohtaisiin kokemuksiin rakennusten kunnossapitotehtävissä Varkauden kaupungin kiinteistöissä. Lisäksi lähteinä käytetään kirjallisuustutkimuksia sekä korjausrakentamisen asiantuntijoiden raportteja ja julkaisuja. Korjauskohteen osalta hyödynnetään myös raportteja, joissa on käsitelty erityisesti sisäilmaongelmia ja tehtyjä korjaustoimenpiteitä.

Työssä huomioidaan rakennusten elinkaariajattelu ja linkitys sähköiseen rakennusten huoltokirjaan RES – Haahtela. Tehtyjen päätösten ja tutkimustulosten dokumentointi viedään huoltokirjan asiakirjoihin kyseisen kiinteistön tietoihin.

3 RAKENNUKSEN SISÄILMAN LAATUA OHJAAVAT NORMIT SUOMESSA

3.1 Viranomaismääräykset ja asumisterveysohje

Suomessa ei ole sisäilmastoa koskevaa omaa erityislakia, vaan siihen liittyviä asioita on käsitelty eri laissa, asetuksissa, määräyksissä ja ohjeissa. Ohessa käydään läpi muutamia keskeisimpiä lakeja, määräyksiä ja ohjeita, sekä niiden yhteyttä korjausrakentamiseen.

3.1.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maankäyttö- ja rakennuslain 117§:n mukaan

”Rakennuksen tulee sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla täyttää rakenteiden lujuuden ja vakauden, paloturvallisuuden, hygienian, terveyden ja ympäristön, käyttöturvallisuuden, meluntorjunnan sekä energiatalouden ja lämmöneristyksen perusvaatimukset (olennaiset tekniset vaatimukset).”

”Korjaus- ja muutostyössä tulee ottaa huomioon rakennuksen ominaisuudet ja erityispiirteet sekä rakennuksen soveltuvuus aiottuun käyttöön. Muutosten johdosta rakennuksen käyttäjien turvallisuus ei saa vaarantua eikä heidän terveydelliset olonsa heikentyä.”

Maankäyttö- ja rakennuslaki luo lähtökohdat hyvälle ja terveelliselle sisäilmastolle, jota muut asetukset, määräykset ja ohjeet täydentävät./3./

3.1.2 Maankäyttö- ja rakennusasetus

Sisäilmaston kannalta teknisiä vaatimuksia on esitetty maankäyttö- ja rakennusasetuksen pykälässä 50 kohdassa 3 seuraavasti:

”Hygienia, terveys ja ympäristö. Rakennuksesta ei saa aiheutua hygienian tai terveyden vaarantumista syistä, jotka liittyvät erityisesti myrkyllisiä kaasuja sisältäviin päästöihin, ilmassa oleviin vaarallisiin hiukkasiin tai kaasuihin, vaaralliseen säteilyyn, veden tai maapohjan saastumiseen tai myrkyttymiseen, jäteveden, savun taikka kiinteän tai nestemäisen jätteen puutteelliseen käsittelyyn taikka rakennuksen osien tai sisäpintojen kosteuteen.”/4./

3.1.3 Suomen rakentamismääräyskokoelma D2

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2 ”Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto”(22.12.2008) antaa määräyksiä ja ohjeita uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Samoja ohjeita noudatetaan vanhojen rakennusten saneerauksissa. Ilmanlaadusta on annettu seuraavanlainen määrittely, joka on velvoittava rakennuksen tekijälle:

”Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että sisäilmassa ei esiinny terveydelle haitallisessa määrin kaasuja, hiukkasia tai mikrobeja eikä viihtyisyyttä alentavia hajuja.” /5./

Suunnitteluun tarkoitettuja ohjearvoja sisäilman pitoisuuksille on annettu ammoniakille ja amiineille ($20\mu\text{g}/\text{m}^3$), asbestille ($0\text{ kuitua}/\text{cm}^3$), styreenille ($1\mu\text{g}/\text{m}^3$), formaldehydille ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$)hiilimonoksidille ($8000\mu\text{g}/\text{m}^3$), hiukkasille ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$) sekä radonille (vuosikeskiarvo $200\text{ Bq}/\text{m}^3$). Ohjeen mukaan voi muiden epäpuhauksien pitoisuus tavanomaisissa tiloissa olla korkeintaan 1/10 työpaikkojen haitalliseksi tunnetuista pitoisuuksista (HTP), kun yksittäisen aineen vaikutus on täysin hallitseva. /5./

3.1.4 Asumisterveysohje

Terveydensuojelulakiin perustuen on Sosiaali- ja terveysministeriö (STM) julkaissut asumisterveysohjeen, jossa on annettu haitallisten yhdisteiden sisäilman pitoisuuksille ohjearvoja. Ohjeessa on maininta TVOC-pitoisuudesta:

”TVOC-mittaustulosta ei voida sellaisenaan käyttää terveyshaitan arvioinnissa. Toisaalta kohonnut TVOC-pitoisuus (yli $600\mu\text{g}/\text{m}^3$) on osoitus kemiallisten aineiden epätavallisesta suuresta määrästä sisäilmassa ja lisäselvitykset yksittäisten aineiden tutkimiseksi ovat todennäköisesti tarpeen.”

Sisäilman styreenipitoisuus saa olla enintään $40\mu\text{g}/\text{m}^3$. TVOC:hin sisältyville muille yksittäisille yhdisteille ei ole olemassa viranomaisten määrittelemiä, terveyshaittaan perustuvia raja-arvoja sisäilman pitoisuuden suhteen./6./

3.1.5 Työturvallisuuslaki

Työturvallisuuslain(23.8.2002/738) 33 §:n mukaan työpaikalla tulee olla riittävästi kellovasta hengitysilmaa sekä työpaikan ilmanvaihdon tulee olla riittävän tehokas ja tarkoituksenmukainen.

Työturvallisuuslain 37§:n mukaan

”Työpaikalla, jossa esiintyy ilman epäpuhtauksia, kuten pölyä, savua, kaasua tai höyryä työntekijää vahingoittavassa tai häiritsevässä määrin, on niiden leviäminen mahdollisuuksien mukaan estettävä eristämällä epäpuhtauden lähde tai sijoittamalla se suljettuun tilaan tai laitteeseen. Ilman epäpuhtaudet on riittävässä määrin koottava ja poistettava tarkoituksenmukaisen ilmanvaihdon avulla.”

Lain 40 §:ssä säädetään biologisista tekijöistä. Työntekijöiden altistuminen turvallisuudelle ja terveydelle haittaa tai vaaraa aiheuttaville biologisille tekijöille on rajoitettava niin vähäiseksi, ettei näistä tekijöistä aiheudu haittaa tai vaaraa työntekijän turvallisuudelle tai terveydelle taikka lisääntymisterveydelle. Biologisia tekijöitä ovat esimerkiksi erilaiset mikro-organismit, kuten homeet ja bakteerit./7./

3.2 Sisäilmastoluokitus ja rakennusmateriaalien päästöluokat

Sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien luokitus julkaistiin vuonna 1995 ja sen päivitetty versio vuonna 2001 nimellä Sisäilmastoluokitus 2000. Uusin päivitetty versio on Sisäilmastoluokitus 2008, missä annetaan uudet sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Sisäilmastoluokitus on yleisesti käytössä toimittilarakennusten sisäilmaston tavoitteiden asettamisessa. Rakennusmateriaalien emissioiden suhteen Suomessa on saatu aikaan merkittävä parannus sisäilman laatuun.

Sisäilmaluokitus 2008 on tarkoitettu käytettäväksi rakennus- ja taloteknisen suunnittelun ja urakoinnin sekä rakennustarviketeollisuuden apuna, kun tavoitteena on rakentaa entistä terveellisimpiä ja viihtyisämpiä rakennuksia. Luokitusta voidaan käyttää uudisrakentamisen lisäksi soveltuvin osin myös korjausrakentamisessa.

Sisäilmastoluokitus on Sisäilmayhdistys Ry:n rakennuslalle luoma vapaaehtoinen järjestelmä, eivätkä sen määrittelemät luokitukset ole sidoksissa rakentamismääräyksiin. Tavoitearvot ovat alan omia suosituksia./8./

Sisäilmastoluokituksessa on myös esitetty tavoitearvot sisäilman TVOC-, ammoniakki- sekä formaldehydipitoisuuksille (taulukko1). Sisäilmastoluokituksen laatuluokat kuvataan seuraavasti: S1 = ”yksilöllinen sisäilmasto”, S2 = ”hyvä sisäilmasto”, S3 = ”tydyttävä sisäilmasto” /8/.

Taulukko 1. Sisäilmastoluokituksen määrittämät tavoitearvot sisäilman yhdisteiden pitoisuuksille luokissa S1,S2 ja S3/8/

Sisäilman laatuluokka	Sisäilman pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	TVOC	Ammoniakki	Formaldehydi
S1	200	30	30
S2	300	30	50
S3	600	40	100

TVOC = Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio

Rakennusmateriaalien päästöluokitus antaa enimmäisarvot vähäpäästöisille rakennusmateriaaleille. Luokituksessa määritellään enimmäisarvot TVOC-, ammoniakki- sekä formaldehydipäästöille. Luokitellusta materiaalista ei saa myöskään haihtua karsinogeenisiä yhdisteitä, ja materiaalin on oltava hajuton. Materiaali(M)- luokkien enimmäisarvot ovat taulukossa 2. Luokitusmerkinnän myöntää Rakennustietosäätiö ry kolmeksi vuodeksi kerrallaan./8./

Taulukko 2. Sisäilmastoluokituksen määrittämät enimmäisarvot materiaalien emissioille luokissa M1 ja M2./8/

Materiaalin laatuluokka	Emissionopeus ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$)		
	TVOC	Ammoniakki	Formaldehydi
M1	200	30	50
M2	400	60	125

Sisäilmastoluokitus on yleisesti käytössä uudis- ja korjausrakentamisen sisäilmaston suunnittelutavoitteiden asettamisessa. Tavoitearvot ovat alan omia suosituksia terveellisille sisäilmapitoisuuksille.

4. TARKASTELTAVAT ONGELMAT

4.1 Rakennusmateriaalien emissiot

Suomessa sisäilmanlaatuun liittyviä ongelmia alkoi esiintyä laajemmin 1970-luvulla. Lastulevyissä liima-aineena käytetyn ureaformaldehydihartsin hajoaminen kosteuden vaikutuksesta tuotti formaldehydiä./9./ Sisäilman laatutekijöitä, niiden vaikutuksia tilojen käyttäjiin sekä korjausmenetelmiä alettiin tarkastella ja tutkimaan tarkemmin.

Synteettisesti valmistetut rakennusmateriaalit muodostavat rakennuksissa tärkeän haitallisten aineiden päästölähteen. Viime vuosina materiaalien kehityksessä on otettu paremmin huomioon terveydelliset näkökohdat. Nykyisin valtaosa rakennusmateriaaleista on vesiohenteisia, silti sisäilman laatuun liittyvät ongelmat ovat yleisiä.

Rakenteiden emissioita on tutkittu erilaisissa sisäilman ongelmatapauksissa, joissa ongelman aiheuttajaksi on epäilty rakenteesta peräisin olevia epäpuhtauksia. Usein rakenteessa on havaittu epätavallinen jälki, tiloissa outo haju, ja tilojen käyttäjillä esiintyy terveyteen liittyviä epämääräisiä oireita.

Materiaaliemissio on materiaalin pinnasta tapahtuva kemiallisten aineiden haihtumisilmiö. Emissio ilmoitetaan massayksikkönä pinta-ala- ja aikayksikköä kohden eli $\text{mg}/\text{m}^2\text{h}$ tai vaihtoehtoisesti massayksikkönä massayksikköä kohden eli mg/kg . Materiaaliemission nopeuteen vaikuttavat mm. materiaalin lämpötila, sen pinnassa tapahtuva ilmanvaihtuvuus sekä yhdisteen diffuusiokerroin kyseisessä materiaalissa./10./

Materiaalien liuotinpäästöjä kuvaavat orgaanisten haihtuvien yhdisteiden (VOC) emissiot, joita alettiin tutkia tarkemmin 1980-luvulla. Kansainvälisen terveysjärjestön, WHO:n mukaan VOC-alueeseen lasketaan ne yhdisteet, joiden kiehumispiste on 50 – 260 °C . Tämän lämpötila-alueen alapuolella (<0 ~50-100°C) kiehuvia yhdisteitä kutsutaan hyvin haihtuviksi eli VVOC (very volatile organic compound) -yhdisteiksi ja vastaavasti alueen yläpuolella kiehuvia yhdisteitä heikosti haihtuviksi SVOC (semi volatile organic compound) -yhdisteiksi. Yli 380 °C:ssa kiehuvia yhdisteitä ovat hiukkasiin sitoutuneet yhdisteet, joita nimitetään POM (particulate organic matter) -yhdisteiksi.

VOC-yhdisteiden muita päästölähteitä sisäilmaan ovat tuloilman kautta kulkeutuvat epäpuhtaudet, tiloissa tapahtuva toiminta ja mikrobit./10./

Taulukossa 3 esitetään sisäkäyttöön tarkoitetuista rakennustuotteista määritettyjä tyypillisiä VOC-yhdisteitä ja yhdisteryhmiä.

Taulukko 3. Rakennustuotteista määritettyjä VOC-yhdisteiden ja yhdisteryhmien emissioita/11./

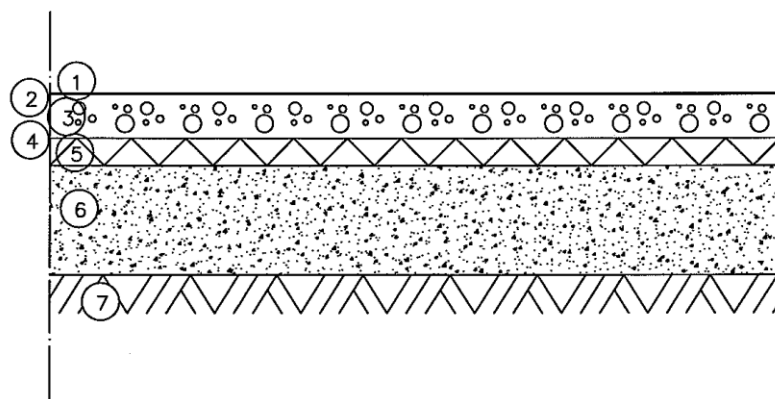
Rakennustuote	VOC- yhdiste/yhdisteryhmä
Muovimatto (PVC)	Alkaanit, aromaattiset yhdisteet, 2- etyyliheksanoli, TXIB (esteriyhdiste)
Parketti(puu)	C ₅ -C ₆ -aldehydit, terpeenit
Linoleum	C ₅ -C ₁₁ -aldehydit, aliaattiset hapot, bentsaldehydi
Kumimatto	Asetofenoni, alkyloidut aromaattiset yhdisteet, styreeni
Liima	C ₉ -C ₁₁ -alkaanit, tolueneeni, styreeni
Lakka	Alkaanit, aldehydit
Maali	Alkaanit, glykolit, glykoliesterit, Texanol
Saumausaine	Ketonit, esterit, glykolit, polyklooratut bifenyylit, siloksaani
Lastulevy	Alkaanit, aldehydit, ketonit, butanoli, formaldehydi

VOC-emissiot lisääntyvät, kun rakenteen kosteuspitoisuus on korkea. Ongelmia esiintyy erityisesti betonisissa lattiarakenteissa, joissa on käytetty pinnoitteena muovimattoja tai -laattoja, linoleumipinnoitteita, ja kiinnitysliimana vesiohenteista liimaa. Mm. muovimatoissa pehmittiminä käytetyt flataatit hajoavat alkalisen kosteuden vaikutuksesta, jolloin muodostuu 2- etyyliheksanolia./12./

4.2 Tyypilliset lattian pintarakenteet

Lattian pintarakenteiden kemiallista hajoamista esiintyy läpi eri vuosikymmenten rakennuskannassa. Vanhoissa lattiarakenteissa sekä maanvaraisissa että välipohjissa ongelmien syyt ovat moninaiset. Esimerkiksi rakentamisaikaiset virheet, vesivuodot ja lattianpesu runsaalla vedellä ovat aiheuttaneet kohonneen rakenteen kosteuspitoisuuden ja ongelmia lattiapäällysteissä. Betonilattioihin emissioituneet liuotinjäämät ovat myös yksi huomioitava ongelma, kuten esimerkiksi käsityöluokat ja tekniset tilat, joita otetaan muuhun käyttötarkoitukseen peruskorjauskohteissa. Maanvaraisissa betonilattioissa, joissa alapohjan lämmöneristys on alhainen ja maaperän kosteus pääsee nousemaan lattiapinnoitteen alapintaan, ongelmat ovat yleisimpiä. Tyypillinen lattiarakenne on esitetty kuvassa 1.

Alkuperäinen lattia



1. Muovimatto
2. Tasoite
3. Betoni 80mm
4. Tervapaperi
5. Lämpöeriste Tojalevy 50mm
6. Hienojakoinen täyttösora/hiekka 200mm
7. Perusmaa

Kuva 1. Tyypillinen lattiarakenne

Maanvaraisessa lattiarakenteessa on 1970-luvulta alkaen tyypillisesti käytetty polystyreenieristettä lämmöneristeenä. Usein rakennuksen keskialueilla ei kuitenkaan ole käytetty lainkaan eristettä betonilaatan alla.

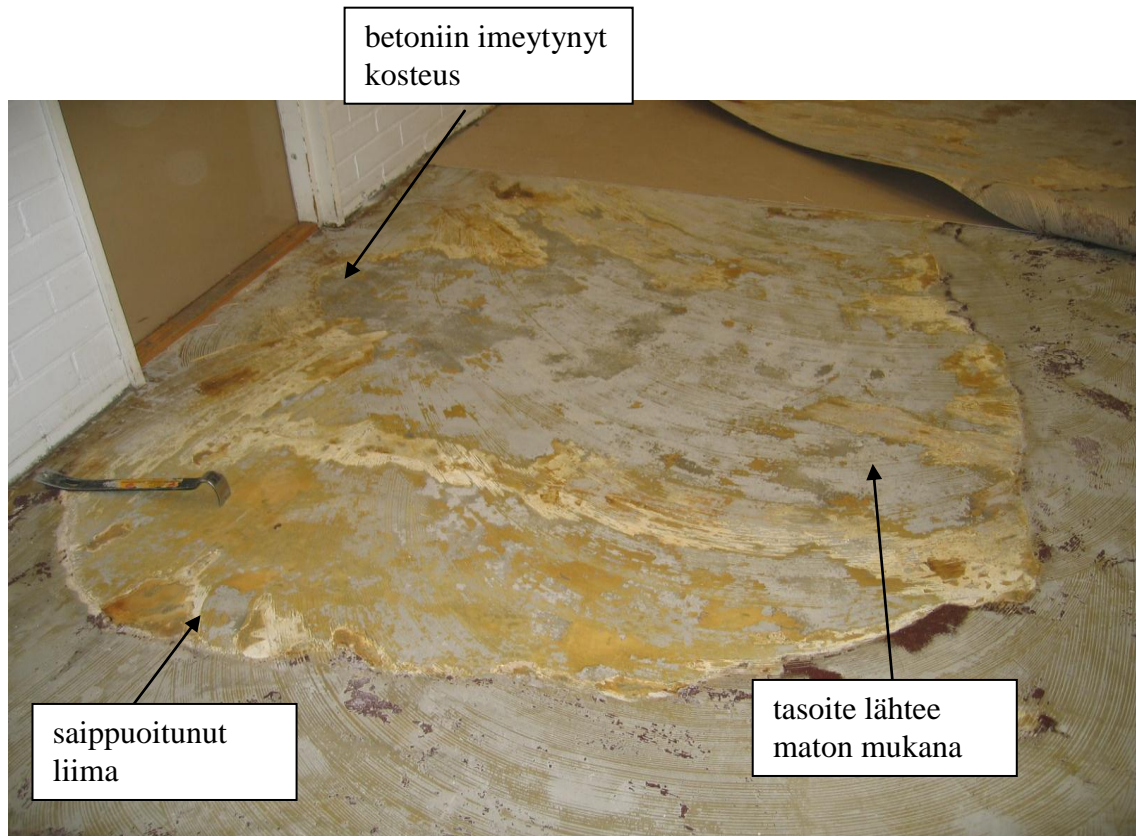
Vanhemmissa rakennuksissa (1960 ja 1970-luvut) eristeenä voi olla myös mineraalivilla ja sementtipuukuitulevy (Toja-levy).

Täyttösoran rakenne saattaa vaihdella kovasti. Vielä 1980-luvulla se saattoi olla hienojakoista maa-ainesta, jolloin kosteus kulkeutui ylöspäin lattiarakenteeseen kapillaarisesti/13/.

Rakennusmateriaaleista lattiapäällysteet laajoina pintoina käytettynä ovat olleet erityisen huomion kohteena mahdollisina päästölähteinä. Erityisesti PVC:stä eli polyfinyylikloridimuovista valmistettujen muovimattojen ja linoleumin emissiotuotteiden on todettu aiheuttavan sisäilmaan epämiellyttävää hajua. Myös muovimateriaalit voivat vaurioitua kulutuksen, lämmön, kosteuden tai mikrobien aiheuttaman hajoamisen seurauksena, jolloin muodostuu erilaisia hajoamistuotteita sekundäärisemissiona. PVC-muovin tavallinen emissioyhdiste on 2-etyyliheksanoli, jolle on tunnusomaista kitkeränmakea haju./13./

Varkauden kaupungin julkisissa rakennuksissa, joissa on tehty laajoja peruskorjauksia ja samalla uusittu lattioiden pintarakenteita, ongelmia esiintyy paljon. Lattioiden pintarakenteiden hajoamista on havaittu myös muutamana vuoden ikäisissä kiinteistöissä. Yhteinen tekijä näissä kaikissa kohteissa on muovipäällysteinen pintamateriaali, vesiohenteinen kiinnitysliima ja näiden alla olevan rakenteen kohonnut rakennekosteus.

Kuvassa 2 näkyy miten kosteus on vaurioittanut lattialiiman saippuamaiseksi. Betoniin lattiarakenteeseen on imeytynyt liimasta ja matosta lähteneet päästöt.



Kuva 2. Vaurioitunut lattiarakenne kuva Markku Miettinen

Yleisesti voidaan todeta, että kaikissa niissä peruskorjatuissa kohteissa, joissa on lattian pintarakenteita uusittu muovipintaisilla matoilla tai laatoilla käyttäen vesiohenteisia kiinnitysliimoja esiintyy kohonneita VOC-pitoisuuksia.

4.3 Maanvastaiset laatat

Maanvastaisissa lattioissa ongelmia aiheuttaa se, että laatta voi ympäri vuoden olla kosketuksissa lämpimän ja kostean salaoja- ja täyttökerroksen tai pohjamaan kanssa. Kosteus siirtyy pääasiallisesti sekä diffuusiolla että kapillaarisesti. Alapohjan vaurioitumisen voi aiheuttaa maapohjan lämpenemisestä aiheutuva kosteusvirta. Sitä tapahtuu erityisesti rakennuksen keskialueella, jos lattiasta puuttuu lämmöneriste. Rakennuksen reuna-alueilla oleva lämmöneristys usein estää haitallisen diffuusiovirran.

Lattiarakenteesta nouseva liika kosteus vaurioittaa lattian pintarakenteita, esimerkiksi lattiapinnoitteen tai sen liiman hajoamista, tuoden epäpuhtauksia sisäilmaan/13/.

Kuvassa 3 nähdään rakennuksen keskiosan lattiarakenteen vaurioituminen, koska lattiarakenteen lämmöneriste on puutteellinen, ja kosteus siirtyy ylöspäin alapohjasta maapohjan liian lämpenemisen vuoksi.



Kuva 3. Maanvaraisen lattian lattiapäällysteen vaurioituminen kuva Markku Miettinen

Maanvaraisen lattian lattiapäällysteiden vaurioituminen on yleistä 60-70 luvun laajarakoisissa rakennuksissa, joissa keskialueiden lattiarakenteista puuttuu kokonaan alapohjan lämmöneristys. Sitä ei pidetty tarpeellisena sen ajan rakennustavan mukaan.

5. TYYPILLISET KORJAUSVAIHTOEHDOT

5.1 Korjausvaihtoehdon valinta

Korjaustyön valinta tehdään seuraavista vaihtoehdoista: rakenteen uusiminen, lattiabetonirakenteen lämmittäminen tai lattiarakenteen kapseloiminen epoksipohjustimella.

Korjausvaihtoehdossa on otettava huomioon koko rakennuksen ja tilan käyttötarkoitus, liittyvät rakenteet ja muut tehtävät työt. Lattioiden pintarakenteiden hajoamistuotteet imeytyvät myös lattioiden betonirakenteisiin. Korjauksen onnistumiseksi hajoamistuotteet on joko poistettava betonirakenteesta, tai suljettava rakenteeseen. Ellei näin toimita, aiheuttavat hajoamistuotteet ongelmia myös pintarakenteen uusimisen jälkeen.

Tutkimustulosten tulee olla lähtötietona korjaussuunnittelulle. Jos syyt ja laajuus ovat epäselvät, korjaustöihin ei pidä ryhtyä. Korjaustyön aikana voi olla tarpeen tehdä lisätutkimuksia. Tehdyt korjaustoimenpiteet on dokumentoitava tarkasti.

Päätoteuttajan on ennen korjaustyön aloittamista tehtävä työsuunnitelma, jossa on huomioitu kosteus- ja homevauriokorjauksissa esiintyvät terveyshaitat. Vaurioita korjattaessa lähtökohta on, että työn tilaaja/rakennuttaja on ennen tilausta tehnyt tarvittavat vaurioselvitykset ja esittänyt ne urakka-asiakirjoissa. Tällöin työnsuorittaja pystyy huomiomaan vaurioiden mukaiset tekniset torjuntatoimenpiteet./14./

5.1.1 Rakenteen uusiminen

Korjaus perustuu vanhan rakenteen purkamiseen ja rakentamiseen uudelleen. Malli käy maanvaraisten laattojen korjauksiin, missä kosteus pääsee nousemaan kapillaarisesti lattiarakenteeseen. Jos viemärit uusitaan ja lattiat joudutaan avaamaan laajalta alalta, lattioiden uusiminen on järkevää. Kaikissa korjauksissa on huomioitava työsuojelulliset näkökohdat ja korjaustyö on suoritettava osastoituna, soveltaen esim. kosteus- ja mikro-

bivaurioituneiden rakenteiden purkutyöstä annettua Ratu - korttia 82-0239 sekä RT 80-10712. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot, korjausrakentaminen korttia. /15;16./

Toimenpiteet

- Pohjan salaojitustarve ja kosteuden siirtyminen alapohjaan on selvitettävä ja se onko maasta tuleva kosteusvirta vesihöyryn diffuusiota vai kapillaarista kosteuden siirtymistä.
- Betonilaatta puretaan.
- Alusmaat kaivetaan pois ja muotoillaan maapohja viettämään salaojituksiin.
- Perusmaan ja kapillaarikatkon väliin laitetaan suodatinkangas.
- Uusi kapillaarikatko tehdään puhtaasta 16 – 30 mm sepelistä.
- Uusi lämmöneriste asennetaan esim. EPS 100/200 mm.
- Uusi betonilaatta valetaan 80 – 100 mm.
- Laatan ja seinien liitokset tiivistetään huolellisesti laatan kuivumisen jälkeen, liikuntasaumojen kohdat tehdään erillisen rakennesuunnitelman mukaan.
- Tasoite ja pinnoitetyöt tehdään normaalisti. Uuden pinnoitteen asentamisessa on ehdottomasti noudatettava lattialiiman avointa aikaa.
- Tehdään loppusiivous, ja tila desinfioidaan korjaustyön jälkeen/13/.

Korjauksen riskit

Liittymät seinärakenteisiin voivat aiheuttaa ongelmia. Lämmöneristeen alapinnan mikrobivaurioituminen on todennäköistä jossain vaiheessa rakenteen elinkaarta ja täytön ilmanläpäisevyys paranee, jolloin epäpuhtauksien pääsy sisäilmaan on helpompaa. Menetelmä sopii vain maanvastaisiin laattoihin. Korjauksen heikkoutena on sen erittäin korkea kustannus ja työn pitkäaikainen kesto.

Korjauksen edut

Korjauksella maa-ainekset saadaan vaihdettua ja kosteuden pääsy rakenteisiin estetään, samalla voidaan myös korjata taloteknisiä rakennusosia. Korjauksella päästään hyvään lopputulokseen oikein toteutettuna./13./

5.1.2 Lattiabetonirakenteen lämmittäminen

Korjauksessa lattiapäällysteestä ja liimasta betonirakenteeseen kontaminoituneet epäpuhtaudet poistetaan lämpökäsittelyn ja tuuletuksen avulla. Riittävän pitkäkestoisen lämpökäsittelyn vaikutuksesta rakenteet kuivuvat ja epäpuhtauksien muodostuminen keskeytyy. Korjausmalli soveltuu betoniin lattiarakenteisiin ala- ja välipohjissa./10./

Toimenpiteet

- Lattian pinnoite poistetaan.
- Liimajäämät ja tasoitekerros jyrsitään betonipinnalle saakka.
- Lattiarakennetta lämmitetään säteilylämmittimillä siten, että se saavuttaa 60 °C:orn lämpötilan 3 cm:n syvyydellä rakenteessa ja tila tuuletetaan 1 - 2 viikkoa.
- Huonetilan ilmanvaihtoa tehostetaan ja tilan annetaan jäähtyä normaaliin käyttötilaan.
- Laatan ja seinien liitokset tiivistetään huolellisesti laatan jäähtymisen jälkeen, liikuntasaumojen kohdat tehdään erillisen rakennesuunnitelman mukaan.
- Tasoite- ja pinnoitustyöt tehdään normaalisti. Uuden pinnoitteen asentamisessa on ehdottomasti noudatettava lattialiiman avointa aikaa.
- Tehdään loppusiivous, ja tila desinfioidaan korjaustyön jälkeen.

Korjauksen riskit

Korjaustyössä tarvitaan erikoismenetelmä lattiarakenteen lämmittämiseen ja menetelmä tarvitsee huomattavan määrän energiaa, mikä on vaikea toteuttaa erilaisissa tiloissa. Lattiarakenteen lämmönseuranta ja todentaminen vaatii todella ammattitaitoista korjausryhmää työn suoritukseen. Laadunvarmentaminen on tilaajan puolelta vaikeaa. Lattiarakenteessa olevat muoviset talotekniset materiaalit voivat vaurioitua.

Korjauksen edut

Rakenteita ei tarvitse purkaa ja menetelmä sopii kaikkiin betonisiin lattiarakenteisiin.

5.1.3 Lattiarakenteen kapseloiminen epoksipohjustimella

Korjauksessa lattiapäällysteestä ja liimasta betonirakenteeseen kontaminoituneet epäpuhtaudet kapseloidaan lattiarakenteeseen epoksibetonipohjusteella. Epoksipohjuste muodostaa betoniseen lattiarakenteeseen kaasutiiviin kalvon, mikä estää kemiallisten epäpuhtauksien pääsyn sisäilmaan. Korjausmalli soveltuu kaikkiin betoniseen lattiarakenteisiin ala- ja välipohjissa.

Toimenpiteet

- Lattian pinnoite poistetaan.
- Lattian liimajäämät hiotaan pois.
- Irtonaiset tasoitteet poistetaan.
- Pinta puhdistetaan imuroimalla huolellisesti.
- Laatan ja seinien liitokset tiivistetään huolellisesti, liikuntasaumojen kohdat tehdään erillisen rakennesuunnitelman mukaan.
- Lattiapinta käsitellään UZIN PE 460/480-epoksipohjusteella kahteen kertaan, käsittelyväli 1vrk.

- Tarvittavat tasoitetyöt tehdään UZIN NC 170-tasoitteella tai vastaavalla
- Uusi lattiapinnoite asennetaan. Uuden pinnoitteen asentamisessa on ehdottomasti noudatettava lattialiiman avointa aikaa.

Korjauksen riskit

Liittymät seinärakenteisiin voivat aiheuttaa ongelmia. Korjausmenetelmä on varsin uusi korjausvaihtoehto, joten pitempiaikaista kokemusta ei ole vielä saatavilla.

Korjausmenetelmässä lattiarakenteeseen jää päästöjä aiheuttavia rakenneosia, joten korjaustyön dokumentointi on oltava saatavilla kunnossapidon vastuuhenkilöillä. Epoksi-pohjusteen tiiviyyttä on hyvä kontrolloida vuosittain tehtävillä tarkastusmittauksilla.

Korjauksen edut

Rakenteita ei tarvitse purkaa ja menetelmä sopii kaikkiin betonisiin lattiarakenteisiin.

Korjausvaihtoehtona korjaustyön edullisuus ja työn keston nopeus on merkittävä. Korjausmenetelmänä työn suorittaminen on yksinkertainen ja helposti valvottava.

Maanvastaisten lattioiden korjauksissa voidaan käyttää kaikkia kolmea korjausmenetelmää. Valinta tehdään korjauskohteen vaatimusten mukaisesti. Välipohjien lattiarakenteiden korjauksissa on valittava joko betonirakenteen lämmittäminen tai rakenteen kapseloiminen epoksipohjusteella. Lattiarakenteesta ei saa päästä hajoamistuotteita sisäilmaan.

6. TOIMINTAMALLI ONGELMALATTIOIDEN KORJAUKSISSA

Tässä tutkielmassa selostetaan lattian pintarakenteiden hajoamisesta aiheutuvaa korjaushanketta sekä toimintojen etenemistä. Lisäksi kerrotaan sisäilmaryhmän osapuolten tehtävistä ja merkityksestä ryhmässä.

Varkaudessa sisäilmaryhmän ja tilapalvelun toiminta on organisoitu seuraavien toimintamallien mukaan ongelmalattioiden korjaustyössä (liite 1 - 3).

6.1 Ongelman tiedostaminen

Varkaudessa sisäilmaongelman saattaminen kiinteistön omistajan tietoon tapahtuu ilmoitusmenettelyllä, jossa kiinteistön käyttäjä tai tilapalvelun työntekijä ilmoittaa havaitsemastaan ongelmasta tilapalvelulle tai omalle esimiehelleen. Varkauden tilapalvelun ylläpitämissä kiinteistöissä ilmoituksen voi tehdä RES-huoltokirjan vikailmoituskaavakkeella intranetin tai internetin välityksellä. Ilmoitus pysyy huoltokirjassa kyseisen kiinteistön tiedoissa tai työpäällikkö kirjaa ilmoituksen vastaanotetuksi ja välittää ongelman tilapalvelun käsittelyyn. Ilmoituksen tehneelle työntekijälle ilmoitetaan, mitä tilapalvelu aikoo ongelman hoitamisessa ensisijaisesti tehdä.

Toinen reitti ongelman ilmoituksesta voi tulla työterveyshuollon työpaikkaselvitysraportissa, jossa useampi työntekijä ilmoittaa samankaltaisista oireista, jotka ajallisesti yhdistyvät työpaikkaan ja – aikaan. Työpaikan työpaikkaselvityksessä on tilapalvelun edustaja mukana ja tieto välittyy tilapalveluun.

6.2 Esiselvitys kohteesta

Työpäällikkö kokoaa kiinteistön lähtötiedot yhdessä tilapalvelupäällikön, LVI- insinöörin ja LVI-tekniikon kanssa. Lähtötiedoissa tarkastellaan rakennuksen LVI- tekniikan ja rakennuksen rakenneosien mahdollisia riskirakenteita aikaisemmista suunnitelmasiikirjoista ja mahdollisia rakennusaikana tehtyjä virheitä, jotka saattavat olla ongelman aiheuttajia, vaikka olisivatkin hyvin epätodennäköisiä. Kaikki aikaisemmat sisäilmatutkimusselvitykset käydään lävitse ja niiden aiheuttamat tehdyt korjaukset analysoidaan. Erityisesti tarkastellaan käytettyjä materiaalivalintoja ja korjausmenetelmiä.

Tiedot rakennuksesta ja ylläpidon toimivuudesta

Työpäällikkö, LVI-insinööri ja LVI-tekniikko kartoittavat tiedot rakennuksesta ja huollon toimivuudesta kyseisessä kiinteistössä. Rakennuksen käyttötarkoituksenmukaisuus ja kunnossapito- ja huoltodokumentit tarkastetaan. Huoltokirjaan merkityt toimenpiteet ja mahdollisesti havaitut poikkeamat analysoidaan. Poikkeamia ovat esimerkiksi lämpötilan muutokset, mahdolliset vuodot, toimintalaitteiden rikkoontumiset ja päällystemateriaaleissa esiintyvät muodonmuutokset ja vauriot. Ilmanvaihdon säädöt ja laitteiden toimivuus tarkastetaan, ja huollon puutteet kirjataan ylös. Mikäli ongelman syy ei selviä helposti, on tarpeen tehdä tarkempi selvitys.

6.3 Sisäilma- ja kosteustekninen katselmus

Silmämääräisen ja aisteihin perustuvan sisäilma- ja kosteusteknisen katselmuksen kiinteistössä tekee tilapalvelu. Mukana katselmuksessa on työpäällikkö, LVI-tekniikko, kiinteistön huoltomies ja tilojen käyttäjien edustaja, yleensä toimitilan esimies. Toimitilat tarkastetaan silmämääräisesti eikä rakenteita rikota. Tehdyistä havainnoista laaditaan raportti. Mikäli kyseessä on pienehkö ja selvästi rajallinen vaurio, eikä tilojen käyttäjien oireilu viittaa työpaikalla todettuun sisäilmaongelmaan, järkevintä on aloittaa välittömät korjaustoimenpiteet tilapalvelun työpäällikön johtamana. Jos sisäilmaongelman syy on epäselvä tai havaittu ongelma koetaan laajaksi, ongelman käsittely viedään sisäilma-ryhmään.

6.4 Sisäilmaryhmän yhteistyön aloittaminen

Jos kyseessä on laaja tai epäselvä ongelmatilanne, asia viedään varsinaisen sisäilmaryhmän käsittelyyn. Tällöin sisäilmaryhmässä päätetään tarvittavista toimenpiteistä. Varkauden kaupungin sisäilmaryhmän kokoonpano on seuraava: työsuojelupäällikkö, toimialojen työsuojeluvaltuutetut, tilapalvelupäällikkö, työpäällikkö, rakennuttaja- rakennusmestari, työterveyslääkäri, työterveyshoitaja ja ulkopuolinen asiantuntija (rakennusten terveellisyyteen perehtynyt henkilö) tarvittaessa. Tarvittaessa mukaan kutsutaan myös tilojen käyttäjien edustaja. Sisäilmaryhmässä kootaan esiselvityksessä saadut tiedot ongelmatapauksesta ja päätetään työnjaosta ongelman selvittämisessä.

6.5 Työterveyshuollon tehtävät sisäilmaryhmätyöskentelyssä

Työterveyshuollon tehtävänä on toimia sisäilmasto-ongelmissa terveyshaittojen asiantuntijoina ja terveysriskin arvioijana. Työterveyshuolto selvittää mahdollisimman tarkasti oireiden syyt, sekä samalla käynnistää rakennusta koskeva ongelman syiden etsimisen. Oireiden yleisyyden kartoittaminen on mahdollista oirekyselyn avulla. Aluetyöterveyslaitosten tarjoama Örebro-lomakkeella tehtävä sisäilmastokysely on käyttökelpoinen yleisissä oireselvityksissä. Tulosten graafinen esitys antaa luontevan pohjan keskusteltaessa ongelmasta työntekijöiden kanssa./17./

Oirelähtöinen riskikartoitus

Oireiden perusteella haitan tarkkaan arviointiin on VOC-päästöisten lattiavauriokohteissa mahdotonta päästä. Vertailussa voidaan soveltaa Työsuojeluhallinnon ohjeissa käytettyä jakoa: merkityksetön, hyväksyttävä, kohtalainen, merkittävä ja sietämätön/18/. Taulukko 4 on teoksesta Haasteellinen sisäilma/19./ ja siinä on esitetty yksi tapa kuvata riskiä haitan vakavuuden ja todennäköisyyden mukaan. Sietämätön haitta tarkoittaa rakennuksen tilan välitöntä tyhjentämistä ja toimintojen siirtämistä muualle. Merkittävä haitta tulkitaan siten, että selvitykset haitan vähentämiseksi on aloitettava käytännössä

muutamien viikkojen sisällä, ja jos altistumista ei voida välttää, tila on tyhjennettävä. Kohtalaisessa haitassa vauriot on korjattava kohtuullisessa ajassa. Kohtuullinen aika taas määräytyy sen mukaan, mitä teknilliset lisätutkimukset vaativat vaurioiden korjaussuunnitteluun ja rahoituksen järjestämiseen/17/.

Taulukko 4. Riskin kuvaaminen haitan vakavuuden ja haitan todennäköisyyden perusteella /19/

Haitan vakavuus	Haitan todennäköisyys			
	Hyvin epätodennäköinen	Epätodennäköinen	Mahdollinen	Odotettavissa oleva
Viihtyisyyshaitta	Merkityksetön	Merkityksetön	Merkityksetön	Hyväksyttävä
Toimintakyvyn heikkeneminen	Merkityksetön	Merkityksetön	Hyväksyttävä	Kohtalainen
Oireita	Merkityksetön	Hyväksyttävä	Kohtalainen	Merkittävä
Ohimenevä sairaus	Merkityksetön	Hyväksyttävä	Kohtalainen	Merkittävä
Pysyvä sairaus	Hyväksyttävä	Kohtalainen	Merkittävä	Sietämätön
Eliniän lyheneminen	Kohtalainen	Kohtalainen	Merkittävä	Sietämätön

Terveyshaitan merkitystä voidaan arvioida vaurion laajuuden ja arvioitujen terveyshaittojen perusteella. Tilojen käyttäjien terveydelle on laitettava erityinen painoarvo.

6.6 Tilapalvelun tehtävät sisäilmaryhmätyöskentelyssä

Tilapalvelun tehtävänä on vastata hallinnoimiensa kiinteistöjen ylläpidosta, kunnossapidosta ja käytettävyydestä siihen käyttötarkoitukseen, johon tilat on tarkoitettu. Jos lattivaauriot ja tarvittavat toimenpiteet edellyttävät tarkempaa selvittämistä ja arvioimista, tulee asiaa tarkastella kolmelta kannalta: rakenteiden vauriot, työntekijöiden oireilu sekä TVOC-pitoisuudet ja laatu. Rakennusteknisillä selvityksillä pyritään selvittämään vaurioiden syyt ja laajuus. Rakennuksen kuntoarvio tai kuntotutkimukset muodostavat lähtökohdan, jonka mukaan tarvittavat näytteenotto-menettelyt suunnitellaan. Kuntoarvio toteutetaan havainnoin ja pintoja rikkomattomilla erilaisilla menetelmillä mm. kosteusdensoittimia käyttäen. Kuntotutkimukset tarkoittavat perusteellisempia selvityksiä,

joihin voi liittyä rakenteiden avaamista. Käytettyjä tutkimusmenetelmiä lattioiden vaurioiden todentamiseen on kosteustekniset mittaukset lattiarakenteista. Samalla todetaan onko maasta tuleva kosteusvirta vesihöyryn diffuusiota, vai kapillaarista kosteuden siirtymistä lattiarakenteisiin. Lattiapinnoista tehdään lisäksi VOC-mittauksia.

Rakennustekninen riskikartoitus

Rakennusteknisessä riskianalyysissä on selvittävä lattiaaurioiden laajuus, TVOC-päästöjen haitallisuus, rakennuksen riskirakenteet ja ilmanvaihdon toimivuus. Selvissä vauriotapauksissa pitää korjaukset tehdä välittömästi uusimalla vaurioituneet materiaalit riittävän laajoilta alueilta. Korjauksissa tulee huomioida myönnettyjen korjausmäärärahojen riittävyys.

Toistaiseksi ei ole tarkkaa tietoa siitä, mitkä vaurioituneiden lattiarakenteiden materiaalien päästöistä aiheuttavat oireita. Voidaan kuitenkin todeta, että terveyshaittojen riski kasvaa lattian TVOC-päästöjen määrän kasvaessa. Terveyshaitan merkitystä voidaan arvioida vaurion laajuuden, ilmanpainesuhteiden sekä jo toteutuneiden ja arvioitujen terveyshaittojen perusteella. Taulukossa 5 on esimerkinomaisesti ryhmitelty altistumisen todennäköisyyttä epätavanomaisille TVOC-altisteille sisäympäristössä./20./

Tilojen käyttäjien terveydentilalle on riskinarvioinnissa laitettava erityinen painoarvo, koska tällä hetkellä ei tarkasti tiedetä oireilun aiheuttajia VOC-päästöisissä lattiarakenteissa. Lisäksi on huomioitava, että monet sisäilmaympäristötekijät vaikuttavat toinen toisiinsa. Ne voivat aiheuttaa samanlaista oireilua tilojen käyttäjille kuin VOC-päästöille altistuminen. Siksi kaikkien haittojen samanaikainen tarkastelu on välttämätöntä./20./

Taulukko 5. Rakennustekninen riskinarviointi, altistumisen todennäköisyys/muokattu 20./

	Vaurioiden laajuus lattiarakenteissa	Riski	Toimenpiteet
Haitallinen altistuminen epätodennäköinen	Ei näkyviä vaurioita, ei riskirakenteita, TVOC pitoisuus < 600 µg/m ³ , 2-etyyliheksanoli- ja 1-butanoli-pitoisuus < 20 % TVOC:sta, tilat eivät voimakkaasti alipaineisia, eikä vuotoilmareittejä sisäympäristön epätavallisiin päästölähteisiin	Hyväksyttävä	Ei toimenpiteitä
Haitallinen altistuminen mahdollista	Kosteusjälkiä, riskirakenteita, korjattu kosteusvaurio, TVOC-pitoisuus 600 – 1500 µg/m ³ , 2-etyyliheksanoli- ja 1- butanoli-pitoisuus >20 % TVOC:sta, tilat ajoittain voimakkaasti alipaineisia ja mahdollisia vuotoilmareittejä sisäilman epätavallisiin päästölähteisiin	Kohtalainen	Toimenpiteet tarpeellisia kohtuullisessa aikataulussa
Haitallinen altistuminen todennäköistä	Näkyviä vaurioita lattiapäällysteissä, TVOC-pitoisuus > 1500 µg/m ³ , 2-etyyliheksanoli- ja 1-butanoli- pitoisuus > 50 % TVOC:sta, tilat voimakkaasti alipaineisia ja ilmayhteys vaurioituneesta tilasta tai rakenteesta työskentelytilaan	Merkittävä	Toimenpiteet on käynnistettävä nopeasti

6.7 Korjaustyön aloittaminen

Tilapalvelun on pyrittävä poistamaan lattiavaurioiden syyn aiheuttajat sekä korjaamaan jo syntyneet vauriot, jolloin tehtävillä toimenpiteillä vaikutetaan koko työympäristöön. Yksittäisten kohteiden korjaaminen tai yksittäisten eniten sairastavien työntekijöiden siirtäminen toisiin työtiloihin on vasta toissijainen toimenpide tapauksissa, joissa ei ole mahdollisuutta tehdä riittävän nopeasti laajoja korjauksia. Kosteusvauriokorjausten lähtökohtana tulee olla vaurion syyn poistaminen ja vaurioituneiden rakenteiden uusiminen. Korjausten laajuus tulee osata määrittää oikein huomioimalla rakennuksen elinkaari ja tilojen käyttäjien todelliset tarpeet. Nopeidenkin korjausten on oltava aina suunnitelmallisia ja niiden tulee perustua huolellisiin selvityksiin asiantuntijoiden opastuksella. Tutkimustulosten tulee olla lähtötietona valittavalle korjausmenetelmälle, näin voidaan varmistaa korjausten onnistuminen, vähentää oireilua ja sairastumista ja mahdollisesti saavuttaa kustannussäästöjä./20./

Korjaustyön aloituksessa käydään läpi kaikki työhön liittyvät erityispiirteet. Tällöin selvitetään toimintaperiaatteet siltä varalta, että rakenteiden purkuvaiheessa ilmenee yllättäviä vauriorakenteita. Korjaustyötä tekevien turvallisuuden lisäksi on kiinnitettävä erityistä huomiota myös rakennusta työn aikana käyttävien turvallisuuteen. Ongelmallisempia ovat sellaiset tilanteet, jolloin lisävauriot ilmenevät yllättäen vasta työn kuluessa (esim. asbestirakenteet) tai vaurioiden laajuus ylittää arvioidun tilanteen. Tällöin joudutaan tekemään nopeita päätöksiä suojautumis- ja osastointitarpeesta. Lattiakorjaustyöt on hyvä tehdä aina osastoituna, soveltaen esim. kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkutyöstä annettua Ratu - korttia 82-0239 sekä RT 80-10712. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot, korjausrakentaminen korttia. /15;16./

6.8 Viestinnän merkitys toimintamallissa

Luottamuksen ilmapiirin aikaansaaminen vaatii hyvää prosessin hoitoa, minkä perustana on teknisten asiantuntijoiden, kiinteistönhallinnan, työsuojelun, työterveyshuollon ja tilankäyttäjien näkökulmien yhteen sovittaminen. Eri tahoja edustavien henkilöiden keskinäisen vuorovaikutuksen ja yhteistyön tulee olla saumatonta ongelmatapauksien ratkaisuisissa. Epäluottamusta ovat omiaan saamaan aikaan asiantuntijoiden erilaiset kannanotot, koordinaation puute toiminnassa, ongelmatilannetta hoitavien henkilöiden puutteelliset viestintätaidot ja mahdolliset aiemmat epäonnistuneet ratkaisumenetelmät.

Toimintamallissa tilankäyttäjiltä saadaan tietoa ja kokemuksia ongelmatilannetta hoitavalle sisäilmaryhmälle kyselyillä, haastatteluilla ja keskusteluilla. Tilojen käyttäjien esimies tiedottaa työpaikalla sisäilmasto-ongelman selvitystyön alkamisesta. Esimies tiedottaa henkilökunnalleen selvitystyöstä, tutkimusten etenemisestä ja tuloksista sekä jatkotoimenpiteistä sisäilmaryhmältä saamansa tiedon mukaisesti. Tarvittaessa järjestetään sisäilmaryhmän tiedotustilaisuuksia tilojen käyttäjien kanssa. Periaate on, että korjausprosessin etenemisestä ja tutkimustuloksista tiedotetaan riittävästi. Aikatauluksesta ja tehtävistä korjauksista työvaiheittain tiedottaa tilapalvelun työkohteissa työpäällikkö ja urakointikohteissa rakennuttajarakennusmestari/21/.

6.9 Korjaustöiden jälkiseuranta

Jälkiseuranta on suunniteltava tapausten mukaan, mieluiten jo ongelman määrittelyn yhteydessä. Kaikissa tapauksissa on seurattava toteutettujen toimenpiteiden vaikutusta työntekijöiden terveyteen. Merkittävin muutos tulisi olla oireilun loppuminen. Rakennuksen kosteusteknistä toimintaa ja sisäilman laatua on seurattava seurantamittauksilla, joita voidaan tehdä noin puolen vuoden kuluttua korjauksesta. Joissakin tapauksissa voi olla tarpeen ottaa päästönäytteitä korjaustöiden jälkeen. Tehdyt lattiakorjaustoimenpiteet on dokumentoitava RES-huoltokirjaan käyttö- ja huolto-ohjeisiin./20./

Keskeinen osa arviointia korjaustyön onnistumisesta on käydä seurantatulokset läpi yhdessä tilan käyttäjien ja sisäilmaryhmän kanssa. Seurannan avulla voidaan tehdä saavutetut parannukset kaikille nähtäväksi, mikä on omiaan hälventämään mahdollista epä-

luottamusta ja rauhoittamaan tilannetta työpaikalla. Voidaan muodostaa yhteinen, mutta myös erilaisia kokemuksia kunnioitettava näkemys saavutetusta lopputuloksesta./21./

7. ESIMERKKI LATTIAKORJAUSKOHTEESTA

Esimerkkikohteessa selvitetään, miten lattiakorjausprosessi eteni koulurakennuksessa. Mitkä seikat johtivat korjausmenetelmän valintaan, ja miten sisäilmaryhmän, tilapalvelun ja tilojen käyttäjien yhteistyö onnistui.

7.1 Kohteen perus- ja taustatiedot

Kohteena oleva koulurakennus rakennettiin yleisopetuksen kouluksi v 1985. Rakennustyö toteutettiin pääurakkana alistetuin sivu-urakoin. Sen aikakauden tapaan työt aloitettiin talvityönä työllisyysperustein.

Perustiedot rakennuksesta:

- Käyttötarkoitus ja käyttäjä Koulurakennus, erityisopetus 1-9, yleisopetus 1 – 5, Varkauden kaupungin sivistystoimi
- Kunnossapitovastuu Tekninen toimi, Tilapalvelu

Tekniset tiedot:

- Bruttoala ja tilavuus 3 734 m² ja 17 000 m³
- Kerrokset 1 kerros
- Rakennusvuosi 1985
- Peruskorjaus käyttötarkoitusta muutettu v.2005, luokkia jakamalla

Päärakennetyypit:

- Alapohja Maanvastainen alapohja, sora 300 mm, 50 mm styroksiste, 60 mm betonilaatta
- Runko Betonirunko, pilari – palkki, paikalla tehty
- Seinät Kalkkihiekkatiili 130 mm, mineraalivilla 125

mm, ilmarako 20 mm, julkisivutiili 85 mm

- Väliseinät Kalkkiehkektiili 130 mm
- Välipohja Ontelolaatta, puhallusvilla 300 mm
- Yläpohja Puupalkisto, paikalla tehty,
- Vesikate Muovipintainen peltikate, poimulevy
- IV-järjestelmä Koneellinen poisto- ja tuloilmanvaihto, lämmöntalteenotto

Tehdyt sisäilmatutkimukset:

- Lattiarakenteiden kosteus ja VOC-mittaus lattiarakenteesta, luokat 3Y,3-4E, 4Y, 5.6.2007
- Lattiarakenteiden kosteus ja VOC-mittaus lattiarakenteesta, tekstiilityöluokka, ATK-luokka,4-6 lk, Ontronen, 4 lk, 29.8.2007
- Lattiarakenteen kosteuskäyttäytyminen, 4.10.2007 ja 22.10.2007
- Lattiarakenteen VOC-mittaus, erityisluokka 7 - 9, 4.2.2008
- Seurantamittaus, VOC-mittaus lattiarakenteesta, em. luokat, 22.4.2009
- Lattiarakenteen VOC-mittaus, kieliluokka, 12.9.2009

7.2 Koulun sisäilmaongelmat 2007 - 2009

Vuoden 2007 keväällä koulussa käynnistettiin kosteus- ja homevaurioselvitykset, kun rakennuksen käyttäjillä ilmeni epämääräistä oireilua. Sisäilmaryhmän yhteispalaverissa koulun henkilökunnan kanssa kartoitettiin alkutilanne ja sovittiin tehtävistä toimenpiteistä ja aikataulutuksesta.

Tilapalvelu teki koulurakennuksen kuntoarvion. Rakenteet ja LVIS-tekniikka tarkastettiin systemaattisesti aistinvaraisin menetelmin. Näkyviä vauriokohteita löytyi vesikattorakenteesta. Aluskate oli virheellisesti asennettu kiinni katerakenteeseen, mikä esti kondenssiveden poistumisen ja tuulettumisen. Aluskatteena käytetty kovalevy oli monin paikoin tuhoutunut aiheuttaen kosteusvaurioita yläpohjarakenteeseen ja sitä kautta luokkatilojen kattoihin. Vauriokohteista pääsi erittymään epäpuhtauksia ja hajuja sisäilmaan. Rakennuksen avoimeen ullakkotilaan pääsi myös ylimääräistä lämpöä ilmanvaihtoputkien puutteellisten lämmöneristeiden takia lisäten kosteusrasitusta yläpohjarakenteeseen talviaikana.

Luokkatilojen sisäilmasta, sekä vaurioituneista rakennusosista otettiin mikrobiologiset näytteet. Näytteiden tulokset olivat yllätyksellisesti varsin neutraaleja ja niiden perusteella ei rakennuksessa ollut kovin suuria haitallisia mikrobipäästöjä. Koulujen sisäilmanäytteiden bakteri- ja sienipitoisuuksia tarkastellaan samoin perustein kuin asunto- näytteiden pitoisuuksia, yli 10 cfu/m³ pitoisuus viittaa mikrobikasvuun. Sisäilman bakteerien löydöksissä vähäisetkin aktinomykeettipitoisuudet osoittavat mikrobivaurioiden esiintymisestä rakennuksessa./6/.

Rakenteiden vauriokohdat korjattiin välittömästi ja kartoitettiin kosteuspitoisuuksia luokkatilojen kattorakenteissa. Vaurioituneet materiaalit korvattiin uusilla. Rakennusten vaurioiden, mikrobilöydösten ja käyttäjien oireilun välille ei kuitenkaan löydetty selvää ja yksiselitteistä syy-seuraussuhdetta.

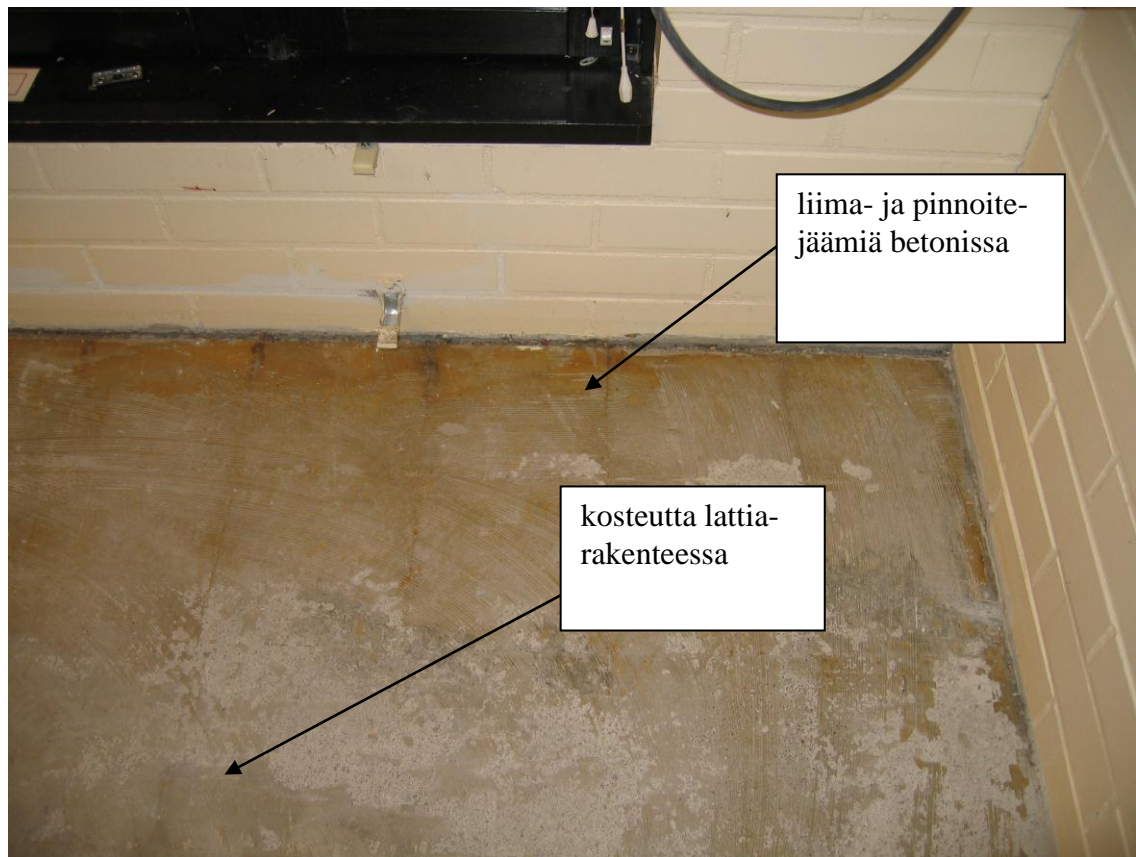
Päätelmä siitä oliko oireilu tavanomaista yleisempää, ja oliko kyseessä sisäilmaongelman aiheuttama oireilu selvitettiin työterveyshuollon sisäilmastokyselyn avulla. Tavallimmat yleisoireet olivat väsymys, päänsärky, äänenkäheys ja hengitystieoireet. Näitä oireita voi aiheuttaa myös puutteellinen ilmanvaihto. Kosteusvaurioaltistusta onkin vai-

kea erottaa ilmanvaihdon toimimattomuudesta esiintyviin terveydellisiin oireisiin. Siksi koulun ilmanvaihtojärjestelmä puhdistettiin kesän 2007 aikana ja järjestelmä säädettiin toimimaan alkuperäisten ilmapirtausten mukaan.

Kouluvuoden alkaessa syksyllä 2007 henkilökunnan terveyshaitat pahenivat ja koulurakennukseen päätettiin tehdä tarkempia tutkimuksia avaamalla rakenteita ja kuvaamalla perusvesi-, sade- ja viemärijärjestelmät. Saaduissa tutkimuksissa paljastui perusvesijärjestelmässä muutama sortumakohta, muutoin putkisto näytti olevan kunnossa ja vedenpinnan korkeus suunnitellulla tasolla alapohjarakenteisiin nähden. Kaivettaessa auki sortumakohtia paljastui rakennusaikainen tekovirhe salaajajärjestelmässä. Perustuksien ja kuivatusjärjestelmän väliin oli jostain syystä jäänyt hienojakoinen maa-aineskaista, joka esti maanvaraisen lattiarakenteen ja sen alapuolisen kapillaarisen soratäytön kuivumisen. Kaivutyön aikana patoutunut vesi virtasi rakennuksen alta kaivukuoppaan.

Perusvesi- ja sadevesijärjestelmä maanvaihtoineen päätettiin tehdä välittömästi. Rakennuksen sisäpuolella tutkimukset kohdentuivat maanvaraisen lattiarakenteen tutkimiseen. Muutamien luokkien lattioista kartoitettiin kosteammat kohdat ja pintarakenteista otettiin näytteet haihtuvista orgaanisista yhdisteistä. Tutkimuskohteista kartoitettiin yhdisteitä, jotka saattoivat olla uusien tai vanhojen materiaalien kemiallisia päästöjä tai kosteuden aiheuttaman materiaalin kemiallisen hajoamisen tuotteita.

Tutkimuksissa paljastui, että luokkien lattiarakenteissa esiintyi lattialaattojen asennuksessa käytetyn liiman kemiallista hajoamista. Hajoamisaste oli jo edennyt vaiheeseen, mikä aiheuttaa sisäilmaan oireita aiheuttavia yhdisteitä. Kartoituksen tuloksena päätettiin vaurioituneen lattiarakenteiden korjaustyön aloittaminen (kuva 5).



Kuva 5. Vaurioitunut lattiarakenne kuva Markku Miettinen

Vaihtoehtoina korjaukselle olisi ollut alapohjan purkaminen poistamalla pintarakenteet ja massanvaihto tai estämällä orgaanisten yhdisteiden pääsy lattiarakenteesta sisäilmaan. Purkaminen koettiin kalliina ratkaisuna, eikä koulutyötä olisi voinut jatkaa samassa rakennuksessa rakennustyön aikana. Päädyttiin korjausmenetelmään, jossa työ tehtäisiin luokka kerrallaan ja tällöin koulutyö häiriintyisi mahdollisimman vähän. Korjausmenetelmäksi valittiin UZIN PE 480 epoksinnoiteen levitys maanvaraisen betonilaatan pintaan kapseloimaan kontaminoitunut laattarakenne. Lattia- ja seinärakenteiden liittymäkohdat avarrettiin ja tiivistettiin liimamassalla (kuva 6). Uutena lattiamateriaalina käytettiin M1-luokan muovilaattaa luokkatiloissa ja käytävätiloihin valittiin keraaminen kuivapuriste lattialaatta.



Kuva 6. Epoksipohjusteen levitys kuva Markku Miettinen

Korjausten rakennuskustannukset olivat tälläkin korjausratkaisulla huomattavat, koska lattiapinta-alaa on paljon. Aikataulullisesti päästiin hyvään tulokseen, ja koulutyötä voitiin jatkaa jokseenkin normaalisti työjärjestyksen mukaan. Korjatuissa luokissa oireilu vähentyi selvästi korjaustöiden edetessä.

Taulukkoon 6 on koottu 2-etyyliheksanolin pitoisuudet ennen ja jälkeen korjausten. Seurantamittauksessa korjaustyön jälkeen (22.4.2009) tuloksissa 2-etyyliheksanolin ja TVOC-pitoisuudet vähenivät merkittävästi kaikkien tilojen lattiarakenteissa.

Taulukko 6. Lattiarakenteesta otettujen näytteiden 2-etyyliheksanolin- ja TVOC-pitoisuudet, (VOC-mittaus lasikupumenetelmällä). Seurantamittaus tehtiin vuosi käsitteilyn jälkeen.

Näytteenottoaika	Näyte 1, ennen korjausta		Seurantamittaus	
	2-etyyliheksanoli $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TVOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2-etyyliheksanoli $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TVOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1. luokka 3Y	702 (59 %)	1191	2,9	211,6
2. luokka 3-4E	370 (53 %)	694	1,4	101,3
3. luokka 4Y	222 (38 %)	591	-	115,7
4. luokka 4-6	756 (62 %)	1211	-	96,1
5. ATK-luokka	366 (52%)	703	1,2	151,1
6. luokka 2	201 (44 %)	454	-	67,0
7. tekstiilityö	947 (74 %)	1282	-	136,9
8. luokka 7-9	328 (27 %)	1225	2,4	204,3

7.3 Yhteenveto ja johtopäätökset esimerkkikohteesta

Esimerkkikohteesta paljastui useita rakennusaikana tehtyjä rakennusvirheitä, jotka vaikuttivat rakennuksen sisäilmasto-ongelmiin. Sisäilmasto-ongelmia aiheuttavia syitä esiintyi rakennuksen eri rakenteissa, kuten alapohjassa, välipohjassa, kattorakenteissa sekä ilmanvaihdon puutteellisuuksissa.

Lattioiden pintarakenteiden korjaustavaksi valittiin epoksipohjusteen levitys kapseloidaan vaurioitunut lattiarakenne. Valinta perustui korjausmenetelmän suorittamisen salpimaan nopeaan aikatauluun sekä siihen, että korjaustyö pystyttiin tekemään koulutyöskentelyn aikana osastoimalla tehtävä luokkahuone kerrallaan. Menetelmän valinnan etuna oli se, ettei koulu tarvinnut etsiä korjaustyön suorittamisen ajaksi vaihtoehtoisia tiloja.

Lattiarakenteen purku ja uusiminen olisivat olleet kustannuksiltaan kohtuuttoman suuri menoerä. Lisäksi koulutyöskentely olisi jouduttu siirtämään vaihtoehtoisiin tiloihin remontin ajaksi. Lattiarakenteen jyrsintä, lämmittäminen ja tuuletus olisivat vieneet työaikaa huomattavasti enemmän. Lattiapinta-alojen laajuuden vuoksi tasolämmittimien

asennus ja käyttö korjattavassa tilassa olisi aiheuttanut ongelmia energian siirrossa laitteisiin. Työmenetelmän riittävä kontrollointi ja valvonta olisivat vaatineet lisäresursseja.

Seurantamittaus tehtiin vuoden jälkeen. VOC-pitoisuudet olivat merkittävästi pienemmät kuin ennen korjaustyötä. Täten voidaan todeta, että lattioiden pintarakenteiden korjauksessa onnistuttiin pienentämään orgaanisten päästöjen osuutta lattioiden pintarakenteesta ympäröivään sisäilmaan.

Sisäilmaryhmän toimintatavan puutteellisuutena koettiin liian vähäinen yhteydenpito tilan käyttäjiin. Käyttäjien mahdollisuus osallistua korjaushankkeeseen ja sen kulkuun ei toteutunut. Viestintäpalavereja pidettiin korjaustyön aikana kaksi kertaa, mitä pidettiin liian vähäisenä. Lisäksi tilojen käyttäjien puolelta ongelmana pidettiin sisäilmaryhmän tapaa kertoa tutkimustuloksista riittävän selkeästi. Tilapalvelun ongelmaksi muodostui resurssipula ja määrärahojen vähyys, mikä aiheutti korjaustyön viivästymisen ja ajoittumisen kahdelle vuodelle.

Johtopäätöksenä voidaan todeta korjaustyön onnistuneen asetettujen tavoitteiden mukaisesti. Lattioiden korjauksen jälkeen saatiin merkittävä parannus tilojen käyttäjien terveydelle, sisäilman laadulle ja toimitilojen viihtyisyydelle. Epoksipohjusteen elinkaarta seurataan vuosittain tehtävillä kontrollointimittauksilla.

8. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tulevaisuudessa sisäilma- ja kosteustekniset ongelmat liittyvät edelleen jokaiseen korjausrakentamishankkeeseen. Korjaushankkeet ovat tekniseltä ja terveydelliseltä kannalta vaikeita tutkia ja ratkaista. Laajasta tutkimustiedosta huolimatta korjausmenetelmissä on paljon epävarmuustekijöitä. Liian usein joudutaan turvautumaan epäsuoriin mittausmenetelmiin. Mittaustuloksilla ei ole tarvittavia laki- ja terveysperusteisia raja-arvoja. Ongelmanratkaisutehtävät ovat henkisesti rasittavaa työtä. Lisäksi työyhteisöjen sisäiset ongelmat voivat pahentaa tilannetta ongelmakiinteistöissä.

Vastuu työntekijöiden työolosuhteiden turvallisuudesta ja terveellisyydestä on työnantajalla. Rakenteet on suunniteltava ja rakennettava siten, että vaurioita ei pääse syntymään. Jo ilmenneet vauriot on korjattava ennen kuin ne aiheuttavat terveyshaittaa työntekijöille. Mikäli työpaikassa ilmenee työympäristöstä johtuvia oireita ja sairauksia, korjaustöihin on ryhdyttävä pikaisesti tai altistuminen estettävä muulla tavalla./22./

Henkilöillä, jotka joutuvat tekemään päätöksiä vaurioituneiden rakennusten korjausrahoituksesta, korjaustavan toteutuksesta tai tilojen käyttäjien terveydentilaan liittyvistä asioista, on oltava riittävästi tietoa ongelmien merkittävydestä ja vaikutuksista niin rakennuskannalle kuin ihmisten terveydellekin. Tutkimusraporteista tulisi yksiselitteisesti ilmetä tarvittavat korjauskohteet ja mahdollinen lisätutkimisen tarve. Jokaisen kunnan tilahallintoon tulisi saada koulutettuja henkilöitä, joilla on riittävästi asiantuntemusta ja kokemusta näiden ongelmien hoitamisessa./22./

Talousarvioita ja budjetteja laadittaessa tulee kunnan päättäjien saada tarvittava tieto rakennuksissa olevista sisäilmaongelmista. Mahdollisiin akuutteihin korjauksiin tulee varata tarvittavat määrärahat, joiden kohdentaminen on harkinnanvaraista ja joustavaa. Jatkossa tulisi päästä tilanteeseen, että kaikkiin julkisiin rakennuksiin tehtäisiin rakennustekniset riskikartoitukset riittävän ajoissa, jo ennen sisäilmaongelmien puhkeamista kyseisessä kiinteistössä.

Tässä insinööriyössä kartoitettiin Varkauden kaupungin sisäilmaryhmän toimintakuvaukset ja tehtävävastuut kiinteistöjen ongelmalattioiden korjausten osalta. Tuloksena saatiin tilapalvelun toimintakäsikirjaan liitettävät toimintaohjeet, joissa selvitetään korjaushankkeeseen liittyvien osapuolten tehtävät hankkeen eri vaiheissa.

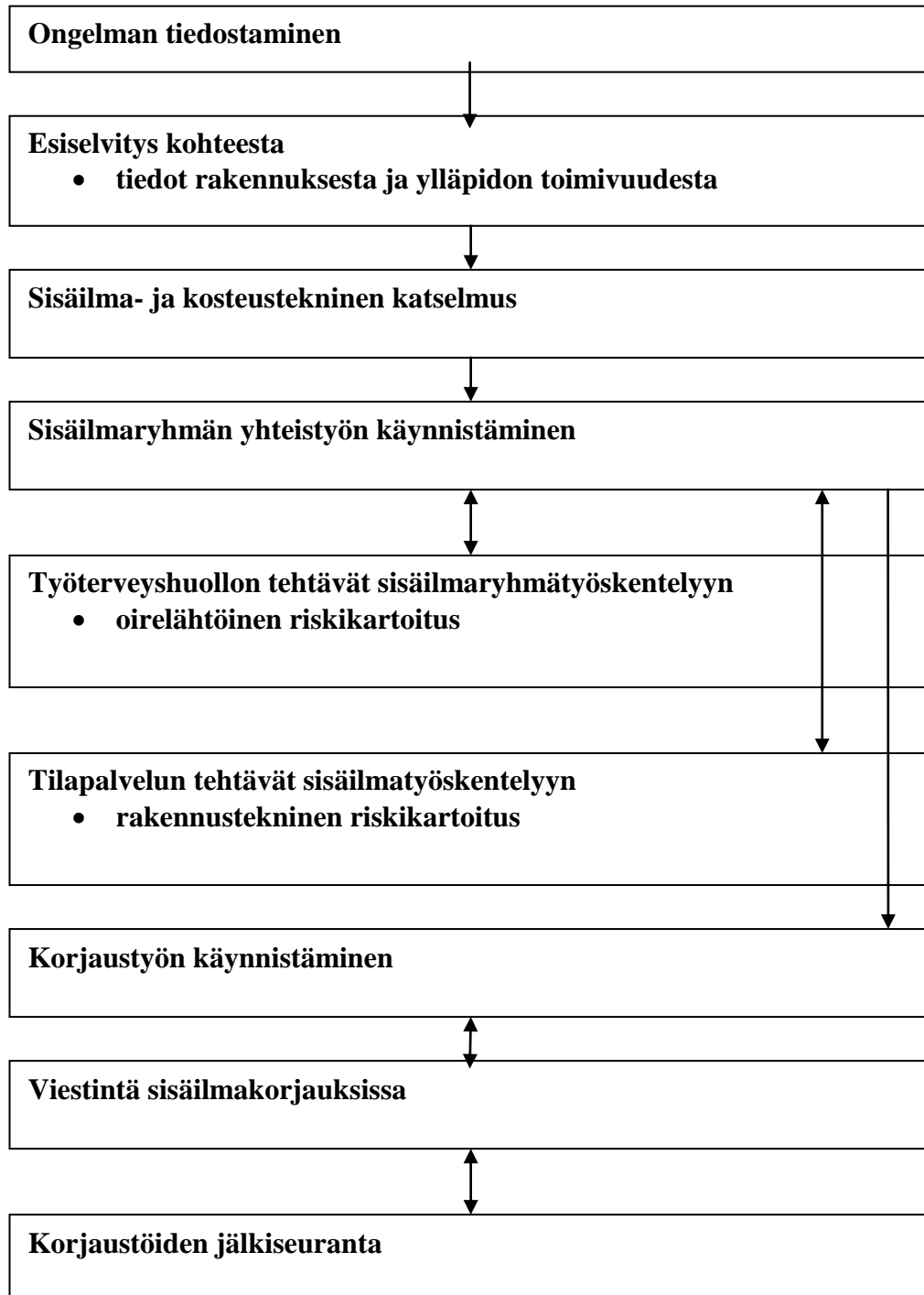
Tämän insinööriyön tulosten ja toimintaohjeiden tarkoituksena on vähentää huolimattomuudesta ja viestinnästä johtuvien ongelmien määrää korjauskohteissa. Tavoitteena on luoda toimintamalli lattioiden korjaustyön suorittamiselle Varkauden kaupungin julkisissa kiinteistöissä. Lisäksi työssä annetaan ehdotus korjaustyön aloittamisen tarpeellisuudesta oirelähtöisten ja rakennusteknisten riskikartoitusten perusteella.

Insinööriyön esimerkkikohteessa esiteltiin epoksipohjusteen käsittelymenetelmä lattia-
korjauksessa. Tällä menetelmällä lattiarakenteen VOC-pitoisuudet putoisivat alhaiselle tasolle. Etuna korjauskohteessa epoksipohjustemenetelmän valinnalle on edullisuus ja työmenetelmän nopeus. Menetelmästä tarvitaan kuitenkin runsaasti lisäkokemusta, sekä seurantamittauksia rakenteesta, ennen kuin voidaan arvioida menetelmän merkitystä kansantaloudelle. Korjauskohteiden onnistumista on suositeltavaa seurata seurantamittauksilla jonkin ajan kuluttua korjauksen valmistumisesta. Seurannan voi tehdä käyttäjäkyselyllä korjauskohteessa sekä VOC-mittauksella rakenteista, lisäksi mittaustavan on oltava sama, jotta tuloksia voidaan verrata keskenään.

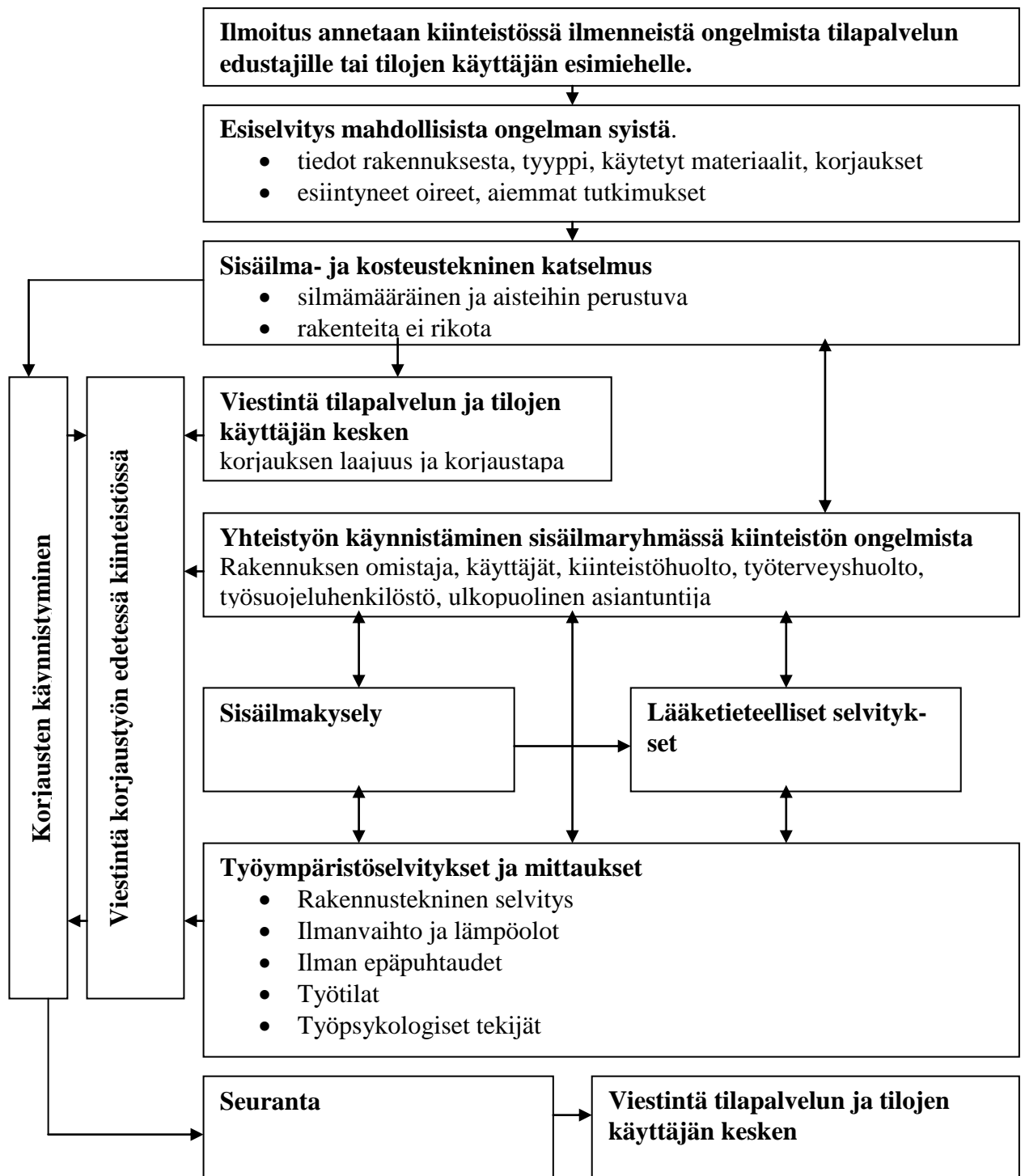
LÄHTEET

- 1 Lahtinen, M. Lappalainen, S. Reijula, K. 2006. *Sisäilman hyväksi. Toimintamalli sisäilmaongelmien ratkaisuun*. Helsinki: Työterveyslaitos. (3 s)
- 2 Rundt, A. Backlund, P. Paakkola, K. 2005 *Sisäilman hajut ja orgaaniset epäpuhtaudet*. Työterveystieteitä, Vol 23. s.156-163.
- 3 Maankäyttö- ja rakennuslaki (5.2.1999/132)
- 4 Maankäyttö- ja rakennusasetus (10.9.1999/895)
- 5 D2 *Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet 2010*. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö. 2010 (1 s)
- 6 Asumisterveysohje. 2003.*Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1*. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö.(2 s)
- 7 Työturvallisuuslaki(23.8.2002/738)
- 8 Sisäilmastoluokitus 2008. *Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset*. Espoo: Sisäilmayhdistys ry. (2 s)
- 9 Ojala, M. Saarela, K. 1977. *Kosteuden vaikutus ureaformaldehydivaahdomuoviin*. Espoo : Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tiedonanto 11. (1 s)
- 10 Järnström, H. 2005 *Muovimattopinnoitteisen lattiarakenteen VOC-emissiot sisäilmaongelmatapauksissa*.Helsinki:VTT. (4 s)
- 11 Wolkoff , P. 1995. *Volatile Organic compounds*. Indoor Air.Suppl.3.(1 s)
- 12 Gustafsson, H.1990. *Kemisk emission från byggnadsmaterial- beskrivning av skadefall, mätteknik och åtgärder*.SP Rappotr 1990:25.(1 s)
- 13 Kurnitski, J. 2008. *Suunnittelijan opas koulurakennusten sisäilmasto-ongelmien ja kosteusvauroiden korjaamiseen*. Espoo . (6 s)
- 14 Valtioneuvoston päätös rakennustyön turvallisuudesta 692/1994 muutoksineen (1 s)
- 15 RT 80 – 10712. *Rakennuksen kosteus ja mikrobivauriot, korjausrakentaminen*. RT kortti. Rakennustieto Oy.1999.
- 16 Rakennustieto Oy (verkkosivusto).Rakennustieto> Tuotteet ja palvelut>RT kortisto/Ratu-kortisto
- 17 Husman, T. Roto, P. Seuri, M. 2002. *Sisäilma ja terveys- tietoa rakentajille*. Helsinki: Kansanterveyslaitos. (3 s)
- 18 Ala-Risku ym.1996. *Riskienhallinta työolojen parantamisessa*. Helsinki;Työhallinnon julkaisu 121(2 s)
- 19 Seuri, M. Palomäki, E.2000. *Haasteellinen sisäilma*. Helsinki (3 s)

- 20 Kosteusvauriotyöryhmän muistio. *Kosteusvauriot työpaikoilla*. Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä 2009:18. (3 s)
- 21 Lahtinen, M.2007. *Työyhteisö sisäilmaongelmien ratkaisijana*. Työterveyshuollon valtakunnallinen seminaari. Tampere:Työterveyslaitos. (2 s)
- 22 Kauhanen, T.2004. *Työsuojelulainsäädännön soveltaminen kosteus- ja homevaurio-kohteissa*. Kuopion yliopisto, Tutkimuksia ja selvityksiä 11/2004.Kuopio. (2 s)

LIITE 1 ONGELMALATTIOIDEN KORJAUSTYÖN ETENEMINEN

LIITE 2 ONGELMALATTIOIDEN KORJAUSTYÖN TOIMINTAMALLI VUOKAAVIONA



LIITE 3 SISÄILMARYHMÄN OSALLISTUJIEN TEHTÄVÄT

1(2)

Tilapalvelupäällikkö

- osallistuminen sisäilmaryhmän työskentelyyn
- koordinoi ja valvoo korjaushankkeiden suunnittelua
- koordinoi sisäilmasto ja kosteusteknisiä katselmuksia
- korjausmäärärahojen budjetointi investointiohjelmaan
- viestintä korjauskohteissa
- yhteydenpito työsuojelupiiriin

Työsuojelupäällikkö

- johtaa ja valvoo sisäilmaryhmän toimintaa
- yhteydenpito työsuojelupiiriin
- viestintä korjauskohteissa
- sisäilmaryhmän toimintaan liittyvien asioiden esittely kaupungin johtoryhmässä

Työpäällikkö

- osallistuminen sisäilmaryhmän työskentelyyn
- alustavat tutkimukset ongelmakohteissa
- suunnittelee ja valvoo sisäilmasto ja kosteusteknisiä katselmuksia
- osallistuu rakentajan ominaisuudessa korjaushankkeisiin
- sisäilmaongelmien asiantuntija- ja asiakaspalvelua kaupungin kiinteistöissä
- korjaushankkeiden aikataulutusta ja yhteydenpito käyttäjiin omissa korjaushankkeissa
- viestintä korjauskohteissa

Rakennuttajarakennusmestari

- osallistuminen sisäilmaryhmän työskentelyyn
- suunnittelee ja valvoo sisäilmasto ja kosteusteknisiä katselmuksia
- rakennuttamistehtävien hoitaminen korjaushankkeissa
- sisäilmaongelmien asiantuntija- ja asiakaspalvelua kaupungin kiinteistöissä

LVI – tekniikko

- osallistuminen sisäilmaryhmän työskentelyyn tarvittaessa asiantuntijana
- lvi- kuntotarkastukset ja tutkimukset

LIITE 3**2(2)****Hallintokuntien työsuojeluvaltuutetut**

- osallistuminen sisäilmaryhmän työskentelyyn
- työpaikkakäynteihin osallistuminen

Työterveyslääkäri ja – hoitaja

- osallistuminen sisäilmaryhmän työskentelyyn
- sisäilmastokyselyjen suunnittelu ja toteutus
- oirelähtöinen riskikartoitus
- viestintä korjauskohteissa
- työpaikkakäyntien järjestäminen

Ulkopuolinen sisäilma-asiantuntija

- osallistuu niissä ongelmatapauksissa, joissa sisäilmaryhmä päättää asiantuntijan tarpeellisuudesta konsulttina