

*Rakennusterveysasiantuntija- ja
sisäilma-asiantuntijakoulutusten
loppuseminaari 5. – 6.6.2019*

Toimittaneet: Helmi Kokotti, Ulla-Mari Pasala ja Meri Hietala

Opinnäyte- ja näyttötöiden tiivistelmät.
Rakennusterveysasiantuntija
RTA 2018 – 2019
Helsinki 2019



Toimittajat Helmi Kokotti, Ulla-Mari Pasala ja Meri Hietala	Ryhmät RTA 2018 – 2019 SISA 2018 – 2019
Nimi RTA– ja SISA opiskelijaryhmien 2018 – 2019 opinnäyte- ja näyttötöiden tiivistelmät. Rakennusterveysseminaari 5. – 6.6.2019.	Sivu- ja liitesivumäärä 126 sivua
Tämä julkaisu koostuu RATEKOn Rakennusterveysasiantuntija (RTA) - ja Sisäilma-asiantuntija (SISA) -koulutuksissa 2018 – 2019 opiskelleiden asiantuntijoiden opinnäyte- ja näyttötöiden tiivistelmistä. RTA-koulutuksen opinnäytetyön tarkoituksena on soveltaa muiden tekemiä tutkimuksia ja esittää omat tutkimustuloksensa samassa viitekehyksessä käytännön kentän ongelmien aiheista. SISA-koulutuksen näyttötyön tarkoituksena on eri osa-alueiden käytännön osaamisen osoittaminen ja kokonaisuuden hallinta. Aiheina on mm. kuntotutkimuksiin ja korjauksiin, sisäilmaan ja sen laatuun sekä toimintamalleihin liittyviä tutkimuksia. Lopputyöt esitetään itsenäisenä raporttina, tiivistelmänä tässä seminaarikirjassa, seminaariesitelmänä ja posterina. Koulutuksen ja siihen sisältyvän opinnäyte- tai näyttötyön hyväksytysti suorittaneet opiskelijat voivat hakea Rakennusterveysasiantuntijan tai Sisäilma-asiantuntijan sertifikaattia. Rakentamisen sertifikaatin edellytyksinä ovat soveltuva perustutkinto ja riittävä määrä soveltuvaa työkokemusta. Rakennusterveysasiantuntijan ja sisäilma-asiantuntijan pätevyydestä ja koulutusvaatimuksista säädetään Terveysturvallisuuslain muutoksessa (1237/2014) ja Asumisterveysasetuksessa (545/2015) sekä Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeissa (2016). Rakennusterveyden asiantuntijoita tarvitaan laatimaan näytteenotto- ja tutkimussuunnitelmia, suorittamaan sisäilma- ja kosteusteknisiä kuntotutkimuksia sekä tulkitsemaan niiden tuloksia, raportoimaan selvityksistä sekä tilaamaan, suunnittelemaan ja valvomaan korjauksia ja johtamaan sisäilmaongelman selvitysprosessia. Tehtäviin soveltuminen pohjautuu jokaisen henkilökohtaiseen osaamiseen, mm. tutkinnon alaan. Lisätietoa RATEKOn rakennusterveyskoulutuksista: www.rakennusteollisuus.fi/RATEKO/Koulutusohjelmat/Henkilosertifiointi/	
Avainsanat rakennusterveys, terveyshaitta, kuntotutkimukset, suunnittelu, riskirakenteet, tiiviys, ilmanvaihto, puhtaudenhallinta, korjaukset, sisäilma, ulkopuolinen asiantuntija, koulutus	Luottamuksellisuus julkinen

The Education Program for Building Health Expert, 45 cu. 27.5.2019
The Education Program for Indoor Air Specialist, 25 cu.

Editors Helmi Kokotti, Ulla-Mari Pasala and Meri Hietala	Courses RTA 2018 – 2019 SISA 2018 – 2019
Title The abstracts of the research reports conducted by the students of education programs for Building Health Expert and Indoor Air Specialist 2018 – 2019. Research reports were presented at the public seminar in 5. – 6.6.2019.	No. of pages and annexes 126 pages
The education programs for Building Health Expert (45 cu in 1.5 years) and Indoor Air Specialist (25 cu in 1.5 years) have been conducted for the fifth time in the Training Centre of the Confederation of Finnish Construction Industries RT (CFCI). The contents of the education programs are 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 programs apply certification from Eurofins 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 2018 – 2019. Their subjects were studies concerning IAQ, moisture damages, investigations, design and repair work of building structures, operating models and health effects.	
Keywords healthy building, health effects, moisture damages, building investigation, construction design, repair, air tightness, ventilation and air conditioning systems, indoor air quality IAQ, education	Confidentiality public

ESIPUHE

RATEKOn viidennet puolitoistavuotiset Rakennusterveysasiantuntija RTA ja Sisäilma-asiantuntija SISA -koulutukset ovat loppuillaan. Koulutusohjelmiin osallistui 25 opiskelijaa, jotka halusivat syventää osaamistaan rakennus- ja asumisterveyteen liittyvissä kysymyksissä. Tähän julkaisuun olemme koonneet tiivistelmät opinnäyte- ja näyttötöistä, jotka opiskelijat esittelevät Vantaan Martintalolla 5. – 6.6.2019 järjestettävässä koulutuksien loppuseminaarissa.

Kiitämme lämpimästi kaikkia koulutuksen toteutuksessa mukana olleita kouluttajia ja yhteistyökumppaneita. Monipuoliset luennot, harjoitus- ja ryhmätyöt, käytännön harjoitukset ja demonstraatiot, tentit ja keskustelut ovat kartuttaneet tehokkaasti opiskelijoidemme asiantuntemusta.

Kiitokset kuuluvat myös tässä julkaisussa esiteltävien lopputöiden ohjaajille. Lopputöiden tekeminen on vaatinut opiskelijoilta pitkäjänteisyyttä, osaamista ja opittujen asioiden soveltamista sekä ohjaajilta asiantuntevaa tukea. Lopputöiden kautta opiskelijat ovat osoittaneet niin eri osa-alueiden kuin kokonaisuuksien merkityksen ymmärtämisen rakennus- ja asumisterveyteen liittyvissä kysymyksissä.

Myös työnantajat ansaitsevat kiitoksen opiskelijoidemme mahdollisuudesta panostaa koulutukseen ja osaamisen syventämiseen. Voimme vakuuttaa, että koulutuksen kautta karttuneet tiedot ja taidot tulevat jatkossa hyödyttämään organisaatiotanne ja asiakkaitanne.

Kiitokset opiskelijoiden perheille ja läheisille, jotka ovat ymmärtäneet opiskelun vievän yhteistä aikaa ja resursseja sekä mahdollistaneet urakan maaliin saattamisen.

Lämmin kiitos opiskelijoillemme antoisista ja mielenkiintoisista yhteisistä hetkistä! Toivottavasti opiskelun aikana syntyneistä verkostoista on teille tulevaisuudessa hyötyä.

Helsingissä 27.5.2019

Helmi, Ulla-Mari ja Meri

*Opiskelu ilman ajattelua on
hyödytöntä. Ajattelu ilman opiskelua
on vaarallista.*

- Kungfutse

*Vain aniharvat tietävät, miten
minkäkin pitää olla,
ja vain muutamat selviävät kaikesta
omin neuvoin.*

*- Hemuli, Muumilaakson
marraskuu*

Rakennusteollisuuden koulutuskeskus RATEKO

Toimintamallit

SATOn toimintamalli ja osaamisen syventäminen sisäilmaongelmien ratkaisemisessa osana kumppanuusverkoston kehittämistä Aulikki Erälinna	1
Taloyhtiö X:n sisäilmaongelma ja terveystarkastajan asiantuntijarooli viranomaisprosessissa Ari Antila	7
Kerrostalokiinteistön 10-vuotistarkastus ja rakentajan 10-vuotisvastuu Joonas Kukkola	13
Espoon kaupungin omistamien koulurakennusten toimintaohjeen päivitys sisäilmaongelmien ratkaisemiseksi: Tarkastelussa alapohjarakenteiden vaikutus sisäilman laatuun Niina Fält	19
Painovoimaisen ilmanvaihdon kiinteistön muuttaminen koneelliseen ilmanvaihtoon ja sen vaikutukset sisäilmastoon; toteutettujen kohteiden analysointi Satu Touronen-Paimensalo	25

SATON TOIMINTAMALLI JA OSAAMISEN SYVENTÄMINEN SISÄILMA-ONGELMIEN RATKAISEMISESSA OSANA KUMPPANUUSVERKOSTON KEHITTÄMISTÄ

Aulikki Erälinna
SATO

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena on SATOn oman toimintamallin kehittäminen sisäilmaongelmien ratkaisemisessa, henkilöstön osaamisen kartuttaminen ja sen perusteella tarkoituksenmukaisen ja laadukkaan kumppanuusverkoston ylläpito ja kehittäminen.

Opinnäytetyössä käsitellään SATOn omistamia vuokrakiinteistöjä ohjaavaa lainsäädäntöä, sisäistä toimintamallia sekä sisäilman laatuun vaikuttavien tekijöiden ohjeistuksia ja tilaajan hankintaosaamista tukevaa sisäilma-asioiden ymmärrystä ja tiedon syventämistä. Sisäilmaongelmien ratkaisemisessa on tärkeää reagoida heti havaittuihin epäilyihin tai esiin tulleisiin vaurioihin. Palveluketjussa työskentelevien osaaminen ja pätevyys auttavat oikeiden johtopäätösten tekemisessä.

Keskeisimmät tekijät sisäilmaongelmien taustalla ovat eri syistä aiheutuneet kosteusvauriot, puutteellinen ilmanvaihto, rakenteiden ja järjestelmien käyttöiän ylittyminen ja asumisen aiheuttamat epäpuhtaudet ja kosteus. Opinnäytetyössä selvitetään kunkin osa-alueen osalta, mitä tarkastuksen tekemisessä tulisi havainnoida, erilaisia riskitekijöitä sekä olosuhteiden tavoitteita ja toimenpidearvoja. Lisäksi käsitellään sisäilmaongelmia aiheuttavia riskitekijöitä ja perehdytään lainsäädäntöön ja ohjeistuksiin.

Toiminta asukkaiden kotona edellyttää asiakaslähtöistä toimintaa ja oikea-aikaista viestintää kaikilta toimijoilta.

1. JOHDANTO

SATO Oyj on yksi Suomen suurimmista vuokranantajista. SATOn omistuksessa on yhteensä noin 26 000 vuokra-asuntoa pääkaupunkiseudulla, Turussa, Tampereella, Jyväskylässä, Oulussa ja Pietarissa.

SATOn ”Asiakas ensin” –strategia nostaa asiakkaalle tärkeän asumisterveyden myös SATOn toiminnan keskiöön. Vastuullisuus rakentamisessa ja kiinteistöhoidossa merkitsee osaltaan myös terveellisen ja turvallisen asuinympäristön luomista ja ylläpitoa. Myös ihmisten tietoisuus sisäilman merkityksestä asunnon viihtyisyydelle ja terveellisyydelle on lisääntynyt muun ympäristötietouden, yleisen terveysboomin sekä julkisen keskustelun myötä. Siten sekä asuk-

kaat että SATO vuokranantajana ovat nostaneet asumisterveyden yhdeksi tärkeimmistä tekijöistä asunnoissa.

Sisäilma-asioita on Suomessa tutkittu aktiivisesti 1990-luvulta lähtien. Vuosina 2010-2015 toteutettiin valtakunnallinen Kosteus- ja hometalkoot -ohjelma, joka tuotti oppaita, ohjeita ja tutkimuksia turvallisen ja terveellisen rakennuskannan varmistamiseksi. Rakentamisen ohjeistus on muuttunut ja monet aiemmat käytännöt ovat osoittautuneet riskirakenteiksi. Asumisterveysohje uudistui 2015 asumisterveysasetukseksi sekä sai tuekseen Valviran soveltamisohjeet vuonna 2016. Edelleen kosteuden hallinnassa on puutteita ja korjattavaa ilmenee uusissakin rakennuksissa. Oma lisänsä on uusia tuotteita ja materiaaleja kehittävä rakennusmateriaaliteollisuus, jolloin tutkittavaa on jatkossakin eri materiaalien kestävyudessa ja käyttäytymisessä vaihtelevissa olosuhteissa.

2. TUTKIMUKSEN TAVOITE

Opinnäytetyön tavoitteena on SATOn oman toimintamallin kehittäminen sisäilmaongelmien ratkaisemisessa, henkilöstön osaamisen kartuttaminen ja sen perusteella tarkoituksenmukaisen ja laadukkaan kumppanuusverkoston ylläpito ja kehittäminen.

3. TOIMINTAA OHJAAVA LAINSÄÄDÄNTÖ

3.1. Terveydensuojelu

Terveydensuojelulain (TSL 19.8.1994/763) tarkoituksena on ennalta ehkäistä, vähentää ja poistaa sellaisia elinympäristössä aiheutuvia tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa terveyshaittaa. Terveydensuojelulain 26 §, 27§ ja 32§ määrittelee asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisiä vaatimuksia, terveyshaittaa ja muita asuntojen terveydensuojelullisia säännöksiä.

Mikäli asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyvä terveyshaitta johtuu rakennuksen rakenteista, eristeistä tai rakennuksen omistajan vastuulla olevista perusjärjestelmistä, haitan poistaminen on omistajan vastuulla. (TSL)

Asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista (STM 545/2015) ja Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016 (Valvira 2016) antavat tarkemmat määräykset ja ohjeet asuinhuoneistojen ja muiden oleskelutilojen olosuhteiden valvontaan.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje on julkaistu viidessä eri osassa. Ohjeissa on annettu eri mitattaville suureille toimenpideraja-arvoja, jotka kuitenkin eivät ole terveysterveystasiallisia raja-arvoja. Käytännössä toimenpiderajojen soveltamisessa edellytetään mittaustulosten lisäksi haitan kokonaisarviointia.

3.2. Hallinnolliset toimintaa ohjaavat asiat

SATOn vuokra-asunnot sijaitsevat kokonaan SATOn omistamissa taloissa tai osakeomistuksen perustella tavallisissa asunto-osakeyhtiöissä. Asunto-osakeyhtiölaki (AsOyL 2009/1599) ja asunto-osakeyhtiön yhtiöjärjestys määrittelee osakkeenomistajan ilmoitusvelvollisuudesta ja kunnossapitovastuusta huoneistojen osalta. Asukkaiden vuokrasuhteeseen sovellettavat periaatteet määräytyvät vuokrasopimuksen ja asuinhuoneiston vuokralain (AHVL 1995/481) mukaisesti.

Vuokratalojen rakentamista sekä kunnossapito - ja peruskorjauksia ohjaa maankäyttö ja rakennuslaki (MRL 132/1999) sekä lakiin tehtyt muutosasetukset. Kaupunkien keskustoissa ja vanhemmissa rakennuksissa korjausta voi säädellä myös laki rakennusperinnön suojelemisesta (498/2010).

4. SATON TOIMINTAMALLI

4.1. Organisaatio

SATOn oma keskitetty asiakaspalvelu palvelee Helsingissä koko Suomessa olevaa asiakaskuntaa. Asiakaspalvelussa työskentelee noin 30 palveluneuvojaa puhelimitse, sähköpostilla, chatissa ja facebookissa.

Isännöintitoiminta hoidetaan pääkaupunkiseudulla, Turussa ja Tampereella omalla organisaatiolla. Palvelupäällikön tehtäviin kuuluu vuokrataloisännöinnin hallinnolliset tehtävät ja asiakasvastuu sekä osakashallinnassa olevien vuokrahuoneistojen osakkeenomistajan edustajana toimiminen. Teknisen isännöinnin hoitaa olosuhdepäälliköt apunaan tekninen elinkaarihallinta. Huoneistotarkastajat tekevät muuttotarkastukset sekä tilaavat pääosin tavanomaiset huoneistokorjaukset. Turun alueella palvelupäälliköt hoitavat omissa kohteissaan kaikki edellä mainitut tehtävät. Jyväskylässä ja Oulussa kyseiset palvelut ostetaan palveluntuottajalta.

Asumisterveyspäällikkö on mukana ilmoitettujen asumisterveysteen ja turvallisuuteen liittyvien tapausten ratkaisemisessa sekä kehittää kumppaniohjausta ja raportoi asumisterveyteen liittyvistä tapauksista.

Asumisterveysryhmä, johon kuuluu liiketoimintajohtaja, yksikön johtaja, tekninen johtaja, korjaustoiminnan johtaja sekä asumisterveyspäällikkö, kokoontuu kahden viikon välein ja käsittelee merkittävimpien tapausten hoitamista sekä seuraa kokonaistilannetta kiinteistösalkussa.

Investointiyksikön projektipäälliköt hoitavat sekä uudisrakentamisen että peruskorjaukset. Hankintaosasto hoitaa kilpailutusta, sopimusten tekemistä, ostotilaustilausjärjestelmän ohjeistusta ja ylläpitoa, puitesopimuskumppanien ja muiden kumppanuuksien ja toimittajien arviointia ja kehittämistä yhdessä liiketoiminnan kanssa.

4.2. Sisäilmaongelmien ratkaiseminen

Asukkaiden sisäilmailmoituksiin vastataan vuorokauden sisällä ilmoituksesta. Nopealla aikataululla sovittavan huoneistotarkastuksen avulla selvitetään huoneiston tilanne. Ennen tarkastusta palvelupäällikkö voi antaa asukkaan täytettäväksi opinnäytetyön osana laaditun lomakkeen, joka selventää asukkaan kokemusta huoneiston olosuhteista.

Huolella tehdyn ensivaiheen tarkastuksen perusteella voidaan jo ratkaista useimmat sisäilmaongelmia aiheuttavat tekijät, tilata korjaustoimet ja ohjeistaa asukasta turvallisesta ja terveellisestä asumisesta. Huoneistotarkastajan avuksi on opinnäytetyön osana laadittu tarkastuslomake auttaa tarkastuksen tekijää kattavan tarkastuksen tekemisessä.

Huoneistotarkastuslomake on jaoteltu viiteen osa-alueeseen: asukkaiden taustatiedot, ilmanvaihto, lämpötila, kosteus sekä siivous ja muut sisäilmaan vaikuttavat tekijät. Opinnäytetyössä selvitetään kunkin osa-alueen osalta, mitä tarkastuksen tekemisessä tulisi havainnoida, erilaisia riskitekijöitä sekä olosuhteiden tavoitteita ja toimenpidearvoja. Hyvän ensitarkastuksen perusteella oikeiden kumppanien valinta jatkotoimenpiteisiin on helpompi tehdä, jolloin turhia käyntejä tai aikaa ja rahaa säästyy sisäilmaongelman selvittelyssä.

Tärkeä osa toimintaa on asukkaan tietoisena pitäminen siitä, mitä ja milloin seuraavaksi tapahtuu ja myös asukkaan opastaminen, miten asumisen tavoilla voidaan edistää hyvää sisäilmaa huoneistossa.

5. VALITUT OSA-ALUEET SISÄILMAONGELMIEN RATKAISEMISESSA

Kosteus- ja sisäilmatutkimuksissa ja korjauksissa tilattavat ostopalvelut on jaettu eri hankintakategorioihin, millä pyritään laadukkaan ja kustannustehokkaan palveluverkoston luomiseen ja ylläpitoon. Opinnäytetyössä käsitellään valittujen hankintakategorioiden osalta lakeihin ja asetuksiin perustuvia vaatimuksia ja ohjeita sen pohjalta, että tiedot auttavat tilaajia päivittäisten haasteiden ratkaisemisessa.

5.1. Kosteuskartoitukset ja -mittaukset

Ylimääräistä kosteutta rakenteisiin voi tulla monista eri syistä. Vuotovahingot ovat usein äkillisiä ja helposti havaittavia, mutta ylimääräistä kosteutta voi tulla pinnoille ja rakenteisiin myös piilevien vuotojen tai kosteuden tiivistymisen johdosta. Rakenteissa ja pinnoilla oleva kosteus aiheuttaa erilaisia vaurioita. Vaurioiden, mm. mikrobivaurioiden syntyyn vaikuttaa aika, lämpötila ja kosteuspiitoisuus. Kosteusvaurioiden selvittämiseksi riskirakenteiden tunnistaminen ja rakennusfysiikan tunteminen auttaa oikeiden johtopäätösten tekemisessä. Kosteusmittaajan sertifiointi edellyttää alan pohjakoulutusta ja/tai riittävää työkokemusta sekä kosteudenmittaajan tutkinnon suorittamista.

5.2. Sisäilmatutkimukset

Usein asukas ilmoittaa epämääräisestä hajusta tai epäilee toistuvan sairastelun johtuvan asunnossa olevasta terveyshaitasta. Aukkaalla voi olla toive sisäilmamittauksesta, mikä sitten kertoisi, mistä esimerkiksi toistuvat hengitystieoireet johtuvat. Yksinkertaista mittaria tai selvää yksiselitteistä syy-seuraussuhdetta ei toistaiseksi ole olemassa vaan huoneiston olosuhteisiin ja asukkaiden kokemuksiin terveyshaittoihin vaikuttavat monet eri tekijät. Mitä ja miksi tutkitaan ja mitataan, on erikseen harkittava kussakin tapauksessa.

Sisäilmatutkimusten yhteydessä tehtäviä olosuhdemittauksia ovat huoneiston ilmakeus, lämpötila, paine-ero ja hiilidioksidipitoisuus. Niiden avulla voidaan tehdä johtopäätöksiä ilmanvaihdon toimivuudesta ja ne vaikuttavat paljon asukkaiden kokemaan ilman laatuun. Sisäilmatutkimukset voivat sisältää ilmatilteen tutkimista eri menetelmin, pölyn koostumusmittauksia, haihtuvien orgaanisten aineiden ja mittauksia ilmasta ja materiaaleista, mikrobi-tutkimuksia ja haitta-aineiden tutkimuksia.

5.3. Ilmanvaihto

Asuinrakennusten ilmanvaihdon toteutustavat sekä ilmanvaihdon ohjeistus ja määräykset ovat muuttuneet vuosien varrella useasti. Rakentamista säätelevien lakien uudistamisen yhteydessä ilmanvaihdon osuus uusittiin 2017. Ilmanvaihdon tarkoituksenmukaisuuden arvioinnissa on sovellettava rakennuksen rakennus- tai peruskorjausvuotta koskevat määräykset sekä voimassa oleva asumisterveysasetus ja sen soveltamisohje, mikä on minimivaatimus asuinhuoneiston ilmanvaihdon. Sisäilmaluokitus 2018 avulla uuden- ja peruskorjausrakentamisessa voidaan määrittellä tavoitetasot sisäilman parantamiseksi. S3 luokka vastaa minimitasoa, joka asuinrakentamisessa on vielä tavanomainen.

Ilmanvaihdon tyypillisiä vikatilanteita ovat ilmanvaihdon tukkiminen tai tukkeutuminen, koneiden tai niiden osien rikkoutuminen, säätölaitteiden vikatilanteet tai virheellinen ohjelmointi. Ilmanvaihtolaitteiden ja kanavien puhtaus ja ilmavirtojen oikeat säädöt ovat ensisijaisia tekijöitä hyvän sisäilman kannalta. Oikeiden suodattimien valinnalla, ohjauksella, seurantalaitteilla ja osaavalla huoltotoiminnalla voidaan myös energiankulutus ottaa huomioon vaarantamatta ilmanvaihdon riittävyyttä.

5.4. Korjaukset ja suunnittelu

Huoneistojen ja kiinteistöjen korjauksissa noudatetaan hyvää rakennustapaa ja voimassa olevaa lainsäädäntöä ja ohjeistusta. SATOlla on tavanomaisten huoneistokorjauksien tekemiseen valmiit työselitykset ja puitesopimuskumppanit. Kosteus- ja sisäilmateknisten korjausten toteuttamisessa tiivistyskorjaukset ja erikoispuhdistukset vaativat ohjeistusta, jotta toivottu lopputulos saavutetaan. Korjaussuunnitteluun, valvontaan ja kuntotutkimuksiin valitaan yhteistyökumppanit pätevyysvaatimusten, referenssien sekä hinta-laatusuhteen perusteella kohdekohtaisesti.

Kiinteistöjen turvallisuuden ja terveellisuuden sekä oikea-aikaisten korjausten tekemiseksi kokonaisvaltainen tarkastelu kiinteistö ja sen järjestelmien kunnon suhteen on tarpeen. Kiinteistöjen kuntotutkimuksia kokonaisvaltaiseen tarkasteluun auttaa Ympäristöopas 2016 Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus -opas (Ympäristöministeriön julkaisema ja Miia Pitkärannan toimittama).

6. KUMPPANUUSVERKOSTO

Palveluverkosto pyritään pitämään kattavana ja riittävänä. Tavoitteena on hankintojen keskitäminen valituille toimijoille sujuvan toiminnan ja viestinnän varistamiseksi. Varsinaisessa yhteistyössä ja toiminnassa korostetaan SATOn arvoja ja strategiaa. SATOn arvot ovat ”ihminen ihmiselle”, ”rima korkealla” ja ”osaamisen ilo ja rentous”.

5. KIITOKSET

Haluan kiittää työnantajaani mahdollisuudesta osallistua RTA- koulutukseen sekä työkavereita ja muita kurssille osallistuneita sparrauksesta ja keskusteluista. Kiitokset opinnäytetyön ohjaajille Timo Turuselle ja Markku Hyväriselle hyvistä kommentteista ja ohjauksesta. Eri-tyiskiitos läheisille tuesta ja kärsivällisyydestä paljon yhteisestä ajasta vieneen koulutuksen aikana.

6. LÄHDELUETTELO

1. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira 2016
2. Asunto-osakeyhtiölaki AsOyL 2009/1599
3. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, RT 14-10984
4. Hyttinen Marko. Luentomateriaali RATEKO ilmanvaihdon kemialliset emissiot 16012019
5. Kosteus ja home-talkoot: Ohjekortisto, sisäilmaongelman ratkaiseminen
6. Laki asuinhuoneiston vuokraamisesta AHVL 1995/481
7. Laki rakennusperinnön suojelemisesta 489/2010
8. Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999
9. Ohje asunnon terveyshaitan selvittämisprosessiin 478/06 10.1.2017, Valvira 4/2017
10. Opas asuintalon ilmanvaihdon mitoittamiseen, Finvac 2017
11. Paloniitty S, Paloniitty J, Haimilahti J. Lämpökuvaus rakentamisessa. Rakennustieto 2016 Vaasa
12. Sisäilmastoluokitus 2018, RT 07-11209
13. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Suomen säädöskokoelma 545/2015.
14. Talotekniikkainfo: Sisäilmasto ja ilmavaihto -opas.
15. Terveysnsuojelulaki TSL 1994/763
16. Työterveyslaitoksen ja Terveys ja hyvinvoinnin laitoksen kannanotto biosidien käytöstä korjausrakentamisessa 15.3.2016 <https://www.ttl.fi/tyoterveyslaitoksen-ja-terveyden-ja-hyvinvoinnin-laitoksen-kannanotto-biosidien-kaytosta-korjausrakentamisessa/>
17. Viitanen Hannu, FT, dosentti. Luentomateriaali RATEKO homehtumisindeksi 03102018
18. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017
19. Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö.

TALOYHTIÖ X:N SISÄILMAONGELMA JA TERVEYSTARKASTAJAN ASiantuntijarooli viranomaisprosessissa

Ari Antila

Rakennusteollisuuden koulutuskeskus RATEKO

TIIVISTELMÄ

Kun asunnossa epäillään olevan olosuhde tai tekijä, josta voi aiheutua asukkaalle terveyshaittaa, tulisi asia ensisijaisesti pyrkiä ratkaisemaan yhteistyössä haitan kärsijän, asunnon omistajan ja kiinteistön omistajan/taloyhtiön kesken. Kiinteistön omistajan tulisi tiedon terveyshaittaepäilystä saatuaan ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin asian selvittämiseksi ja mahdollisen epäkohdan poistamiseksi. Mikäli asia ei etene asianosaisia tyydyttävään lopputulokseen kohtuullisessa ajassa, voidaan terveyshaittaepäily laittaa vireille kunnan terveydensuojeluviranomaiseen. Terveystarkastaja tekee asuntoon tarkastuksen ja arvioi lisätutkimustarvetta ja/tai terveyshaitan olemassaoloa. Viranomaisen antaa tarvittaessa määräyksiä terveyshaitan selvittämiseksi ja poistamiseksi sekä valvoo määräysten toimeenpanoa. Tässä työssä tarkastellaan erään vaativan taloyhtiöesimerkin avulla terveystarkastajan asiantuntijaroolia sisäilmaongelmaa koskevassa viranomaisprosessissa. Esimerkkitapauksessa kunnan viranomaisen käytti hallintopakkotoimenpiteiden uhkaa tehokeinona taloyhtiön rakennusten kunnon ja korjaustarpeen selvittämiseksi. Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen jälkeen taloyhtiö määrättiin poistamaan todetut terveyshaitat.

1. JOHDANTO ASUNNON TERVEYSHAITAN SELVITTÄMIPROSESSIIN

Terveystarkastajan tehtävänä on selvittää, esiintyykö asunnossa olosuhdetta tai tekijää, joka voi aiheuttaa terveyshaittaa. Viranomaisvalvontatyötä asunnoissa tehdään noudattaen terveydensuojelulain nojalla annettua asumisterveysasetusta (545/2015) ja sen nojalla annettua Valviran ohjetta (4/2017) asunnon terveyshaitan selvittämiprosessiin.

Terveystarkastaja tekee ensimmäisen asunnontarkastuksen, jonka tarkoituksena on arvioida asunnon olosuhteita sekä rakenteellisia ja taloteknisiä riskejä siitä näkökulmasta, onko asunnossa syytä epäillä terveyshaittaa aiheuttavaa olosuhdetta ja onko terveyshaitan arvioimiseksi vielä tarpeen tehdä mahdollisia mittauksia, tutkimuksia ja selvityksiä tai ottaa näytteitä terveyshaittaa aiheuttavan olosuhteen selvittämiseksi.

Kunnan terveydensuojeluviranomainen voi terveydensuojelulain 44 §:n nojalla saada valvontaa varten tarpeellisia tietoja toiminnanharjoittajalta ja henkilöltä, jota lain säädökset ja muut velvoitteet koskevat. Asunnontarkastuksessa tämä merkitsee sitä, että viranomaisella on oikeus saada nähtäväkseen kaikki asiakirjat, joilla on asunnossa mahdollisesti esiintyvän terveyshaitan kannalta merkitystä. Vastaava säännös sisältyy myös terveydensuojelulain 45 §:ään, jossa erityisesti todetaan, että viranomaisella on oikeus saada käytettävissä olevat tiedot rakennuksesta

(esimerkiksi piirustukset, valvonta-asiakirjat) ja muista mittauksista ja tutkimuksista, esimerkiksi asunto-osakeyhtiön teettämistä tutkimuksista ja niiden tuloksista. Pykälä 45 § valtuuttaa myös viranhaltijan pääsemään kaikkialle alueelle tai rakennukseen, missä terveydensuojeluviranomainen perustellusti epäilee esiintyvän terveyshaittoja tai missä olosuhteet ovat sellaisia, että niistä voi aiheutua terveyshaittaa.

Terveydensuojelulain sääntelyssä on keskeistä terveyshaitan arviointi, vaurion tunnistaminen ja todentaminen sekä terveyshaitan ehkäiseminen. Kyse on rakennuksen käytön aikana ilmeneestä terveyshaitasta ja sen arvioinnista. Olemassa olevan rakennuksen mahdollisiin terveyshaittoihin sovelletaan terveydensuojelulakia ja asumisterveysasetusta. Terveyshaitan poistamiseksi tehtävään korjaustyöhön sovelletaan maankäyttö- ja rakennuslakia eli esimerkiksi silloin kun korjausrakentamishanketta suunnitellaan ja kun se on rakennusvalvontaviranomaisen lupakäsittelyssä. (Valviran ohje 4/2017)

Rakennusterveysasiantuntijat voivat toimia viranomaisvalvonnassa ulkopuolisena asiantuntijana terveydensuojeluviranomaisen apuna yksinään tai sisäilma-asiantuntija yhdessä kosteusvaurion kuntotutkijan kanssa. Valvontaviranomaisella on täysi vastuu terveyshaitan arvioinnissa, vaikka viranomainen käyttäisikin apunaan asiantuntijaa. Asiantuntija ei täten toimi itsenäisesti, vaan suorittaa terveyshaitan selvittämiseen liittyviä avustavia tehtäviä terveydensuojeluviranomaisen apuna. Ulkopuolista asiantuntijaa voidaan käyttää terveyshaitan selvittämiseksi tehtävien mittausten tekemiseen, näytteiden ottamiseen, koko rakennusta koskevan kuntoarvion tai -tutkimuksen tekemiseen sekä johtamaan laajempia ja vaikeampia rakennusten terveyshaittojen selvittämiseen liittyviä tutkimuksia. (Valviran ohje 4/2017)

Sujuvin tapa hoitaa yhteistyö asianosaisten, ulkopuolisten asiantuntijan ja viranomaisen välillä on, että haitasta vastuussa oleva (yleensä kiinteistön omistaja) tilaa viranomaisen velvoitteen perusteella ulkopuoliselta asiantuntijalta tarvittavan selvitystyön ja raportoi tulokset viranomaiselle. Kuitenkin yhteistyö ja vuoropuhelu viranomaisen ja ulkopuolisen asiantuntijan välillä on tärkeää, jotta selvitys kohdentuu oikein ja selvityksen tulokset välittyvät viranomaiselle oikein. (Valviran ohje 4/2017)

Tutkimustulosten perusteella viranomainen tekee tarvittavat päätökset asuntojen terveyshaittojen poistamiseksi.

2. TALOYHTIÖ X TERVEYSHAITAN SELVITTÄMISPROSESSISSA

2.1. Kohteen perustiedot

Taloyhtiö X on vuonna 1974 rakennettu asunto-osakeyhtiö, joka koostuu neljästä 2-kerroksisesta ja kahdesta 1-kerroksisesta rivitalosta. Huoneistoja taloyhtiössä on 28. Puurunkoisissa elementtirakenteisissa rivitaloissa on maanvarainen betonilaatta ja rakennusten alkuperäinen tasakattorakenne on jätetty 1990-luvulla rakennetun harjakattorakenteen alle. Rivitaloissa on keskitetty koneellinen poistoilmanvaihto ja asunnoissa on korvausilmaventtiilejä.

2.2. Omistus

Taloyhtiön on alun perin rakennuttanut vuokrataloyhtiö, joka myi kiinteistön asuntosijoitusrahastolle. Taloyhtiön uusi omistaja antoi vuokra-asukkailleen mahdollisuuden ostaa asuntojaan omaksi. Asuntosijoitusrahasto myi vapautuneita asuntoja myös vapailla markkinoilla. Kaikkiaan neljä asuntoa ehdittiin myydä yksityisille omistajille ennen sisäilmaongelmaan liittyvää viranomaisprosessia. 24 asuntoa oli tässä vaiheessa vuokralla.

2.3. Terveyshaittaepäilyt ja vireilletulo

Ensimmäinen yhteydenotto taloyhtiön asukkaalta terveystarkastajalle tuli vuoden 2017 loppupuolella. Asukkaan kertoman mukaan asunnossa oli poikkeava haju ja perheen jäsenillä oli ollut oireilua, joka liittyi selkeästi asunnossa oleskeluun. Asukkaat olivat olleet toistuvasti yhteydessä isännöitsijään asuntonsa terveyshaittaepäilyistä, mutta se ei johtanut asianmukaisiin toimenpiteisiin terveyshaittaepäilyn ja hajuhaitan syyn selvittämiseksi.

Koska taloyhtiö ei ryhtynyt asukkaan ilmoitusten johdosta riittäviin toimenpiteisiin terveyshaittaepäilyn selvittämiseksi, asia otettiin vireille terveydensuojeluviranomaiseen 20.12.2017.

2.3. Terveystarkastuksen tarkastukset ja toimenpidekehotos

Kunnan terveystarkastaja suoritti yhteensä neljään asuntoon ensimmäisen asunnontarkastuksen Valviran ohjeen mukaisesti. Kaikissa tarkastetuissa asunnoissa todettiin sisäilmassa ja alapohjan rakenneliittymissä selkeä mikrobiperäinen haju ja lisätutkimusten tarve. Terveystarkastaja aluksi kehotti taloyhtiötä teettämään tarvittavat jatkotutkimukset hajun syyn ja epäkohdan laajuuden selvittämiseksi, mutta taloyhtiö laiminlöi annettua toimenpidekehotosusta. Tästä johtuen terveystarkastaja katsoi tarpeelliseksi, että taloyhtiö määrätään teettämään koko taloyhtiön kattava kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus ulkopuolisella asiantuntijalla. Tutkimussuunnittelu ja tarvittavat tutkimukset saatiin kuitenkin käyntiin ilman määräystä, kun terveystarkastaja kuuli taloyhtiötä hallintopakkotoimenpiteiden käynnistämisestä.

2.4. Tutkimussuunnitelma ja kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

Taloyhtiön tilaama tutkimussuunnitelma sisälsi mm. kosteusmittauksia, paine-eromittauksia, merkkiainetutkimuksia, sisäilman VOC-mittauksia, VOC-materiaalinäytteitä muovimatoista, rakenneavauksia, mikrobinäytteitä materiaaleista ja ilmanvaihdon tarkastuksen. Kiinteistön omistaja ei ollut täysin tyytyväinen tutkimussuunnitelmaan, vaan halusi minimoida tutkimusten laajuutta kustannussyihin vedoten. Terveystarkastajan ja kiinteistön omistajan edustajan välisessä neuvottelussa päädyttiin siihen, että kuntotutkimukset tehdään rakenneosittain niin, että kaikkien tutkimuksiin liittyvien rakenneosien vaurioituneisuutta ja terveyshaittaa selvitetään rakenneavausten ja näytteenottojen avulla niin laajasti, kun luotettavan korjaustarpeen arviointi vaatii (kuntotutkijan ja terveystarkastajan arvio). Tutkimukset tehtiin lopulta kahden asunnon alueella oleviin rakenteisiin.

Sisäilman VOC-tutkimuksissa oli todettu sisäilmahaittaa indikoivia kemiallisia yhdisteitä ja lattian materiaalinäytteissä viitearvot ylittäviä kemiallisten yhdisteiden päästöjä.

Alapohjan, ulkoseinien ja yläpohjan osalle tehtyjen merkkiaineakaasututkimusten tulosten perusteella ilmayhteys kaikkien em. rakenneosien kautta sisäilmaan oli olemassa molemmissa tutkituissa huoneistoissa. Seinärakenteiden alaosiin tehtyjen rakenneavausten kautta tulevassa ilmavirtauksessa oli useassa kohtaa todettu selvä mikrobiperäinen haju. Tutkimusten perusteella haju tuli maaperästä mm. betonilaatan halkeamien, reikien ja liitosten kautta.

Yläpohjarakenteen osalla oli todettu paikallisia mikrobivaurioita ja tehdyn merkkiaineakaasututkimuksen perusteella mikrobiepäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan on mahdollista.

Kuntotutkija oli tehnyt altistumisolosuhteiden arvioinnin Valviran ohjeen ”Ohje asunnon terveyshaitan selvittämismenettely 4/2017” mukaisesti. Arvion mukaan molemmissa tutkituissa huoneistoissa haitallinen altistumisolosuhde oli erittäin todennäköinen. Tehdyissä tutkimuksissa sisäilman laadun toimenpiderajat ylittyivät 2-etyyli-1-heksanolin ja TXIB:n osalta sekä lisäksi ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteistä olivat järjestelmällisesti toistuvia ja niitä oli useita. Lisäksi tilat olivat alipaineisia ja rakenteen ilmanpitävyys oli erittäin riskialtis.

Tutkimusraportin mukaan todettujen terveyshaittojen poistamiseksi tarvittava korjaustyön suunnittelutehtävä on vaativuusluokaltaan vaativa.

2.4. Korjausmääräys

Kiinteistön omistajan aiempi toimintatapa antoi terveystarkastajalle syyn epäillä, että kuntotutkimuksessa ilmenneiden epäkohtien korjauksista saatettaisiin jälleen yrittää tinkiä ja tarvittavissa korjauksissa viivytellä. Tästä johtuen terveystarkastaja päätti kuulla taloyhtiötä uhkasakolla tehostetun määräyksen antamisesta ja valmisti hallintopakkoasian ympäristölautakunnan päätettäväksi terveydensuojelulain 27 §:n nojalla. Ympäristölautakunta antoi esityksen mukaisesti taloyhtiölle uhkasakolla tehostetun määräyksen teettää pätevällä asiantuntijalla korjaussuunnitelma ja poistaa kosteus- ja sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa esille tulleet terveyshaitaksi katsottavat epäkohdat.

2.4. Korjaussuunnitelma, koekorjaukset ja laadunvarmistustoimenpiteet

Taloyhtiön toimittaman korjaussuunnitelman mukaan terveyshaittojen poistaminen perustuu tiivistetyksi kolmeen asiaan:

1. Lattioiden muovimattopäällysteiden vaihtamisella poistetaan poikkeavat VOC-emissiolähteet.
2. Pintarakenteiden perusteellisella tiivistämisellä ehkäistään ilmavuotoja ja estetään epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan.
3. Hallitun korvausilman saannin parantamisella vähennetään huoneistojen alipainetta ja ehkäistään ilmavuotoja rakenteista.

Korjaussuunnitelman mukaan tavoitteena oli saada poistettua kohteessa todettu asumisterveysasetuksen mukaisen toimenpiderajan ylittyminen, terveyshaitta ja epäpuhtauksille altistuminen. Korjaussuunnittelija toi suunnitteluvaiheessa avoimesti esille, että omistajan haluaman tiivistyskorjauksen toimivuuteen sisältyy epävarmuuksia. Tästä johtuen korjaussuunnittelija sai mahdollisuuden toteuttaa suunnitelman mukaiset koekorjaukset kahteen tyhjillään olevaan asuntoon, jotta suunnittelija pääsisi tutkimaan ja arvioimaan korjaussuunnitelman toimivuutta käytännössä. Koekorjausten laadunvarmistustutkimusten tulosten perusteella oli määrä tehdä lopulliset ratkaisut korjaustavasta.

Koekorjattujen asuntojen laadunvarmistustutkimukset sisälsivät merkkiaineakaasututkimuksia, sisäilman VOC-näytteitä, Bulk VOC-näytteitä ja sisäilman mikrobinäytteitä. Merkkiaineakaasututkimusten perusteella pintarakenteiden tiivistämisessä oli onnistuttu melko hyvin. VOC-pitoisuudet olivat normaaleja ottaen huomioon uudet pintamateriaalit. Molempien asuntojen sisäilman mikrobinäytteissä oli poikkeava mikrobilajisto ottaen huomioon olosuhteet (tyhjät asunnot, lumi maassa). Poikkeavan mikrobilajiston vuoksi terveystarkastaja ei voinut vielä varmistua korjaustavan toimivuudesta ja kehotti selvittämään asiaa lisää.

2.5. Lisäselvitykset ja korjaussuunnitelman hyväksyminen

Koekorjattuihin asuntoihin tehtiin perusteellinen siivous, jonka jälkeen tilojen annettiin tuuletua ja pölyn laskeutua. Tämän jälkeen siivotuista tyhjästä asunnoista otettiin kolmena eri ajankohtana (viikon välein) sisäilman mikrobinäytteet. Otettujen näytteiden tulosten perusteella molempien asuntojen sisäilman mikrobipitoisuudet olivat laskeneet ja lajisto oli normalisoitunut. Lisäselvitysten uskottavana johtopäätöksenä voidaan pitää sitä, että ensimmäisen näytteenottokerran olosuhteisiin nähden poikkeavat mikrobilajistot ja korkeahkot mikrobipitoisuudet johtuivat todennäköisesti ns. vanhoista pölyistä ja remontin jälkeen puutteellisesti suoritetusta siivouksesta. Perusteellinen siivous ja ilmanvaihdon huuhteleva vaikutus oli alentanut asuntojen sisäilman mikrobimääriä.

Uusien mikrobinäytetulosten ja aiempien merkkiainekokeiden tulosten perusteella terveystarkastaja saattoi riittävällä varmuudella todeta, että korjaussuunnitelman mukaisesti koekorjattujen asuntojen rakenteet ovat riittävän tiiviit ja sisäilmaan ei enää vaikuta poikkeavaa mikrobi-lähdettä. Aiemmassa tutkimuksessa oli lisäksi todettu, että sisäilman VOC-pitoisuudet olivat korjausten jälkeen normaaleja. Toimitettujen tietojen perusteella terveystarkastaja kirjoitti lausunnon, jossa todettiin, että terveydensuojeluviranomaisella ei ole esitettyyn korjaussuunnitelmaan huomautettavaa.

2.6. Terveyshaitan poistaminen, jälkivalvonta ja asian käsittelyn päättäminen

Ennakkotietojen perusteella kiinteistönomistajan päätös tiivistyskorjauksen toteuttamisesta tullaan tekemään puhtaasti taloudellisin perustein. Tätä kirjoitettaessa 30.4.2019 ei ollut vielä tietoa toteutetaanko korjaus vai poistetaanko asunnot käytöstä.

Jälkivalvonnalla varmistetaan, että viranomaisen antamat velvoitteet terveyshaitan poistamiseksi on tehty. Taloyhtiötä voidaan velvoittaa dokumentoimaan korjaustyön eri vaiheita. Terveydensuojeluviranomainen voi hyödyntää dokumentaatiota korjausten onnistumisen arvioimisessa. Jälkivalvontaan kuuluu lisäksi asunnon jälkitarkastus tai -tarkastuksia, sekä mahdollisia seurantamittauksia ja/tai näytteenottoja.

Siinä vaiheessa, kun terveydensuojeluviranomainen on todennut, että taloyhtiölle annetut velvoitteet terveyshaitan poistamiseksi on tehty, viranomainen päättää asian käsittelyn. Tämän osoitukseksi osapuolille lähetään ns. päättökirje, jossa todetaan toimenpidepyyntöjen tulleen loppuun käsitellyksi terveydensuojeluviranomaisessa.

3. YHTEENVETO TALOYHTIÖ X:N VIRANOMAISPROSESSISTA

Tässä työssä kuvattu taloyhtiö X:n viranomaisprosessi toi esille sen, miten vaativa ja monivaiheinen sekä pitkäkestoinen prosessi voi käytännössä olla. Lisäksi prosessiin osallistuvalla terveystarkastajalta vaaditaan monialaista osaamista päätösten tueksi eri vaiheissa selvitys- ja korjausprosessia. Esimerkkitapauksessa viranomaisprosessin kesto, vireille tulosta päättökirjeeseen, voi venyä yli kahteen vuoteen. Määräaikaa terveyshaitan poistamiseen on taloyhtiöllä tätä kirjoitettaessa (30.4.2019) jäljellä neljä kuukautta. Jos taloyhtiö päättää toteuttaa suunnitelman mukaisen tiivistyskorjauksen kaikkiin loppuihin 26 asuntoon, niin todennäköisesti aika loppuu kesken. Asukkaiden terveyden suojelemiseksi on mahdollista, että viranomainen joutuu rajoittamaan asuntojen käyttöä uudella hallintopäätöksellä syksyllä / talvella 2019.

4. LÄHDELUETTELO

Terveydensuojelulaki 763/1994. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763>

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015. Asumisterveysasetus. <https://stm.fi/documents/1271139/1408010/Asumisterveysasetus/>

Ohje asunnon terveyshaitan selvitysprosessiin. Valviran ohje 4/2017, <https://www.valvira.fi/-/ohje-asunnon-terveyshaitan-selvittamisprosessiin>

KERROSTALOKIINTEISTÖN 10-VUOTISTARKASTUS JA RAKENTAJAN 10-VUOTISVASTUU

Joonas Kukkola

RT Konsultit Oy

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön teoriaosuuden tarkoituksena oli perehtyä asuntokauppalakiin ja perustajaurakoitsijan vuositarkastuksen jälkeisen vastuajan piiriin kuuluvien piilevien rakennusvirheiden tutkimusmenetelmiin, virheilmoituksiin ja perustajaurakoinnin osapuolten välisiin neuvotteluihin 10-vuotisvastuun rajoista.

Opinnäytetyön teoriaosudessa käsiteltiin perustajaurakointia, taloyhtiön perustamisesta taloyhtiön luovutukseen ja sen jälkeiseen 10 vuoden vastuun päättymiseen. Sen lisäksi käsiteltiin rakennusvirheitä ja niiden tutkimista. Teoriaan pohjautuen käsiteltiin neljän taloyhtiön kuntoarvioita ja niissä havaittuja virheitä.

Opinnäytetyön tuloksena kehiteltiin kuntotarkastuksen suorittajalle toimenpideohje, jonka perusteella kuntoarvion suorittaja kykenee objektiivisesti arvioimaan havaittujen virheiden vastuun jakautumista perustajaurakoitsijan ja taloyhtiön välillä, sekä tarvittaessa muodostamaan riittävän näytön virheestä tilanteesta, jossa kuntoarvion yhteydessä havaitaan perustellusti perustajaurakoitsijan vastuulle kuuluvia virheitä.

Tutkimuksen tilanneelle yritykselle laadittiin piilevien virheiden tutkimiseen ja dokumentointiin tarkastuslista, joka varmistaa riittävän näytön havaituista virheistä ja puutteista. Laaditut dokumentit toimivat myöhemmin myös argumentteina perustajaurakoitsijan kanssa käytävissä neuvotteluissa.

1. JOHDANTO

Perustajaurakoinniksi kutsutaan tuotantomuotoa, jossa rakennettavan kiinteistön tai asunto-osakeyhtiön perustajana on rakennusliike. Se suunnittelee ja rakentaa kohteen sekä markkinoi sen eteenpäin. Rakennusliike säilyttää kuitenkin määräysvallan itsellään omistusoikeusehdoin koko rakennusvaiheen ajan. (Kankainen, 2014)

Asuntokauppalaki ohjaa asunto-osakkeiden kauppaa ja vastuuta. Se ei kuitenkaan anna suoria vastauksia siihen, kuinka virhevastuu jakautuu osapuolten välillä. Perustajaurakoitsijan ja taloyhtiön välillä saattaa olla hyvinkin toisistaan poikkeava näkemys vastuun jakautumisesta. Molemmat osapuolet tulkitsevat asuntokauppalain pykälää omista lähtökohdistaan, joita molemmilla määrittelevät taloudelliset intressit.

Opinnäytetyössä pyrittiin luomaan selkeä kuvaus perustajaurakoinnista, asunto-osakeyhtiöstä, asuntokauppalain mukaisista vastuista osapuolten välillä sekä 10 vuotistarkastuksen suorittamisesta. Työn tarkoituksena oli tutkia 10-vuotisvastuuseen liittyvän vastuunjaon problematiikkaa. Sen tarkoituksena on myös toimia oppaana opinnäytetyön toimeksiantaneen yrityksen työntekijöille. Teorian ja todellisten käytännön esimerkkien kautta he voivat perehtyä 10-vuotistarkastuksen suorittamiseen, perustajaurakoitsijan vastuulle kuuluvien virheiden oikeaoppiseen reklamointiin ja sen jälkeisiin perustajaurakoitsijan kanssa käytäviin neuvotteluihin. Opinnäytetyössä keskityttiin pääasiassa käsittelemään teknistä virhettä eli rakennusvirhettä.

2. PERUSTAJAURAKOINNIN VAIHEET JA VASTUUT

Rakennusliike toimii perustajaurakoinnissa kiinteistön tai asunto-osakeyhtiön perustajana. Perustajaurakoinnissa rakennusliike yleensä hankkii tontin, perustaa yhtiön ja suunnittelee rakennuksen. Perustajaosakas, useimmiten rakennusliike säilyttää kuitenkin määräysvallan omistusoikeusehdoin itsellään koko rakennusvaiheen ajan. Rakentaminen toteutetaan urakkasopimuksen mukaisesti siten, että perustajaurakoitsija edustaa prosessissa sekä urakoitsijaa että osakeyhtiötä. (Kankainen, 2014) Perustajaurakointia ohjaa asunto-osakkeiden kauppaa koskeva asuntokauppalaki.

2.1. Asuntokauppalaki

Perustajaurakointia ja uuden asunnon kauppaa ohjaa vuonna 1995 voimaan tullut asunto-osakkeiden ja muiden asuinhuoneiston hallintaan oikeuttavien yhteisöosuuksien koskeva asuntokauppalaki. Asuntokauppalaki uudistui 2006, jolloin muutoksia tai lisäyksiä tuli yli 70 pykälään. Asuntokauppalain 2 luvun säännöksiä sovelletaan rakennusvaiheessa ostajan oikeudellisen ja taloudellisen aseman turvaamiseen. Lain 4. luku käsittelee uuden asunnon kauppaa. Asuntokauppalain 4 luku määrittelee virheet uuden asunnon kaupassa, lisäksi se sisältää säännökset virheen oikaisuun. (AsKL 843/94)

2.2. Ostajan suojaaminen

Kun asunnon ostaja ostaa asunnon rakentamisvaiheessa, hän tarvitsee suojaa esimerkiksi tilanteisiin, joissa perustajaurakoitsija jättää rakentamisen kesken taloudellisten vaikeuksien vuoksi tai kun huolimattoman rakentaminen on aiheuttanut suuria korjauksia tai kun yhtiöllä on ilmoitettua enemmän velkaa. (Palo, 2003)

Osa uusista asunnoista myydään rakentamisen aikana, tällaisia kohteita kutsutaan RS-kohteiksi. RS-lyhenne tarkoittaa rahalaitosten neuvottelukunnan suosittama. RS-suojajärjestelmä on kehitetty vähentämään ostajien riskiä rakentamisen aikana tehdyissä kaupoissa. (Palo, 2003)

Ostajien turvajärjestelmän keskeinen osa on vakuudet rakentamisaikana ja sen jälkeen. Asuntokauppalain mukaiset vakuuden on oltava pankkitalletus, pankkitakaus tai tarkoitukseen so-

veltuva vakuutus. (Palo, 2003) Vakuudet asetetaan korvaamaan vahinkoa, joka yhtiölle voi aiheutua, jos rakentamista koskeva sopimus jää täyttämättä, tai jos yhtiön kunnossapitovelvollisuuden piiriin kuuluvissa rakennuksen osissa ilmenee rakennusvirheitä. (Kasso, 2005)

Asuntokauppalain 2. luvun 17 § velvoittaa perustajaurakoitsija asettamaan rakentamisen eri vaiheissa rakentamista koskevan sopimuksen ja asunto-osakkeiden kauppaa koskevien sopimusten täyttämistä vakuuksia osakeyhtiön ja osakkeenostajien hyväksi. (AsKL 843/94)

2.3. Hallinnan luovutus

Osakeyhtiön rakentamisvaihe päättyy rakennusvalvonnan hyväksytyn loppukatselmuksen jälkeiseen yhtiön hallinnan luovutukseen. Yhtiön hallinto pystytään luovuttamaan yleensä aikaisintaan noin kolmen kuukauden kuluttua rakennusvalvonnan hyväksymästä käyttöönotosta. Hallinnan luovutuksen yhteydessä rakentamisvaiheen vakuus vaihdetaan rakentamisen jälkeiseen vakuuteen. Hallinnanluovutuskokouksessa yhtiölle valitaan uusi hallitus, jonka toiminta alkaa heti valintatilaisuudessa. (Vanhala, 2008)

2.4. Vuositarkastus

Perustajaurakoitsijan tulee järjestää vuositarkastus aikaisintaan 12 kuukauden kuluttua ja viimeistään 15 kuukauden kuluttua luovutuksesta. Tarkastuksen tavoitteena on todeta asunnoissa ja asuntoyhteisön kunnossapitovastuulle kuuluvissa kiinteistön muissa osissa ilmenneet virheet. Kyseessä ei ole takuutarkastus vaan perustajaurakoitsijan vastuu havaituista virheistä perustuu asuntokauppalakiin. Vuositarkastus on tilaisuus, jossa myyjä ja ostaja/yhtiö tarkastavat asunnon ja yhtiön tilat. Se voidaan toteuttaa myös siten, että ostaja toimittaa myyjälle listan havaitsemistaan virheistä, minkä jälkeen myyjä käy läpi ilmoitetut virheet. (AsKL 843/94)

2.5. Vastuut

Uuden asunnon kaupassa vastuukysymyksiä ja asunnon virheellisyyttä arvioidaan asuntokauppalain virhesäännösten mukaan. Asunnon tulee ominaisuuksiltaan vastata sopimusta, asunnosta annettuja tietoja, säädöksissä asetettuja vaatimuksia sekä asianmukaista terveellisyys- ja turvallisuustasoa. (Palviainen, 2006)

Asuntokauppalaissa asetetaan myyjälle erityisiä vaatimuksia pelkästään hänen elinkeinonharjoittaja-asemansa perusteella muun muassa sen vuoksi, että asuntokauppalain soveltamisalaan kuuluvissa kaupoissa ostaja on kuluttaja, joka ostaa asumiskäyttöön tarkoitettua kohteita. (Hoffrén, 2013) Perustajaosakkaalla onkin asuntokaupassa erityinen asema, joka ulottuu perustajan sopijakumppanin lisäksi myös asunnon myöhempiin ostajiin. Perustajalla katsotaan olevan niin kutsuttu grynderi- eli rakennuttajavastuu. (Kasso, 2010)

Asuntokauppalain 4. luvun 19 §:ssä säädetään, että vuositarkastuksen jälkeen ilmenneiden virheiden osalta ostaja menettää oikeutensa vedota virheeseen, jos hän ei ilmoita virheestä

kohtuullisessa ajassa siitä, kun hän on havainnut virheen tai kun hänen olisi pitänyt havaita virhe. (Vanhala, 2008)

Perustajaurakoitsijan virhevastuu jatkuu vuositarkastuksen jälkeenkin ns. piilevien virheiden osalta. Piileviksi virheiksi katsotaan virheet, jotka ovat olleet olemassa, mutta joiden olemassaoloa ei ole voitu havaita normaalien huolto-ohjelmaan kuuluvien tarkastusten yhteydessä. Toisin kuin rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa, kuluttajien kanssa tehdyssä asunokaupassa myyjän eli perustajaurakoitsijan virhevastuuseen ei piilevissä virheissä vaikuta se, onko virhe syntynyt urakoitsijan tahallisesta tai törkeästä tuottamuksesta. (Vanhala, 2008)

3. 10-VUOTISTARKASTUKSET

Perustajaurakoitsijan 10 vuoden virhevastuun lähestyessä loppuaan taloyhtiöt päättävät usein tilata kuntoarvion, joiden yhteydessä yhtiöt haluavat selvittää, ettei talojen rakenteissa ole rakennuttajan vastuulle kuuluvia virheitä. Tällaisten virheiden korjaamisesta aiheutuvat kustannukset lankeaisivat taloyhtiölle, mikäli niistä ei reklamoitaisi perustajaurakoitsijaa ennen kuin hallinnan luovutuksesta on kulunut kymmenen vuotta.

Taloyhtiöiden tilaamat kuntoarviot on suoritettu KH 90-00535 (2013) ohjekortin mukaan, joka on nyt uudistettu (RT 103003, 1.3.2019). Ohjekorttien mukaisten tarkastusten lisäksi piilevien virheiden etsimiseen voidaan käytettään tarkempia tutkimuksia kuten lämpökuvausta tai maanalaisten putkistojen kuvaus. Taloyhtiöissä tehtyjen tarkastusten perusteella laaditaan lista puutteista ja virheistä, joiden taloyhtiö katsoo kuuluvan perustajaurakoitsijan vastuulle. Perustajaurakoitsijan tyypillinen näkemys kymmenen vuoden vastuun päättyessä on, että taloyhtiön tekemät ilmoitukset havaituista virheistä on toimitettu liian myöhään tai että virhe on ollut havaittavissa, eivätkä havaitut puutteet näin ollen kuulu perustajaurakoitsijan vastuulle. Usein perustajaurakoitsijoille toimitettujen reklamaatioiden perusteella päädytäänkin pitkiin ja uuvuttaviin neuvotteluihin, joissa osapuolten näkemykset vastuista saattavat poiketa hyvinkin paljon toisistaan.

Insinööriyössä tarkasteltiin neljästä taloyhtiöstä 10-vuotisvastuun päättymisen kynnyksellä laadittuja kuntoarvioita, niistä laadittuja reklamaatioita ja reklamaatioiden jälkeen käytyjä neuvotteluja.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Perustajaurakoitsijan asuntokauppalaan mukainen vastuu virheistä päättyy vuositarkastukseen. Asunto-osakeyhtiön on ensimmäisen vuoden aikana tai viimeistään perustajaurakoitsijan järjestämässä vuositarkastuksessa saatettava perustajaurakoitsijan tietoon havaitsemansa puutteet. Vuositarkastuksen jälkeen perustajaurakoitsija on ostajalle vastuussa ainoastaan piilevistä rakennusvirheistä. Taloyhtiöt teettävät perustajaurakoitsijan 10-vuotisvastuun päättyessä kuntoarvion. Laaditun kuntoarvion perustella yhtiöt toimittavat perustajaurakoitsijalle reklamaation havaitsemistaan puutteista. Perustajaurakoitsijoiden näkemys tässä vaiheessa toimitte-

tuista virheilmoituksista onkin usein se, että puheoikeus virheisiin on menetetty ilmoitusten saapuessa liian myöhään.

Näkyvien puutteiden tai virheiden reklamointi on kiistatta liian myöhäistä, jos virheet ovat olleet havaittavissa. Piilevien virheiden osalta tilanne on kuitenkin toinen. Kuluttajan asemassa oleva osakkeenomistaja on harvoin rakennusalan ammattilainen. Näin ollen hänen ei voida edellyttää tekevän havaintoja rakenteissa piilevistä virheistä, jotka eivät ole havaittavissa ilman erityistä ammattiosaamista.

Taloyhtiön kannalta on tärkeää tehdä virrehavaintoja taloyhtiön hallinnan luovutuksesta lähtien. Virrehavainnot kannattaa toimittaa perustajaurakoitsijalle kirjallisesti ja sitä mukaan, kun virheitä havaitaan, myös vuositarkastuksen jälkeen. Virheilmoitukset tulee yksilöidä ja niihin tulee liittää vaatimukset virheen korjaamiseksi.

5. KIITOKSET

Kiitokset opinnäytetyön tilaajalle sekä opinnäytetyön ohjaajille Jani Riikiselle ja Hannu Hakkaraiselle. Kiitos myös työnantajalleni mahdollisuudesta osallistua RTA – koulutukseen. Eri-tyiskiitokset perheelle tuesta, kärsivällisyydestä ja kannustuksesta.

6. LÄHDELUETTELO

Asuinkiinteistön kuntoarvio. Kuntoarvioijan ohje. KH 90-00535, LVI 01-10538, RT 18-11131, lokakuu 2013

Asuinkiinteistön kuntoarvio. Kuntoarvioijan ohje. RT 103003, 1.3.2019

Asuinkiinteistön kuntoarvio. Tilaajan ohje. KH 90-00534, LVI 01-10537, RT 18-11130, lokakuu 2013.

Asuinkiinteistön kuntoarvio. Tilaajan ohje. RT 103002, 1.3.2019

Asuntokauppalaki 1.9.1995 (843/94)

Hoffrén, Mia. 2013. Virhevastuu asunnon ja asuinkiinteistön kaupassa. Helsinki: Talentum

Kankainen, Jouko & Junnonen, Juha-Matti. 2014. Urakoitsijan sopimusasiat. 3 päivitetty painos. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ja Suomen Rakennusmedia Oy

Kasso, Matti. 2005. Asunto ja kiinteistökauppa. 4., uudistettu painos. Jyväskylä: Jyväskylä Talentum Media Oy

Kasso, Matti. 2010. Asunto- ja Kiinteistöosakkeen kauppa ja omistaminen. Helsinki: Talentum.

Palo, Marianne & Linnainmaa, Leena. 2003. Asuntokaupan virheet ja vastuut oikeuskäytännössä. 2. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Palviainen, Kirsi. 2006. Uuden asunnon kauppa –ostajan opas. 9. tarkennettupainos. Helsinki: Rakennusteollisuus RT Ry

Vanhala, Marja & Palviainen, Kirsi. 2008. Asuntokauppalain velvoitteet. Uudistuotannon pelisäännöt perustajaurakoinnissa. 9. painos. Helsinki: Rakennusteollisuuden Kustannus RTK Oy

ESPOON KAUPUNGIN OMISTAMIEN KOULURAKENNUSTEN MENETTELYTAPAOHJEEN PÄIVITYS SISÄILMAONGELMIEN RATKAISEMISEKSI: TARKASTELUSSA ALAPOHJARAKENTEIDEN VAURIOIDEN VAIKUTUS SISÄILMAN LAATUUN

Niina Fält

Rakennusteollisuuden koulutuskeskus RATEKO

TIIVISTELMÄ

Suomessa on runsaasti maanvaraisesti perustettuja koulurakennuksia ja niihin liittyvät sisäilmaongelmat koettelevat tilojen käyttäjiä kuin korjausrakentamisen henkilökuntaa. Alapohjarakenteiden kosteudenhallintaa ei ole aiempina vuosikymmeninä ymmärretty niin kuin nykypäivänä ja maaperäkosteuden aiheuttamia vaurioita on jouduttu korjaamaan laajasti. Rakennusten korjaushistoriassa vaurioituneita materiaaleja on voitu jättää rakenteisiin ja ne aiheuttavat käyttäjissä edelleen oireilua, kun vauriokohdasta on ilmayhteys sisätiloihin. Keskeisenä sisäilmaongelmien ratkaisussa on rakenteiden riittävän laaja tutkiminen sekä kyselyjen perusteella tehtävät terveellisyyteen liittyvät arvioinnit korjaustoimenpiteiden pohjana. Korjauksissa, joissa rakennetta ei kokonaan uusita, on pyrittävä estämään vaurioituneen materiaalin haitallinen vaikutus rakenteisiin ja sisäilmaan. Korjausratkaisun tueksi tarvitaan laadunvarmennustyötä ja systemaattista koulutusta niin, että hyviksi todetut ratkaisut tehdään parhaalla mahdollisella tavalla ja oikeat ratkaisut löydetään aiempaa nopeammin. Sisäilmaprosessin eteneminen tulee tehdä mahdollisimman joutuisaksi, koska pitkittyessään sisäilmaongelmat vievät aikaa ja resursseja moninkertaisesti siihen nähden, mitä riittävän varhainen ennakoiminen rakennuksen ylläpidossa veisi.

1. JOHDANTO

Sisäilmaongelmat ovat olleet jo vuosia julkisen rakennuskannan korjauksissa yksi suurimmista teemoista. Espoo on aktiivisesti mukana valtakunnallisesti sisäilmaongelmien ratkaisuun tähtäävissä projekteissa ja Espoon kaupunki tekee myös sisäisesti jatkuvaa kehitystyötä sisäilmaongelmien kartoittamiseksi ja vähentämiseksi. Espoon kaupungin omistuksessa olevista rakennuksista merkittävin osa on koulurakennuksia, jonka vuoksi tarkastelun kohteeksi tässä työssä on kohdistunut koulut.

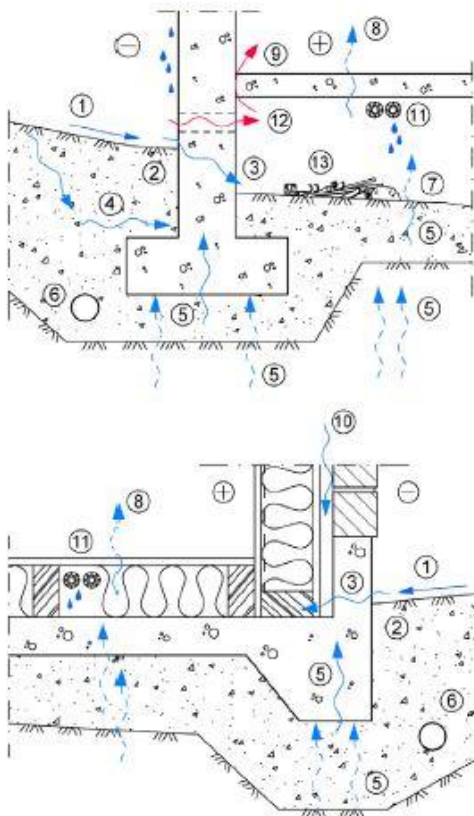
1.1. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tutkimuksen tavoitteena oli tehdä Espoon kaupungin omistamien rakennusten sisäilmaongelmien menettelytapaohjeen päivitystä, osana laajempaa ongelmanratkaisuprosessin kehittämistyötä. Tämän työn keskeisiä päämääriä oli tuoda työkaluja ymmärtämään ja

lähentämään tilojen teknisen edustajan ja tilojen käyttäjien näkemyksiä sekä vastuunjakoa riskinarviointia tehtäessä. Aiheen laajuuden vuoksi tässä työssä on keskitytty tarkastelemaan alapohjien riskirakenteiden vaurioiden korrelaatiota sisäilman laatuun. Tässä työssä selvitettiin miten koulurakennusten kuntoa ja korjaustarvetta on selvitetty suhteessa kohteesta tehtyihin mahdollisiin sisäilmaongelman epäilyilmoituksiin. Lisäksi selvitettiin, miten sisäilmaprosessin osalta on kussakin kohteessa menetelty. Kouluja valittiin vertailuun eri aikakausilta ja näiden kohteiden vertailun tavoitteena oli todentaa tutkimusten tuloksia siitä, että alapohjarakenteiden kosteudenhallinta on aiempina vuosikymmeninä tehdyt rakenneratkaisut voivat edelleen vaikuttaa sisäilman laatua heikentävästi koulurakennuksissa.

1.2. ALAPOHJARAKENTEIDEN VAURIOITUMINEN

Suomessa on runsaasti maanvaraisesti perustettuja koulurakennuksia ja noin 40:ssä prosentissa kouluja on ryömintätila. Samassa rakennuksessa voi olla sekä maanvastaisia että ryömintätillallisia osia. Alapohjan alla vallitsevat olosuhteet, korkea kosteus ja lämpötila, jotka ovat suotuisia mikrobikasvustolle. Perustusten yleisimmät kosteus- ja mikrobivaurioiden aiheuttajat on esitetty alla:



- 1) Pintavesien valuminen rakennukseen
- 2) Puutteellinen sadevesijärjestelmä
- 3) Pintaveden tunkeutuminen ryömintätilaan ja muihin rakenteisiin
- 4) Paineellisen veden tunkeutuminen ryömintätilaan ja muihin rakenteisiin
- 5) Veden kapillaarinen nousu rakennuspohjasta rakenteisiin
- 6) Salaojituksen puutteet
- 7) Ryömintätilan korkea kosteustuotto
- 8) Kosteuden siirtyminen diffuusiolla
- 9) Kosteuden siirtyminen konvektiolla
- 10) Sadeveden tunkeutuminen ylempien rakenteiden epätiiveyskohtien kautta perustusrakenteisiin
- 11) Putkivuoto ryömintätilassa
- 12) Ryömintätilan riittämätön tuuletus
- 13) Rakennusjätteet ryömintätilassa

Kuva 1. Perustusrakenteiden yleisimmät kosteus- ja homevaurioiden aiheuttajat. (Ympäristöopas 2016, toim. Pitkäranta).

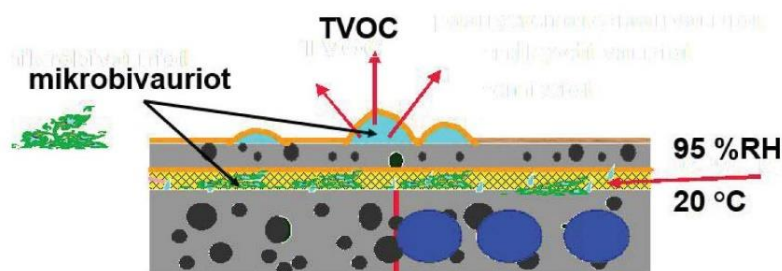
Maaperän kosteustilanne vaihtelee paljonkin eri vuodenaikojen ja vuosien mukaan, mikä pitää ottaa huomioon alapohjan toimivuuden selvittämisessä. Lisäksi alapohjassa on aina mikrobeja, joiden kulkeutuminen sisätiloihin voi heikentää sisäilmalaatua.

1.3. SISÄILMANLAATUA HEIKENTÄVÄT TEKIJÄT

Rakennusmateriaalit ovat erilaisia ja tutkimustulokset antavat viitteitä siitä, että ne vaurioituvatkin eri tavalla. Yhdessä rakennusmateriaalit vaurioituvat tapauskohtaisesti ja tämän vuoksi niistä aiheutuvat päästöt vaurioituessa voivat olla hyvin erilaisia. Mikrobikasvusto tuottaa sekä kaasumaisia että hiukkasmaisia epäpuhtauksia. Mikrobikasvustosta peräisin olevat hiukkaset sisältävät muun muassa solujen rakenneosia, kuten bakteerien endotoksiinia tai sienten 1,3- β -glukaania sekä allergeeneja ja toksineja. Kasvaessaan mikrobit muodostavat aineenvaihduntatuotteita. Tällaisia ovat esimerkiksi haihtuvat orgaaniset yhdisteet, jotka tunnistetaan homeen tai maakellarin hajuna. (Ympäristöopas 2016, toim. Pitkäranta; Putus. 2017).

Alapohjarakenteiden tulisi aina olla mahdollisimman ilmatiiviitä, sillä ne ovat kosketuksissa maahan, jossa on aina epäpuhtauksia. Ilmavirtojen mukana tapahtuvan kosteus- ja mikrobikonvektion suuruus ja suunta riippuu painesuhteista. Betonilaatta itsessään on tiivis, mutta alapohjarakenteissa olevat läpiviennit, halkeamat ja rakenneliitokset voivat mahdollistaa konvektion avulla epäpuhtauksien kulkeutumisen sisäilmaan.

Alapohjan riskirakenteet voivat välillisesti vaikuttaa sisäilman laatuun myös lattiapinnoitteiden vaurioitumisen kautta. Alapohjarakenteiden kosteuden siirtyessä ylöspäin, sisäänpäin siirtyvä kosteusvirta saattaa aiheuttaa rakennusmateriaalin ja pintamateriaalin vaurioita tai lattiapinnoitteen tai sen liiman hajoamisen, mistä voi aiheutua epäpuhtauksia, lattiapinnoitteen irtoamista alustastaan, erilaisia värimuutoksia, mikrobivaurioita jne. (Ympäristöopas 2016, toim. Pitkäranta)



Kuva 2. Lattiapinnoitteiden vaurioituminen.

Tutkimuksessa sisäilman VOC- ja mikrobinäytteissä korrelaatiota ei pystytty todentamaan, mutta sisäilmasto- ja kosteusteknisten kuntotutkimusten vertailussa todettiin koulujen lattiamateriaalien tutkimuksissa selvä korrelaatio alapohjarakenteiden kapillaarisen kosteuden ja lattiapinnoitteiden vaurioiden välillä.

2. MENETELMÄT

Tässä työssä tehtiin vertailua Espoon kaupungin viiden eri ikäisen koulun sisäilmatutkimusten ja korjausten etenemisestä. Vertailua tehtiin seuraavien koulurakennusten osalta: Viherkallion koulu (1959), Kalajärven koulu (vanha osa 1972), Tiistilän koulu (vanha osa 1977), Kuitinmäen koulun K-1 rakennus (1986) ja Meritorin koulu (1987). Kouluihin on tehty vuosien varrella joitakin sisäilman laatua parantavia toimenpiteitä ja niistä kolmeen vanhimpaan on tehty peruskorjaus.

Tähän työhön haastateltiin Tilapalvelut-liikelaitoksen henkilökuntaa ja hyödynnettiin muita Espoon kaupungilla sisäilmakohteiden yhteydessä tehtyjä havaintoja ja keskusteluja. Työssä tunnistettiin sisäilmaprosessissa vaihteita, joihin tarvittiin lisää ohjeistusta, jotta prosessi etenisi suunnitellusti.

3. TULOSTEN KÄSITTELY

3.1. YHTEENVETOA TULOKSISTA

Tässä työssä kävi ilmi, että monesti rakennusta ja rakenteita ei ole tutkittu sisäilmatutkimuksissa kovinkaan laajasti vaan tutkimukset on keskitetty pääosin alueille, joista oireiluilmoituksia on tullut. Toisaalta peruskorjausta varten tehdyissä rakenneteknisissä kuntotutkimuksissa ei ole riittävästi huomioitu tutkimuksissa sisäilmaan vaikuttavia asioita. Alapohjarakenteiden rakenneliittymien ilmatiiveyden merkitystä sisäilman laatuun ei ole huomioitu tarpeeksi. Tämä on johtanut esimerkiksi Tiistilän koulun osalta siihen, että laajasta peruskorjauksesta huolimatta ongelmat ovat jatkuneet: Vaikka korjauksia on tehty runsaasti, kohde on edelleen ns. aktiivinen sisäilmakohde.

Rakennusten korjaushistoriassa vaurioituneita materiaaleja on jätetty rakenteisiin ymmärtämättä, että ne voivat aiheuttaa käyttäjissä edelleen oireilua, mikäli vauriokohdasta on ilmayhteys sisätiloihin. Alapohjarakenteiden kosteudenhallintaa ei ole aiempina vuosikymmeninä ymmärretty niin kuin nykypäivänä ja maaperäkosteuden aiheuttamia vaurioita on jouduttu korjaamaan laajasti. Tässä selvityksessä todettiin, että maaperäkosteuden aiheuttajia on vaikea poistaa. Lattiamateriaalit on vaihdettu joissakin kohteissa useaan kertaan vaurioitumisen seurauksena, koska rakenteiden vaurioitumisen syytä ei ole korjattu.

3.2. MONIAMMATILLISEN YHTEISTYÖN KEHITTÄMINEN

Sisäilmaprosessissa mukana oleva henkilökunta toi näkemyksiään esille kokemustensa kautta ja haastattelujen pohjalta saatiin laajennettua yksityiskohtia sisäilmaprosessissa koetuista haasteista. Kiinteistön ylläpidossa tehtävä ennakoiminen nostettiin esiin yhdeksi tärkeimmistä asioista, millä voitaisiin sisäilmaongelmia välttää. Sisäilmaprosessin eteneminen tulisi saada

mahdollisimman joutuisaksi, koska pitkittyessään sisäilmaongelmat vievät aikaa ja resursseja moninkertaisesti siihen nähden, mitä riittävän varhainen ennakoiminen veisi.

Sisäilmaosaamisen jatkuva parantaminen tulisi tehdä osaksi kaikkien Tilapalveluiden työntekijöiden työtä. Kiinteistön ylläpidossa työskentelevän henkilökunnan tulisi tunnistaa esimerkiksi poikkeavat hajut, kuten viemärinhaju ja tehdä havainnoistaan ilmoituksia. On arvioitu, että ylläpito henkilökunnan aktiivisuudella voitaisiin jopa välttää olosuhdehaittojen eskaloituminen sisäilmaongelmiksi.

Valtakunnallisia sisäilmaprosessin ohjeita noudattamalla saadaan riittävät lähtötiedot korjaavien toimenpiteiden toteuttamiseen ja onnistumiseen. Todennäköisesti kaikkia sisäilmaan liittyviä haasteita ei pystytä ennakoimaan jatkossakaan, joten on ehdottoman tärkeää käydä sisäilmaprosessin tärkeimmät vaiheet aina systemaattisesti läpi. Keskeisenä sisäilmaongelmien ratkaisussa on rakenteiden riittävän laaja tutkiminen sekä tutkimusten ja kyselyjen perusteella tehtävät terveellisyyteen liittyvät arvioinnit korjaustoimenpiteiden pohjana.



Kuva 3. Riskinarviointi sisäilmaprosessissa.

Tämän tutkimuksen tuloksena havaittiin muun muassa, että moniammatillista yhteistyötä ei kohteissa ole tehty riittävästi. Selvityksessä kävi ilmi, ettei kohteissa ole ollut aktiivista sisäilmatyöryhmää eikä moniammatillista riskiarviointia ole tehty yllä esitetyllä tavalla. Jatkossa tulisi tehdä systemaattisesti altistumisen- ja riskinarviota jokaisen sisäilmakohteen osalta, jotta sisäilman laatuun ja tilojen terveyshaittaan vaikuttavat tekijät pystytään poistamaan aiempaa nopeammin ja tehokkaammin sisäilmaongelmaisissa kouluissa. Myös sisäilmatyöryhmiä tulisi perustaa sisäilmakohteisiin aiempaa enemmän moniammatillisen riskinarvioinnin tueksi.

Espoon kaupungissa on tehty suuria päätöksiä, kun on luovuttu joistakin koulurakennuksista ja päätetty purkaa ja rakentaa uusia, nykyajan vaatimukset täyttäviä kouluja tilalle. Kuitenkin rakennuskannassa on edelleen merkittävä osa koulurakennuksia, joiden elinkaarta jatketaan korjauksin. Korjauksissa, joissa rakennetta ei kokonaan voida uusia, tulee estää vaurioituneen materiaalin haitallinen vaikutus rakenteisiin ja sisäilmaan. Korjausratkaisujen tueksi tarvitaan laadunvarmennustyötä ja systemaattista koulutusta niin että hyviksi todetut ratkaisut tehdään

parhaalla mahdollisella tavalla ja oikeat ratkaisut löydetään aiempaa nopeammin. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että vaurioituneet materiaalit tulee mahdollisuuksien mukaan poistaa ja tiivistyskorjausten laatua tulee parantaa.

4. KIITOKSET

Kiitos Espoon kaupungille mahdollisuudesta toteuttaa tämä opinnäytetyö mielenkiintoisesta aiheesta sekä kiitokset kaupungin henkilökunnalle ja kollegoille yhteistyöstä. Kiitos ohjaajilleni, jotka olette hienosti tukeneet ja ohjanneet opinnäytetyöni tekoa. Kiitos kaikille haastatelluille, joilta sain arvokasta ns. hiljaista tietoa.

5. LÄHDELUETTELO

Aalto M, Asikainen V, Hakkarainen H, Jerkku I, Jumpponen M, Kalamees T, Kanerva P, Kettunen A-V, Kurnitski J, Pasanen P, Peltola S, Pirinen J, Puhakka E, Ripatti H. Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen. Osa 1. toim. Asikainen V. Osa 2. toim. Peltola S. Opetushallitus. Espoo 2008.

Putus T. Toim. Lohiranta T. Home ja terveys: Kosteusvauriohomeiden, hiivojen ja sädesienten esiintyminen sekä terveyshaitat. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy. Pori 2017.

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

PAINOVOIMAISEN ILMANVAIHDON KIIINTEISTÖN MUUTTAMINEN KONEELLISEEN ILMANVAIHTOON JA SEN VAIKUTUKSET SISÄILMASTOON; TOTEUTETTujen KOHTEIDEN ANALYSOINTI

Satu Tournen-Paimensalo

Tampereen kaupunki, Kaupunkiympäristön Palvelualue, Ympäristöterveys

TIIVISTELMÄ

Moniin julkisiin kiinteistöihin, erityisesti kouluihin on ennen koneellisen ilmanvaihdon yleisty-
mistä toteutettu painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä, mikä on kiinteistöjen peruskor-
jauksissa useimmiten korvattu koneellisilla ilmanvaihtojärjestelmillä. Tämän tutkimuksen
yhteydessä tarkasteltiin 1860–1930-luvuilla rakennettuja koulukohteita, joissa on peruskor-
jausten yhteydessä muutettu alkuperäinen painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä koneel-
liseksi. Yhteistä tarkastelluille kohteille oli se, että rakennuksissa oli alkanut esiintyä sisäil-
masto-ongelmia tai ne olivat pahentuneet ilmanvaihtojärjestelmän muutosten jälkeen, vaikka
peruskorjaukset olivat olleet laajoja ja niissä oli toteutettu merkittäviä rakenteellisia korjauk-
sia. Sisäilmasto-ongelman laajuuteen vaikutti se, millainen kosteusvauriohistoria rakennuk-
sella oli, oliko rakenteiden orgaaniset eristemateriaalit jätetty peruskorjauksen yhteydessä pai-
koilleen vai poistettu ja oliko peruskorjauksen yhteydessä tehty tiivistyskorjauksia.

Ilmanvaihtojärjestelmän muutoksen jälkeen merkittävään rooliin sisäilmasto-ongelmien ai-
heuttajana nousivat ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmamäärien riittävä tasapaino ja rakenneliit-
tymien tiiviys orgaanisten eristeiden lisäksi. Jos tulo- ja poistoilmanvaihto eivät olleet tasa-
painossa ja poistoilmamäärät olivat merkittävästi tuloilmamääriä suurempia, korvausilmaa tuli
rakennukseen rakenneliittymien ja rakenteiden epätiiviyshohtien kautta.

Ilmanvaihtojärjestelmän muutoksen yhteydessä tulo- ja poistoilmamäärien säätäminen ja tasa-
painotus sekä riittävä paine-eron hallinta rakennuksen ulkovaipan yli että rakennuksessa si-
jaitsevien vierekkäisten tilojen välillä on tärkeää ilmanvaihtojärjestämuutoksen onnistumisen
ja käyttäjien kokeman sisäilmaoireilun välttämiseksi.

1. PAINOVOIMAISEN ILMANVAIHDON KORVAAMINEN KONEELLISELLA ILMANVAIHDOLLA

Moniin julkisiin kiinteistöihin, erityisesti kouluihin on ennen koneellisen ilmanvaihdon yleis-
tymistä toteutettu painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä, mikä on kiinteistöjen peruskor-
jauksissa useimmiten korvattu koneellisilla ilmanvaihtojärjestelmillä.

Painovoimaista ilmanvaihtojärjestelmää käytettiin yleisesti 1970-luvulle asti. Järjestelmässä
ilman siirtyminen ilmanvaihtohormia pitkin ulos rakennuksesta perustuu painovoimaan, mikä
syntyy sisä- ja ulkoilman tiheyserosta sekä ilmareitin korkeuserosta. Koska kylmän ilman ti-
heys on suurempi kuin lämpimän ilman, on paine-ero talvella suurempi kuin lämpimään vuo-

denaikaan. Myös tuuli vaikuttaa merkittävästi painovoimaisen ilmanvaihdon toimintaan. Useimmiten ilmanvaihtohormit ovat painovoimaisen ilmanvaihdon käyttöaikana olleet muurattuja tiilihormeja ja korvausilma (ulkoilma) on rakennuksiin tullut tuuletusikkunoista, mahdollisista korvausilmaventtiileistä ja epätiivisiin rakennuksen vaipan läpi rakenteiden raoista. Myös alapohja on saattanut olla ainakin ajoittain korvausilmareittinä. (Sandberg ym. 2016)

Painovoimaisen ilmanvaihdon käyttöaikana on rakennusten eristämiseen käytetty yleisesti orgaanisia eristeitä aina 1950–1960-luvuille asti. Tyypillisiä orgaanisia eristeitä ovat olleet turve, sammal, multa, pellavakuitu, koksikuona, masuunikuona, sahanpuru ja kutterinlastu (Neuvonen ym. 2006). Lisäksi rakenteissa on käytetty aikakaudelle tyypillisesti haitta-aineita, kuten asbestia ja PAH-yhdisteitä, sisältäviä materiaaleja.

Useassa kohteessa sisäilmaongelmat ovat kärjistyneet ilmanvaihtojärjestelmän muutoksen jälkeen. Näissä kohteissa on usein ala-, väli - ja yläpohjarakenteissa käytetty orgaanisia eristemateriaaleja, jotka ovat olleet kokonaan tai osittain mikrobivaurioituneita ja joita ei kaikissa tapauksissa ole poistettu peruskorjauksen yhteydessä.

Ilmanvaihtojärjestelmän muutosten syynä on useimmiten ollut ilmanvaihdon tehostamisen lisäksi tarkoitus hakea energiatehokkuutta kiinteistön ylläpitoon. Painovoimaisen ilmanvaihdon toiminnasta aiheutuva jäähdyttävä vaikutus talvella on lisännyt lämmitystarvetta ja peruskorjausten yhteydessä rakenteita on tiivistetty, jolloin korvausilman saanti on vaikeutunut.

Useassa tapauksessa painovoimainen ilmanvaihto on myös mielletty vanhanaikaiseksi, jolloin kiinteistön peruskorjauksen yhteydessä on järjestelmä korvattu peruskorjausajakautensa mukaisella uudemmalla tekniikalla. Ilmanvaihtojärjestelmän muutoksista on esitetty julkisuudessa ajoittain voimakasta keskustelua alkuperäisten painovoimaisten ilmanvaihtojärjestelmien säilyttämisen puolesta (Ollila 2014).

2. KOHTEET JA MENETELMÄT

Korjauksia ja rakenteellisia muutoksia arvioitiin rakennuspiirustusten, korjaussuunnitelmien, korjausraporttien ja tutkimusraporttien avulla sekä sisäilmasto-ongelmien esiintymisen osalta tehtyjen oirekartoitusten perusteella.

Yhteistä tarkastelluille kohteille oli se, että rakennuksissa oli alkanut esiintyä sisäilmasto-ongelmia tai ne olivat pahentuneet ilmanvaihtojärjestelmän muutosten jälkeen, vaikka peruskorjaukset olivat olleet laajoja ja niissä oli toteutettu merkittäviä rakenteellisia korjauksia. Rakennuksissa havaittuja sisäilmasto-ongelmia tarkasteltiin sekä rakenneteknisen että ilmanvaihtoteknisen näkökulman kautta.

Tarkastelussa mukana olleista kiinteistöistä alkuperäiset orgaaniset eristemateriaalit olivat joko peruskorjauksen tai sitä seuranneiden myöhempien sisäilmakorjausten yhteydessä poistettu joko kokonaan tai osittain. Lisäksi rakenteiden ilmatiiviyttä oli pyritty parantamaan ja

mikäli se ei ollut onnistunut tavoitteen mukaisesti, rakenneosia oli alipaineistettu rakenteesta sisätilaan tapahtuvien ilmapvirtausten estämiseksi.

Koska tutkimuksessa mukana olleista kohteista useimmat olivat joko kokonaan tai osittain puurakenteisia, oli rakenteiden tiivistäminen ilmatiiviiksi niissä usein mahdotonta. Myös tiilirakenteisen rakennuksen tiivistyskorjaus oli vähintäänkin haasteellista ja tiivistyskorjauksen onnistuminen voi vaatia esimerkiksi koko sisäpinnan ja kaikkien sisätilan rakenneliittymien tiivistämisen.

3. TULOKSET

Sisäilmasto-ongelman laajuuteen vaikutti se, millainen kosteusvauriohistoria rakennuksella oli, oliko rakenteiden orgaaniset eristemateriaalit jätetty peruskorjauksen yhteydessä paikoilleen vai poistettu ja oliko peruskorjauksen yhteydessä tehty tiivistyskorjauksia. Myös rakenteiden vedeneristykseen käytetyn kivihiilitervan sisältämät PAH-yhdisteet saattoivat aiheuttaa hajuhaittaa tiloissa ajoittain.

Ilmanvaihtojärjestelmän muutoksen jälkeen merkittävään rooliin sisäilmasto-ongelmien aiheuttajana nousivat ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmamäärien riittävä tasapaino ja rakenneliittymien tiiviys orgaanisten eristeiden lisäksi. Jos tulo- ja poistoilmanvaihto eivät olleet tasapainossa ja poistoilmamäärät olivat merkittävästi tuloilmamääriä suurempia, korvausilmaa tuli rakennukseen rakenneliittymien ja rakenteiden epätiiviyiskohtien kautta. Paine-eroon vaikuttavia tekijöitä tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän ilmamäärien tasapainon lisäksi olivat rakennuksen korkeus ja ulkoilman sääolosuhteet; erityisesti tuuli. Kohteissa tilannetta pahensi suuri paine-ero rakennuksen ulkovaipan ylitse eli sisätilan ja ulkoilman välillä. Suositus paine-eroksi ulkovaipan ylitse koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon rakennuksissa on 0... -2 Pascalia (STM 2009), mikä useassa tarkastelluista kohteista ylittyi ajoittain monikymmenkertaisesti.

Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon ilmamäärien säädöissä esiintyi ongelmia kaikissa kohteissa ja paine-erot ulkovaipan yli vaihtelivat voimakkaasti. Tästä oli pääteltävissä, että paineenvaihtelut ovat merkittävässä roolissa epäpuhtauksien leviämisessä. Sisäilmatutkimusten yhteydessä kaikissa tarkastelluissa kohteissa tehtiin paine-erojen seuranta, minkä perusteella ilmanvaihdon tilakohtaisia tulo- ja poistoilmamääriä säädettiin.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Ennen merkittäviä ilmanvaihtojärjestelmän muutoksia, kuten muutettaessa painovoimainen ilmanvaihto koneelliseksi, kannattaa rakennuksen kaikkiin rakenneosiin tehdä kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, minkä yhteydessä selvitetään rakennuksen kosteusvauriohistoria, rakenteiden kunto, tiiveys ja vauriot sekä rakenteissa käytetyt haitta-ainepitoiset materiaalit ja niiden sijainti rakenteessa.

Rakennukseen tehty kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus toimii perustana rakenteiden korjausten ja ilmanvaihtojärjestelmän muutoksen vaatimalle korjaussuunnittelulle ja myöhemmässä vaiheessa rakenteiden korjauksille, kuten mikrobivaurioituneiden eristeiden ja haitta-aineita sisältävien rakennusmateriaalien poistolle.

Rakenteiden peruskorjauksen yhteydessä tulee huomioida rakenteiden ja rakenneliittymien riittävä tiiveys, jotta rakenteissa mahdollisesti olevista epäpuhtauksista ei ole ilmayhteyttä sisätilaan (Valvira 2016).

Ilmanvaihtojärjestelmän muutoksen yhteydessä tulo- ja poistoilmamäärien säätäminen ja tasapainotus sekä riittävä paine-eron hallinta rakennuksen ulkovaipan yli että rakennuksessa sijaitsevien vierekkäisten tilojen välillä on tärkeää ilmanvaihtojärjestämuutoksen onnistumisen ja käyttäjien kokeman sisäilmaoireilun välttämiseksi.

5. LÄHDELUETTELO

Asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017. Ympäristöministeriö. Helsinki 2017.

Asumisterveysopas. Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjeen soveltamisopas. STM. Ympäristö ja Terveys - lehti. Pori 2009.

Neuvonen P. (toim.) Kerrostalot 1880–2000. Arkkitehtuuri, rakennustekniikka, korjaaminen. Tampere 2006.

Ollila M. Ilmastoitu painajainen. Näkökulma. Rakennuslehti 2.4.2016 (uudelleenjulkaisu vuodelta 2014)

Sandberg E. (toim.) Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Ilmastointitekniikka osa 1. Forssa 2016

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

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Osa IV. Valvira 2016.
<http://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys>

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö.
<https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>

Sisäilma

Muovipäällysteisten lattiarakenteiden kosteusvaurioiden tutkimusmenetelmän kehitys ja vertailu <i>Elina Manelius</i>	29
Aktiivihiihtisuodattimella varustetun ilmanpuhdistimen toimintaperiaate ja suorituskyky <i>Petri Nevalainen</i>	35
Koulurakennuksen materiaalien mikrobinäytteiden tulosten ja aikaisempien tutkimusten tulosten yhteensopivuus <i>Elisa Keto</i>	41
Pienhiukkaset sisäilmassa <i>Kirsi Säkkinen</i>	47
Pienhiukkaset päiväkotien sisäilmassa <i>Mika Nyman</i>	53
Rakennetun ympäristön haittaeläimet <i>Kati Kangasniemi</i>	59

MUOVIPÄÄLLYSTEISTEN LATTIARAKENTEIDEN KOSTEUSVAURIOIDEN TUTKIMUSMENETELMÄN KEHITYS JA VERTAILU

Elina Manelius

Dimen Oy

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suorittaa olemassa olevassa lattiapinnoitevauriokohteessa kenttämittauksia Tampereen yliopiston ideoimalla PID-mittaria hyödyntävällä mittausjärjestelyllä ja verrata mittaustuloksia muihin tutkimustuloksiin (kosteus- ja VOC-mittaukset).

Tutkimuskohteena oli kiinteistö, jonka lattiarakenteessa on selkeästi kosteusvaurioituneita lattiapinnoitteita väliseinien läheisyydessä sekä ns. ”tervettä” mattoa lattioiden keskialueella. Kohteeseen tehtiin sekä vaurioituneille että vaurioitumattomille alueille pintakosteusmittaukset, viiltomittaukset lattiapinnoitteen alapuolella, VOC-materiaalinäytteenotot (bulk) ja PID-mittaukset. Mittausten yhteydessä kehitettiin edelleen PID-mittausjärjestelmää ja selvitettiin mattoon tehtävän reiän vaikutusta mittaustulokseen.

PID-mittaukset korreloivat erittäin hyvin sekä materiaalinäytteiden TVOC-pitoisuuden että 2-etyyli-1-heksanolipitoisuuden kanssa. Korrelaatio kosteusmittausten kanssa on myös erittäin hyvä. PID-mittaukset korreloivat muiden tutkimusmenetelmien kanssa sitä paremmin mitä suurempi reikä tehdään muovimattoon.

1. JOHDANTO

Fotoionidetektorin (PID-mittarin) käyttömahdollisuutta lattiapinnoitteiden vauriotutkimuksissa on selvitetty aiemmin mm. opinnäytetöissä Wennström, 2013 ja Lähdesmäki, 2015. Kyseisten opinnäytetöiden perusteella PID-mittausta on pidetty potentiaalisena työkaluna lattiapinnoitteiden vauriotutkimuksissa

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suorittaa olemassa olevassa lattiapinnoitevauriokohteessa kenttämittauksia Tampereen yliopiston ideoimalla PID-mittaria hyödyntävällä mittausjärjestelyllä ja verrata mittaustuloksia muihin tutkimustuloksiin (kosteus- ja VOC-mittaukset).

2. PID-MITTARIN HYÖDYNTÄMINEN LATTIAPINNOITEVAURIOITUTKIMUKSISSA

2.1 Mittarin toimintaperiaate

Fotoionisaatidetektorilla (PID-mittarilla) voidaan mitata ilman sisältämien VOC-yhdisteiden (haihtuvien orgaanisten yhdisteiden) kokonaismäärää. Mittayksikkönä on ppm (1000 ppb).

Laitteen sisältämän pumpun avulla imetään ympäröivää ilmaa laitteeseen. Ilma altistetaan UV-valolle, jonka lähteenä on fotoneja tuottava ultraviolettilamppu. Kaasumolekyylit ionisoituvat, kun ne absorboivat korkeaenergistä uv-valoa, jolloin aiheutuu negatiivisesti varautuneen elektronin menetys ja syntyy positiivisesti varautunut ioni. Yhdiste tulee sähköisesti varautuneeksi ja ionit tuottavat sähkövirtaa, joka toimii laitteen mittalähteenä. Mitä suurempi yhdisteen pitoisuus, sitä enemmän syntyy ioneja ja sähkövirtaa. (Wennström 2013, Lähdesmäki 2015, Technical/Application Article 01 www.ionscience.com)

2.2 PID-mittausmenetelmä

Opinnäytetöissä Wennström 2013 ja Lähdesmäki 2015 PID-mittaukset on tehty viiltomenetelmällä, eli lattiapinnoitteeseen tehtiin viilto, josta imettiin ilmaa PID-mittariin. Kyseinen mittaustapa voi sisältää epätarkkuutta, koska viillon pituus ja maton irtoaminen alustastaan vaihtelee tapauskohtaisesti. Tästä syystä näytteenottopinta-ala ei ole vakio ja myös ilmatilavuus vaihtelee.

Tässä tutkimuksessa mittaukset tehtiin Tampereen Yliopiston ideoimalla mittaustekniikalla, jota edelleen kehitettiin tässä opinnäytetyössä esitettyjen mittausten aikana. Tampereen Yliopiston ideoimassa mittauksessa muovimattoon tehdään reikä $\varnothing 8$ mm, jonka jälkeen reiän päälle asetetaan 2,5 dl teräskuppi väärin päin (suuaukko lattiaan päin). Matosta irrotettu palanen jätetään kupin sisälle. Kupin päälle asetetaan 1,2 kg paino, jonka tehtävänä on painaa kuppia lattiaa vasten, tehdä siitä tiivis ja estää kupin tahaton liikkuminen. Lopulliset mittaukset suoritettiin lisäksi asentamalla kupin ja lattian väliin lisäksi kumirengas kupin tiivistämiseksi. Teräskupin vastakkaisilla puolilla on kaksi saman suuruista reikää, joissa on helposti poistettavat tulpat. Toisesta reiästä suoritetaan PID-mittaus ja toinen toimii korvausilmareittinä. Korvausilmareitti vaaditaan, koska PID-mittarin läpi pitää virrata ilmaa, eikä kupin ilmatilavuus ole yksin riittävä.

Mittausten yhteydessä todettiin, että PID-mittausten pitoisuudet jäivät pienelle tasolle, kun mattoon tehtävä reikä on pieni, eikä vaurioituneiden ja vaurioitumattomien lattiapinnoitteiden välille saatu selviä eroja aikaiseksi. Tästä syystä mittauksissa testattiin mattoon tehtävän reiän koon vaikutusta. Mittaukset tehtiin tällöin $\varnothing 8$ mm reiällä, $\varnothing 15$ mm reiällä ja $\varnothing 50 \times 50$ mm reiällä.

3. KENTTÄMITTAUKSET

3.1 Tutkimuskohde

Tutkimuskohteena on alun perin vuonna 1977 rakennettu 1-tasoinen koulurakennus, jota on laajennettu kahteen kertaan vuosina 1985 ja 1997. Kohteeseen on tehty sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus vuonna 2014, jossa havaittiin viitteitä lattiapinnoitevaurioista. Selkeimpiä vaurioita on havaittu rakennuksen vuonna 1997 rakennetulla uusimmalla osalla, jossa todettiin väliseinälinjoilla kosteuden nousua alapohjarakenteessa. Rakennuksessa on alapohjarakenteena

muovimatolla pinnoitettu maanvastainen betonilaatta alapuolisella EPS-lämmöneristeellä. Tiilirakenteisten väliseinien kohdalla betonilaatta on vahvistettu ja betonilaatan alla ei ole käytetty lämmöneristettä. Lämmöneristeen puuttuminen väliseinien alueella lisää kosteuden nousua maaperästä ylöspäin. Rakennuksessa on käytetty muovimattopinnoitteena homogeenistä julkisen tilan muovimattoja, jossa VOC-materiaalinäytteiden perusteella on käytetty pehmittimenä di(2-etyyliheksyyli)ftalaattia (DEHP), koska hajoamistuotteena syntyy 2-etyyli-1-heksanolia.

3.2 Mittapisteiden valinta

Mittauksilla ja materiaalinäytteenotoilla pyrittiin vertailemaan ns. vaurioitunutta ja vaurioitumatonta lattiapinnoitetta keskenään. Tutkimukset kohdistettiin tästä syystä sekä väliseinien vierustoille, missä lattiapinnoitteen vaurioituminen kosteusmittausten perusteella on todennäköistä, että keskelle lattiaa, missä lattiapinnoite ei alustavien tutkimusten perusteella ollut vaurioitunut tai vaurioituminen oli vähäisempää. Mittauksia tehtiin kolmesta eri tilasta ja mittapisteitä oli kustakin tilasta 2 (1 kpl väliseinän vierustalta sekä 1 kpl tilan keskeltä). Yhteensä mittapisteitä oli siten 6 kpl, joista kaikkiin tehtiin pintakosteusmittauksia, viiltomittaukset lattiapinnoitteen alle, VOC-materiaalinäytteenotto ja PID-mittauksia. Väliseinän vierustalle tehtävät mittaukset suoritettiin n. 15 cm etäisyydelle väliseinästä. Sekä seinän vierustalla että lattian keskellä mittapisteet valittiin pintakosteusmittausten perusteella, siten että kohta edusti väliseinän vierustan osalta vaurioituneinta kohtaa ja keskellä lattiaa lattian vaurioitumattominta kohtaa.

3.3 Kosteusmittaukset

Alapohjarakenteeseen suoritettiin pintakosteusmittauksia sekä viiltomittauksia muovimaton alapuolisen kosteustilanteen selvittämiseksi. Mittauksia oli tehty myös alkuperäisten sisäilma- ja rakenneteknisten kuntotutkimusten yhteydessä, mutta mittaukset uusittiin, jotta varmistettiin ettei kosteustilanteeseen ole tapahtunut muutoksia vuosien saatossa. Mittaukset tehtiin Ympäristöopas 2016 ohjeiden mukaisesti. Pintakosteusmittaukset suoritettiin Gann Hydrotest LG3 mittalaitteella ja Gann B50-anturilla. Laitteen mitta-asteikko 0-199 (yksiköttömiä lukemia). Viiltomittaukset suoritettiin Vaisalan HMI41 näyttölaitteella ja mittapäällä HMP42.

3.4 VOC-materiaalinäytteenotto

Lattiapinnoitteesta otettiin 6 kpl materiaalinäytteitä (n. 10 x 10cm) niiden VOC-emissioiden määrittämistä varten. Näytteet käärittiin alumiinifolioon ja pakattiin uudelleen suljettaviin pusseihin. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa. Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammilaitteella (Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ CTE). Tulokset ilmoitettiin pitoisuutena näytegrammaa kohti ($\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$).

3.5 PID-mittaukset

PID-mittaukset tehtiin Ion Science Ltd:n in fotoionisaatiodektoirilla. Tulokset on ilmoitettu yksikössä [ppb].

Mittaukset suoritettiin tekemällä muovimattoon erikokoisia reikiä ($\varnothing$ 8 mm, $\varnothing$ 15 mm ja $\varnothing$ 50 x50 mm). Muovimatosta irrotettu kappale jätettiin kupin sisälle. Mittauksia tehtiin aina kunkin kokoista reikää kohti kaksi kappaletta, jotta nähtiin, onko tuloksissa reiän sijainnista ja lattian epähomogeenisuudesta riippuvaa hajontaa. Mittaukset tehtiin materiaalinäytteenottokohdan ympärille. Varsinaiset PID-mittaukset suoritettiin siten, että reiän teon ja kupin asentamisen jälkeen kupin annettiin tasaantua 1h ajan ja PID-mittaus suoritettiin vasta tämän tasaantumisaian jälkeen. PID-mittari nollattiin juuri ennen mittauksen aloittamista, jolloin todellisuudessa mitattiin sisäilman ja kupin ilman välistä pitoisuuseroa.

4. TUTKIMUSTULOKSET

4.1 Kosteusmittaustulokset

Seuraavassa taulukossa 1. on esitetty mittapisteiden kosteusmittausten tulokset.

Taulukko 1. Mittapisteistä tehtyjen pintakosteus- ja viiltomittausten tulokset.

Mittapiste	Pintakosteusmittaus Gann [-]	Suhteellinen kosteus [RH %]	Lämpötila [°C]	Abs. kosteus [g/m ³]
1	98	90	19,8	15,4
2	88	80	19,9	13,8
3	98	89	22,3	17,5
4	83	78	22,5	15,5
5	97	90	20,6	16,0
6	81	76	20,9	13,8

Sisäilman olosuhteet: 11 % RH, 21,4 °C, 2,1 g/m³

4.2 Materiaalinäytteiden VOC-tulokset (bulk)

Seuraavassa taulukossa 2. on esitetty mittapisteistä otettujen materiaalinäytteiden VOC-pitoisuuksien tulokset. Taulukossa on esitetty TVOC-, 2-etyyli-1-heksanoli- ja C9-C10-alkoholipitoisuudet.

Taulukko 2. Mittapisteistä otettujen VOC-materiaalinäytteiden tulokset.

Mittapiste	TVOC [µg/(m ³ g)]	2-etyyli-1-heksanoli [µg/(m ³ g)]	C9-C10-alkoholit [µg/(m ³ g)]
1	3700	4240	130
2	960	1260	-
3	3100	3700	110
4	760	990	-
5	3900	4460	120
6	390	480	-

4.3 PID-mittaustulokset

Seuraavassa on (taulukko 3.) esitetty mittapisteiden PID-mittaustulokset. Mittaukset tehtiin VOC-materiaalinäytteiden näytteenottokohdan ympärille.

Taulukko 3. Mittapisteistä tehdyt pid-mittaukset eri reikäkoolla mitattuna.

Mitta-piste	PID ø 8mm [ppb]			PID ø 15mm [ppb]			PID 50x50mm [ppb]		
	1. tulos	2. tulos	keski-arvo	1. tulos	2. tulos	keski-arvo	1. tulos	2. tulos	keski-arvo
1	111	83	97	326	132	218	1883	2385	2134
2	59	53	56	316	155	262	394	585	490
3	129	101	115	218	262	240	2176	1478	1827
4	55	65	60	176	165	171	421	390	406
5	76	75	76	206	228	217	2207	1519	1863
6	52	48	50	142	102	122	297	244	271

4.4 Mittaustulosten korrelaatio

PID-mittausten ja muiden mittausten (kosteusmittaukset ja materiaalinäytteiden VOC-pitoisuudet) välistä korrelaatiota selvitetiin laskemalla niiden välille korrelaatiokerroin. Korrelaatiokertoimet on esitetty seuraavassa taulukossa 4.

Taulukko 4. VOC- ja kosteusmittausten mittaustulosten korrelaatio eri reikäkokoihin suhteutettuna.

	Korrelaatio ø8 mm	Korrelaatio ø15 mm	Korrelaatio 50x 50 mm
TVOC – PID (keskiarvo)	0,78	0,86	0,99
2EH – PID (keskiarvo)	0,80	0,86	0,99
RH – PID (keskiarvo)	0,85	0,87	0,99
Gann - PID (keskiarvo)	0,86	0,85	0,97

5. TULOSTEN ANALYSOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tehtyjen kosteusmittausten ja otettujen VOC-materiaalinäytteiden perusteella tutkimuskohteen lattiapinnoitteet ovat selkeästi vaurioituneet väliseinien läheisyydessä. Kuitenkin myös lattian keskialueilla lattiapinnoitteen alapinnan kosteusolosuhteet olivat suhteellisen korkealla tasolla (76-80 % RH), mutta selkeästi raja-arvon 85 %RH alapuolella. Materiaalinäytteiden VOC-pitoisuudet ylittivät myös lattian keskialueilla Työterveyslaitoksen antamat viitearvot. Tästä syystä mittauksissa ei päästy mittaamaan alueita, joissa ei millään tutkimusmenetelmällä arvioituna olisi viitteitä vaurioitumisesta, joten selkeästi vaurioitumattoman lattiapinnoitteen PID-pitoisuus jäi epäselväksi.

PID-mittausten perusteella VOC-pitoisuudet kasvavat muovimattoon tehtävän reiän suurentamisen seurauksena. Pienimmällä reiällä pitoisuudet ovat niin pieniä, että vastaavia tuloksia saatiin lasilevyn päällä, kun ainoana päästölähteenä oli kuppi itse ja tiivistemateriaali. Mittavirhe on siten suurempi kuin itse mittaustulos, joten pienellä reiällä tehtävät mittaukset eivät ole käytökelpoisia edes selkeästi vaurioituneen lattiapinnoitteen tutkimisessa. Kun reikää kasvatetaan, kasvavat myös pitoisuudet ja selkeästi vaurioituneen ja vaurioitumattomamman lattiapinnoitteen välille saadaan aikaseksi eroa. Jotta PID-mittauksia voitaisiin käyttää lattiapinnoitteen vaurioitumisen tarkasteluun, ei Ø15 mm reikäkään mittausten perusteella riitä, vaan reiän koon tulee olla 50x50 mm.

PID-mittauksissa esiintyi sijainnista riippuvaa hajontaa, eli vierekkäiset samaan mittapisteesseen tehdyt mittaukset erosivat keskenään jonkin verran. Kyseinen käyttäytyminen osoitettiin myös Lähdesmäen opinnäytetyössä. VOC-materiaalinäytteiden ja PID-mittausten välinen korrelaatio oli parempi, kun niiden välistä riippuvuutta arvioitiin usean PID-mittausten keskiarvolla (Lähdesmäki 2015).

PID-mittaukset korreloivat erittäin hyvin sekä materiaalinäytteiden TVOC-pitoisuuden että 2-etyyli-1-heksanolipitoisuuden kanssa. Korrelaatio kosteusmittausten kanssa on myös erittäin hyvä. PID-mittaukset korreloivat muiden tutkimusmenetelmien kanssa sitä paremmin mitä suurempi reikä tehdään muovimattoon.

Jotta mittausten menetelmä olisi käyttökelpoinen todellisissa lattiapinnoitevauriotutkimuksissa ja jotta sillä voitaisiin korvata tai vähentää muita näytteenottoja, tulee PID-mittauksen ja muiden tutkimustapojen vertailua jatkaa.

6. KIITOKSET

Kiitän Tampereen Yliopistoa yhteistyöstä.

7. LÄHDELUETTELO

Keinänen, H. Hyvät tutkimustavat betonirakenteisten lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin. Opinnäytetyöt, Rakennusterveys. Itä-Suomen Yliopisto. 2013.

Lähdesmäki, K. Eri tutkimusmenetelmien vertailua laaja-alaisen muovimatto-ongelman (VOC) tutkimisessa. RTA-lopputyö. RATEKO. 2015.

Technical/Application Article 01. What is A PID. Ion Science. 2017. <https://www.ionscience.com/products/tiger-handheld-voc-detector/#downloads> (Viitattu 27.4.2019)

Technical Specification. Tiger. <https://www.ionscience.com/products/tiger-handheld-voc-detector/#specification> (Viitattu 27.4.2019)

Wennström, H. PID-laitteen sovellusmahdollisuuden rakennusten kunto- ja sisäilmatutkimuksessa. Vaasan Ammattikorkeakoulu. 2013

Ympäristöopas 2016. toim. Miia Pitkäranta. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kunto-tutkimus. Ympäristöministeriö. Helsinki. 2016.

AKTIIVIHIILISUODATTIMELLA VARUSTETUN ILMANPUHDISTIMEN TOIMINTAPERIAATE JA SUORITUSKYKY

Petri Nevalainen

Inspector Sec Oy

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin aktiivihiihdiisuodattimella varustetun ilmanpuhdistimen kykyä poistaa sisäilman kemiallisia epäpuhtauksia. Työssä käydään läpi aktiivihiihden toimintaperiaate. Lisäksi työssä esitellään kevyesti muut ilmanpuhdistimien yleisimmät puhdistustekniikat, käydään läpi sisäilmaan liittyvää lainsäädäntöä ja pohditaan ilmanpuhdistimen valintaan vaikuttavia seikkoja.

Huono sisäilma vähentää viihtyisyyttä ja alentaa työtehoa, se voi aiheuttaa terveyshaittoja ja jopa sairastuttaa vakavasti. Kun saadaan selville mitä käyttäjille haittaa aiheuttavia epäpuhtauksia sisäilmassa on, korjaavia toimia ei aina saada aloitettua heti tai väistötiloja ei saada heti käyttöön. Ilmanpuhdistimia voidaan käyttää yhtenä väliaikaisena käyttöä turvaavana toimenä ennen kuin rakenteet ja olosuhteet tiloissa saadaan kuntoon. Ilmanpuhdistimien käyttö on aina arvioitava tapauskohtaisesti ja on tiedettävä, mitä epäpuhtauksia sisäilmasta halutaan poistaa. Ilmanpuhdistimia käytettäessä on tilojen olosuhteiden ja tilojen käyttäjien altistumisen muutoksia seurattava ja on oltava valmius reagoida muuttuviin tilanteisiin.

Tämän opinnäytetyön yhtenä johtopäätöksenä voidaan todeta, että aktiivihiihdi tehoaa eri tavoin erilaisiin kemiallisiin yhdisteisiin. Puhdistustehokkuuteen vaikuttaa mm. aktiivihiihden laatu ja määrä, impregnointiaineet, puhaltimen tehokkuus/tehoasetus ja laitteen sijainti suhteessa päästölähteeseen.

Mikään ilmanpuhdistin ei tehoa kaikkiin epäpuhtauksiin ja eri puhdistustekniikat tehoavat eri epäpuhtauksiin. Ilmanpuhdistimen valintaan vaikuttavia asioita ovat myös mm. puhtaan ilman tuotto (CADR), haitalliset sivutuotteet ja melupäästö. Jos laite on testattu vain yhdellä yhdisteellä, tulos kertoo vain laitteen tehosta kyseisen yhdisteen poistamisessa. Ilmanpuhdistimet vaativat lisää tutkimuksia, jotta saisimme tietää tarkemmin niiden vaikutuksista sisäilman laatuun ja voisimme käyttää niitä sisäilman laadun parantamiseen turvallisemmin mielin.

1. JOHDANTO

Vietämme lähes 90 % ajastamme sisätiloissa ja hengitämme noin 15 000 litraa ilmaa yhden vuorokauden aikana. Huono sisäilma vähentää sisätilojen viihtyisyyttä ja alentaa työtehoa. Tämän lisäksi huono sisäilma voi aiheuttaa terveyshaittoja ja jopa sairastuttaa vakavasti. Sisäilmassa terveyshaittoja voivat aiheuttaa monet asiat kuten esimerkiksi ilman kaasumaiset tai hiukkasmaiset epäpuhtaudet, jotka korostuvat, jos ilmanvaihdossa on puutteita. (Hengityслиitto 2016)

Sisäilmastoon liittyen on annettu useita määräyksiä ja ohjeita muun muassa terveydensuojelulaissa (763/1994), työturvallisuuslaissa (738/2002), rakentamismääräyskokoelmassa, asumisterveysasetuksessa ja sen soveltamisohjeissa ja RT-kortissa Sisäilmastoluokitus 2018, Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Työterveyslaitos on antanut mm. kohonneiden pitoisuuksien viitearvoja toimistotiloja koskien. Terveydensuojelulaki, työturvallisuuslaki, rakentamismääräyskokoelma ja asumisterveysasetus ovat velvoittavia.

Kun saadaan selville mitä käyttäjille haittaa aiheuttavia epäpuhtauksia sisäilmassa on, korjaavia toimia ei aina saada aloitettua välittömästi. Ilmanpuhdistimia voidaan tällöin käyttää yhtenä väliaikaisena käyttöä turvaavana toimenä ennen kuin rakenteet ja olosuhteet tiloissa saadaan kuntoon. Tällöin on pystyttävä todentamaan, että ilmanpuhdistimilla epäpuhtauksien pitoisuudet saadaan laskettua halutulle tasolle. Lisäksi ilmanpuhdistimien käytön aikana on tilojen olosuhteita ja tilojen käyttäjien oireilua seurattava ja on oltava valmius reagoida mahdollisesti muuttuviin tilanteisiin.

Vaikka ilmanpuhdistimet kirjallisuuden perusteella todistetusti tehoavat joihinkin sisäilman epäpuhtauksiin, on tiedossa, että mikään puhdistustekniikka ei pysty tehokkaasti poistamaan kaikkia sisätilojen epäpuhtauksia ja osa niistä tuottaa haitallisia sivutuotteita. Tämä on todettu mm. laajassa kansainvälisessä kirjallisuustutkimuksessa, jossa laaja paneeli teki yhteenvedon tuulettimella varustettujen sisäilmaa kierrättävien ilmanpuhdistustekniikoiden vaikuttavuudesta (Zhang ym. 2011). Yhtenä tämän kirjallisuustutkimuksen johtopäätöksenä oli myös, että vaikka on näyttöä siitä, että jotkut ilmanpuhdistustekniikat todistetusti parantavat sisäilman laatua, lisätutkimuksia tarvitaan ennen kuin mitään niistä voi huoleti suositella käytettäväksi sisätiloissa (Zhang ym. 2011).

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin aktiivihiiლისuodattimella varustetun ilmanpuhdistimen kykyä poistaa sisäilman kemiallisia epäpuhtauksia ja esitellään aktiivihiiლის toimintaperiaate. Lisäksi työssä esitellään kevyesti muut ilmanpuhdistimien yleisimmät puhdistustekniikat, käydään läpi sisäilmaan liittyvää lainsäädäntöä ja esitellään ilmanpuhdistimen valintaan vaikuttavia seikkoja.

2. ILMANPUHDISTIMIEN PUHDISTUSTEKNIIKAT JA VALINTA

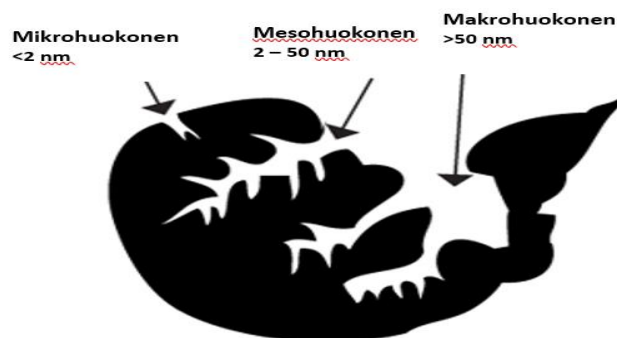
2.1 Ilmanpuhdistimien puhdistustekniikat

Ilmanpuhdistimissa yleisimmin käytetyt suodatustekniikat voidaan jaotella mekaaniseen suodatukseen, kemialliseen suodatukseen, fotokatalyyttiseen hapetukseen, elektrostaattiseen suodatukseen, ultraviolettisäteilytykseen ja ionisointiin (Luomalahti 2013, s. 19). Tässä työssä keskitytään tarkemmin kemialliseen suodatukseen ja muut suodatustekniikat käsitellään vain kevyesti. Tässä tiivistelmässä käsitellään ainoastaan kemiallinen suodatus (aktiivihiiლის).

Kemiallisella suodatuksella tarkoitetaan kaasumaisten epäpuhtauksien suodattamista. Ilmanpuhdistimissa yleisimmin käytetty kemiallinen suodatinmateriaali on aktiivihiiლის. (Luomalahti

2013, s. 24) Aktiivihiili on sekä rakenteensa että ominaisuuksiensa osalta ainutlaatuinen. Se kykenee suodattamaan sekä orgaanisia että epäorgaanisia aineita. (Hannola 2007, s. 63) Aktiivihiilellä varustetun ilmanpuhdistimen tehokkuuteen vaikuttaa mm. aktiivihiilen laatu ja määrä, impregnointiaineet, puhaltimen tehokkuus ja laitteen sijainti suhteessa päästölähteeseen.

Aktiivihiilen valmistuksessa on kolme eri vaihetta. Nämä vaiheet ovat raaka-aineen valinta, hiillytys ja aktivointi (Pulkkinen 2010, s.15-16). Aktivointiprosessissa hiilen huokosista poistuu aineita kuten hiiltä, rikkiä, tuhkaa, aromaattisia yhdisteitä tai kosteutta ja näin kyseisten huokosten koko kasvaa tai syntyy kokonaan uusia huokosia. Huokosia muodostuu hiileen myös hiilimonoksidikaasun vaikutuksesta ja sitä syntyy hiilen osittaisessa hapettumisessa. Aktivoidun hiilen adsorptiopinta-ala on normaalisti 500-1500 m²/g. (Pulkkinen 2010, s.17) Aktiivihiileen aktivoinnin aikana muodostuneet huokokset jaetaan huokosten koon mukaan kolmeen kokoluokkaan; mikro-, meso- ja makrohuokosiin (Hannola 2007, s. 8). (Kuva 1)



Kuva 1. Hiilipartikkelin mikro-, meso- ja makrohuokokset. Pohjautuu kuvalähteeseen (Niskanen 2014).

Aktiivihiilen toiminta perustuu adsorptioon, jossa adsorbenttina toimiva kiinteä aine sitoo pinnalleen tiettyjä molekyylejä joko kemisorption tai fysisorption avulla. Adsorptiolla tarkoitetaan kaasumolekyylin kiinnittymistä suodatinmateriaalin pintaan. Kemisorptiossa adsorbaatin ja adsorbentin pinnan välille syntyy vahva kemiallinen sidos ja fysisorptiossa adsorbentti sitoo adsorbaatin pinnalleen fyysisten, ns. van der Waalsin voimiin perustuvien vetovoimien avulla. (Hannola 2007, s. 11-16)

Adsorbaatit jaetaan kemiallisen koostumuksen perusteella orgaanisiin ja epäorgaanisiin kaasuihin. Koostumus vaikuttaa kaasujen adsorptioon. Useimpia epäorgaanisia kaasuja ei voida suodattaa fysikaalisella adsorptiolla ja parhaan ilmansuodatustuloksen saamiseksi tarvitaan myös kemiallista adsorptiota. (Mattila 2018, s. 15) Molekyylipainoltaan kevyet yhdisteet kuten ammoniakki, formaldehydi ja rikkivety adsorptoituvat heikosti tavalliseen käsittelemättömään aktiivihiileen. Mm. näiden epäpuhtauksien kiinnisaamiseen tarvitaan adsorptioaineen kyllästämistä kemikaaleilla eli impregnointia. (Luomalahti 2013, s. 24)

Käytön seurauksena adsorbointialueet aktiivihiilessä tukkeutuvat ja aktiivihiili on vaihdettava tai aktivoitava uudelleen. Kyllästyneen aktiivihiilen raja etenee aktiivihiilessä hyvin tasaisena adsorptiorintamana. Aktiivihiili kykenee tyypillisesti suodattamaan adsorbaatteja hyvin te-

hokkaasti aina aktiivihiihden suorituskyvyn taitepisteeseen asti. Tämän taitepisteen saavuttamisen jälkeen aktiivihiihden suodatuskyky romahtaa nopeasti. (Hannola 2007, s.25-26)

2.2 Ilmanpuhdistimen valinta

Ilmanpuhdistinta valittaessa on huomioitava, että mikään ilmanpuhdistin ei tehoa kaikkiin epäpuhtauksiin ja eri puhdistustekniikat tehoavat eri epäpuhtauksiin. Puhtaan ilman tuotto on oltava riittävän suuri puhdistettavan tilan kokoon ja ilmanvaihtoon nähden. Osa tekniikoista tuottaa haitallisia sivutuotteita kuten otsonia ja osalla laitteista on suuret melupäästöt. Jos laite on testattu vain yhdellä yhdisteellä, kertoo tulos vain laitteen tehosta kyseisen yhdisteen poistamisessa. Aktiivihiihden tehoa eri tavoin erilaisiin kemiallisiin yhdisteisiin ja aktiivihiihden varustetun ilmanpuhdistimen tehokkuuteen vaikuttaa mm. aktiivihiihden laatu ja määrä, impregnointiaineet, puhaltimen tehokkuus ja laitteen sijainti suhteessa päästölähteeseen.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT JA -JÄRJESTELYT

Tämän opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli tutkia käytännön kokein aktiivihiihden varustetun ilmaa kierrättävän ilmanpuhdistimen kykyä poistaa sisäilmasta kemiallisia yhdisteitä. Tutkimuslaitteena käytettiin karkeasuodattimella, impregnoitulla aktiivihiihden suodattimella ja H13-luokan HEPA-suodattimella varustettua ilmanpuhdistinta.

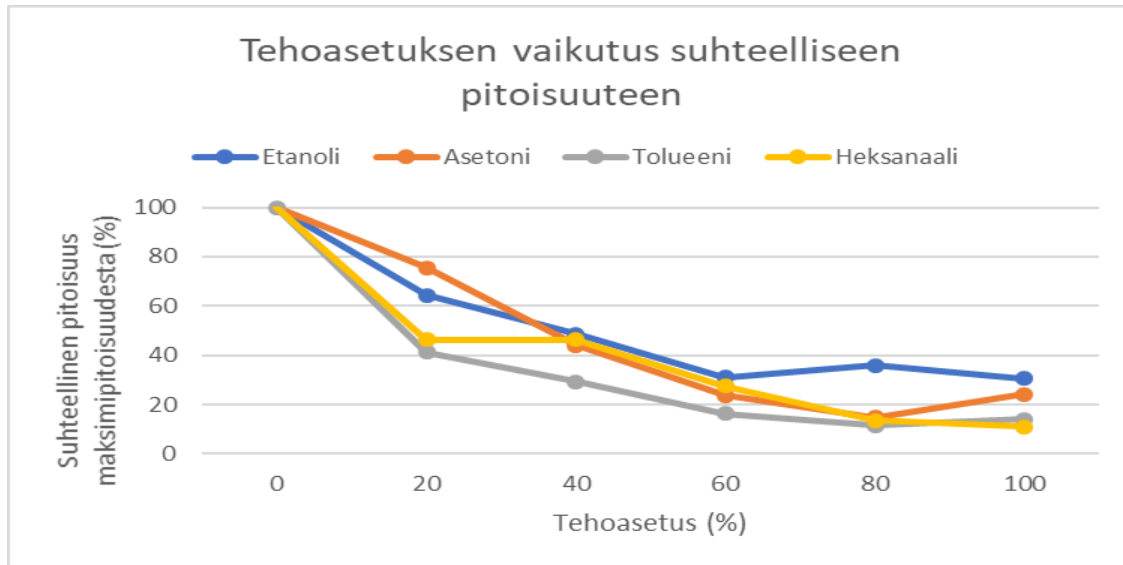
Ilmanpuhdistinta testattiin neljän erilaisen kemiallisen yhdisteen, heksanaalin, asetonin, etanolin ja tolueenin poistamiseen testihuoneen sisäilmasta. Testissä testihuoneeseen tuotettiin kemiallisia yhdisteitä kaatamalla yhdisteitä petrimaljaan ja antamalla yhdisteiden haihtua sisäilmaan. Ilmanpuhdistimen tehoa kemiallisten yhdisteiden poistamiseen testattiin ilmanpuhdistimen kuudella eri tehoasetuksella 0 %, 20 %, 40 %, 60 %, 80 % ja 100 % maksimitehosta. Ilmanpuhdistimen tehoa testattiin karkeasti myös siirtämällä päästölähdettä eri paikkaan suhteessa ilmanpuhdistimeen ja käytettyyn mittalaitteeseen.

Testimittaukset suoritettiin Helsingin yliopistolla tammikuussa 2019. Testihuoneena oli normaalissa toimistokäytössä oleva pienikokoinen toimistohuone, jossa oli koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Mittalaitteena käytettiin reaaliajassa toimivaa massaspektrometriä PTR-TOF-MS: Proton-Transfer-Reaction Time-Of-Flight Mass Spectrometer (protoninsiirtoreaktiolentoaikamassaspektrometri).

4. TUTKIMUSTULOKSET

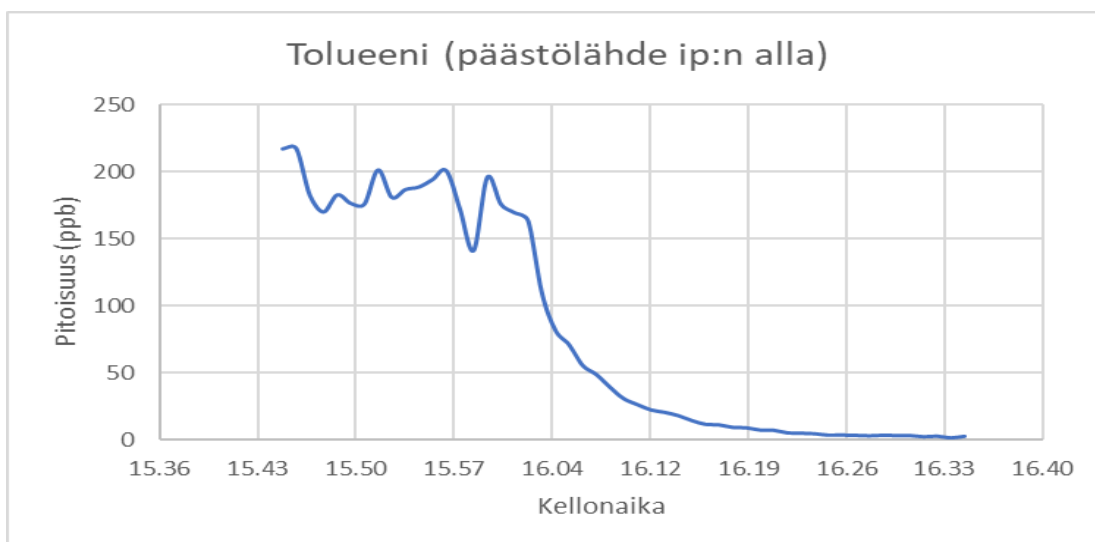
Ilmanpuhdistimen tehoasetus vaikutti eri yhdisteisiin eri tavalla. Esimerkiksi ilmanpuhdistimen päälle kytkeminen 20% teholla pudotti parhaimmillaan yksittäisen yhdisteen pitoisuutta (tolueeni) noin 40 %:ään maksimipitoisuudesta ja huonoimmillaan (asetoni) noin 75 %:ään. Kahden yhdisteen kohdalla pitoisuus saatiin testitilanteessa alimmalle tasolle tehoasetuksen oltua 80 % (asetoni ja tolueeni) ja kahden muun yhdisteen kohdalla pitoisuus putosi alimmalle tasolle ilmanpuhdistimen oltua täydellä (100 %) teholla (etanoli ja heksanaali). Ilmanpuhdistin laski testien aikana asetonin, tolueenin ja heksanaalin pitoisuudet parhaimmillaan 11-15 %

pitoisuuteen maksimipitoisuudesta ja etanolin kohdalla pitoisuus tippui parhaimmillaan 31 % pitoisuuteen maksimipitoisuudesta. (kuva 2) Kaikki tässä työssä esitellyt tutkimustulokset ovat alustavia ja niihin liittyy huomattava mittausepävarmuus. Suurin epävarmuus liittyy heksanaalin ja tolueenin mittaustuloksiin.



Kuva 2. Tehoasetuksen vaikutus tutkittujen yhdisteiden suhteelliseen pitoisuuteen.

Ilmanpuhdistinta testattiin myös niin, että päästölähde oli lähempänä ilmanpuhdistinta. Testilaitteena ollut ilmanpuhdistin ottaa puhdistettavan ilman sisään koneen alaosaan. Testimitauksessa päästölähde laitettiin ilmanpuhdistimen alle (tolueeni). Ilmanpuhdistinta käytettiin tehoasetuksella 50 %. Kuvassa 3 näkyy testihuoneen tolueenipitoisuus tämän karkean testin aikana. Tolueenin pitoisuus putosi tässä testissä noin 2 %:iin alkuperäisestä pitoisuudesta.



Kuva 3. Ajassa 16.00 tolueeni siirrettiin pöydältä ilmanpuhdistimen alle.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen perusteella aktiivihiilisuodattimella varustettu ilmanpuhdistin poistaa sisäilman kemiallisia epäpuhtauksia. Aktiivihiili tehoaa eri tavoin erilaisiin kemiallisiin yhdisteisiin. Näin ollen testiaineella, jolla ilmanpuhdistimen suorituskkyä testataan, on suuri merkitys. Jos ilmanpuhdistimen puhtaan ilman tuotto testataan vain yhdellä testiaineella, saadaan selville ilmanpuhdistimen suorituskky vain kyseisen testiaineen poistamiseen sisäilmasta. Ilmanpuhdistimen puhdistustehoon vaikuttavat mm. puhaltimen käyttöteho, puhtaan ilman tuotto suhteessa tilan kokoon ja ilmanvaihtoon ja ilmanpuhdistimen sijainti suhteessa päästölähteeseen.

Kirjallisuustutkimuksessa selvisi myös, että ilmaa kierrättävien ilmanpuhdistinten merkittävänä rajoittavana tekijänä on ilmanpuhdistimien aiheuttama melu. Puhdistimen tarve on aina selvitettävä kohde- ja tapauskohtaisesti. On selvitettävä, onko ilmanpuhdistimen käyttö perusteltua ja saadaanko sen käytöllä sisäilman laatua parannettua väliaikaisesti halutulle ja hyväksyttävälle tasolle. Ilmanpuhdistinta valittaessa on huomioitava, että eri puhdistustekniikoilla varustetut ilmanpuhdistimet tehoavat eri altisteisiin eli on tutkittava ja tiedettävä mitä altisteita sisäilmasta halutaan poistaa. Osa ilmanpuhdistimista tuottaa haitallisia sivutuotteita kuten typen oksideja, formaldehydiä ja otsonia. Ilmanpuhdistimet vaativat lisää tutkimuksia, jotta saisimme tietää tarkemmin niiden vaikutuksista sisäilman laatuun ja voisimme käyttää niitä sisäilman laadun parantamiseen turvallisemmin mielin.

6. KIITOKSET

Kiitos Inspector Sec Oy:lle ja kaikille kollegoilleni saamastani tuesta opinnäytetyöni tekemiseen. Suurin kiitos kuuluu kollegalleni, lopputyöni pääohjaajalle dosentti, RTA Olavi Vaittiselle, joka on ollut isona tukena ja kannustajana sekä opinnäytetyön tekemisessä että yhteisissä työprojekteissamme. Kiitos myös toimitusjohtaja Risto Salinille, joka oli toisena lopputyön ohjaajana. Kiitos Helsingin yliopistolle ja dosentti Markus Metsälälle, jotka mahdollistivat ilmanpuhdistimen testaamisen antamalla tilat ja mittalaitteet käyttöömme ja olemalla mukana ilmanpuhdistimen testeissä. Markus toimi myös opinnäytetyön ohjaajana. Lopuksi vielä kiitos kotijoukoilleni, jotka ovat antaneet minulle tarvitsemiä tuen ja ajan opintojeni läpiviemiseen.

7. LÄHDELUETTELO

1. Hannola T. Diplomityö. Aktiivihiilessä etenevän adsorptiorintaman mittaaminen puolijohdekaasuanalysaattorin avulla. 2007.
2. Hengitysliitto. 2016. Opas sisäilmasta.. Verkkajulkaisu. Viitattu 7.10.2018. Saatavissa: https://www.hengitysliitto.fi/sites/default/files/opaat/sisailmaopas_kevyt.pdf
3. Luomalahti N. Diplomityö. Tekniset vaatimukset huonekohtaisen ilmanpuhdistimen valitsemiseksi sisäilmaongelmaisessa kohteessa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. 2013.
4. Mattila I. Diplomityö. Huonekohtaisten ilmanpuhdistimien suorituskvyn mittausten menetelmät. Tampereen teknillinen yliopisto. 2018.
5. Niskanen M, Fysikaalisen kemian Pro gradu- tutkielma. Hybridimenetelmän käyttö kaivosvesien sulfaattien poistossa. 2014.
6. Pulkkinen M. Opinnäytetyö (AMK). Aktiivihiilen aktivointi regenerointi ja käyttö. 2010.
7. Zhang Y, Mo J, Li Y, Sundell J, Wargocki P, Zhang J, Little J, Corsi R, Deng Q, Leung M, Fang L, Chen W, Li J, Sun Y. 2011. (Atmospheric Environment 45 (2011) 4329-4343).

KOULURAKENNUKSEN MATERIAALIEN MIKROBINÄYTTEIDEN TULOSTEN JA AIKAISEMPIEN TUTKIMUSTEN TULOSTEN YHTEENSOPIVUUS

Elisa Keto

RKM Group Oy

TIIVISTELMÄ

Tutkimuskohteena oli koulurakennus, jonka sisäilmaa ja rakenteita on tutkittu useaan otteeseen 2000-luvun alkupuolelta lähtien. Tutkimustulosten perusteella rakennuksessa on tehty pienimuotoisia korjaustöitä ja mm. ilmanvaihdon toimivuutta on parannettu. Korjaus- ja parannustoimenpiteistä huolimatta tiloissa on yhä sisäilman laatuun liittyviä ongelmia.

Tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla eri ajankohtina tehtyjen materiaalinäytteenoton mikrobianalyysien tulosten yhteensopivuutta näytteissä todettujen kosteusvaurioviitteiden vakavuuden ja mikrobilajiston kannalta.

Alapohja-, lattia- ja ulkoseinärakenteista otettujen materiaalinäytteiden vaurioiden vakavuudessa ei havaittu eroa eri ajankohtina otettujen näytteiden välillä. Kaikissa rakenteissa todettiin vahva viite kosteusvauriosta.

Rakennuksen B-osan alapohjarakenteesta eri ajankohtina otettujen näytteiden mikrobilajistossa havaittiin selkeä ero. Rakennuksen E-osan alapohjarakenteesta eri ajankohtina otettujen näytteiden mikrobilajistossa ei vastaavaa eroa havaittu.

Rakennuksen ulkoseinärakenteissa ei todettu merkittävää eroa mikrobilajiston osalta eri ajankohtina otettujen näytteiden välillä. B-osan ulkoseinärakenteista otetuissa näytteissä todettiin kuitenkin runsaammin mikrobisukuja ja -lajeja. Ero johtuu todennäköisesti ulkoseinien erilaisesta rakenteesta. B-osan eristemateriaalina käytetyt orgaanista ainesta sisältävät tojaj- ja korkkieristeet tarjoavat kasvualustan laajemmalle mikrobilajistolle kuin E-osan mineraalivil- la- ja polyuretaanieristeet.

1. JOHDANTO

Opinnäytetyö perustuu vuosina 2004, 2015, 2016, 2017 ja 2018 tehtyihin koulurakennuksen sisäilmatutkimuksiin. Tutkimustulosten perusteella koulurakennuksessa on tehty pienimuotoisia korjaustöitä ja mm. ilmanvaihdon toimivuutta on parannettu. Korjaus- ja parannustoimenpiteistä huolimatta tiloissa on yhä sisäilman laatuun liittyviä ongelmia.

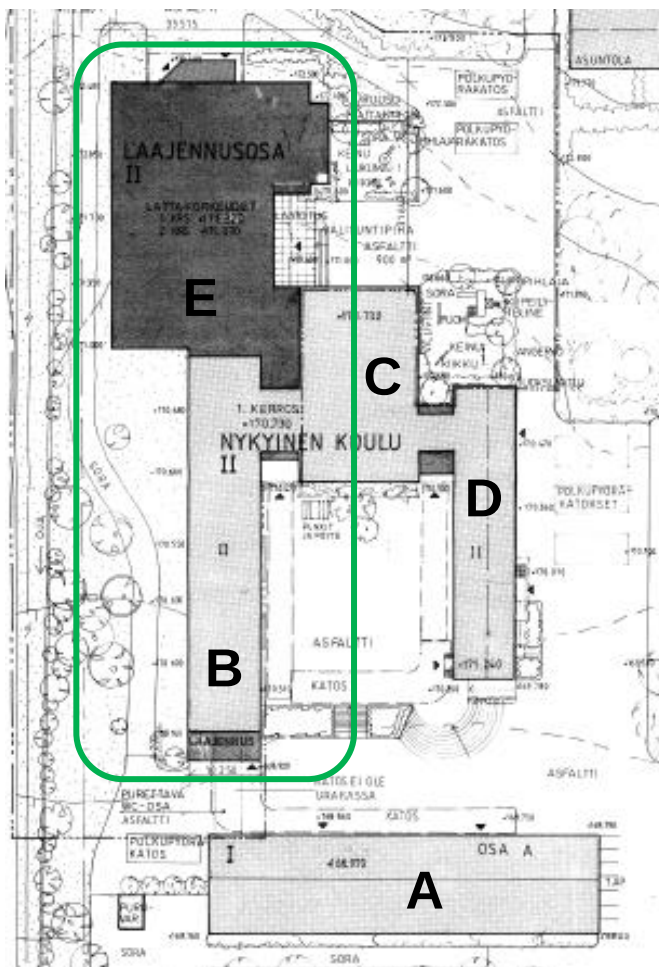
Tutkimuksen tarkoituksena oli verrata eri ajankohtina tehtyjen materiaalinäytteenoton mikrobianalyysien tulosten yhteensopivuutta näytteissä todettujen kosteusvaurioviitteiden vakavuuden ja mikrobilajiston kannalta. Lähtöaineistona olivat aiemmin tehtyjen tutkimusten tulokset, joita vertailtiin vuonna 2018 tehtyjen tutkimusten tuloksiin.

2. KOHTEEN KUVAUS

Kohteena oli Ähtärissä, Etelä-Pohjanmaalla sijaitseva alakoulurakennus. Koulun vanhimmat osat on rakennettu vuonna 1961 ja koulua on laajennettu vuonna 1991. Tutkimuksen ulkopuolelle rajattiin erillisessä rakennuksessa sijaitseva A-osa sekä rakennuksen D-osa, joka on aikaisempien tutkimusten perusteella todettu purkukuntoiseksi ja on käyttökiellossa. Tutkimusaineistosta rajattiin pois myös C-osa johtuen vertailuaineiston suppeudesta.

Pääosa materiaalinäytteistä on otettu rakennuksen B- ja E-osien alapohja- ja ulkoseinärakenteista. B- ja E-osien muista rakenteista (väliseinät, väli- ja yläpohja) on otettu ainoastaan yksittäisiä materiaalinäytteitä. Näytteenottopisteet sijaitsevat eri puolilla rakennusta eikä näytteenottoa samasta tai samantapaisesta rakenteesta ole toistettu, minkä vuoksi myös yksittäiset näytteet rajattiin tarkastelun ulkopuolelle.

Rakennus on pääosin kaksikerroksinen. Tutkimusalueeseen kuuluvien rakennusosien kokonaispinta-ala on noin 2 900 m². Rakennuksen kantava runko on tiili-/betonirakenteinen. Alapohjarakenteena on joko maanvarainen betonilaatta alapuolisella lämmöneristyksellä tai kaksoislaattarakenne. Ulkoseinät ja väliseinät ovat tiili-/betonirakenteiset.



Kuva 1. Asemakuvasta rajattu tutkimusalue.

3. LÄHTÖTIEDOT

Lähtöaineistoksi on valittu ainoastaan aiemmat tutkimukset, joissa on esitetty materiaalinäytteiden mikrobianalyysituloksia. Lähtöaineiston ulkopuolella on rajattu pölylaskeuma-, pölynkoostumus- ja sisäilmatutkimukset (mikrobitutkimukset ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet), kosteusmittaukset, ilmanvaihdon tutkimukset sekä rakenteiden tiiviiden ja paine- ja olosuhteiden tutkimukset.

Tilojen käyttäjille (alakoulun 3-6 luokkien oppilaat, opettajat ja muu henkilökunta) on teetetty keväällä 2018 sisäilmakysely Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) toimesta. Kyselyn mukaan kaikissa käyttäjäryhmissä on koettu väsymystä, silmien kirvelyä, ylähengitystieoireita ja äänen käheyttä. Myös rakennuksen ilma on osassa opetustiloja koettu tunkkaiseksi ja rasakaaksi. Syksyllä 2018 toteutettujen tutkimusten aikana ei ollut mahdollista haastatella tilojen käyttäjiä, koska tutkimukset ajoitettiin koulujen syysloma-aikaan.

4. TUTKIMUSMENETELMÄT

Rakenteiden kuntoa ja toteutustapoja on tarkasteltu rakenneavauksilla ulkoseinien eristetilaan ja alapohjan alustäyttöön saakka. Rakenneavauksista on otettu materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten. Myös kevyempiä, rakenteiden pintaa vähäisesti rikkovia näytteitä on otettu tarpeen mukaan.

Vuonna 2004 otetut materiaalinäytteet on analysoitu laimennossarjamenetelmällä. Näytteenotto, analysointi ja tulosten tulkinta on toteutettu ko. ajankohtana voimassa olleen ohjeistuksen mukaisesti. Ko. ajankohtana on ollut käytössä Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohje (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003: Asumisterveysohje, Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät).

Vuosina 2016, 2017 ja 2018 materiaalinäytteet on otettu, analysoitu ja tulkittu Asumisterveysasetuksen (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista, 545/2015) soveltamisoppaan osan IV mukaisesti (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa IV, Asumisterveysasetus § 20, Valvira, Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto, Ohje 8/2016). Analyysimenetelmänä on käytetty suoraviljelyä.

5. TUTKIMUKSET VUOSINA 2004, 2015, 2016, 2017 ja 2018

5.1. Alapohja, B-osa

Alapohjarakenteena on rakennuksen B-osassa kaksoislaattarakenne. Betonilaattojen välissä on eristeenä tojox-levy ja alemman, maanvaraisen laatan yläpinnassa on piki-/bitumisively. Pohjamaa on luonnonhiekkaa, jossa on mukana hienoaainesta. Maa-aines mahdollistaa kapillaarisen kosteuden nousun rakenteisiin. Lattioiden pintamateriaalina on luokissa ja käytävillä

muovimattopinnoite. Muovimattopinnoitteen ja tasoitteen alla betonilaatan pinnassa on paikoin mustaa ns. pikiliimaa, joka voi sisältää asbestia.

B-osan alapohja- tai lattiarakenteesta on otettu materiaalinäytteitä ainoastaan vuosina 2016 ja 2018. Materiaalinäytteiden vaurioiden vakavuudessa ei ole eroa eri ajankohtina otettujen näytteiden välillä. Molemmilla näytteenottokerroilla alapohjarakenteen eristekerroksessa on todettu vahva viite kosteusvauriosta. Myös pääosassa lattiapinnoitteena olevasta muovimatosta vuonna 2018 otetuissa materiaalinäytteissä on todettu vahva viite kosteusvauriosta.

Vertailtaessa mikrobisukuja havaitaan selkeä ero vuosina 2016 ja 2018 otettujen näytteiden välillä. Vuonna 2016 otetuissa näytteissä valtasukuina ovat *Streptomyces*- ja *Penicillium*-suvut, kun vuonna 2018 otetuissa näytteissä kosteusvaurioon viittaavien mikrobien suvusto on huomattavasti laajempi. Myöskään *Penicillium*-suvun mikrobeja ei ole todettu vuonna 2018 kuin vähäisiä määriä.

B-osan varsinaisesta alapohjarakenteesta ja lattiapinnoitteesta vuonna 2018 otettujen materiaalinäytteiden mikrobisuvusto ei poikkea toisistaan. Pääsukuina ovat tyypilliset kosteusvaurioon viittaavat mikrobisuvut *Aspergillus*, *Tritirachium*, *Engyodontium* ja *Scopulariopsis*.

5.1. Alapohja, E-osa

Alapohjarakenteena on rakennuksen E-osassa kaksi erilaista rakennetta. Puukoolattujen tilojen eli ns. pienen salin alapohjarakenteena on ponttilaudoitus, puukoolaus, muovieriste ja betonilaatta. Betonilaatan alla on EPS-eriste (styrox) ja pohjamaa. Muualla E-osassa alapohjarakenteena on lattiapinnoite, tasoite, betonilaatta, EPS-eriste ja pohjamaa. Pohjamaa on soraa ja luonnonhiekkaa, jossa on mukana hienoaainesta. Maa-aines mahdollistaa kapillaarisen kosteuden nousun rakenteisiin. Lattioiden pinnoitteena on luokissa ja käytävillä muovimattopinnoite.

E-osan alapohjarakenteesta on otettu materiaalinäytteitä vuosina 2004, 2016 ja 2018. Materiaalinäytteiden vaurioiden vakavuudessa ei ole eroa eri ajankohtina otettujen näytteiden välillä. Kaikilla näytteenottokerroilla alapohja- tai lattiarakenteessa on todettu materiaalinäytteiden mikrobianalyysin perusteella vahva viite kosteusvauriosta.

Mikrobilajiston vertailua eri vuosina E-osan alapohjarakenteesta otettujen materiaalinäytteiden välillä ei voida luotettavasti tehdä aineiston hajanaisuuden vuoksi. Varsinaisesta alapohjarakenteesta on otettu vain yksittäisiä näytteitä ja pääosa vuonna 2018 otetuista näytteistä on lattiapinnoitteesta. Materiaalinäytteiden materiaalit ja analyysitulokset eivät siten ole vertailukelpoisia keskenään.

Vuonna 2004 on otettu kolme näytettä E-osan alapohjarakenteessa olevasta solumuovista ja vuonna 2018 kaksi näytettä E-osan puukoolatun lattian eristetilan muovista. Molempina ajan-

kohtina otetuille muovinäytteille on tyypillistä laaja mikrobisuvusto (seitsemän todettua mikrobisukua- tai -lajia).

5.3. Ulkoseinät, B-osa

Rakennuksen B-osan ulkoseinät ovat betoni-eristekerros-betonirakenteisia. Eristemateriaalina on käytetty tojax-levyä tai korkki- ja polyuretaanieristettä. Ulkoseinät ovat osittain maanvaraisia.

B-osan ulkoseinärakenteista on otettu materiaalinäytteitä vuosina 2004, 2015, 2016 ja 2018. Materiaalinäytteiden vaurioiden vakavuudessa ei ole eroa eri näytteenottoajankohtien välillä. Kaikilla näytteenottokerroilla ulkoseinärakenteista otetuissa näytteissä on todettu vahva viite kosteusvauriosta.

Vertailtaessa eri vuosina näytteissä todettua mikrobilajistoa ei lajiston vaihtelussa havaita merkittävää eroa. Vuonna 2004 otetuissa näytteissä mikrobien pääsukuina ovat *Streptomyces*, *Aspergillus* ja *Penicillium*. Vuosina 2015-2016 otettujen näytteiden päämikrobisukuina ovat *Streptomyces* ja *Penicillium* ja vuonna 2018 otettujen näytteiden päämikrobisuvut ovat *Aspergillus*, *Penicillium* ja sädesienet (*Streptomyces*). Tyypillistä ulkoseinärakenteista otetuille näytteille on laaja mikrobisto.

5.4. Ulkoseinät, E-osa

Rakennuksen E-osan ulkoseinät ovat betoni-/tiilirakenteisia. Eristemateriaalina on käytetty mineraalivilla- ja polyuretaanieristettä. Betoni- tai tiiliseinän ja eristekerroksen välillä on 20-30 mm leveä tuuletusrako. Myös E-osan ulkoseinät ovat osittain maanvaraiset.

E-osan ulkoseinärakenteista on otettu materiaalinäytteitä vuosina 2004 ja 2016-2018. Materiaalinäytteiden vaurioiden vakavuudessa ei ole eroa näytteenottoajankohtien välillä. E-osan ulkoseinärakenteista otetuissa näytteissä on todettu vahva viite kosteusvauriosta. Huomioitavaa on kuitenkin, että pääosassa otetuissa näytteissä on todettu vain heikko viite kosteusvauriosta tai ei viitettä vauriosta lainkaan.

Vertailtaessa eri ajankohtina näytteissä todettua mikrobilajistoa ei lajiston vaihtelussa havaita merkittävää eroa. Vuonna 2004 otetuissa näytteissä mikrobien pääsukuina ovat *Streptomyces*, *Aspergillus* ja *Penicillium*. Vuonna 2016 otetussa näytteessä ei todettu viitteitä kosteusvauriosta. Vuonna 2017 otetussa näytteessä päämikrobisukuina ovat *Cladosporium* ja *Penicillium*. Vuonna 2018 otettujen näytteiden päämikrobisukuina ovat samat *Streptomyces*-, *Aspergillus*- ja *Penicillium*-suvut kuin vuonna 2004 otetuissa näytteissä. Tyypillistä myös E-osan ulkoseinärakenteista otetuille näytteille on laaja mikrobisto.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Alapohja- ja lattiarakenteista sekä ulkoseinärakenteista otettujen materiaalinäytteiden vaurioiden vakavuudessa ei havaittu eroa eri ajankohtina (vuodet 2004, 2016, 2017 ja 2018) otettujen näytteiden välillä. Kaikissa tutkituissa rakenteissa todettiin vahva viite kosteusvauriosta. Huomioitavaa on kuitenkin, että pääosassa E-osan ulkoseinärakenteista otetuissa näytteissä on todettu vain heikko viite kosteusvauriosta tai ei viitettä vauriosta lainkaan. Tämä kertoo E-osan ulkoseinärakenteen olevan pääosin kunnossa.

Rakennuksen B-osan alapohjarakenteesta eri ajankohtina otettujen näytteiden mikrobilajistossa havaittiin selkeä ero. Vuonna 2016 otetuissa näytteissä valtasukuina ovat *Sterptomyces*- ja *Penicillium*-suvut, kun vuonna 2018 otetuissa näytteissä kosteusvaurioon viittaavien mikrobien suvusto on huomattavasti laajempi. Myöskään *Penicillium*-suvun mikrobeja ei ole todettu vuonna 2018 kuin vähäisiä määriä. Erot voivat johtua vuodenajasta, jolloin näytteet on otettu tai kosteusvaurion edetessä tapahtuvasta mikrobisuvuston muuttumisesta ja runsastumisesta. B-osan alapohjarakenteesta ja lattiapinnoitteesta vuonna 2018 otettujen materiaalinäytteiden mikrobisuvusto ei poikkea toisistaan. Pääsukuina ovat tyypilliset kosteusvaurioon viittaavat mikrobisuvut *Aspergillus*, *Tritirachium*, *Engyodontium* ja *Scopulariopsis*.

Rakennuksen E-osan osalta alapohjarakenteen materiaalinäytteiden mikrobilajistoa vertailtiin alapohjarakenteen solumuovista ja puukoolatun lattian eristetilan muovista otetuista näytteistä. Eri ajankohtina otetuille muovinäytteille on tyypillistä laaja mikrobisuvusto ja -lajisto.

B- ja E-osan ulkoseinärakenteista otetuissa näytteissä ei todettu merkittävää eroa mikrobilajiston osalta eri ajankohtien välillä. Vanhemman B-osan ulkoseinärakenteista otetuissa näytteissä todettiin kuitenkin enemmän eri mikrobisukuja ja -lajeja. Ero johtuu todennäköisesti ulkoseinien erilaisesta rakenteesta. B-osan eristemateriaalina käytetyt orgaanista ainesta sisältävät tojaj- ja korkkieristeet tarjoavat kasvualustan laajemmalle mikrobislajistolle kuin E-osan mineraalivilla- ja polyuretaanieristeet.

7. LÄHDELUETTELO

Sosiaali- ja terveysministeriö, Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003: Asumisterveysohje, Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät

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

Valvira, Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa IV, Asumisterveysasetus § 20, Ohje 8/2016

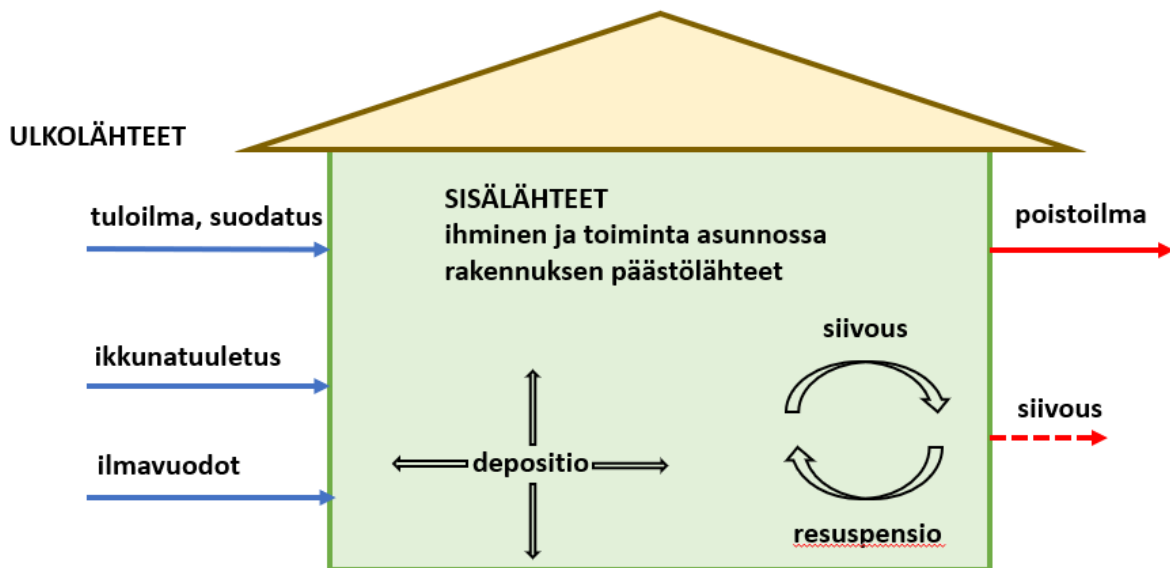
PIENHIUKKASET SISÄILMASSA

Kirsi Säkkinen
Hengitysliitto ry

TIIVISTELMÄ

Tässä kirjallisuuskatsauksessa perehdytään sisäilman pienhiukkasten lähteisiin, vaikutuksiin, raja-arvoihin sekä hiukkasten mittausten menetelmiin. Työssä käydään läpi rakennuksen tiiveyden, paine-erojen sekä ilmanvaihdon ja tuloilman suodatuksen vaikutuksia ulko- ja sisälähteistä peräisin olevien pienhiukkasten pitoisuuksiin sisäilmassa. Lisäksi tarkastellaan siivouksen merkitystä ja ilmanpuhdistimien käyttöä.

Sisäilman hiukkaspitoisuuteen ja -koostumukseen vaikuttavat pääasiassa ulkoilmasta sisään kulkeutuvat hiukkaset sekä ihmisen toiminta rakennuksissa ja vähäisemmässä määrin rakennusmateriaalit ja kalustus. (kuva 1)



Kuva 1. Sisäilman hiukkaspitoisuuteen vaikuttavat tekijät perustuen (Morawska ym. 2017).

1. JOHDANTO

Ilmansaasteet, erityisesti pienhiukkaset, ovat merkittävä ympäristöterveydellinen haitta ja kansanterveydellinen ongelma, kun huomioidaan altistuvien ihmisten määrä ja altistumisesta aiheutuvien haittojen yleisyys ja vakavuus. Ulkoilman pienhiukkaset kulkeutuvat rakennusten sisäilmaan. Nykykäsityksen mukaan sisäilman pienhiukkaset aiheuttavat radonin ja passiivisen tupakoinnin ohella eniten sisäilmaan liittyvää tautitaakkaa Suomessa. Tautitaakka kuvaa väestön terveyden menetyksiä eli terveiden elinvuosien menetystä verrattuna keskimääräiseen

eliniänodotteeseen. Tautitaakan avulla eri altisteiden terveysvaikutuksia voidaan vertailla keskenään. (Asikainen ym. 2013, Hänninen ym. 2018, Lehtomäki ym. 2016, Lehtomäki ym. 2018). Tämän katsauksen tavoitteena on kuvata sisäilman pienhiukkasten lähteitä, mittausmenetelmiä, terveysvaikutuksia ja raja-arvoja. Työssä käydään läpi sisäilman pienhiukkaspitoisuuden vaikuttavat päätekijät ja hallintatoimenpiteet

2. PIENHIUKKASET

Hengitysilman hiukkamaiset epäpuhtaudet voidaan jaotella eri ryhmiin hiukkasten halkaisijan koon perusteella seuraavasti: karkeat hiukkaset (2,5-10 μm), pienhiukkaset ($\text{PM}_{2,5}$) (< 2,5 μm) ja ultrapienet hiukkaset ($\text{PM}_{0,1}$) (< 0,1 μm). Hengitettäväksi hiukkasiksi (PM_{10}) kutsutaan halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin (μm) hiukkasia.

Vaikka sisäilman pienhiukkasista suuri osa on peräisin ulkoilmasta, tapahtuu altistuminen niille pääasiassa sisätiloissa. Vietämme nykyisin jopa 90 % ajastamme sisätiloissa, jonne ulkoilman hiukkaset kulkeutuvat varsin tehokkaasti ilmanvaihdon mukana (Siponen ym. 2019). Ulkoilman pienhiukkaslähteistä merkittävimpiä Suomessa on ulkomaisen kaukokulkeuman lisäksi puun pienpolto ja liikenteen päästöt. Osa sisäilman hiukkasista on peräisin rakennuksen sisältä ja sisällä tehtävästä toiminnasta. Sisätilojen hiukkaslähteitä ovat mm. tupakansavun ja kynttilän polton epäpuhtaudet, ruoan valmistus, huonepöly, rakenteet ja sisustus, mikrobit ja niiden hiukasiin sitoutuneet aineenvaihduntatuotteet. Ulkoilman (WHO 2018) ja sisäilman hiukkaspiteisyyksille on asetettu ohje- ja raja-arvoja (Asumisterveysasetus 2015, Sisäilmastoluokitus 2018). (Taulukko 1)

Taulukko 1. Ulkoilman ja sisäilman hiukkaspiteisyyksien raja-arvoja.

			PM_{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
			vuosi	24 h	vuosi	24 h
WHO asumisterveysohje (WHO, 2018)			10	25	20	50
Asumisterveysasetus 2015				25		50
Sisäilmastoluokitus 2018	Luokka	S1		< 10		
	Luokka	S2		< 10		
	Luokka	S3		< 25		

2.1. Altistuminen ja terveysvaikutukset

Huomattava osa sisäänhengitysilman pienhiukkasista tarttuu hengityselinten eri osiin; ylähengitysteihin, keuhkoputkiin ja keuhkorakkuloihin. Osa hiukkasista tai niiden osista siirtyvät verenkiertoon. Siksi pienhiukkaset ovat haitallisia hengityselimistöille sekä sydän- ja verenkiertoelimistöille. Hiukkasille ei ole pystytty määrittelemään pitoisuutta, jonka alapuolella terveyshaittoja ei esiinny (Hänninen ym. 2010). On arvioitu, että pienhiukkaset aiheuttavat Suomessa

vuositasolla jopa 1600-4000 ennen aikaista kuolemaa (Lehtomäki ym. 2018, Lelieveld ym. 2019). Haitallisimpia pienhiukkaset ovat hengityselin-, sydän- ja verisuonisairaille sekä vanhuksille ja lapsille. Pienhiukkasten haitallisuuteen vaikuttavat lukumäärän ja massapitoisuuden lisäksi niiden fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet. Terveydelle haitallisimpina pidetään epätäydellisestä palamisesta syntyviä hiukkasia (Salonen ym. 2006).

2.2. Pienhiukkasten mittausmenetelmät

Ilmasta voidaan mitata hiukkasten pitoisuutta, kokojakaumaa, massakonsentraatiota tai lukumäärää. Koska hiukkaset poikkeavat toisistaan kokonsa, koostumuksensa ja muotonsa osalta ja niiden pitoisuudet ilmassa voivat vaihdella, tarvitaan eri parametrien havainnointiin erilaisia mittalaitteita. (Kimpunpää, 2011) Suomen ulkoilmanlaadun seurantamittausohjeen mukaiset hengitettävien ja pienhiukkasten (PM_{10} ja $PM_{2,5}$) massapitoisuudet määritetään hiukkasten gravimetrisellä vertailumenetelmällä, joka on kuvattu standardissa SFS-EN 12341:2014. (Kompula ym. 2017). Kyseisellä menetelmällä määritetään myös sisäilmastoluokituksen pienhiukkashiukkaspitoisuudet ($PM_{2,5}$) (Sisäilmastoluokitus, 2018).

3. ILMANVAIHDON VAIKUTUS SISÄILMAN PIENHIUKKASTASOON

Sisäilmaan pienhiukkasia kulkeutuu ilmanvaihdon puutteellisen tuloilmansuodatuksen, ikkunatuuletuksen sekä hallitsemattomien rakenteellisten ilmapuottojen kautta ulkoilmasta. Lisäksi rakennuksen sisällä ihmisestä, ihmisen toiminnasta sekä rakennus- ja sisustusmateriaaleista syntyy hiukkaspäästöjä. Hiukkasia poistuu rakennuksesta ilmanvaihdon kautta. Rakennuksen sisällä hiukkasia laskeutuu huonetilan pinnoille (depositio) sekä irtoaa pinnoilta takaisin huonetilaan (resuspensio). (kuva 1)

Suomessa pientaloalueella talviaikaan toteutetun tutkimuksen mukaan ulkoilman pienhiukkaset kulkeutuvat tehokkaasti asuntojen sisäilmaan. Tutkimuksessa seurattiin viiden vanhan ja kahden uuden pientalon sisäilmaa ja ulkoilman laatua talojen lähistöllä. $PM_{2,5}$ -hiukkasten sisäilman ja ulkoilman pitoisuuksien suhteen keskiarvo oli 38% ja polttoperäisiä pienhiukkasia kuvaavan mustan hiilen vastaava suhde oli 48 %. (Salonen ym. 2016)

Ilmapuottoihin vaikuttavat rakennuksen tiiveys sekä rakennuksen paineolosuhteet ulkoilmaan nähden. Erityisen hyvin pienhiukkaset kulkevat rakennusten sisälle, joissa ilmanvaihtojärjestelmä on painovoimainen ilmanvaihto tai koneellinen poistoilmanvaihto ilman korvausilman suodatusta ja/tai ilman korvausilmaventtiileitä. Mitä suurempi rakennuksen alipaine ulkoilmaan nähden on, sitä suurempi riski rakenteissa olevien hiukkasten kulkeutuminen sisäilmaan on. Kun korvausilmaventtiileitä ei ole, ulkoilman hiukkasten lisäksi myös rakenteissa olevat epäpuhtaudet ja materiaaleista irtoavat hiukkaset kulkeutuvat sisäilmaan. Mitä tiiviimpi rakennus on ja mitä paremmin ilmanvaihto on säädetty tasapainoon, sitä vähemmän hiukkasmaisia epäpuhtauksia kulkeutuu rakenteista sisäilmaan.

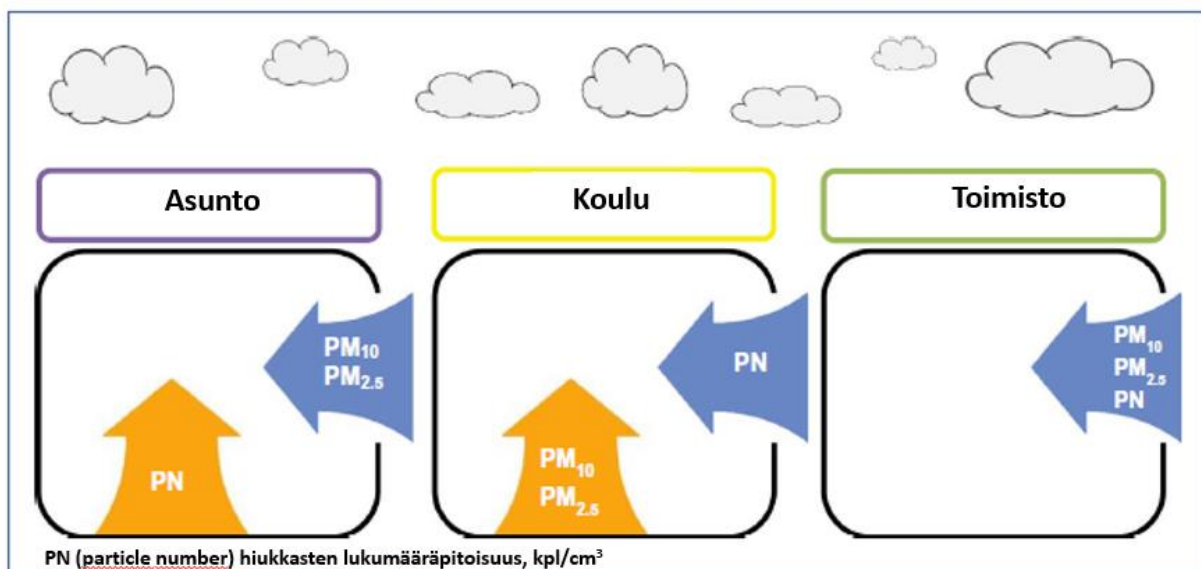
Pienhiukkasille altistuminen sisätiloissa on yleensä pienempää asuinrakennuksissa, joissa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto ja riittävä tuloilman suodatuksen taso. Edellytyksenä on,

että ilmanvaihtokoneen suodattimet vaihdetaan riittävän usein ja ilmanvaihtokoneiston ja -kanaviston puhtaudesta huolehditaan. Ilmanvaihdon suodattimia valittaessa tulee ottaa huomioon sekä ulkoilman laatuluokka (ODA) hiukkaspitoisuuden suhteen, että tuloilman laatuluokka (SUP). Uusi ilmansuodatinstandardi SFS-EN ISO 16890 tekee mahdolliseksi arvioida ilman-suodattimen vaikutusta sisäilman laatuun, kun tunnetaan paikallisen ulkoilman hiukkasmaisen aineksen arvot. Uudessa ilmansuodatinstandardissa suodattimet mitataan ja luokitellaan hiukkaskokoluokissa ePM1, ePM2,5, ePM10 ja ISO Coarse. (Sisäilmasto ja ilmanvaihto-opas, 2018)

Mikäli tuloilman suodatuksen järjestäminen asuntoon ei ole mahdollista, sisäilmasta voidaan puhdistaa haitallisia hiukkasia huonekohtaisen ilmanpuhdistimen avulla. Hiukkasmaisia epäpuhtauksia poistetaan yleensä mekaaniseen ja sähköiseen suodatuksen perustuvilla menetelmillä. Ilmanpuhdistimen suorituskyvyn arvioinnin tulee perustua puhdistimen tehokkuuden arviointiin tilan kokoon ja ilmanvaihtoon nähden. Ongelmina ilmanpuhdistimien käytössä on usein puhdistimen riittämätön kapasiteetti suodatettaville hiukkasille, voimakas ääni sekä laitteen vaatimat säännölliset huolto ja puhdistustoimenpiteet. (Hyvärinen ym. 2017, Mattila, 2018)

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Sisäilman hiukkaspitoisuuteen ja -koostumukseen vaikuttavat pääasiassa ulkoilmasta sisään kulkeutuvat hiukkaset sekä ihmisen toiminta rakennuksissa ja vähäisemmässä määrin rakennusmateriaalit ja kalustus.



Kuva 2. Sisäilman hiukkasten alkuperä asunnossa, koulussa ja toimistossa. (Morawska ym. 2017)

Hiukkaspitoisuustasoihin ja -lähteisiin vaikuttaa rakennuksen käyttö. Asunnoissa PM₁₀- ja PM_{2,5}-hiukkasten massapitoisuuksien tärkeä lähde on ulkoilma ja ultrapienien hiukkasten (PN) sisälähteet. Kouluissa PM₁₀- ja PM_{2,5}-hiukkaset ovat pääosin peräisin sisälähteistä ja ultrapienet

hiukkaset ulkolähteistä. Toimistoissa ilma on puhtaampaa ja sisälähteitä vähemmän kuin kodeissa ja kouluissa, joten toimistossa kaikkien kolmen hiukkaskokoluokan päälähde on ulkoilma. (Kuva 2) Tämä on havaittu myös kotimaisissa mittauksissa.

Sisäilman pienhiukkasia voidaan vähentää estämällä ulkoilman epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan hyvällä tuloilman suodatuksella. Myös rakennuksen tiiveydellä ja paine-erolla ulkoilmaan nähden on merkitystä. Mitä tiiviimpi rakennus on ja mitä pienempi paine-ero rakennuksessa on ulkoilmaan nähden, sitä vähemmän epäpuhtauksia ulkoilmasta ja rakenteista kulkeutuu sisäilmaan silloin, kun ilmanvaihto on oikein toteutettu. Lisäksi pienhiukkaspitoisuuden sisäilmassa voidaan merkittävästi vaikuttaa poistamalla ja rajoittamalla pienhiukkasten sisälähteitä mm. käyttämällä liesituuletinta ruoan valmistuksessa ja välttämällä tupakointia ja runsasta kynttilöiden polttoa sisätiloissa. Sisälähteiden merkitykseen pienhiukkasaltistumisessa ja terveysvaikutusten näkökulmasta tulisi kohdentaa lisää tutkimuksia.

Koska ulkoilman pienhiukkasilla on suuri merkitys sisäilmaan ja sen laatuun, voidaan ulkoilman pitoisuustasoja alentamalla, mm. kiinnittämällä huomiota puun pienpolttoon sekä liikenteen päästöihin, vähentää myös sisäilmapitoisuuksia, altistumista ja haitallisia terveysvaikutuksia.

5. KIITOKSET

Kiitokset ohjaajilleni Otto Hänniselle ja Timo Kujalalle sekä työnantajalleni, joka mahdollisti RTA-koulutukseen osallistumisen.

6. LÄHDELUETTELO

Asikainen A, Hänninen O, Pekkanen J. 2013. Ympäristöaltisteisiin liittyvä tautitaakka Suomessa. Ympäristö ja Terveys-lehti, 44(5), 68-74.

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

Hyvärinen A, Marttila T, Kero P, Pekkanen J, Ung-Lanki S, Lampi J, Leppänen H, Jalkanen K, Turunen M, Haverinen-Shaughnessy U, Annala P, Suonketo J, Niemi J. Avaimet terveelliseen ja turvalliseen rakennukseen (AVATER) – Yhteenvetoraportti, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 44/2017.

Hänninen O, Leino O, Kuusisto E, Komulainen H, Meriläinen P, Haverinen-Shaughnessy U, Miettinen I, Pekkanen J. 2010. Elinympäristön altisteiden terveysvaikutukset Suomessa. Ympäristö ja Terveys-lehti, 41(3), 12-35.

Hänninen O, Reinikainen J, Asikainen A. 2018. Sisäilma ja tautitaakka, Missä mennään? Ympäristö ja Terveys-lehti, 49(1), 46-48.

<http://www.julkari.fi/handle/10024/136221>

Kimpanpää M. 2011. Opinnäytetyö. Ilmanlaadun mittaaminen passiivisesti keskittyen pölyyn. Tampereen Ammattikorkeakoulu.

Komppula B, Waldén J, Lusa K, Kyllönen K, Saari H, Vestenius M, Salmi J, Latikka J. 2017. Ilmanlaadun mittausohje 2017, Ilmatieteenlaitoksen raportteja 6/2017.

Korhonen, E. 2011. Väitöskirja. Puhtauspalvelut ja työympäristö, Ostettujen siivouspalveluiden laadun mittausmenetelmät ja laatu sekä siivouksen vaikutukset sisäilman laatuun, tilojen käyttäjien kokemaan terveyteen ja työn tehokkuuteen toimistorakennuksissa. Jyväskylän yliopisto.

<https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/36586>

Lehtomäki H, Korhonen A, Asikainen A, Hänninen O. 2016. Ulkoilman saasteiden aiheuttamat terveyshaitat Suomessa. Ympäristö ja Terveys-lehti, 47(8), 22-27.

Lehtomäki H, Korhonen A, Asikainen A, Karvosenoja N, Kupiainen K, Paunu V-V, Savolahti M, Sofiev M, Palamarchuk Y, Karppinen A, Kukkonen J, Hänninen O. 2018. Health Impacts of Ambient Air Pollution in Finland, International Journal of Environmental Research and Public Health, 15, 736, 1-16.

Lelieveld J, Klingmüller K, Pozzer A, Pöschl U, Fnais M, Daiber A, Münzel T. 2019. Cardiovascular disease burden from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. European Heart Journal, 0, 1–7.

Mattila I. 2018. Diplomityö. Huonekohtaisten ilmanpuhdistimien suorituskyvyn mittausmenetelmät. Tampereen teknillinen yliopisto.

Morawska L, Ayoko G, Bae, G, Buonanno G, Chao C, Clifford S, Fu S, Hänninen O, He C, . Isaxon C, Mazaheri M, Salthammer T, Waring M, Wierzbicka A. 2017. Airborne particles in indoor environment of homes, schools, offices and aged care facilities: The main routes of exposure. Environment International, 108, 75-83.

Salonen R. O, Pennanen A. 2006. Pienhiukkasten vaikutus terveyteen. Tuloksia ja päätelmiä teknologiaohjelmasta FINE Pienhiukkaset – Teknologia, ympäristö ja terveys, Tekes.

Siponen T, Yli-Tuomi T, Tiittanen P, Taimisto P, Pekkanen J, Salonen R, Lanki T. 2019. Wood stove use and other determinants of personal and indoor exposures to particulate air pollution and ozone among elderly persons in a Northern Suburb. Indoor Air, 1–10.

Sisäilmasto- ja ilmanvaihto-opas 2018. Talotekniikkainfo.

<https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas>

Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäilmayhdistyksen julkaisu.

WHO Asumisterveysohje. Housing and health guidelines 2018. World Health Organization.

PIENHIUKKASET PÄIVÄKOTIEN SISÄILMASSA

Mika Nyman

Päijät-Hämeen hyvinvointiyhtymä

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä mitattiin kolmen eri päiväkodin ryhmäleikkihuoneen sisäilman ja pihan ulkoympäristön hiukkaspitoisuuksia sekä sisä- ja ulkoilman välisiä paine-eroja yhden viikon ajan syksyllä ja talvella. Tutkimuksessa arvioitiin hiukkaspitoisuuksien vaihtelua päiväkodin päivärhythmin ja vuorokaudenajan mukaan. Lisäksi työssä pyrittiin arvioimaan ilmanvaihdon ja paine-erojen vaikutusta pienhiukkaspitoisuuksiin.

1. PIENHIUKKASET TERVEYDENSUOJELUVIRANOMAISEN VALVONTATYÖSSÄ

Terveydensuojeluviranomaisen valvontatyössä arvioidaan päiväkotien terveydellisiä olosuhteita. Asumisterveysasetuksessa 545/2015 on asetettu toimenpideraja-arvot sisäilman pienhiukkasten (PM_{2.5}; aerodynaaminen halkaisija < 2,5 µm) ja hengitettävien hiukkasten (PM₁₀; aerodynaaminen halkaisija < 10 µm) pitoisuuksille. Pienhiukkasten kohdalla toimenpideraja-arvona on 25 µg/m³ ja hengitettävien hiukkasten raja-arvona on 50 µg/m³.

Pienhiukkasten esiintyvyyteen sisäilmassa ei ole normaalivalvonnassa kiinnitetty huomiota. Niiden esiintyvyyden selvittämisen tarvetta on voitu arvioida viranomaisen tai käyttäjien tekemien aistivaraisten havaintojen perusteella. Yleisesti ei ole tiedossa, kuinka paljon pienhiukkasia esiintyy päiväkotien pihan ulkoympäristössä ja sisällä lasten käyttämissä tiloissa Suomessa. Ei myöskään tiedetä, olisiko niiden pitoisuuksia tarpeellista seurata mittauksin.

1.1. Sisäilmassa leijuvat hiukkaset ja niiden terveysvaikutukset

Ilmassa leijuvat hiukkaset voidaan jakaa kolmeen eri kokoluokkaan. Ultrapieniin hiukkasiin, halkaisijaltaan alle 0,1 µm, pienhiukkasiin halkaisijaltaan 0,1-2,5 µm ja karkeisiin hiukkasiin halkaisijaltaan 2,5 -10 µm. PM- lyhenteellä viitataan ilmassa leijuvien hiukkasten massapitoisuuteen, alaindeksillä hiukkasten kokoluokkaan (PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁). Sisäilmassa pienet hiukkaset jäävät leijumaan ilmaan ja suuret hiukkaset laskeutuvat tasopinnoille.

Pienhiukkaset pääsevät tunkeutumaan keuhkojen ääreisosiin, keuhkorakkuloihin saakka. Lyhytaikainen altistuminen pienhiukkasille voi lisätä hengitystieinfektioita sekä pahentaa astmaa, keuhkohtaumatautia ja sepelvaltimotautia. Pitkäaikaisen altistumisen on todettu lyhentävän elinikää. /6/ Tyypillisiä pienhiukkasia ovat mm. tupakansavu, liikenteen päästöt, pienet nokihiukkaset ja bakteerit. Karkeiksi hengitettäväksi hiukkasiksi kutsutut pääsevät tunkeutumaan keuhkoputkiin asti. Osa karkeista hiukkasista on peräisin luonnosta. Tällaisia hiukkasia

ovat mm. homeitiöt, siitepölyn osaset, tuulen kuljettama merisuola ja hiekkapöly sekä liikenteen nostattama katupöly. Tyypillisiä oireita ovat silmien ja ylähengitysteiden ärsytysoireet.

Sisäilmassa esiintyvillä pienhiukkasilla on merkittävä vaikutus ihmisten terveyteen. Ympäristöaltisteiden aiheuttamia vaikutuksia kansanterveyteen voidaan arvioida laskemalla eri altisteisiin liittyviä vuosittaisia tauti- ja kuolemantapausmääriä tai laskemalla altisteisiin liittyvää tautitaakkaa, jossa huomioidaan myös terveysvaikutusten kesto ja niiden aiheuttaman haitan vakavuus. Molemmilla menetelmillä laskettaessa pienhiukkaset nousevat merkittäväksi altisteeksi. Sisäilman epäpuhtauksista, tautitaakalla mitattuna, selvästi merkittävimpiä ovat pienhiukkaset ja radon. /4/

Kansallisen sisäilma- ja terveysohjelman 2018 mukaan pienhiukkaset ovat yksi tärkeimmistä sairastuvuutta ja oireilua aiheuttavista tekijöistä sisäilmassa.

1.2. Sisäilmahiukkaspitoisuuksiin vaikuttavia tekijöitä päiväkodeissa

Sisäilman hiukkaspitoisuuteen vaikuttaa pääasiassa ihmisen oma toiminta huoneistossa sekä ulkoa pääasiassa ilmanvaihdon kautta tulevat hiukkaset. Sisäilmaan saattaa kulkeutua hiukkasia myös rakenteista, mikäli ilmaa kulkeutuu huoneistoon rakenteiden läpi.

Ihmisen omasta toiminnasta syntyvien hiukkasten määrään vaikuttavat mm. tupakointi, kotieläimet, ruoanlaitto, tekstiilien määrä ja laatu sekä siivouskäytännöt. Ulkoa tulevien hiukkasten määrään vaikuttavat liikenteenpäästöt, mm. katupöly ja pakokaasut, sekä luonnosta peräisin olevat hiukkaset kuten siitepöly. Pientaloalueilla asuntojen lämmityskattiloista ja puun pienpoltosta aiheutuvat hiukkaspäästöt voivat olla paikallisesti merkittäviä, koska savupiippujen päästökorkeus on matala. /5/

Ilmanvaihdolla on merkitystä sisäilman hiukkaspitoisuuteen. Ilmanvaihdon tehtävänä on poistaa huoneistosta siellä syntyviä epäpuhtauksia. Haittojen alentaminen ei kuitenkaan onnistu pelkästään ilmanvaihtoa lisäämällä. Suuri osa ilmassa esiintyvistä pienhiukkasista on peräisin ulkoilmasta. Ilmanvaihtoa lisäämällä ulkoilma lähteistä peräisin olevien pienhiukkasten osuus sisäilman hiukkaspitoisuudesta kasvaa, ja vastaavasti ilmanvaihdon ollessa heikko, sisälähteistä syntyvien hiukkasten osuus on merkittävämpi. Koneellisessa ilmanvaihdossa tuloilmaa puhdistetaan johtamalla ilmaa suodattimien läpi. Suodatinluokka vaikuttaa sen erottelukykyn. Rakennukseen tuleva ilmansuodatus vähentää ulkoilmasta sisätiloihin kulkeutuvien hiukkasten määrää.

Paine-erojen seurauksena ilmaa virtaa esimerkiksi huonetilasta toiseen tai ulkovaipparakenteen läpi. Mitä epätiiviimmät rakenteet ovat ja mitä suurempi alipaine vallitsee, sitä enemmän virtaa ilmaa rakenteiden läpi. Ilmavirtaukset kuljettavat mukanaan epäpuhtauksia, kuten hiukasia ja mineraalivillakuituja, mikrobiperäisiä epäpuhtauksia, hajuja sekä radonia. /3/

Paine-erojen vaikutusta sisäilman hiukkaspitoisuuteen on tutkittu mm. muutamissa opinnäytetöissä. Tutkimuksissa vahvistui oletamus, että sisätilan paine-eron kasvaessa myös ilman hiukkaspitoisuus kasvaa. Tämä kuitenkin vaatii sen, että rakennuksen ulkovaipparakenteessa on vuotokohtia, joista eristevidojen kuidut ja hiukkasmaiset epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan rakenteiden vuotokohtien kautta hengitettävään ilmaan. Alipaineen ollessa sisätiloissa tyypillisen pieni, alle 10 Pascalia, ihmiselle haitallisimmat halkaisijaltaan alle 2,5 µm kokoiset pienhiukkaset liikkuvat eniten. Vasta alipaineen kasvaessa epätyypillisen suureksi yli 20 Pascalin, suurempien hiukkasten määrä ilmassa lisääntyy selkeästi. /8/

2. TUTKITUT PÄIVÄKODIT JA MENETELMÄT

Päiväkoti A on rakennettu vuonna 2014. Hoitopaikkoja lapsille on noin 200. Päiväkodin toimitilat sijaitsevat koulukeskuksen yhteydessä itäpäädyssä, kahdessa kerroksessa. Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä lämmöntalteenotolla. Tuloilman suodatinluokka on F7. Ilmanvaihto on päällä ympäri vuorokauden, mutta ilmanvaihto on pienemmällä teholla päiväkodin toiminta-ajan ulkopuolella arkisin klo 17-06 sekä viikonloppuisin. Tutkitussa tiloissa on keskimäärin 24 lasta sekä 6 työntekijää. Päiväkoti sijaitsee vilkasliikenteisen tien lähellä.

Päiväkoti B on rakennettu vuonna 1982. Päiväkotia on saneerattu ja laajennettu vuonna 2013. Hoitopaikkoja on 79 lapselle. Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä lämmöntalteenotolla, joka on uusittu laajennoksen yhteydessä 2013. Tuloilman suodatinluokka on F7. Ilmanvaihtoa ohjataan taajuusmuuttajalla ja CO₂-anturilla. Kun tilan CO₂-pitoisuus nousee, ilmanvaihdon tehokkuus kasvaa. Ilmanvaihto on päällä ympäri vuorokauden, mutta ilmanvaihto on pienemmällä teholla päiväkodin toiminta-ajan ulkopuolella arkisin klo 17-06 sekä viikonloppuisin. Päiväkoti sijaitsee pienessä kaupungissa taajama-alueella.

Päiväkoti C on rakennettu vuonna 1953. Kouluna toimineeseen kiinteistöön on perustettu päiväkotia vuonna 1997. Kiinteistöä on saneerattu vuonna 2010. Päiväkodin toimitilat sijaitsevat pohjoispäädyssä, 2. kerroksessa. Hoitopaikkoja lapsille on 28. Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä lämmöntalteenotolla. Tuloilman suodattimien luokka on F7. Ilmanvaihto on päällä ympäri vuorokauden, mutta pienemmällä teholla toiminta-ajan ulkopuolella arkisin klo 15-07 sekä viikonloppuisin. Päiväkoti sijaitsee haja-asutusalueella.

2.2. Menetelmät

Mittaukset suoritettiin päiväkodeittain viikon jaksaina. Syyskauden mittaukset suoritettiin v. 2018 viikoilla 43-46 ja talvikauden mittaukset v. 2019 viikoilla 5-7.

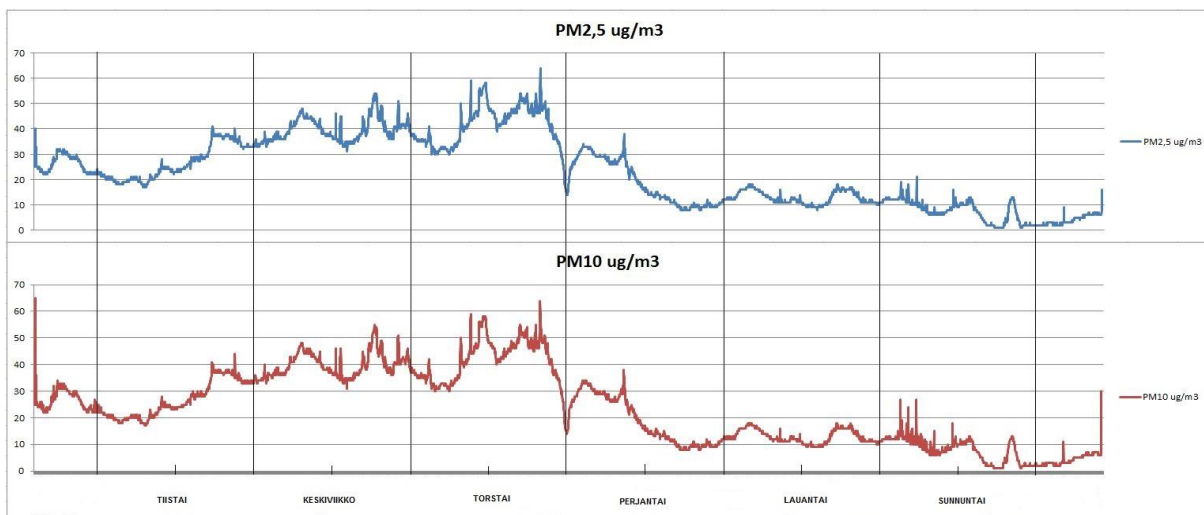
Mittausjaksoilla seurattiin sisäilman olosuhteita (mitattavan tilan ilman suhteellista kosteutta, hiilidioksidipitoisuutta, häkäpitoisuutta ja lämpötilaa sekä paine-eroa rakennuksen vaipan yli) Velocicalc 9695 -yleismittarilla. Sisäilman olosuhteet mitattiin noin 1 metrin korkeudelta.

Hiukkaspitoisuuksia mitattiin päiväkodin sisällä ja ulkona käyttäen DustTrak DRX 8533 hiukkasmittaria. Laite mittaa ilmasta jatkuvasti 2 minuutin välein halkaisijaltaan PM_{10} , $PM_{2,5}$, PM_1 kokoisten hiukkasten pitoisuutta. Samaan aikaan suoritettiin suodatinkeräys ilmasta Harvard -keräimellä PM_{10} ja $PM_{2,5}$ kokoisten hiukkasten pitoisuutta. Polttoeräisten hiukkasten määrää mitattiin sisältä ja ulkoa MircoAeth AE51 -etalometrillä minuutin välein. Päiväkotien pihalta mitattiin ilmasta Nanotracer XP -keräimellä ultrapienien hiukkasten pitoisuutta.

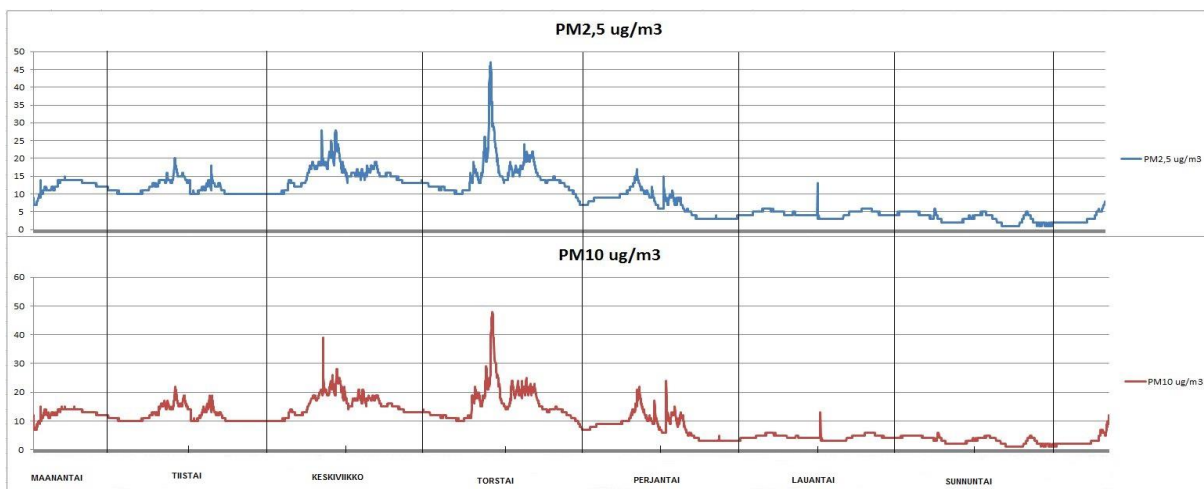
3. TULOKSET

3.1. Hiukkaset päiväkodissa B

Sisäilman pienhiukkaspitoisuudet päiväkodissa B vaihtelivat ulkoilman pienhiukkaspitoisuuden ja tilan toimintojen mukaisesti. (Kuva 1.)



Kuva 1 a. Pienhiukkaspitoisuudet päiväkodin B ulkona 28.1.- 04.02.2019



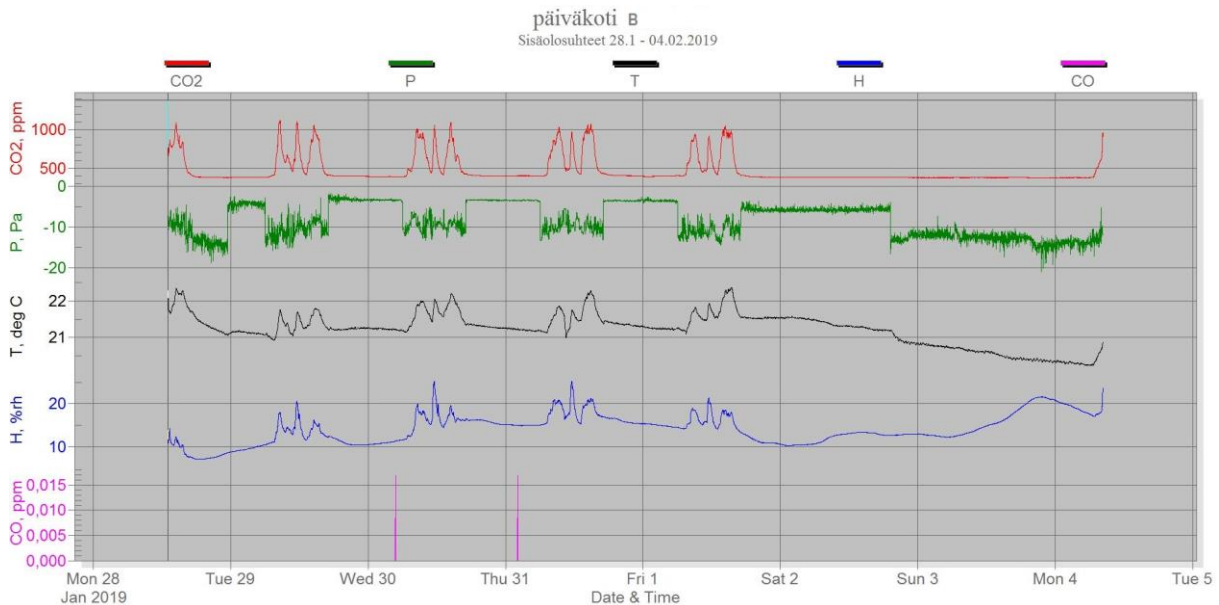
Kuva 1 b. Pienhiukkaspitoisuudet päiväkodin B sisällä 28.1.- 04.02.2019

Taulukko 2. Päiväkodin B sisä-ulko paine-erot ja hiukkaspitoisuudet sisällä 28.1.-04.02.2019

päiväkoti B	Havard				DustTrak				Etalometri	
	PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		BC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	syksy	talvi	syksy	talvi	syksy	talvi	syksy	talvi	syksy	talvi
sisätila	2,8	7	11,5	6,5	4,5	9,3	5,3	9,7	0,2	0,4
ulkoa	5,2	et	7,1	et	9,2	23,2	9,5	23,4	0,5	0,9
sisä-ulko paine-ero, Pa	1,6	-8,4	1,6	-8,4	1,6	-8,4	1,6	-8,4	1,6	-8,4
Sisätila:										
KA arkipäivä (ti-pe) klo 7-16					7,9	14,9	10,7	16,6	0,2	0,6
sisä-ulko paine-ero, Pa					-5	-10	-5	-10	-5	-10
KA arkipäivä (ti-pe) klo 16-7					3,7	10,7	3,9	10,7	et	0,6
sisä-ulko paine-ero, Pa					2,1	-3,4	2,1	-3,4	2,1	-3,4
KA viikonloppu (la-su)					2,6	3,7	2,6	3,7	et	0,2
sisä-ulko paine-ero, Pa					0,2	-7,9	0,2	-7,9	0,2	-7,9

*DustTrakilla saatuihin hiukkasmittaustuloksiin ei ole vielä käytetty mittalaitteen epävarmuuteen liittyvää korjauskerrointa. (Kuvat 1a, 1b ja taulukko 2)

3.2 Sisäilman olosuhteet päiväkodissa B



Kuva 2. Hiilidioksidi (CO_2 , ppm), sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero (P , Pa), lämpötila (T , $^{\circ}\text{C}$), ilmankosteus (H , %), häkä (CO , ppm) päiväkodin B sisällä 28.1.- 04.02.2019

Ilmanvaihdon vuorokausiohjaus näkyy paine- erojen mittaustuloksissa säännöllisesti toistuvana kuviona. Toiminta-aikoina paine-ero ulkoilmaan oli keskimäärin noin -10 Pa ja toiminta-ajan ulkopuolella paine-ero oli pienempi, keskimäärin -3 Pa.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Päiväkodeissa mitatut hiukkaspitoisuudet $PM_{2,5}$ ja PM_{10} olivat keskimäärin tasolla 3-10 $\mu g/m^3$. Tulokset alittivat asumisterveysasetuksen mukaiset vuorokautiset toimenpiderajat $PM_{2,5}$ 25 $\mu g/m^3$ ja PM_{10} 50 $\mu g/m^3$.

Hiukkaspitoisuudet olivat keskimäärin korkeampia talvella kuin syksyllä. Ulkoilman hiukkaspitoisuudet vaihtelivat paljon eri vuorokausina 2-70 $\mu g/m^3$.

Ulkoilman hiukkaspitoisuudella ja tilojen käytöllä oli merkittävimmät vaikutukset sisäilman hiukkaspitoisuuksiin. Sisätilojen ja ulkoilman väliset paine-erot olivat keskimäärin pieniä ja niiden vaikutus sisäilman hiukkaspitoisuuksiin perustuu lisääntyneeseen ulkoilman vuotoilman määrään.

Tutkimuksessa tehtiin yksittäisiä havaintoja siitä, että kun ulkoilman hiukkaspitoisuus on päiväkodin toiminta-aikana yli 50 $\mu g/m^3$ sisäilman pienhiukkaset $PM_{2,5}$ voivat nousta lähelle asumisterveysasetuksen mukaista toimenpiderajaa.

Hiukkaspitoisuudet olivat korkeampia päiväkodin tilojen toiminta-aikoina. Tilojen käytöllä oli suurempi vaikutus hiukkaspitoisuuksiin kuin ilmanvaihdon toiminta-ajoilla.

Tutkimus jatkuu vielä tulosten jatkokäsittelyllä kaikissa kolmessa päiväkodissa.

5. LÄHDELUETTELO

1. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015.
2. Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Osa I-V. Valvira 2016.
3. Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö.
4. Ympäristö- ja terveys lehti, 2013, nro 8, sivut 68 ja 35
5. Valvira internetsivusto, Sisäilman hiukkaset ja kuidut
https://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys/hiukkaset_ja_kuidut
6. Hengitysliitto, internetsivusto, <https://www.hengitysliitto.fi/fi/terveys-hyvinvointi/ulkoilma-ilmanlaatu/ilmanlaatu-saasteet/hiukkaset-ja-kaasumaiset-aineyhdisteet>
7. Juhani Niemelä 2017, Opinnäytetyö Vaasan ammattikorkeakoulu, Paine-eron vaikutus sisäilman hiukkaspitoisuuteen.
8. Jussi Lampi, Juha Pekkanen 2018, Terve ihminen terveissä tiloissa, Kansallinen sisäilma ja terveys -ohjelma 2018-2028, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos raportti 8/2018 s.23

RAKENNETUN YMPÄRISTÖN HAITTAELÄIMET

Kati Kangasniemi

Anticimex Oy

TIIVISTELMÄ

Yhteisöt ovat aina kärsineet haittaeläinongelmista. Kehityksestä huolimatta haittaeläimet aiheuttavat edelleen mittavia tappioita maataloudelle maailmanlaajuisesti ja levittävät tauteja joko suoraan tai välillisesti ihmisiin ja kotieläimiin. Modernin kaupunki- ja asuin ympäristön ongelmana ovat ihmisten rinnalla elämään sopeutuneet jyrsijät, pienet petoeläimet ja linnut, jotka aiheuttavat hygieniä- ja meluhaittaa, sekä pilaavat rakennuksien rakenteita. Jyrsijäongelman ohessa asunnoissa, tuotantolaitoksissa, sairaaloissa sekä muissa rakennuksissa tehdään paljon hyönteishavaintoja. Osa hyönteisistä on harmittomia luonnosta kulkeutuneita asuntovieraita, mutta toiset ovat sopeutuneet elämään vain sisätiloissa ja aiheuttavat erilaisia haittoja, jolloin ne luokitellaan torjuttaviksi tuhoeläimiksi.

Työ painottuu rakennetussa ympäristössä eniten haittaa aiheuttaviin jyrsijöihin, mutta siinä sivutaan home- ja kosteusvaurioihin ja rakenteiden epätiiviyyteen viittaavien tuhohyönteisten tunnistamista ja torjuntaa. Lisäksi työssä on kerrottu puuntuhohyönteisten esiintyvyydestä ja niiden aiheuttamien vahinkojen toteamisesta.

1. JOHDANTO

Tuhoeläimien esiintymisellä kiinteistössä on suuri merkitys asumisviihtyvyyteen ja terveellisyys. Tuhoeläimet saattavat aiheuttaa suuria taloudellisia vahinkoja kiinteistöissä, mikäli torjuntatoimia viivytellään tai torjunta ei ole riittävän tehokasta. Torjunta käsittää toimenpiteitä tuhoeläinpopulaation poistamiseksi kokonaan tai niiden määrän vähentämisen hyväksyttävälle tasolle.

Tuhoeläintorjuntaan liittyy useita erilaisia lakeja ja asetuksia, joista torjuntaan ryhtyvän tulisi olla tietoinen. Torjuntatoimissa on otettava huomioon metsästyslainsäädäntö, luonnonsuojelulainsäädäntö, eläinsuojelulainsäädäntö, kemikaalilaki ja biosidiasetus sekä elintarvikelaki.

Haittaeläinlajien tunnistaminen on erittäin tärkeää, koska läheskään kaikki hyönteiset eivät ole ympäristölle vaarallisia, eikä niitä luokitella haitta- tai tuhoeläimiksi. Useat lajit etsiytyvät syksyn tullen sisätiloihin talvisuojaa hakemaan, josta ne ovat helppo yksittäisinä esiintyminä poistaa, eikä erillisiä torjuntatoimia tarvita. Toistuvat ja runsaat esiintymät saattavat taas indikoida tuholaisongelmasta, johon on syytä puuttua ajoissa. Jyrsijöistä saattaa olla haittaa jo yhden yksilön pesiydyttyä rakennukseen tai sen välittömään läheisyyteen. Suomessa esiintyvistä jyrsijälajeista vain muutama voidaan luokitella rakennetun ympäristön haittaeläimiksi. Eri jyrsijälajien käyttäytymisen tuntemus edesauttaa jyrsijätorjunnan onnistumisessa.

Työn tavoitteena on ollut luoda kiinteistöiden omistajille, niiden huollosta vastaaville, sekä tuholaiistorjuntaa tekeville asiantuntijoille selkeä ja helppolukuinen opas kiinteistöjen haittaeläin ongelmien ennaltaehkäisemiseksi ja ratkaisemiseksi. Työssä on koottu yhteen tuholaiistorjuntaan liittyvää lainsäädäntöä, kerrottu tuhoeläinten aiheuttamista haitoista ja vaurioista, tuhoeläinten ennaltaehkäisystä, torjunnasta sekä tuho- ja haittaeläinlajien ja niiden aiheuttaminen vaurioiden tunnistamisesta. Työ on rajattu rakennuksien kannalta haitallisiin tuhoeläimiin, eikä siinä ole käsitelty syöpäläisiä tai elintarviketuholaisia.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimuksen lähtökohtana on ollut oma kiinnostus tuhoeläintorjuntaa kohtaan. Toimiessani kuusi vuotta sekä sisäilmaongelmiin, että tuholaiistorjuntaan erikoistuneissa yrityksissä, työni on vain vähäisesti sivunnut tuholaiistorjunnan arkea. Ison askeleen tuholaiistorjunnan suuntaan tein kouluttaessani kaksi koiraa lutikoita ilmaiseksi hajukoiriksi. Tuholaiistorjunta on harvojen tuntema erityisosaamista vaativa ala. Haittaeläimistä ja niiden torjumisesta on hyvin vähän suomenkielistä kirjallisuutta, aineistona työssä on käytetty muutamia alan kirjoja, eläintietokirjoja, Ruokaviraston, Tukesin ja Työterveyslaitoksen ohjejulkaisuja, Ympäristöministeriön Home-talkoot sivustoa ja lakitekstejä sekä haastattelua. Suurin tuki työn onnistumiseen on saatu yrityksen omasta koulutusaineistosta. Jyrsijöiden osalta olen tutkinut useita haasteellisia sisäilma-kohteita, joissa on ollut myös jyrsijöiden tekemiä vaurioita ja lisäksi rakensin omalle pihalle jyrsijätorjunnan testiympäristön, jota tehostettiin runsaalla lintujen talviruokinnalla.

3. TUHOELÄIMIEN AIHEUTTAMAT HAITAT JA VAHINGOT

3.1 Terveydelliset haitat

Hyönteisten aiheuttamat terveydellisistä haitoista yleisimmät ovat erilaiset allergiset reaktiot. Hyönteiset aiheuttavat myös hygieniahaittoja, ne voivat levittää kulkiessaan mikrobeja, näitä ovat mm. taudinaiheuttaja bakteerit ja virukset sekä homeitiöt ja pieneliöt.

Suomessa esiintyviä jyrsijöiden kautta, joko suoraan tai välillisesti, leviäviä tauteja ovat jänisrutto, myyräkuume, salmonella, kampylobakteeri, yersinia, EHEC, leptospiroosi, borrelioosi. Lisäksi tuhoeläimissä saattaa olla erilaisia loisia kuten Echinococcus ja Trichinella, punkkeja ja muita pienempiä tuhoeläimiä.

3.2 Aineelliset vahingot

Rakennetun ympäristön aineellisia vahinkoja ovat mm. jyrsimis- ja nokkimisvauriot, puurakenteiden tuhot sekä rakenteiden likaantuminen ulosteista, virtsasta, seiteistä ja koteloista. Yksittäiselle kiinteistölle tuhoeläinten aiheuttamat vauriot voivat olla mittavia, jos tuhoeläinongelmaa ei huomata ajoissa tai torjuntatoimenpiteet ovat riittämättömiä. Ennaltaehkäisyn ja torjunnan laiminlyöminen saattaa johtaa laajamittaisiin purku-, desinfiointi- ja korjaustoimenpiteisiin.

4. TUHOELÄIMIIN JA TORJUNTAAN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ JA VASTUUT

Asunnon tai muun oleskelutilan ja yleisten alueiden tuhoeläinmääriä säädellään Suomessa terveydensuojelulalla 763/1994. Kunnan terveydensuojeluviranomainen voi velvoittaa kiinteistön tai yleisen alueen omistajan tai haltijan ryhtymään tarvittaessa toimenpiteisiin terveyshaittaa aiheuttavien mikrobien ja vahinkoeläinten hävittämiseksi kiinteistöltä tai yleiseltä alueelta.

Ammattimaista tuholaiistorjuntaa ohjaa kemikaalilaki 599/2013, jossa on säädetty ammattitutkinto- ja rekisteröintivelvoitteesta. Valtioneuvoston asetuksessa biosidivalmisteista 418/2014 on määritelty ammattitutkinnon sisältö. Tutkinnolla osoitetaan tuholaiistorjuntaan tarkoitettujen biosidivalmisteiden turvallisen ja asianmukaisen käsittelyn ja käytön hallitseminen.

Vastuu tuhoeläinten ja haittaeläinten torjunnasta, niiden hallinnassa olevien alueiden pitämisessä sellaisessa kunnossa, että olosuhteet ovat haittaeläimille epäsuotuisat, kuuluu kiinteistön tai alueen omistajalle tai haltijalle. Vuokralaisten tai osakkeenomistajien velvollisuuksiin kuuluu ilmoittaa haittaeläinhavainnot viipymättä kiinteistön ylläpidolle, jonka tehtävä on koordinoita torjuntatyö eri sidosryhmien kanssa siten, että torjuntatyö tulee hoidettua kokonaisvaltaisesti, hallitusti, tehokkaasti ja taloudellisesti.

Vastuu haittaeläinten tekemistä vahingoista omaisuudelle, esimerkiksi pilaantuneet elintarvikkeet tai reikiintyneet tekstiilit kuulu irtaimiston omistajalle, mikäli ei voida osoittaa, että vahingot johtuvat taloyhtiön tai kiinteistön omistajan kunnossapitovelvoitteen laiminlyönnistä tai muusta selkeästä huolimattomuudesta. Rakenteelliset vahingot kuuluvat kiinteistön omistajalle tai asunto-osaakeyhtiölle.

5. ENNALTAEHKÄISY JA TORJUNTA

Onnistunut tuhoeläintorjunta perustuu hyvään ennaltaehkäisyyn, jolla muutetaan ympäristöolosuhteita tuhoeläimille epäedullisiksi. Ennaltaehkäisyllä poistetaan tuhoeläinten ravinnonsaantimahdollisuudet, estetään niitä liikkumasta turvallisesti sekä poistetaan suojapaikat, jolloin niillä ei ole suojaa pedoilta, eikä lisääntymismahdollisuutta, eikä ravintoa jo olemassa olevalle kanalle. Pelkällä ennakoimisella saatetaan estää tuhoeläinvahingot, jolloin kemiallinen torjunta jää tarpeettomaksi. Rakennusten riittävällä huollolla, kosteusvaurioiden ehkäisyllä ja seurannalla estetään haittaeläinpopulaation paikan vakiinnuttaminen. Jäteastioiden tyhjennys ja puhdistus sekä jätehuoneen puhtaanapito ovat merkittävässä osassa jyrsijöiden, lintujen ja karpästen torjunnassa.

Torjunnan onnistumisen lähtökohtana on lajien tuntemus, jonka kautta voidaan päättää monitorointitavasta, jonka avulla saadaan tietää, kuinka laaja ongelma on kyseessä. Seurannan jälkeen voidaan tehdä ympäristön mukaisia ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä, joilla tuhoeläinkan-
taa saadaan kuriin. Torjunta pyritään tekemään ensisijaisesti myrkyttömin menetelmin. Biosidien käyttö on kuitenkin joissain tapauksissa perusteltua ja oikein käytettynä kohde-eläimestä päästään niiden käytöllä nopeasti eroon ja vältetään ympäristöriskeiltä.

Taulukko 1. Onnistuneen torjunnan kuvaus.

PÄTEVYYS JA TIETOTAITO	• Biologinen osaaminen • Toimialan ja ympäristön riskien hallinta
VALVONTA JA TARKASTUS	• Seuranta ja tiedonkeruu • Monitorointivälineet • Raportointi
ENNALTAEHKÄISEVÄT TOIMENPITEET	• Hygienia • Rakennustekniikka • Sisäilma
MEKAANINEN TORJUNTA	• Tappavat ansat • Elävänä loukuttaminen
FYSIKAALINEN TORJUNTA	• Sisäilman olosuhteet • Pakastus • Höyrytys
KEMIALLINEN TORJUNTA	• Hyväksyttyjen biosidiaineiden käyttö

6. BIOSIDIT

Biosidit ovat kemiallisia tai biologisia tehoaineita tai valmisteita, jotka on tarkoitettu tuhoamaan tai torjumaan haitallisia eliöitä. Biosidiset tehoaineet hyväksytään EU-tasolla, jolloin niistä tehdään koko Eu:ta koskeva päätös. Biosidivalmisteet arvioidaan ja hyväksytään kansallisesti. Suomessa valmisteet hyväksytään ja rekisteröidään Turvallisuus- ja kemikaalivirastossa, Tukesissa, jonka sivuilta löytyy listaus Suomessa hyväksytyistä biosidivalmisteista. Tukes pitää yllä myös tuholaistorjunnan yritysrekisteriä ja tuholaistorjujan tutkintorekisteriä.

6.1 Hyönteismyrkyt

Lähes kaikki hyönteismyrkyt ovat hermomyrkkyjä, niitä ovat mm. pyretriinit, pyretroidit, neonicotinoidit, organofosfaatit ja kasvunsäätelijät. Hyönteismyrkyt voivat vaikuttaa hyönteisiin kolmea eri reittiä. Pölytteet ja ruiskutteen vaikutukset kosketuksen kautta, kun hyönteinen kulkee myrkytetyn alueen yli. Ilmaan sumuttamalla voidaan levittää hengityksen kautta vaikuttavia myrkkyjä. Syöttejä käytetään vatsan kautta altistavien myrkkyjen levittämiseen. Aikuisia ja toukka-asteella olevia hyönteisiä saadaan helposti torjuttua, mutta muniin ja koteloituneisiin hyönteisiin myrkyt vaikuttavat heikosti. Hyönteismyrkkyä tulee käyttää ainoastaan niille kohde-eläimille, joille se on tarkoitettu ja sitä saa levittää vain niille alueille, joissa torjuttavaa hyönteistä esiintyy.

Myrkkyjen tehoaineet hajoavat kemiallisesti valon ja kosteuden vaikutuksesta sekä biologisesti mikrobien hajottamina. Suurin osa hyönteismyrkyistä on erityisen haitallisia vesieliöille ja niiden käyttöä vesistöjen läheisyydessä tulee välttää. Hyönteismyrkkyä levittäessä tulee käyttää riittäviä henkilökohtaisia suojavarusteita ja myrkytetyistä tiloista tulee poistua välittömästi torjunnan jälkeen. Annettuja varoajoja on noudatettava.

6.2 Jyrsijämyrkyt

Jyrsijämyrkyt ovat pysyviä, kertyviä, myrkyllisiä ja lisääntymiselle vaarallisia yhdisteitä. Jyrsijämyrkyistä suurin osa on antikoagulantteja, eli aineita, jotka estävät veren hyytymistä. Antikoagulanttijyrsijämyrkyt eivät täytä biosidiasetuksen hyväksymiskriteereitä. Antikoagulantit on kuitenkin hyväksytty poikkeuksellisesti niiden tarpeellisuuden vuoksi, ja niiden haitallisia vaikutuksia on pyritty vähentämään asettamalla käytölle erilaisia rajoituksia. Tehoaineina jyrsijämyrkkyvalmisteissa on käytetty mm. kumatetralyylia ja kloorifasinonia. Ne aiheuttavat jyrsijöille sisäistä verenvuotoa ja koska myrkky vaikuttaa vähitellen jyrsijät eivät osaa yhdistää oireita myrkkysyötteihin. Jyrsijä kuolee noin viikon kuluttua myrkyn syömisen aloittamisesta. 2. polven antikoagulantit bromadioloni, brodifakumi, difenakumi, difetialoni ja flokumafeeni ovat edellä mainittuja pysyvämpiä ja myrkyllisempiä. Ne saattavat tehot jo yhdellä syöntikeralla.

7. PUUNTUHOHYÖNTEISET

Puurakentaminen on kasvussa Suomessa. Puusta rakennetaan jopa suuria julkisia rakennuksia. Nykyaikainen ja perinteinen puurakentaminen eroavat suuresti toisistaan. Vanhoissa puurakennuksissa kosteudenhallinta on saattanut olla puutteellista ja lisäksi muut olosuhteet ovat voineet olla puutuholaisille myönteiset. Ilmastomuutoksen myötä on arvioitu, että Suomeen tulee mahdollisesti uusia puutuholaislajeja, jotka uhkaavat metsätuhojen lisäksi myös rakennettua ympäristöä. Suomesta jo asumisolosuhteiden muuttumisen myötä hävinneitä lauhkeammassa ilmastossa viihtyviä lajeja saattaa tulla paluumuuttajina takaisin.

8. KIITOKSET

Kiitokset työni ohjaajille Rentokil Initial Oy:n Technical Manager Jouni Siltalalle ja Anticimex Oy:n Kehityspäällikkö Juha Arolle. Käytössäni oli Juha Aron monipuolisesti keräämää taustatietoa, dokumentteja ja torjuntateknikoiden opintomateriaalia sekä RTA opiskelijoille suunnattua opintomateriaalia. Kiitos esimiehelleni Riku Lehtoselle kouluttautumisen mahdollistamisesta ja kaikesta tuesta matkan varrella. Kiitos koulutuksen järjestäjille. Kiitos miehelleni kärsivällisyydestä ja tuesta.

9. LÄHDELUETTELO

Jansson L., Lindqvist B., Markkula I. 2012. Sisätilojen tuhoeläimet ja niiden torjunta. Kasvin-
suojeluseura ry.

Anticimex Oy. Koulutusmateriaali.

Laki asuinhuoneiston vuokrauksesta. 31.3.1995/481

Terveystensuojelulaki. 19.8.1994/763

Metsästyslaki. 28.6.1993/615

Biosidiasetus (EU) N:o 528/2012 ja Kemikaalilaki 599/2013

Tukes.fi. Kemikaalit. Biosidit. Tuholaistorjunta.

Kemikaalineuvonta.fi. Tukes.

Tukes ja Ruokavirasto. Jyrsijätorjunta ja jyrsijämyrkkysten käyttö rehu- ja elintarviketuotannossa. Ohje. 10.1.2019

Ruokavirasto.fi. Zoonosikeskus. Zoonoosit. Loisten aiheuttamat taudit.

Ruokavirasto.fi. Zoonosikeskus. Zoonoosit. Bakteerien aiheuttamat taudit.

Hometalkoot.fi. 1.13 Sisätilojen tuholaiset. Ympäristöministeriö.

Koivisto S. Biosidit tuholaistorjunnassa. 3.11.2014. Tukes.

Hyvärinen A., Reiman M., Viitanen H. Kosteus- ja hometalkoot luentomateriaali. 1.6. Puun homeet ja lahot sekä hyönteisvauriot. Puun suojaus.

Turpeinen J. 2011. Puurakennusten hyönteisvauriot. Pohjois-Pohjanmaan Korjausrakentamiskeskus.

Kuntotutkimukset ja korjaukset

Rakennuksen kosteus- ja sisäilmateknisen tutkimuksen laadunhallinta Reino Salmela	65
1960-luvun koulurakennuksen sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus Niklas Mehtonen	71
Koulurakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Niina Varjo	76
Seurakuntakeskuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Jyrki Sundelin	82
Päiväkodin kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Janne Sampalahti	88
Päiväkotirakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Heli Uusi-Uitto	94
1930-luvulla rakennetun taidekeskuksen sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus peruskorjauksen lähtötiedoiksi Johanna Mäkelä	100
Voimalaitoksen toimistotilojen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Sami Ahonen	106
1950-luvulla valmistuneen opistorakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Teemu Vuolle	112
Koulurakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus sekä altistumisen arviointi Terhi Haapsaari	118
Koulun ja päiväkodin kosteus- ja sisäilmatekniset kuntotutkimukset Janne Niemimuukko	123

RAKENNUKSEN KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNISEN KUNTOTUTKIMUKSEN LAADUNHALLINTA

Reino Salmela

Entavision Oy

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä käsitellään pääperiaatteet niistä tekijöistä, joiden mukaan kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus toteutetaan täyttäen Asumisterveysasetus 545/2015 vaatimukset laadukkaasti. Tavoitteena on laatia jäsentynyt kuvaus kosteus- ja sisäilmateknisestä kuntotutkimuksesta laadunhallinnan näkökulmasta, yksinkertaistaa ja luoda hyvät rutiininomaiset työvälineet työn eri vaiheiden virheiden havainnointiin ja selkeästi esittää linkit tietokantoihin, joista voi tarkistaa työn sisältöä sekä lain että asetusten vaatimukset.

Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus koostuu erittäin monista eri yksityiskohdista, joihin täytyy ottaa kantaa. Kaikkia asioita ei voi muistaa, täytyy olla käytettävissä tarkistuslistat asioiden muistamiseksi. Lisäksi lait ja asetukset muuttuvat, joita täytyy seurata tiiviisti. Ilman jatkuvaa asioiden seuraamista ei voi pysyä ajan tasalla aihealueessa, jossa tutkimus ja tieto menevät kovaa vauhtia eteenpäin, hyvä näin.

Tämän työn jatkumona on laatia Entavision Oy:lle käytännön työkalu, rutiini, jonka mukaan saadaan tutkittua rakennukset riittävällä tarkkuudella asiakkaan toiveiden mukaisesti.

1. JOHDANTO

Lopputyön tavoitteena on havainnollistaa, mitä tutkimusvaiheen epätarkkuuksia on olemassa ja miten niitä voidaan käsitellä siten, että tutkimusten tuloksia voidaan hyödyntää luotettavasti korjaussuunnittelussa. Lopputyön johtajatuksena on luoda Entavision Oy:n rakennusteknisille tutkimuksille suunnitelmallinen toimintatapa, jonka mukaan tutkimushanke etenee tilauksesta valmiiksi raportiksi. Perusrunkona menettelylle on ISO 9001 mukainen asioiden esittämien ja dokumentointi koko organisaatioissa.

Rakennustekniset tutkimukset ovat kehittyneet huimasti viimeisen kymmenen vuoden sisällä. Kehitystä on tapahtunut pitkälti yhteiskunnan erilaisten kehityshankkeiden kuten esimerkiksi Terve Talo- teknologiahanke vuosituhannen alussa ja sen jälkeen Kosteus- ja hometalkoiden sekä viimeisimpänä Kuivaketju 10 myötävaikutuksesta. Uusin Valtioneuvoston vireille asettamalla Terveet tilat 2028-hankkeella on kunnianhimoiset tavoitteet saada julkiset tilat kuntoon vuoteen 2028 mennessä. Osa kehityshankkeista on keskittynyt käsittelemään uudisrakentamista ja osa korjausrakentamista mutta kaikissa on sama tavoite, terveelliset ja turvalliset tilat ihmisten käyttöön.

Rakennuksen turvallisuuden ja terveellisyyden laatuun on viime vuosina panostettu erittäin paljon rakentamisen eri osapuolien avulla. Pääpaino tutkimusten ja suunnitelmien

toteuttamisesta riittävän hyvin on hankkeeseen ryhtyvällä eli tilaajalla. Tilaajan mukana tiiviissä yhteistyössä ovat suunnittelijat, viranomaiset ja toteuttajat sekä kaikkien näiden yhteistyöllä ja positiivisella vuorovaikutuksella saadaan rakentamisen laatua nostettua. Tavoitetaso täytyy asettaa riittävän korkealle ja on pystyttävä hahmottamaan hankkeen riskitekijät hyvin selkeästi sopivilla mittareilla. Suomessa rakentamisen lait, asetukset, laatumääritykset ja yleiset käytännöt ovat hyvin selkeitä tilaajan työkaluja, kun vain osataan niitä käyttää.

Kuntotutkimuksen laatua nostetaan arvioimalla jokaisen tutkimustoimenpiteen yksityiskohtia hakemalla siihen liittyvää tutkittua tietoa, määräyksiä ja raja-arvoja. Kaikkien tutkimuksen eri vaiheiden kuvaukset täytyy olla kirjoitettu omiksi tehtävikseen ja arvioitava epävarmuustekijät. Koko tutkimusprosessi on niin sanottu ydinprosessi johon liittyy paljon erilaisia tukiprosesseja. Prosessin vaiheet kuvataan työtehtävittäin siten, että kerrotaan sanallisesti miten vaihe tarkalleen toteutetaan ja mitkä lait, määräykset ja ohjeet sitä ohjeistaa. Kunkin vaiheen tekijä kuittaa tekemänsä suoritteet ja dokumentoi tuloksen. Mikäli jossakin tutkimuksen vaiheessa tarvitaan erityisosaamista tai pätevyyksiä esitetään niistä todistukset dokumentissa.

Tämän lopputyön ohjenuorana on Ympäristöopas 2016. Oppaassa on todella hyvin pystytty kuvaamaan oikeat menettelytavat tämän päivän tietämyksen mukaan siitä, miten rakennuksen kuntotutkimus täytyy tehdä riittävän laajana huomioiden kaikki osatekijät sisäilmassa, jotka voivat aiheuttaa terveydellisiä haittoja. Ympäristöopas 2016 ohjeessa on paneuduttu tutkimuksen laadunhallintaan jokaisen osatehtävän kohdalla mutta laadulliset määritteet ovat hajallaan. Tässä lopputyössä pyritään selvittämään laadulliset suoritteet yhtenäisesti ja esittämään ne mahdollisimman tiiviissä muodossa, jotta niitä pystytään käsittelemään yksinkertaisesti ja kansantajuisesti käytännön tutkimustyössä. Lopputuloksena on selkeä menettelytapa, joka tuottaa tasalaatuista rakennusten ongelmien selvittelyn tulosta.

2. STANDARDISOINNILLA LAATUA

Standardisointi on yrityksen toimintojen suorittamista yhtenäisesti sovittujen ohjeiden ja menetelmien mukaisesti. Standardi helpottaa yhteistyökumppaneiden, kuluttajien ja viranomaisten ymmärtämään palvelujen tasoa ja menettelytapoja sekä arviomaan eri toimijoiden yhdenmukaisuutta. Standardit ovat hyviä käytäntöjä yrityksille ja organisaatioille, joilla varmistetaan toiminnan laatua ja yhdenmukaisuutta. Standardit lisäävät työn tuottavuutta, koska menetelmistä syntyy rutiineja ja virheiden määrä vähenee.

Rakennusten sisäilma- ja kosteusteknisiin tutkimuksiin ei ole olemassa erillistä tai omaa standardia. Yleinen kaikkia aloja koskeva menettelytapaohje on SFS-EN ISO 9001 standardi, jota voidaan hyödyntää päälinjoina myös rakennusteknisissä tutkimuksissa. Standardisointi yhdenmukaistaa käytettyjä menetelmiä sekä yrityksen sisällä että kansallisesti. Itseään toistavat menetelmät tuottavat tasaisempaa tulosta, kuin aina uudelleen laadittuina. Tässä työssä olen käyttänyt viitetietona ja runkona SFS-EN ISO 9001 standardia.

3. YRITYKSEN JOHDON JA TYÖNTEKIJÖIDEN SITOUTUMINEN LAATUUN

Sekä yrityksen johdon että työntekijöiden täytyy sitoutua työmenetelmiin, joiden avulla pyritään tuottamaan hyvää lopputulosta. Työntekijöiden sitoutuminen laadukkaiden tutkimusten tekemiseen täytyy olla rakennettu muulla tavalla, kuin pelkästään taloudelliseen tuloksen perustuvana. Työntekijöiden oman ammattitaidon kehittäminen ja onnistuminen työssä täytyy olla motivoituna työnantajan taholta esimerkiksi henkisellä palkitsemisella. Työntekijöiden panoksesta annetaan palautetta positiivisessa ja kehittävässä hengessä. Yhteisön ja työnantajan tuki on erittäin merkittävä pyrittäessä siihen, että työntekijä pystyy antamaan oman osaamisensa parhaalla mahdollisella, kunkin työntekijän tarvitsemalla tavalla. Työntekijöiden ja yrityksen johdon täytyy pitää säännöllisesti kehittämis- ja palautetilaisuuksia, joista pidetään pöytäkirjaa. Myös erilaiset henkilökohtaiset kehityskeskustelut ovat tärkeitä.

Työryhmän sisäinen arvostus omaa työtään kohtaan on ensiarvoisen tärkeää ja auttaa jaksamaan vaativassa työssä paremmin. Myös sitoutuminen työhön pitemmällä aikavälillä auttaa työnantajaa siinä, että työntekijöiden vaihtuvuus on vähäisempää. Kuntotutkimukseen osallistuvien koulutustasovaatimukset ohjaavat myös erittäin hyvin asetettuja tavoitetasoja.

3.1. Standardisoinnin ja laadunhallinnan teorian soveltaminen käytäntöön

Kuntotutkimuksen eri osavaiheet esitetään konkreettisella tasolla yksinkertaistettuna menetelminä ja toimintatapoina. Laadittujen tarkistus- ja havaintolistojen avulla voidaan tuottaa mahdollisimman hyviä kosteus- ja sisäilmateknisiä kuntotutkimuksia Entavision Oy:lle. Rakenteellinen runko kuntotutkimukselle on Ympäristöopas 2016 mukainen.

Rakennusten kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus prosessi käsittää seuraavat päälinjat ja niihin liittyvät tarkastuslistat viitetietoineen, joista selviää kuulloinkin voimassa olevat lait, asetukset ja ohjeet Ympäristöopas 2016 mukaisesti:

- Esiselvitysvaihe
- Ensimmäinen kohdekäynti
- Kuntotutkimussuunnitelma
 - Kuntotutkimuksen tekeminen (asiakirjat, riskirakenteet, aikataulu, haitta-ainetutkimukset, rakenneselvitykset, rakenneavaukset, materiaali- ja ilmanäytteet, olosuhteiden mittaus, ilmanvaihdon selvitykset, kunnossa olevien rakenteiden arviointi, asiantuntijoiden pätevyudet)
- Tutkimusselostus
- Tutkimuksen esittely

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämä RTA 4 opinnäytetyö antoi mielenkiintoisen näkökulman epävarmuuksien hallintaan rakennusten kosteus- ja sisäilmateknisten tutkimusten osalta. Paneutumalla mahdollisimman hyvin yksityiskohtiin ja luomalla kokonaisuudesta rutiini, saadaan luotua laatua. Samalla kun on luotu mallinnus prosessista ja tiedetään miten sitä viedään eteenpäin, kiinnitetään

huomioita mahdollisiin virheisiin. Virheiden tarkkailu ja niiden minimointi kuuluu hyvin tärkeänä osana laadun kehittämisessä.

Entavision Oy pyrkii laatimaan rakennuksen kosteus- ja sisäilmatutkimuksesta prosessin, joka tuottaa mahdollisimman tasalaatuista tulosta huomioiden epävarmuustekijät. Mikäli selvityksen aikana jokin asia jää epäselväksi, täytyy se tuoda hyvin selkeästi esille tutkimusselostuksessa. Tutkimuksen kaikki kannanotot täytyy perustua tutkittuun tietoon eikä epävarmoja tai olettamuksiin perustuvaa informaatiota saa esittää. Mikäli olettamuksiin perustuvia tietoja esitetään, ne on kerrottava selvästi olettamuksina.

Näillä sanoilla päätän tämän mielenkiintoisen selvitystaipaleeni ja kiitän ohjauksesta RATEKO:n Helmi Kokottia ja OAMK Oy:n Hannu Kääriäistä.

5. OPINNÄYTETYÖN LÄHDELUETTELO

Asumisterveysasetuksen ohje asunnon terveyshaitan selvittämisprosessiin ohje 4/2017. Valvira. 2017.

https://www.valvira.fi/documents/14444/261239/Ohje_asunnon_terveyshaitan_selvittamisprosessiin.pdf/3dcb1340-e769-f45a-6d8c-2087e7690a2d. Luettu 5.5.2019

E. Hiltunen, L. Linko, S. Hemminki, M. Hägg, E. Järvenpää, P. Saarinen, S. Simonen, P. Kärhä 2011. Laadukkaan mittaamisen perusteet. Mittatekniikan keskus MIKES, Työ- ja elinkeinoministeriö TEM. Vantaa. Multiprint Oy.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/30/EU. Verkkodokumentti. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32014L0030&from=FI>. Luettu 18.4.2019

Hitoshi, Kume 1991. Laadun parantamisen tilastolliset menetelmät. Tampere: Metalliteollisuuden Keskusliitto.

Hölttä, T & Savonen, M-L. 1997. Muutosvoimana laatujohtaminen. Helsinki: Oy Edita Ab.

Junnonen, Juha-Matti. Rakennushankkeen laadunvarmistus, Teknillinen korkeakoulu. Rakentamistalous. Saatavilla: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf> . Hakupäivä 14.11.2018.

Kirkonkylän koululla uusia mikrobilöydöksiä. 2019. Verkkojulkaisu. <https://www.tervareitti.fi/kirkonkylan-koululla-uusia-mikrobiloydoksia/>. Luettu 19.4.2019

Kirkonkylän koululla kosteutta-. 2018. Verkkodokumentti. <https://www.kaleva.fi/uutiset/oulu/muhoksen-kirkonkylan-koululla-kosteutta-koulu-remontoitu-muutama-vuosi-sitten/746063/>. Luettu 19.4.2019

Korttinen Jorma. 2010. Sisäilmamittausten laatuun vaikuttavia tekijöitä. Mikkeli. Mikkelin Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

LVI-Laitosten mittaukset. LVI 014-10290. 1999. Rakennustietosäätiö ja LVI keskusliitto.

Maankäyttö ja rakennuslaki muutos 41 / 2014. Ympäristöministeriö

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

Martinsuo, Miia - Blomqvist, Marja 2010. Prosessien mallintaminen osana toiminnan kehittämistä. Opetusmoniste. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, Teknicaloudellinen tiedekunta.

Merikallio Tarja. Kosteusmittaus. Verkkodokumentti.
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK00s740.pdf>. Luettu 11.5.2019

Kunta asettaa täydet resurssit Kirkonkylän koulun kuntoon saattamiseksi. 2019. Verkkojulkaisu. <https://www.muho.fi/uutiset/muhoksen-kunta-asettaa-taydet-resurssit-kirkonkylan-koulun-kuntoon-saamiseksi/>. Luettu 19.4.2019

Pacwill Environmental. 2008. Verkkodokumentti.
<http://www.pacwill.ca/en/ProductsServices/6stage.htm>. Luettu 17.4.2019

Putus, Tuula. 2014. Home ja Terveys, Kosteusvauriohomeiden, hiivojen ja sädesienten esiintyminen sekä terveyshaitat, Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy

RIL 241–2016. Eritysmenettelyn soveltaminen. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Helsinki

RIL 250–2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Helsinki

RT 14–10984. Ohjetiedosto 2010. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. Helsinki. Rakennustieto Oy

RT 14–11239. Ohjetiedosto 2016. Rakennuksen lämpökuvaus. Helsinki. Rakennustieto Oy

SFS BS 8800. Suomen Standardisoimisliitto SFS, 2. painos 1998

SFS.fi Verkkodokumentti: <https://www.sfs.fi/>. Luettu 16.4.2019

SFS-EN ISO/IEC 17025 Suomen Standardisoimisliitto SFS. 2. painos 2005

SFS-EN ISO 9001 Suomen Standardisoimisliitto SFS. 4. painos 2008

Sisäilmaluokitus 2018. RT 07-11299. Ympäristöministeriö. Helsinki

Sisäilmayhdistys. 2019. Verkkodokumentti. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Mikrobitutkimukset/Naytteenotto>. Luettu 27.4.2019

Sisäilmayhdistys. 2016. Verkkodokumentti.
<https://www.sisailmayhdistys.fi/content/download/2891/19148/Sisem2016+Maria+Valkonen.pdf>. Luettu 11.5.2019

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

Talousarvion 2019 muutos / Kirkonkylän koulun hankinta. Verkkodokumentti. <http://muhos01.oncloudos.com/cgi/DREQUEST.PHP?page=meetingitem&id=20191530-1>. Luettu 19.4.2019

Terveydensuojelulaki 763/1994. Oikeusministeriö. Edita Publishing Oy. Verkkodokumentti. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763>. Luettu 12.5.2019

Työterveyslaitos. 2016 Verkkodokumentti https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2017/09/materiaalinaytteiden_mikrobimaaritykset.pdf. Luettu 11.5.2019

Työterveyslaitos. 2019 Verkkodokumentti. <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2019/04/Sisäympäristön-viitearvoja-23042019.pdf>. Luettu 11.5.2019

Työturvallisuuslaki 738/2002. Oikeusministeriö. Edita Publishing Oy. Verkkodokumentti. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>. Luettu 12.5.2019

Vaisala sovellusesite. 2019. Miten tulkita oikein mittalaitteiden suorituskykyä ja teknisiä tietoja. Verkkodokumentti. www.vaisala.com <https://www.vaisala.com/fi/media/3326>. Luettu 25.4.2019

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Osa I-V. Valvira 2016. <http://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys>. Haettu 5.5.2019

Ympäristöopas 29. 2018. (päivitetty versio) Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden korjausopas. lausuntoversio 3/2018§. Helsinki. Ympäristöministeriö.

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia Pitkäranta. Helsinki. Ympäristöministeriö. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>

1960-LUVUN KOULURAKENNUKSEN SISÄILMA- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Niklas Mehtonen

Investigo Oy Ab

TIIVISTELMÄ

Sisäilma- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen kohteena on vuonna 1964 rakennettu sekä monessa osassa laajennettu koulurakennus. Tutkimukseen kuuluu alkuperäisen rakennuksen lisäksi laajennusosat rakennettuja 1987 ja 1992. Tutkimuksen laajuus on noin 4400m², ja tavoitteena oli selvittää koulurakennuksen kuntoa tulevaa hankesuunnittelua varten sekä tunnistaa sisäilman laatua heikentävät tekijät. Tutkimus käsittää käyttäjien haastattelut, kosteusmitaukset, rakenneavaukset, näytteenotot (materiaalista ja sisäilmasta), haitta-aineet sekä ilmanvaihdon puhtauteen ja toimivuuteen liittyvät selvitykset.

Rakennuksessa on useita eri riskirakenteita. Ulkoseinät ovat pääosin tiili-villa-tiili rakenteisia ja alapohja kaksoisvalulaatta toja-eristeellä. Rakennuksen alla havaittiin myös ryömintätiloja, jotka eivät olleet tiedossa. Ulkoseinissä ja alapohjissa havaittiin laajalti mikrobikasvustoa ja muovimattopäällysteistä löytyi viitteitä emissiovaurioista. Yläpohjat ovat pääosin hyväkuntoisia.

Ilmanvaihtojärjestelmässä ei esiintynyt viitteitä mineraalikuituongelmasta eikä ilmanvaihdon puhtaudessa todettu suuria puutteita. Ilmanjaossa ja paine-erovaihtelussa todettiin puutteita. Sisäilman VOC-näytteissä ei havaittu toimenpiderajaa ylittäviä määriä VOC-yhdisteitä.

Tutkimuksen perusteella tavanomaista poikkeava olosuhde on tiloissa todennäköinen. Todettiin että rakennus on laajan peruskorjauksen ja -parannuksen tarpeessa, jotta tilat olisivat terveelliset rakennuksen käyttäjille.

1. JOHDANTO

Kosteus- ja mikrobivaurioita ovat hyvin yleisiä suomalaisissa rakennuksissa ja rakennuksen sisäilman laatuun vaikuttaa useat tekijät. Rakennusten sekä asuin- että työtilojen terveydellisistä oloista säädetään maankäyttö- ja rakennuslaissa, terveydensuojelulaissa ja työturvallisuuslaissa sekä lakien nojalla annetuissa asetuksissa ja määräyksissä ja näitä selventävissä ohjeissa.

Kosteus- ja sisäilmateknisellä kuntotutkimuksella selvitetään mahdollisten sisäilmaongelmien syyt ja vaurioiden laajuudet. Kuntotutkimus toimii pohjana korjaussuunnittelulle sekä korjauskustannuksien arviolle. Kuntotutkimus ja raportointi tässä kohteessa suoritettiin Ympäristöopas 2016:n mukaisesti.

2. TUTKIMUSKOHDE, TUTKIMUKSEN TAVOITE JA AINEISTO

Tutkimuksen kohteena oli 1964 rakennettu sekä monessa osassa laajennettu koulurakennus. Tutkimukseen kuului alkuperäisen rakennuksen lisäksi laajennusosat rakennettuja 1987 ja 1992. Laajennusosat, rakennettuja vuonna 1972 ja 2005, rajattiin pois tutkimuksesta koska ne ovat peruskorjattuja 2017. Rakennus on osittain kellarillinen ja siinä on 1 – 2 maanpäällistä kerrosta. Vuonna 1987 rakennettu laajennusosa toimii nykyään kunnan terveysasemana.

Tutkimuksen laajuus on noin 4400m², ja tavoitteena oli selvittää koulurakennuksen kuntoa tulevaa hankesuunnittelua varten sekä tunnistaa sisäilman laatua heikentävät tekijät. Tutkimuksessa selvitettiin myös rakennuksen sisällä olevat haitta-aineet, kuten asbesti ja PAH-yhdisteet.

Lähtötietona tutkimukseen oli kunnan oma selvitys rakennuksen rakennus- ja saneerausvuosista, muutama aiemmin tehty tarkastusraportti tietyistä tiloista sekä ark-, rak- ja iv-piirustuksia.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus aloitettiin tekemällä alustava tarkastus ja tutkimussuunnitelma. Tutkimussuunnitelmaa varten tuli tarkastettua rakennuksen ARK, RAK ja LVI-piirustukset sekä muut koulurakennukseen liittyvät dokumentit.

Haastattelemalla käyttäjiä pyrittiin selvittämään tilakohtaisia oireiluja sekä muita havaintoja.

Rakennuksessa suorettiin kosteusmittauksia, (pintakartoitus, viiltomittauksia sekä poramittauksia), rakenneavauksia sekä näytteenottoja. Rakenneavauksien avulla selvitettiin kaikkien rakenteiden rakennekerrokset. Tarvittavat mikrobi- ja haitta-aine materiaalinäytteet otettiin rakenneavauksien yhteydessä. Sisäilmaa tutkittiin sisäilman VOC-näytteillä. Tämän lisäksi mahdolliset kuitulähteet selvitettiin 2 viikon mineraalikuitulaskeumanäytteellä. Yhteensä otettiin 154 näytettä.

Rakennetutkimusten lisäksi myös ilmanvaihtojärjestelmää tutkittiin. Ilmanvaihtojärjestelmän kuntotutkimukseen kuului ilmamäärien mittauksen (pistokoemenetelmin), paine-erojen seurantamittaukset, ilmanjakotavat, iv-koneiden kunto sekä puhtauden taso.

4. TUTKIMUSTEN TULOKSET

4.1. Rakenneteknisten tutkimusten tulokset

Alkuperäinen rakennusosa on rakennettu vuonna 1964. Ulkoseinät ovat tiili-villa-tiilirakenteisia ns. piilosokkelilla, ja alapohjarakenne betonin päällä on puukoolattu lattia sekä

kaksoisvalulaatta toja-eristeellä. Välipohjat ovat umpibetonia ja yläpohja betoniholvi yläpuolisella mineraalivillaeristeellä. Mikrobivaurioita havaittiin laajalti alapohja- sekä ulkoseinä-rakenteissa. Mikrobivaurioita havaittiin myös pienellä alueella yläpohjassa. Vauriot johtuvat hyvin todennäköisesti pääosin puutteellisesta kosteustekniikasta. Rakennuksen alapuolella on osittain myös jo ennestään havaittuja sekä nyt löydettyjä ryömintätiloja. Ryömintätiloissa oli runsaasti rakennusjätettä sekä paikoitellen myös irtovettä. Muovimattopäällystetyissä tiloissa havaittiin betonissa viitteitä lattiapinnoitteen hajoamisesta.

Lisärakennus, rakennettu vuonna 1987, on terveysasemakäytössä. Tässä osassa on tiili-villa-tiili ulkoseinät, maanvarainen teräsbetonilattia alapuolisella EPS-eristeellä ja valettu yläpohja yläpuolisella mineraalivillaeristeellä. Tässä rakennusosassa havaittiin alapohjassa paikoitellen maakosteusrasitusta ja muovimattopäällysteessä viitteitä pinnoitteen hajoamisesta. Mikrobikasvustoa havaittiin ulkoseinien alaoissa sekä pienellä alueella yläpohjassa. Julkisivussa havaittiin epätiiveyksiä, ja ulkosienien mikrobikasvustot saattavat olla siitä peräisin.

Lisärakennus, joka on rakennettu 1992, on rakenteeltaan huomattavasti muita rakennusosia nykyaikaisempi. Alapohjana on koneellisesti tuulettuva ryömintätila, jonka kantava välipohja on toteutettu ontelolaatoilla. Eristeenä toimii EPS-eriste, joka on kiinnitetty onteloiden alapintaan. Ulkoseinät ovat tiili-villa-tiilirakenteisia, ns. piilosokkelirakenteella, mutta ulkoseinästä löytyy tuulettuva ilmarako. Välipohja ja yläpohja on toteutettu ontelolaatta rakenteella. Ulkoseinässä todettiin mikrobikasvustoa rajatulla alueella, ja sekä ykkös- että kakkoskerroksessa todettiin muovimattopäällysteessä viitteitä pinnoitteen hajoamisesta. Yläpohjarakenteessa ei todettu mikrobikasvustoa eikä muita vaurioita.

Asbestia havaittiin vinyylilaatoissa sekä niiden alapuolella olevassa mustassa liimassa. Asbestipinnoitteissa ei havaittu viitteitä hajoamisesta. Asbestia havaittiin myös yhden luokkahuoneen seinälevyssä.

Yli 200mg/kg PAH(16)-yhdisteitä sisältäviä materiaaleja ei havaittu. Ulkoseinän piki-eristeessä havaittiin kuitenkin jopa 190 mg/kg PAH(16)-yhdisteitä, jonka takia tämä on huomioitava suojauksen ja osastoinnin yhteydessä kun rakennusta korjataan.

4.2. IV-järjestelmän tutkimusten tulokset

IV-järjestelmänä toimii kaikissa rakennusosissa koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä. IV-järjestelmä koostuu viidestä ilmanvaihtokoneesta ja useasta huippuimureista. Ilmanvaihtokoneet hoitavat luokkahuoneiden sekä yleisten tilojen ilmanvaihto. Huippuimurit hoitavat wc-tilojen sekä keittiön poistoilmaa.

Miltei jokainen mitattu ilmamäärä poikkesi huomattavasti suunnitteluarvosta (piirustuksissa määrättyjä ilmamääriä). Sen lisäksi tulo- ja poistoilmat eivät olleet tasapainossa suhteessa toisiinsa. Tämä johtaa siihen, että monissa tiloissa oli alipainetta, osassa ylipainetta.

Ilman jako tiloissa todettiin olevan tyydyttävällä tasolla. Paikoitellen venttiilien sijainti oli sellainen, ettei ilmanjako toteutuu riittävällä tavalla tai että venttiilien eteen on asennettu esim. sähkökaapelikiskoja tai vastaavaa, joka hankaloittaa sekä ilmanjakoa että venttiilien säätämistä. Havaittiin myös puutteita siirtoilmareiteissä. Muun muassa wc-tilojen ovet olivat hyvin tiiviit, vaikka siirtoilmareitti oli suunniteltu oven alta.

4.3. Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset

Paine-eroseurannan avulla todettiin, ettei ilmanvaihto ole tasapainossa. Rakennuksessa vallitsee pääosin alipainetta, mikä lisää riksi, että epäpuhtaudet pääsevät rasittamaan sisäilmaa.

Minkään VOC-yhdisteen yksittäinen pitoisuus tai kokonaispitoisuus (TVOC) ei ylittänyt Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksen toimenpiderajaa VOC-näytteissä. VOC-näytteissä havaittiin paljon yhdisteitä, jotka voivat olla peräisin puhdistus- ja desinfiointiaineista sekä lattiavahasta. Osassa rakennuksessa suoritettiin siivousta lukuvuoden jälkeen, kun näytteitä otettiin ja terveysasemaosasta löytyy paljon desinfiointiaineita. Näytteissä havaittiin yhdisteitä, jotka ovat kosteus- ja mikrobivaurioon viittaavia yhdisteitä.

Kahden viikon laskeumasta mitattuja teollisia mineraalikuituja ei ylitä Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksen toimenpiderajaa. Todettiin ettei rakennuksessa ole normaalisti suurempaa mineraalikuitulähdettä.

4.4. Altistumisen arviointi

Altistumisolosuhteiden arvioinnin avulla tarkastellaan rakennuksesta, sen järjestelmistä sekä tilojen käytöstä ja toiminnasta peräisin olevien epäpuhtauslähteiden vaikutusta kokonaisvaltaisesti rakennukseen ja sen tilojen altistumisolosuhteisiin.

Rakennuksessa ei suoritettu merkkiainekokeita. On hyvin yleistä rakennetyypille ja rakennusajankohdalle, että eristekerroksesta on alapohjan ja pystyrakenteiden liittymissä ilmayhteys sisäilmaan. Muurattu sisäkuori ei ole täysin ilmatiivis ja silmämääräisesti osattiin havaita epätiiveyskohtia ikkunoiden ja ulkoseinän liittymissä. Yläpohjasta ei todettu aistinvaraisesti ilmayhteyttä sisäilmaan. VOC-yhdisteet ja teolliset mineraalikuidut olivat tavanomaisella tasolla.

Tehtyjen tutkimusten perusteella voidaan todeta, että vuonna 1964 rakennetussa rakennusosassa poikkeava altistumisolosuhde on todennäköinen ja paikoitellen jopa erittäin todennäköinen. Vuonna 1987 rakennetussa osassa poikkeava altistumisolosuhde voidaan arvioida todennäköiseksi ja vuonna 1992 rakennetussa osassa mahdolliseksi.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA KORJAUSSUOSITUKSET

Rakennuksessa on havaittu laaja-alaisia vaurioita ja altistuminen on todennäköinen. Rakennus on laajan peruskorjauksen ja -parannuksen tarpeessa. Myös LVIS-järjestelmät ja vaurioiden korjaukset pitää sisällyttää korjaukseen, jotta rakennus olisi tulevaisuudessa turvallinen ja terveellinen käyttää. Käyttöä turvaavina toimenpiteinä on suositeltu ilmanmäärien riittävyyden varmistaminen, ilmanvaihdon tasapainottaminen, paikalliset tiivistyskorjaukset sekä ryömintätilojen puhdistaminen. Korjauskustannukset ovat arvioitu noin neljään miljoonaan euroon.

6. KIITOKSET

Kiitokset kunnalle mahdollisuudesta tutkia kyseisestä kohdetta ja ohjaajalle Timo Turuselle asiantuntevasta ja tarkasta ohjauksesta.

7. LÄHDELUETTELO

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa I-V, 2016, Valvira

Lappalainen S., Reijula K., Tähtinen K., Latvala J., Hongisto V., Holopainen R., Kurttio P., Lahtinen M., Rautiala S., Tuomi T., Valtanen A. 2017. Ohje työpaikkojen sisäilmaongelmien selvittämiseen.

Meklin T., Putus T., Hyvärinen A., Haverinen-Shaughnessy U., Lignell U., Nevalainen A. 2008. Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Kansanterveyslaitos.

RT 14-10984. 2010. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus

RT 20-11160. 2014 Haitta-ainetutkimus, rakennustuotteet ja rakenteet

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

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017)

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017)

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

KOULURAKENNUKSEN KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Niina Varjo

Päijät-Hämeen hyvinvointiyhtymä

TIIVISTELMÄ

Kuntotutkimuksen tarkoituksena oli koostaa kokonaisvaltainen kuvaus vuonna 1962 valmistuneen ja 1997 peruskorjatun koulun sisäilma- ja kosteusteknisestä tilasta ja pyrkiä ratkaisemaan syitä tiloissa koetuille oireille ja kokemuksille sekä selvittämään rakennuksen korjaustarpeita.

Rakenneavauksia sekä näytteidenanalysointia sisältävässä kuntotutkimuksessa havaittiin, että merkittävin rakennuksen sisäilmanlaatuun vaikuttava tekijä on kapillaarikosteuden nousu lattioiden pinnoitteiden alle kotitalousluokka- ja opettajainhuonesiivissä. Kosteuden nousun johdosta muovimattopinnoitteet ja niiden liima-aineet ovat käymisreaktiossa. Käymisreaktion myötä vapautuu haihtuvia orgaanisia yhdisteitä eli ns. VOC –kaasuja, jotka vuotoreittien kautta pääsevät sisäilmaan aiheuttaen hajuhaittoja ja mahdollisia oireita tilojen käyttäjille. Lisäksi kapillaarikosteuden nousun vaikutuksesta kaksoislaatan välissä oleva alkuperäinen lastuvillaeriste on mikrobivaurioitunut.

Syynä kapillaarikosteuden nousulle on v.1997 tehdyn viemäriinjan asennusvirhe. Tuolloin kosteuskatkona ollut bitumisivelyllä eristetty pohjalaatta on poistettu, eikä uusien viemäriinjojen kohdalle ole asennettu eristettä eikä kosteuden nousukatkoa, vaan pintalaatta on valettu suoraan hiekan päälle.

Merkkiainekokein todennettiin, että alapohjasta on ilmayhteys luokkatiloihin ulkoseinän ja lattiarakenteen epätiivelyskohdista. Kyseisissä luokkatiloissa on yritetty tehdä tiivistyksiä lattian ja ulkoseinien rajaan, mutta tiivistyskorjaukset on tehty ulkoseinien jälkikäteen lisäeristetyin levyrakenteen koolaukseen. Tiivistyskorjaus ei siten ulotu ulkoseinän alkuperäisen betoniseinän ja lattian rajaan, ja näin ollen ilmavuodot ovat edelleen heikentämässä sisäilmaolosuhteita.

Vuonna 1962 rakennettujen koulutilojen osalta on todettavissa tavanomaisesta poikkeavan altistumisolosuhteen todennäköisyys ja että koulurakennuksessa on moninaista korjattavaa, joista kotitalousluokkasiiven sekä opettajainhuonesiiven alapohjan korjaaminen ovat oleellisia.

1. TUTKIMUSTEN TARKOITUS JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Kuntotutkimuksen tarkoituksena oli koostaa kattava kuvaus vuonna 1962 valmistuneen koulun sisäilma- ja kosteusteknisestä tilasta ja pyrkiä ratkaisemaan syitä tilassa koetuille oireille ja kokemuksille. Lisäksi tutkimuksella on haettu taustatietoa rakennuksen korjaustarpeille ja aikataulutukselle.

Kohteessa suoritettiin aistinvaraisten havaintojen tueksi olosuhdemittauksia, kosteusmittauksia, merkkiainekokeita, rakenteiden avauksia sekä otettiin materiaali- ja pyyhintäpölynäytteitä laboratorioanalyysiin. Materiaalinäytteet otettiin ja analysoitiin Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen osan IV ohjeiden mukaisesti. Ilmanvaihdon toimivuutta tarkasteltiin mittaamalla sisä- ja ulkoilman paine-eroa. Muutamissa luokkatiloissa mitattiin sisäilman lämpötilaa ja kosteutta. Tuloilmakoneiden puhtautta ja toimivuutta tarkasteltiin aistinvaraisesti. Kosteuskartoituksessa tilannetta arvioitiin pintakosteusilmaisimella yleisellä tasolla. Tiloja ei käyty läpi systemaattisesti vaan mittaukset tehtiin ns. riskipaikoista ja satunnaisotantana seinä- ja lattiarakenteista. Pintakosteustutkimuksin saatuja havaintoja tarkennettiin lattiapinnoitteen alta tehdyllä viiltomittauksilla. Varsinaiset kosteusmittaukset tehtiin RT-kortissa 14-10984 kuvatulla porareikämittauksella. Rakennneosien välistä ilmatiiviyttä tutkittiin merkkiaineanalysaattorilla. Kokonaisuudessa tutkimus tehtiin Ympäristöopas 2016 ”Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus” mukaisesti.

2. HAVAINNOT JA JOHTOPÄÄTÖKSET

2.1 Perustukset ja alapohjarakenteet

Koulun alapohjarakenteena on maanvarainen betonilaatta alapuolisella lämmöneristeellä. Osin alapohja on lastuvillaeristettyä kaksoislaattarakennetta. Piharakennuksen lattiarakenteena on huoneiston toisessa päässä, puukoolattu lattia mineraalivillaeristeellä, maanvaraisen betonilaatan päällä. Laatan yläpinnassa on bitumisively. Lattian betonilaatan alta puuttuu lämmöneriste, jonka vuoksi kosteus voi laatan reuna-alueilla tiivistyä mineraalivillan ja betonilaatan väliin. Kiinteistön toisessa päässä, teknisen työn luokassa on muutoin edellä todettu lattiarakenne, mutta siinä ei ole lämmöneristettä lainkaan. Betonilaatan välissä on bitumisively estämässä kosteuden nousua.

Maanvaraiset laatat on pinnoitettu paikoin liimatulla muovimatolla ja tiivistyskorjatulla alueella kuivapuristelaatoilla. Maanvaraisen betonilaatan päälle liimattu muovimatto on nykytietämyksen mukaan riskirakenne, jolloin maton alapintaan voi nousta kapillaarikosteutta. Kosteuden johdosta muovimaton ja sen liimojen osalta voi käynnistyä käymisreaktio synnyttäen VOC-yhdisteitä.

Iltapäiväkerhotilassa on ilmastettu alapohjarakenne, eli maanvaraisen laatan päällä on alipaineistettu tila ja varsinainen lattiapinnoite eli muovimatto sen päällä.

Maanvaraisen laatan alla menee vanhat lämpöputkikanaalit, jotka on eristetty Toja -levyllä. Putket on katkaistu v. 1997 tehdyn remontin aikana, joten kanaali on nykyään tarpeeton.

Tehtyjen tutkimusten perusteella todettiin, että v. 1997 viemäriremonttia tehdessä on lattioista timanttileikattu (roilotettu) kaksoislaatan alempi betonilaatta pois luokkatilojen 107-111 ja 118 sekä osin kotitalousluokan 106 ja opettajanhuonesiiven osalta. Remontin yhteydessä roilotetulle alueelle ei ole tehty kapillaarisen kosteuden nousua estävää katkoa. Sen sijaan roilotetun viemäriinjan ympärille on asennettu hienojakoista hiekkaa, jota pitkin maaperäkosteus on päässyt nousemaan pintabetonilaattaan saakka. Kosteuden nousun myötä kaksoislaatan välissä oleva toja -levy on kastunut.

Tutkimuksissa havaittiin, että opettajanhuone –siiven osalta hieno hiekkatäyttö on painunut ajan kuluessa, alapohjalaatta niin sanotusti kelluu täytön päällä ja kosteus ei näin ollen pääse laattaan nousemaan. Alapohjarakenteen toja -levystä tutkittiin materiaalinäytteitä, joissa oli aistinvaraisesti havaittavissa voimakas mikrobiperäinen haju. Laboratoriotutkimukset osoittivat myös vahvaa viitettä mikrobivauriosta. Viemäriinjojen kohdalla viiltomittauksin todennettiin, että mattojen liima oli osin märkää ja maton alapinnasta ja liima-aineista emittoi voimakas kemikaalimainen haju. Lattiapinnoitematosta otetuista Bulk -näytteistä todettiin laboratoriotutkimuksin, että muovipinnoitteen alla on käynnissä käymisreaktio, eli näytteen TVOC – pitoisuus ylittää TTL:n viitearvon.

Kellarikerroksen teknisten tilojen lattioissa todettiin pintakosteudenosoittimella kohonneita kosteuspitoisuuksia. Lattialla oli silminnähden vesialueita ja aistittavissa kostea ilmanala ja vahva mikrobiperäinen haju. Kellarikerroksen ip-kerhotilan osalta todettiin savukokein, että ilmavirtaus oli sisätilasta ilmastetun lattiarakenteen suuntaan. Sen sijaan kerhohuoneessa oli pistävä kumimainen haju, jonka oletettiin emittoituvan lattian kumipinnoitteesta.

Käsityöluokkatilan lattian eristetilasta otettiin rakenneavauksen yhteydessä materiaalinäyte mikrobiologisiin tutkimuksiin. Näytteessä ei todettu mikrobivaurioon viittaavaa kasvua.

2.2 Ulkoseinärakenteet

Päärakennuksen julkisivujen seinärakenne on betonirunko – mineraalivilla – tiilimuuraus. Vähäisiä rakennekorjauksia sisäpuolisine pinnoitteiden uusimisineen on tehty v. 1997 remontin yhteydessä. Tuolloin on lisätty sisäpuolelle lisälämmöneriste pinnoitelevyineen. Lisäksi luokkasiivessä (luokkahuoneet 107-111) on yritetty tehdä tiiveyskorjauksia lattian ja ulkoseinän sisäpinnan rajaan maaperästä nousevien epäpuhtaiden ilmavirtauksien ehkäisemiseksi.

Käsityöluokkarakennuksen ulkoseinärakenteena on betoninen ulkokuori sisäpuolisella bitumisivelyllä, eristevilla ja sisäpuolen tiilimuuraus. Kyseinen seinä on riskirakenne, joka mahdollistaa kosteuden tiivistymisen tiilen ja eristeen väliin.

Luokkahuoneiden 107-111 osalta ulkoseinään tehtiin rakenneavauksia ja todettiin, että lattian ja ulkoseinän rajapinnat on tiivistetty ulkoseinän sisäpuoleisen levytyksen pintaan (ei alkupe räiseen ulkoseinärakenteeseen). Merkkiainetutkimuksin havaittiin, että alapohjan alta oli ilmavirtausta alkuperäisen ulkoseinän ja sisäpuoleisen lämmöneristyksen väliin ja sieltä edelleen sisäilmaan.

Kellaritiloissa maapaineseinään tehtyjen poratulppamittausten ja aistinvaraisten havaintojen perusteella todettiin, että maakosteus nousee kellarin kantaviin seinä- ja alapohjarakenteisiin.

Käsityöluokkien ulkoseinärakenteen rakenneavauksen ja materiaalinäytteen laboratorioanalyysin perusteella ulkoseinän näytteestä havaittiin heikko viite vauriosta

2.3 Yläpohjarakenteet

Koulun yläpohjarakenne on betonirakenteinen ylälaattapalkisto. Kattorunko on puurakenteinen, vesikate konesaumattua peltiä. Vesikatteen muoto on paikoin harjakattoa, paikoin pulpettikattoa. Koulun käytävälinoilla on kupumaisia kattoikkunoita. Räystäälle on asennettu sulanapitokaapeleita.

Tutkimuksessa havaittiin vesikaton maalipinnan ja sulanapitokaapeleiden rikkoontuneen lukuisista kohdista. Yläpohja on matala ja tiivis ja sen vuoksi tuuletus harjalinjalla olevien tuuletuspisteiden kautta on erittäin vähäistä. Räystäslinjan lämpövuodon myötä syntynyt jääpato sekä yläpohjan riittämätön tuuletus on aiheuttanut kondensoituneen kosteuden valumista opettajanhuonesiiven ikkuna- ja seinärakenteisiin. Vesikatteen aluskate oli räystäslinjan kohdalla ruttaantunut/väärin asennettu, jonka vuoksi aluskatteelle muodostunut vesi on päässyt valumaan ulkoseinärakenteen sisään.

Kuntotutkimuksessa havaittiin, että kattoikkunoiden kautta on tullut sade- ja sulamisvesiä sisään. Lähes kaikkien kattoikkunakupujen tiivisteiden todettiin olevan pois paikoiltaan. Lisäksi iv-koneiden läpiviennit todettiin olevan epätiivisiä.

2.4 Välipohja- ja väliseinärakenteet

Välipohjarakennetta on kellarikerroksen yläpuolella, muutoin koulu on maanvaraisella perustuksella. Välipohjarakenteena on kaksoislaatta, jonka välissä on eristeenä toja -levy.

Koulun kantavat väliseinärakenteet ovat betonirakenteisia, kevyet väliseinät ovat tiilimuurat-
tuja tai osin puurunkoisia levykoteloituja seiniä. Kantavien betonisten väliseinien alla on vahvikeanturat. Kyseinen rakenneratkaisu on riskirakenne, joka voi nostaa maaperän kosteutta seinärakenteeseen.

Välipohja- ja väliseinärakenteiden osalta ei tutkimuksissa havaittu rakennepoikkeamia.

2.5 Pintarakenteet, ovet, ikkunat ja irtaimisto

Kohteen pintarakenteet ja ikkunat on uusittu v. 1997 tehdyn remontin yhteydessä. Pintarakenteet ovat maalattua gybroc- levyä tai maalattua tiili-/betonirakennetta. Alaslaskukatot ovat kuitulevypohjaista sisustuslevyä. Lattiapinnoitteena on liimattu muovimatto, lukuun ottamatta tekstiilityön luokkaa, jossa on lakattu puulattia.

Ikkunat ja pintarakenteet olivat luonnollista kulumaa lukuun ottamatta asianmukaisessa kunnossa.

Luokkatiloissa on runsaasti tekstiilipinnoitteisia, pellavaöljymäistä hajua emittoivia ilmoitustauluja.

3. TOIMENPIDESUOSITUKSET

Kuntotutkimukseen perustuen esitetään yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä:

Korjaustoimenpiteet, jotka tulisi tehdä mahdollisimmin pian:

- Vesikaton rikkoutuneet maalipinnat ja sulanapitokaapelit tulee korjata. Yläpohjan tuuletusta tulee parantaa opettajahuonesiiven osalta sekä aluskatteen virheet korjata oikomalla aluskate räystäslinjan kautta.
- Tilat, joissa tutkimuksin todettiin alapohjalaatan kapillaarikatkon pettäneen ja maakosteuden rasittavan rakennetta, voidaan korjata ”kevyesti” ja tilojen käyttöaikaa pidentää 3-5 vuotta. Kevyeksi korjaustoimenpiteeksi ehdotetaan lattiapinnoitteen poistamista sekä betonilaatan, seinän ja lattian rajakohdan tiivistämistä sementtipohjaisella tiivistysmateriaalilla ja pinnoittamalla lattia vesihöyryn läpäisevällä kuivapuristelaatalla.
- Käytävällä 113 ja 102 sijaitseva vanha putkikanaali tulisi alipaineistaa /poistaa kokonaan.
- Kellaritilojen ilmanvaihdon taso tulisi tarkistaa ja asentaa ympärivuorokautiseksi. Koko kiinteistön ilmanvaihto tulee säätää lähelle tasapainotilaa. Ilmanvaihtoa säädettäessä tulee mitata ja huomioida myös paine-ero ulkovaipan yli.
- Mikrobivaurioitunut lämmönjakohuone tulee alipaineistaa, ja poistoputkitus, kaikkien kellarikerroksen alipaineistusten osalta johtaa vesikaton yläpuolelle. Lämmönjakohuoneeseen tulee rakentaa pumppukaivo, jotta pohjavesi saadaan pidettyä lattiarakenteiden alapuolella.
- Kellarikerroksessa sijaitsevan sähköpääkeskuksen hajuhaitta tulee poistaa tiivistämällä maaperään ja rakenteisiin menevät läpiviennit.
- Käytävillä ja luokkatiloissa olevat tekstiilipintaiset ilmoitustaulut suositellaan poistettavaksi

Korjaustoimenpiteet, jotka suositellaan tehtävän 1- 3 vuoden kuluessa:

- Mineraalivillakuitulähteet tulee poistaa (poistamalla kuitulähteet tai kapseloida ruiskumaa-laamalla), jonka jälkeen tiloissa tulee suorittaa kuitupölysiivous.
- Kiinteistön perusmuuri- ja sadevesijärjestelmäremontin jäljiltä työt tulisi saattaa loppuun (perusmuurin hilseilevän maalipinnoitteen poistaminen ja uusiminen).

Korjaustoimenpiteet, jotka tulisi tehdä 5 - 8 vuoden kuluessa:

- Alapohjarakenteet tulee korjata kaikissa niissä tiloissa, joissa vuoden 1997 remontissa runkolaatan kapillaarikatko on rikottu viemäriinjoja tehtäessä.
- Kellaritiloista tulee poistaa hengittämättömät lattiapinnat (muovimatot), sekä betonirakenteet ja maamassat, myös iltapäivätoiminnan tiloista.
- Tekstiilityön luokan puukoolattu lattia, eristetila ja betonilaatta tulisi poistaa. Lisäksi lattian ja ulkoseinän rajapinnan tiiveyttä tulisi parantaa.

4. KIITOKSET

Työni ohjaajinani on toiminut RTA Tuukka Korhonen Polygon Finland Oy:stä ja tutkimusprofessori Anne Hyvärinen THL:sta. Olen kiitollinen heiltä saamastani tuesta ja ohjauksesta noin vuoden kestäneen opinnäytetyöprosessin aikana.

Opinnäytetyön ohjaajien lisäksi haluan kiittää työnantajaani, Päijät-Hämeen hyvinvointiyhtymää ja esimiestäni Silja Mäkelää mahdollisuudesta suorittaa työnohessa tämä vaativa koulutus. Erityisesti haluan kiittää perhettäni, vanhempiani ja appivanhempia tuesta ja joustavuudesta arjen pyörittämisessä aikaa vaatineiden opintojeni sekä työ- ja luottamustehtävieni aikana.

”Puhuessasi toistat vain sitä minkä jo tiedät. Mutta jos kuuntelet, saatat oppia jotain uutta.”

— Dalai Lama —

5. LÄHDELUETTELO

Altistumisen arviointi sisäilmaston laatuun vaikuttavien tekijöiden perusteella. Sisäilmayhdistys raportti 33. SIY Sisäilmatieto Oy, 2015. Pietarinen ym.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, 8/2016, Valvira

Bulk-emissioiden viitearvot eri materiaalityypeille. Työterveyslaitos, 2016.

Hyvät tutkimustavat betonirakenteisten lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin. Itä-Suomen Yliopisto, Kuopio 2013. Keinänen H.

Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Työterveyslaitos 2017. Lappalainen ym.

RT 14-11197 (2015). Rakenteiden ilmatiiveyden määrittäminen.

Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen, Opetushallitus 2008. Toim. Vesa Asikainen.

Sosiaali- ja terveysministeriö 2015. Asetus (545/2015) asunnon tai muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyys vaatimuksista.

Terveydensuojeluasetus (1280/1994)

Terveydensuojelulaki (763/ 1994)

Uusien lattiamuovipäällysteiden emissiot. Sisäilmayhdistys raportti 32. SIY Sisäilmatieto Oy, 2014. Backlund ym.

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

SEURAKUNTAKESKUKSEN KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Jyrki Sundelin

Insinööritoimisto Levola Oy

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa tuli esille tekijöitä, jotka aiheuttavat tilojen säännölliselle ja toistuvalla käytölle sisäilman kannalta riskejä. Ensimmäisessä kerroksessa on alaslaskettuja sisäkattorakenteita, joissa on todettu vesikattovuotojen aiheuttamia laaja-alaisia kosteusvaurioita. Molempien kerrosten lattioiden muovimatoissa esiintyy ainakin paikallista kosteuden aiheuttamaa vaurioitumista. Tilojen tasopinnoilla esiintyy teollisia mineraalikuituja määrinä, joiden tiedetään aiheuttavan oireilua. Ilmanvaihtojärjestelmän toimimattomuus pienentää tuloilman määrää ja laatua sekä lisää altistumista alipaineistamalla rakennusta ja näin lisäämällä rakenteista tapahtuvien ilmapuotojen määrää. Tiloja säännöllisesti käyttävien haitallinen altistumisolosuhde em. epäpuhtauksille on erittäin todennäköinen. Satunnaisesti tiloja käyttävien haitallista altistumista voidaan pitää epätodennäköisenä.

1. JOHDANTO

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tiloissa epäillyn sisäilmaongelman syyn aiheuttajaa/aiheuttajia ja mahdollisia riskitekijöitä sekä esittää jatkotoimenpide-ehdotukset.

2. KOHDE JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Kohde on vuonna 1976 valmistunut osin 2 -kerroksinen, rinnetontilla sijaitseva seurakuntakeskus. Rakennus on perustettu betonipaalujen ja teräsbetonianturoiden varaan. Rakennus on tiili-/betonirunkoinen. Rakennuksessa on maanpäällinen kerros, jossa sijaitsevat mm. toimisto-, kerho- ja keittiötilat sekä seurakuntasali. Kellarikerroksessa sijaitsee mm. kerho- ja varastotiloja, saunaosasto sekä tekniset tilat. Rakennuksen kellarikerros sijaitsee lähes kokonaan maanpinnan alapuolella. Kellarikerroksen perustamiskorkeus lisää seinien alaosiin ja alapohjaan kohdistuvaa kosteusrasitusta.

Rakennuksessa epäillään sisäilmaongelmia henkilökunnan oireilun perusteella.

Käytettävissä olleet asiakirjat ja saadut tiedot

- Alkuperäiset suunnitelma-asiakirjat
- Rakennuksen korjaus- ja huoltohistoriatiedot
- Kosteus- ja vahinkokartoitusraportteja
- Asbesti- ja haitta-ainekartoitus raportit
- Kiinteistön rakennustekninen kuntoarvio
- LVIS-tekninen kuntoarvio

2.1 Tutkimuksessa käytetyt menetelmät

Tutkimusmenetelminä käytettiin aistinvaraisten havaintojen lisäksi kosteusmittauksia ja rakenneavauksia sekä materiaalinäytteiden laboratorioanalyysijä. Ilmavirtauksia ja ilmanvaihdon toimivuutta tutkittiin aistinvaraisesti ja paine-ero mittauksin.

Taulukko 1. Mittauskalusto

Laite/ mittari	Tyyppi/ malli	Huom.
Pintakosteusilmaisim	Gann Hydrotect LG3 + anturi Gann B50	Pintakosteusilmaisimella etsitään kosteuseroja rakenteista, ei suoriteta varsinaisia mittauksia. Mittausalue 0-199 (yksiköittämiä lukemia).
Puunkosteuden mittaaminen	Gann Hydrotect LG3 + piikkianturit	Puun kosteuden raja-arvona pidetään 16...20 paino%:a
Suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittaus	Vaisala HMI41 (näyttölaitte) ja mittapää HMP42 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)
Merkkiainekoekalusto	Trotec T3000 + anturi ja 5% vetykaasu	Ilmavuotojen tutkiminen
Paine-eromittari	SwemaMan 7	Rakennuksen painesuhteiden selvittäminen
Paine-erologgeri	Miran PL-D1	Painesuhteiden seurantamittaus ja tallennus
Lämpökamera	Flir E4	Pintalämpötilojen mittaus ja ilmavuotojen paikallistaminen

Ulkoseinän ja sen liittymien tiiveyden selvittämiseksi tehtiin merkkiaine tutkimus. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää mahdollisten epäpuhtauksien kulkeutuminen seinärakenteen läpi.

Rakennuksen ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin hetkellisesti sekä noin 2 viikon mittaisella seurantamittauksella. Seurantamittaus tehtiin samanaikaisesti neljästä eri tilasta, jotka merkitty alla oleviin pohjapiirroksiin. Tilat valittiin siten, että ne kuvaavat kattavasti rakennuksessa vaikuttavia painesuhteita.

Lattiapinnoitteista otettiin kolme materiaalinäytettä ja ulkoseinien lämmöneristeistä kuusi materiaalinäytettä mikrobimäärityksiä varten. Materiaalinäytteiden VOC-yhdisteet tutkittiin bulk-emissio mikrokammioilla. Materiaalinäytettä punnittiin kammioon, jonka kautta johdettiin puhdasta ilmaa Tenax TA- tai Tenax TA-Carbigraph 5TD – putkeen. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) näytteet kerättiin sisäilmasta näytteenottopumpulla Tenax TA – putkeen. Adsorptiputkeen adsorboituneet emissiotuotteet analysoitiin Työterveyslaitoksella.

3. KUNTOTUTKIMUSTEN TULOKSET

3.1. Ulkopuoliset alueet ja kuivausjärjestelmät

Maanpinnan kallistukset rakennuksen vierustalla ovat paikoin tasaiset ja rakennukseen päin viettävät. Maanpinnan tulisi kallistaa rakennuksesta poispäin, jotta sade- ja sulamisvedet eivät

pääse rakennuksen vierustalle ja aiheuta ylimääräistä kosteusrasitusta. Lisäksi maanpinnan ja lattian välinen korkeusero on vähäinen.

Maanpinnan korkeusasema ja rakennuksen vierustan maanpinnan tasaisuus ja painanteisiin kerääntyvä vesi aiheuttavat perustus- ja alapohjarakenteelle ylimääräistä kosteusrasitusta. Ulkoseinissä ja sokkeleissa on kosteuden aiheuttamia vauriojälkiä. Rakennuksen kellarikerros sijaitsee lähes kokonaan maanpinnan alapuolella. Ulkoseinärakenteena maanvastaisilla osilla on kantava betoniperusmuuri.

Kattovedet syöksytorvista päätyvät paikoin rakennuksen vierustalle. Tämä aiheuttaa ylimääräistä kosteusrasitusta perustus- ja seinärakenteille. Syöksytorvien kohdalla sokkelissa ja seinässä esiintyy sammal- ja leväkasvustoa. Ulkoseinässä ja sokkelissa on kosteuden aiheuttamia vauriojälkiä. Vesikatteen alla olevassa seinärakenteessa oli laaja-alaisia kosteuden aiheuttamia vauriojälkiä. Sadevesijärjestelmän epätiivisyys aiheutti kosteusrasitusta ulkoseinä- ja perustusrakenteille.

Perusmuuri eli sokkeli on betonirakenteinen. Sokkelissa ja seinän alaosassa esiintyy kosteuden aiheuttamia jälkiä, maalipinnan hilseilyä sekä sammaloitumista. Rakennuksen seinustalle ulottuva nurmialue, kasvillisuus lisäävät kosteusrasitusta perustus- ja seinärakenteille.

Salaojien toimivuutta arvioitiin aikaisemman tutkimuksen tulosten perusteella. Salaojajärjestelmän kuvauksessa tehtyjen havaintojen perusteella, salaojajärjestelmän toimivuudessa on todettu toiminnallisia puutteita. Putken ovat paikoin notkolla ja tukkeutuneet.

Ulkoseinillä ei ole kosteusrasitukselta suojaavia räystäsrakenteita. Ulkoseinien yläosissa olevien reunapeltien ulottumat ulkoseinille ovat vähäiset eikä ns. myrsky- eli vastapeltejä ole asennettu; viistosateiden ja tuiskulumien on mahdollista päästä ulkoseinärakenteisiin aiheuttamaan ylimääräistä kosteusrasitusta.

3.2. Perustukset, kellarikerros ja alapohja

Rakennus on perustettu betonipaalujen ja teräsbetonianturoiden varaan. Alapohjarakenteena on suunnitelma-asiakirjojen perusteella maanvarainen betonilaatta, jonka päällä on lämmöneriste ja pintabetonilaatta. Alapohjarakenteeksi todettiin aikaisemmassa tutkimuksessa tehdyn rakenneavauksen perusteella olevan maanvastainen kaksoislaattarakenne laattojen välisellä lämmöneristeellä (styrox). Täyttömaan todettiin olevan hienojakoista ja kosteaa hiekkaa.

Maanpaineseinät ovat betonirakenteiset ja mineraalivilla eristeiset sisäpuolisella tiilimuurauksella. Sisäpuolisen tiilimuurauksen alaosissa on paikoin näkyviä kosteuden aiheuttamia vaurioita.

Kellarikerroksen rakenteet kartoitettiin pintarakennekosteudentunnistimella. Kosteudentunnistin havaitsee kosteuden 2-5 cm:n syvyydeltä. Pintarakennekosteudentunnistimella tehdyn tarkastelun perusteella, maanvaraisessa betonilaatassa havaittiin kohonneita kosteusarvoja. Kellarikerroksen alapohjarakenteena on maanvarainen alapohja. Lattiapinnoitteina on käytetty muovimattoa, klinkkerilaattaa ja betonimaalia.

Kellarin pintarakenteissa on nähtävissä useita vanhoja kosteusvauriokohtia. 1. kerroksen alapohjana kellarillisella osalla paikalla valettu teräsbetoniholvi ja maanvastaisella osalla alapohjarakenteena on suunnitelma-asiakirjojen perusteella maanvarainen betonilaatta, jonka päällä

on lämmöneriste ja pintabetonilaatta. Maanvastaiseen alapohjaan kohdistuu maaperästä aiheutuvan kosteusrasituksen lisäksi tiiliverhouksen läpi kulkeutuvien sade- ja vuotovesien aiheuttama kosteusrasitus. Seinän alaosassa ja sokkelissa on kosteuden aiheuttamia vauriota sekä rakennuksen ulko- että sisäpuolella. Kosteusvauriojälkiä ravintolatilán ulkoseinán sisäpinnassa.

3.3. Sisäkatot ja ulkoseinä

Sisäkatoissa on vanhoja vuotojälkiä mm. kattoikkunoiden ympärillä. Tutkimushetkellä ei vaurioituneissa kohdissa havaittu kohonneita kosteuspitoisuuksia. Yläpohjan aikaisemman vesivahingon korjausalueen rajalle tehtiin rakenneavaus. Sisäkattorakennetta tutkittiin rakenneavauksesta Rakenneavauksen perusteella kaikkia vaurioituneita rakenteita ei ole uusittu. Tarkastushetkellä sisäkatto- ja yläpohjarakenteet olivat kuivia.

Ulkoseinán rakenteena on tiilimuuraus, lämmöneriste ja julkisivun tiiliverhous. Ulkoseinien alaosan eristetilasta otettiin kuusi materiaalinäytettä mikrobimäärityksiä varten. Materiaalinäytteiden analyysivastauksen perusteella näytteissä ei ollut mikrobikasvua.

3.4. WC- ja Keittiö -tilat

WC-tilojen lattiat ovat betonirakenteiset ja pinnoitteena on kaakeli/muovimatto. Seinät ovat kivi- ja levyrakenteisia seinäpinnoitteena on kaakeli/muovimatto. Lattiakaivojen pohjaosat ovat valurautaa, korokerenkaat ovat muovia. Lattiakaivojen liittymät eivät arvion mukaan ole tiiviitä. Pintarakennekosteudentunnistimella tehdyn tarkastelun perusteella ei havaittu poikkeavaa kosteutta.

Keittiön levyrakenteisen väliseinán alaosissa on kosteuden aiheuttamaa vaurioitumista. Pintarakennekosteudentunnistimella tehdyn tarkastelun perusteella ei havaittu poikkeavaa kosteutta. Kylmätilán jäädyttämisen seurauksena tapahtuu kosteuden tiivistymistä rakenteisiin. Jäähdytettävän tilán rakenteet tulee suunnitella ja rakentaa kosteusteknisesti toimiviksi.

3.5. Vesikatto

Vesikattomuotona on tasakatto ja vesikatteenä on huopakate. Matala räystäsrakenne aiheuttaa riskin katolle lammikoituvien sade- ja sulamisvesien pääsemisestä katto- ja seinärakenteen sisälle. Eteistilán yläpohjaan tehtiin tarkastusaukko kohtaan, jossa oli näkyvissä kosteuden aiheuttamaa valumajälkiä. Tarkastushetkellä sisäkatto- ja yläpohjarakenteet olivat kuivia.

3.6. Ilmavuodot

Ilmavuotoja tutkittiin aistinvaraisen havainnoinnin lisäksi merkkiainekokeella ja lämpökameralla tehdyllä tarkastelulla.

Ilmavuotoja todettiin useissa rakenneosissa ja niiden liittymissä:

- Ikkunoiden liittymistä
- Rakenteiden läpivienneistä ja liitoksista
- Rakenteiden vauriokohdista
- Kuivuneista lattiakaivoista

Kellarikerroksessa merkkiainetutkimuksen perusteella todettiin ilmavuotoa seinärakenteista sisätiloihin tutkimuspisteessä. Tutkimuksen perusteella ulkoseinärakenne ei ole tiivis; ulko-

seinän eristetilasta on ilmayhteys sisätilaan. Merkkiainetutkimuksen perusteella todettiin ilmavuotoa sisätiloihin ulkoseinä- ja alapohjarakenteista. Myös ensimmäisessä kerroksessa tutkimuksen perusteella ulkoseinärakenne ei ole tiivis; ulkoseinän eristetilasta on ilmayhteys seinän liitoskohtien ja läpivientien kautta sisätiloihin. Merkkiainetutkimuksen perusteella todettiin ilmavuotoa sisätiloihin ulkoseinärakenteista.

3.7. Kuidut ja VOCt

Tasopinnoilta otettiin näytteitä pölyn koostumuksen määrittämiseksi. Tilojen tasopinnoilla esiintyy teollisia mineraalikuituja määrinä, joiden tiedetään aiheuttavan oireilua. Kuitulähteitä ovat mm. mineraalivillaiset akustolevyt sisäkatoissa ja ilmanvaihtokoneen ääneneristelevyt. IV-koneessa esiintyi suodattimien jälkeen hienojakoista ulkoilmapölyä, mikä viittaa suodatinkehikkojen kautta tapahtuviin ohivuotoihin tai riittämättömään suodattimien erotuskykyyn. Ensimmäisen kerroksen kolmen tilan muovimatoista otettujen materiaalinäytteiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärät ylittävät Työterveyslaitoksen viitearvot. Analyysivastausten tulokset viittaavat näissä tiloissa kosteuden aiheuttamaan hajoamisprosessiin muovimaton liimoissa ja pehmitinaineissa.

3.8. Ilmanvaihtojärjestelmä

Rakennuksessa on kaksi ilmanvaihtokonehuonetta. Ilmanvaihtojärjestelmänä on koneellinen tuloilmanvaihtojärjestelmä. Poistoilmanvaihto tapahtuu huippuimurein toteutettujen erillispoistojen kautta, jotka sijaitsevat rakennuksen vesikatolla. Ilmanvaihtokanavat ovat galvanoituja peltikanavia. Järjestelmässä ei ole lämmön talteenottoa. Tuloilman suodatus on toteutettu konekohtaisilla EU6-luokan suodattimilla (pussi). Ilmanvaihtojärjestelmä on alkuperäinen. IV-konehuoneeseen, joka on seurakuntasalin vieressä, tuloilmailma otetaan rakennuksen seinustalla sijaitsevan tuloilmakanavan kautta. Tuloilmakanavan säleikön läpi pääsee tuiskulumia ja viistosateita. Raitisilmasäleikkö tulisi muuntaa sellaiseksi, että ilmavirtojen nopeus olisi pienempi, jolloin lumen ja veden pääsy järjestelmään pystytään minimoimaan.

Yhteenveto

Tämän tutkimuksen perusteella rakennuksen sisäilman laatua heikentäviksi tekijöiksi osoitettiin useita.:

- IV-koneiden suodattimet ja sisäosat olivat pahoin likaantuneet. Tukkeutuneet suodattimet voivat aiheuttaa ohivuotoja, jolloin esim. oleskelutiloihin on mahdollista päästä suodattamaton ilma.
- Ilmanvaihtokoneiden tuloilma otetaan ulkoseinään sijoitettujen tuloilmaritilöiden kautta. Ritilöiden kautta pääsee kulkeumaan tuiskulumia ja viistosateita tuloilmakammioihin. Suodatinyksikössä oli tarkastushetkellä runsaasti epäpuhtauksia. Kosteuden vuoksi kammion pinnoilla olevissa epäpuhtauksissa on mahdollista syntyä mikrobikasvua ilmanvaihdon ollessa poiskykettynä.
- Lattiapinnoitteista otettujen materiaalinäytteiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (ns. VOC-yhdisteet) kokonaismäärät ylittävät kolmessa tilassa Työterveyslaitoksen viitearvot ja analyysivastausten tulokset viittaavat kosteuden aiheuttamaan hajoamispro-

sessiin lattiapinnoitteen liimoissa ja pehmitinaiseissa. Lattiapinnoitteissa todettiin myös mikrobivaurioitumista.

- Sisäilmaongelmien aiheuttajiksi osoittautui myös aikaisemmista kattovuodoista johtuvat vauriot.
- Seurakuntasalin tasopinnoilla esiintyy teollisia mineraalikuituja määrinä, joiden tiedetään aiheuttavan oireilua. Kuitulähteitä ovat mm. mineraalivillaiset akustolevyt sisäka-toissa ja ilmanvaihtokoneen ääneneristelevyt.
- Kylmiössä ja viereisessä WC- tilassa aistittiin erittäin voimakasta mikrobiperäistä ha-jua.

Tutkimuksessa tuli esille tekijöitä, jotka aiheuttavat tilojen säännölliselle ja toistuvalla käytöl-le sisäilman kannalta riskejä. Ensimmäisessä kerroksessa on alaslaskettuja sisäkattorakenteita, joissa on todettu vesikattovuotojen aiheuttamia laaja-alaisia kosteusvaurioita. Molempien ker-rosten lattioiden muovimatoissa esiintyy ainakin paikallista kosteuden aiheuttamaa vaurioitu-mista. Tilojen tasopinnoilla esiintyy teollisia mineraalikuituja määrinä, joiden tiedetään ai-heuttavan oireilua. Ilmanvaihtojärjestelmän toimimattomuus pienentää tuloilman määrää ja laatua sekä lisää altistumista alipaineistamalla rakennusta ja näin lisäämällä rakenteista tapah-tuvien ilmapuotojen määrää. Tiloja säännöllisesti käyttävien haitallinen altistumisolosuhde em. epäpuhtauksille on erittäin todennäköinen. Satunnaisesti tiloja käyttävien haitallista altis-tumista voidaan pitää epätodennäköisenä.

4. JATKOTOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Kohteeseen suositellaan hankesuunnitelman laatimista peruskorjausta varten. Peruskorjauk-sessa suositellaan toteuttamaan mm. koko rakennukseen kattava koneellinen tulo- ja poistoil-manvaihtojärjestelmän rakentaminen. Sisäkatto- ja vesikattorakenteiden kokonaisvaltainen uusiminen sekä ulkopuolisten kuivatusjärjestelmien rakentaminen/uusiminen. Kellarikerrok-sen lattian pintamateriaalit ja laastit tulisi vaihtaa hyvin kosteutta kestäviin materiaaleihin, jolloin maaperästä laattaan kulkeutuva kosteus ei aiheuta vaurioita lattianpäällysteelle.

Kohteesta tulee laatia korjaussuunnitelma, jossa huomioidaan tämän tutkimuksen havainnot. Ennen korjaussuunnittelua tai viimeistään ennen korjaustöihin ryhtymistä tulee tehdä haitta-ainekartoitus.

Korjauksissa on noudatettava:

- Ratu-korttia 82-0383 ”Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku”
- KH 90-00610 ”Homevaurioituneen rakennneosan puhdistusohje”
- Työterveyslaitoksen ”Homeettomaksi siivous ja irtaimiston puhdistus” ohje

Sisäilman laadun parantamiseksi tilapäisesti suositellaan ilmanvaihtokoneiden puhdistusta, suodattimien vaihtoa ja ilmanvaihdon tasapainottamista sekä käytettävien tilojen siivouksen tehostamista.

PÄIVÄKODIN KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Janne Sampalahti

Raksystems Insinööritoimisto Oy

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö perustuu loppuvuodesta 2018 tehtyyn vuonna 1978 valmistuneen päiväkodin kosteus- ja sisäilmatekniseen kuntotutkimukseen.

Kuntotutkimuksessa kartoitettiin rakennuksen alapohjan kosteustilannetta, lattiapinnoitteiden kemiallista ja mikrobiologista kuntoa sekä selvitettiin ulko- ja väliseinien sekä yläpohjan rakenteiden kuntoa rakenneavausten ja materiaalinäytteiden avulla. Lisäksi tutkittiin ilmavuotojen esiintymistä merkkiainekokeilla ja suoritettiin sisäilman olosuhdemittauksia sekä paine-eromittauksia. Sisätiloista selvitettiin teollisten mineraalivillakuitujen pitoisuuksia laskeumapölynäytteistä.

Kosteusmittauksissa kohonnutta kosteutta havaittiin A-osan märkätilassa (märkätilojen kuntoa ei tutkittu, koska ne on suunniteltu remontoitavaksi lähiaikana), C-osan länsipäädyn tiloissa ja pienellä osalla B-osan käytävää.

Lattiapinnoitteista otetuissa näytteissä 2-etyyli-1-heksanolin viitearvo ylittyy osassa näytteitä. Suositellaan selvittämään sisäilman VOC-pitoisuuksia, jotta voidaan arvioida mattovaurioiden vaikutusta sisäilman laatuun. Kosteus ei ole porareikämittausten tulosten perusteella C-osan tiloihin tullut maasta kapilaarisesti, joten todennäköisin syy on liian kostealle betonille asennettu muovimatto. Käytävän lattiaan lievä kosteus on saattanut nousta kosteasta ryömintätilasta. Vauriot suositellaan korjaamaan.

Rakennuksen B-osalla olevassa ryömintätilassa havaittiin kaukolämmön vuodosta johtuvaa vettä. Ryömintätilassa havaittiin puutteita ilmanvaihdossa ja läpivientien tiiveydessä. Ryömintätilan pohjalla havaittiin orgaanista materiaalia. Ryömintätilan katossa oli jäämiä muottilaudoituksesta. Ryömintätilan pohjalta vesi oli tiivistynyt pisaroiksi ryömintätilan kattoon ja se on saattanut kostuttaa alapohjaa. Ryömintätilassa havaitut puutteet suositellaan korjattavan.

Ulko- ja väliseiniin tehdyissä tutkimuksissa havaittiin, että niiden alaosissa on laaja-alaisesti kosteus- ja mikrobivaurioita. Aistinvaraisin varaisten havaintojen sekä merkkiainekokeiden ja paine-eromittausten tulosten perusteella ilmavuodot ulkoseinärakenteista sisätiloihin päin ovat todennäköisiä. Kosteus/mikrobivaurioiden laajuudet tulee selvittää ja vaurioituneet rakenteet korjata.

A-osan yläpohjatilan tutkimuksissa todettiin mikrobiperäistä hajua sekä materiaalinäytteissä kosteus- ja mikrobivaurioitumiseen viittaavia tuloksia. Muovitiivistyspaperissa havaittiin epätiivelyskohtia, joten yläpohjasta on yhteys sisäilmaan ja ilmavirtaukset ovat ajoittain yläpohjatilasta sisäilmaan päin. Suositellaan selvittämään sekä yläpohjan kosteusvaurioiden

että muovitiivistyspaperin epätiiviyden laajuudet. Suositellaan korjaamaan kosteusvauriot ja estämään ilmavirtaus yläpohjan eristetilasta sisäilmaan.

Kattoikkunoiden läheisyydessä havaittiin paikoin kosteusjälkiä. Yläpohjan kuntoa ei kattoikkunoiden läheisyydestä voitu tarkastaa, koska se olisi haitannut asbestipurkutöineen merkittävästi päiväkodin käyttöä. Suositellaan selvittämään kattoikkunoiden lähellä olevien rakenteiden kunto erillisellä kuntotutkimuksella.

Sisäilman lämpötiloissa ei havaittu merkittäviä poikkeamia, joten tiloihin ei suositella laajoja toimenpiteitä. Kylmiksi koettuihin tiloihin suositellaan vian korjaamista.

Teollisten mineraalivillakuitujen pitoisuudet laskeumapölynäytteissä ylittivät asumisterveysasetuksen toimenpiderajat, minkä vuoksi kuitulähteiden poistamiseksi suositellaan toimenpiteitä.

Paine-eromittauksissa todettujen tulosten perusteella rakennuksessa suositellaan tehtävän ilmanvaihdon kuntotutkimus. Rakennuksen ulkoseinissä, väliseinissä ja yläpohjassa on todettu kosteus- ja mikrobivaurioita, minkä vuoksi ilmanvaihto suositellaan säädettävän siten, että sisäilma on jatkuvasti lievästi ylipaineinen suhteessa yläpohjan ja ulkoseinien eristetilaan nähden.

1. JOHDANTO

Rakennus on yksikerroksinen. Julkisivu on tiiliverhoiltu. Kantavat RHS-pilarit on perustettu anturoilla moreenin varaan. Muuten rakennuksen rungossa on käytetty pääosin puuainesta. Katon kantavina rakenteina toimii liimapuupalkit ja niiden päällä on puuristikkorakenteiset kattokannattajat. Alapohjarakenteina on kaksoislaattarakenne ja pääosalla niiden välissä on lämmöneristys. Osastojen välissä sisäänkäyntien kohdalla alapohjan lämmöneristys on maanvaraisen laatan alapuolella. Ilmanvaihtona on koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä.

Rakennuksessa on kaksi riskirakennetta. Ulkoseinien alaosissa on valesokkeli ja väliseinien puiset alaosat lähtevät alimmaisen teräsbetonilaatan päältä. Riskirakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta lisää puutteet rakennuksen ulkopuolisissa maanpintojen kallistuksissa ja puutteet sadevesien poistoissa. Rakennepiirustusten perusteella kiinteistössä on salaojitus, mutta tarkastuskaivojen kansia ei ollut esillä, joten salaojituksen toimivuutta ei päästy arvioimaan.

Taustatietojen perusteella rakennuksen sisäilmastoon liittyviä ongelmia on koettu useiden vuosien ajan. Erillistä sisäilmastokyselyä ei ole tehty.

Rakennukseen tehty suuremmat korjaukset ovat vesikatto, sisätilojen pintamateriaalien uusimiset sekä C-osan pesuhuoneen purkaminen ja käyttöönotto muuhun käyttöön. Lisäksi osa ulkoseinien ja väliseinien alaosista on uusittu. Muut remontit liittyvät lähinnä rakennuksen normaaleihin huolto- ja kunnossapitotöihin. Vesikatto on vuotanut ennen viimeistä vesikattokorjausta, eikä korjausten laajuudesta yläpohjaan saatu selvyyttä.

Tehtyjen korjaustoimenpiteiden jälkeenkin henkilökunta on oireillut ja osa on sijoitettu muihin työtiloihin. Rakennukseen ei ole tehty kattavaa kuntotutkimusta.

2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää päiväkodissa esiintyneiden huonoon sisäilman laatuun viittaavien oireiden aiheuttajia ja esittää tutkimusten perusteella rakennuksen korjaus- ja mahdollisia jatkotutkimustarpeita. Tässä tutkimuksessa ilmanvaihtojärjestelmä on pääsääntöisesti rajattu tutkimuksen ulkopuolelle, mutta tehtyjen tutkimusten perusteella otetaan kantaa myös ilmanvaihtojärjestelmän toimintaan.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

- Kosteuskartoitukset ja -mittaukset:
 - Pinnoilta tehtävät kosteuskartoitukset pintakosteusilmaisimella.
 - Kosteusmittaukset viiltomittauksilla lattiapinnoitteen alapuolelta.
 - Lattian kosteusmittaukset porareikämittauksin.
- Olosuhteiden mittauksia:
 - Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden, lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittauksia.
 - Tallentavat ja hetkelliset paine-eromittaukset.
- Mikrobit, VOCt ja kuidut:
 - Materiaalin mikrobivaurioitumisen selvittäminen suoraviljelymenetelmällä, laimennossarja- menetelmällä ja mikroskopoimalla.
 - Teollisten mineraalikuitujen esiintyminen ja lukumäärä selvitettiin geeliteipin avulla kahden viikon laskeumasta. Pölynäytteet tutkittiin mikroskopoimalla.
 - Lattiapinnoitteiden vaurioitumista alkalisen kosteuden vaikutuksesta arvioitiin ottamalla materiaalinäytteitä VOC-analyysiin.
- Rakenteiden ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainetekniikalla

4. TULOKSET

Rakennuksen lattiapinnat kartoitettiin kauttaaltaan pintakosteuden tunnistimella. Koholla olevaa kosteutta havaittiin A-osan märkätalassa, B-osan käytävällä ja C-osan länsipäädyn tiloissa. Epätavallisten pintakosteus havaintojen alueille tehtiin muovimattojen alapuolella viiltomittauksia sekä porareikämittauksia, joissa havaittiin kohonnutta kosteutta useassa kohdassa. Kosteus ei ole tulosten perusteella tullut C-osan länsipäädyn tiloihin maasta kapilaarisesti, joten todennäköisin syy muovimaton alapuoliselle kosteudelle on liian kostealle betonille asennettu muovimatto.

Lattiapinnoitteista kerättiin kolme muovimattonäytettä pinnoitteen VOC-kokonaisemission määrittämiseksi. Kahden näytteen osalta 2-etyyli-1-heksanolin viitearvo ylittyy. Laboratoriotulokset ja kenttähavainnot viittaavat siihen, että muovimattojen alapuolelle on jäänyt kosteutta korjaustöiden yhteydessä.

Lattiapinnoitteista kerättiin kaksi muovimattonäytettä materiaalinäytteen mikrobianalyysiin. Näytteen M1 analyysissä todettiin heikko viite mikrobikasvusta ja näytteen M2 analyysissä ei todettu viitteitä mikrobikasvusta.

Rakennuksen keskiosalla olevan ryömintätila, jonka pohjalla havaittiin kaukolämmön vuodosta johtuvaa vettä. Ryömintätilassa havaittiin puutteita ilmanvaihdossa ja läpivientien tiiveydessä. Ryömintätilan pohjalla oli orgaanista materiaalia ja alapohjan muottilaudoista oli hieman jäänyt valuun kiinni. Ryömintätilan pohjalla oli painaumia, joihin vesi kerääntyy. Vesi oli tiivistynyt pisaroiksi alapohjan alapintaan. Porareikämittauksien tuloksista havaittiin kosteuden kulkeutuneen vähäisissä määrin ryömintätilan yläpuoliseen teräsbetonilaattaan.

Ulkoseinien alaosissa havaittiin kosteus- ja mikrobivaurioita laaja-alaisesti. Merkkiainekokeen ja paine-eromittauksen tulosten perusteella ilmavuodot ulkoseinärakenteista sisätiloihin päin ovat todennäköisiä.

Väliseinien korjaamattomissa osissa havaittiin paikallisia kosteus- ja mikrobivaurioita, Väliseinien alaosista on sisäverhouslevyjen saumakohdista ilmayhteys sisäilmaan.

Yläpohjatilassa havaittiin A-osalla mikrobiperäinen haju ja materiaalinäytteessä kosteus- ja mikrobivaurioitumiseen viittaavaa kasvustoa. Muovitiivistyspaperissa havaittiin epätiiveyskohtia, joten yläpohjasta on yhteys sisäilmaan ja ilmapirtaukset voivat ajoittain olla yläpohjatilasta sisäilmaan päin, jolloin sisäilmaan saattaa kulkeutua epäpuhtauksia.

Kattoikkunoiden läheisyydessä havaittiin paikoin kosteusjälkiä. Tilaajalta ei saatu lupaa tarkastaa yläpohjan kuntoa kattoikkunoiden läheisyydestä.

Sisäilman suhteellisessa kosteudessa tai hiilidioksidipitoisuuksissa ei havaittu huomautettavaa. Lämpötiloissakaan ei havaittu mittauksissa merkittäviä poikkeamia, mutta yksi huone oli muita kylmempi, joten tiloihin ei suositella laajoja toimenpiteitä.

Teollisten mineraalivillakuitujen pitoisuudet laskeumapölynäytteissä ylittivät asumisterveysasetuksen toimenpiderajat.

Rakennuksen sisätilat ovat tehtyjen mittausten mukaan vaihtelevasti sekä yli- että alipaineisia.

5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUKSET

Alapohjan kosteilta kohdilta tulee muovimatto ja mahdollisesti kosteusvaurioitunut tasoite poistaa ja betoni kuivattaa. Ennen uudelleen pinnoitusta tulee varmistaa, ettei betoniin ole imeytynyt epäpuhtauksia mahdollisesti vaurioituneesta lattiapinnoitteesta tai sen liimasta. Suositellaan selvittämään sisäilman VOC-pitoisuuksia, jotta voidaan arvioida mattovaurioiden vaikutusta sisäilman laatuun, tai vaihtoehtoisesti ryhtymään korjaustoimiin vaurioituneilla alueella. Mikrobin tai mikrobin aineenvaihdunta tuotteiden päätyminen sisäilmaan muovimaton läpi ei ole todennäköistä, mutta mahdollisuus ilmavirtauksiin on olemassa muovimattojen reunoilta / saumojen kautta.

Ryömintätilasta kulkeutuu epäpuhtauksia sisäilmaan ja kosteutta alapohjaan, joten havaitut puutteet suositellaan korjattavan.

Ulko- ja väliseinien alaosien kosteus- ja mikrobivaurioiden laajuudet tulee selvittää korjaustöiden yhteydessä.

Yläpohjan muovitiivistyspaperin liitoskohdissa havaittiin epätiivisyyskohtia, joten yläpohjasta on yhteys sisäilmaan ja ilmavirtaukset voivat ajoittain olla yläpohjatilasta sisäilmaan päin. Suositellaan selvittämään yläpohjan kosteusvaurioiden laajuudet ja korjaamaan ne.

Kattoikkunoiden läheisyydessä on kosteusjälkiä, joten suositellaan selvittämään kattoikkunoiden lähellä olevien rakenteiden kunto erillisellä kuntotutkimuksella.

Sisäilman lämpötiloissa ei havaittu mittauksissa merkittäviä poikkeamia, mutta yhden huoneen kylmyyden syy suositellaan selvitetävän ja lämpötilaa nostettavan.

Teollisten mineraalivillakuitujen lähteiden poistamiseksi suositellaan korjaustoimenpiteitä. Rikkinäiset akustiikkalevyt tulee korjata. Ilmavirtaus lämmöneristeistä sisäilmaan tulee estää. Ilmanvaihdon kuntotutkimuksen yhteydessä tulee tarkastaa, ettei ilmanvaihtojärjestelmästä kulkeudu sisäilmaan mineraalivillakuituja.

Koska ulkoseinissä, väliseinissä ja yläpohjassa on todettu kosteus- ja mikrobivaurioita, niin suositellaan säädettävän ilmanvaihto siten, että sisäilma on koko ajan lievästi ylipaineinen suhteessa yläpohjan ja ulkoseinien eristetilaan nähden.

6. KIITOKSET

Haluan kiittää saamastani avusta ja tuesta Elina Saukkoa, Helmi Kokottia ja Timo Turusta.

7. LÄHDELUETTELO

Työterveyslaitos. 2017. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen.

Lappi Sanna. 2013. Itä-Suomen Yliopisto, koulutus ja kehittämispalvelu Aducate.

Valvira. 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa I.

Valvira. 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa III.

Valvira. 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa IV.

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus.

KH 90-00403 LVI 01-10424. 2018. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajakset.

PÄIVÄKOTIRAKENNUKSEN KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Heli Uusi-Uitto
Ramboll Finland Oy

TIIVISTELMÄ

Kuntotutkimuksen kohteena oli 2001 rakennettu 1-kerroksinen päiväkotirakennus. Rakennus on perustettu maanvaraisten betonianturoiden varaan ja alapohjana on maanvarainen betoni-laatta. Ulkoseinät ovat puurunkoisia ja lautaverhottuja. Vesikatto on harjakatto ja katteena on peltikate. Rakennuksessa ei ole tehty remontteja / korjaustoimenpiteitä. Ilmanvaihto on toteutettu koneellisella tulo/poistoilmavaihtokoneella.

Suoritetuilla rakennusteknisellä kuntotutkimuksella ja ilmanvaihtoteknisillä mittauksilla pyrittiin selvittämään rakennuksen kuntoa ja sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä. Kuntotutkimuksessa tarkasteltiin kohdetta aistinvaraisten havaintojen lisäksi erilaisilla mittauksilla. Rakenteita tutkittiin rakenneavauksien, kosteuskartoituksen ja mikrobinäytteiden avulla. Ilmanvaihdon toimivuutta tutkittiin ilmapirta-, paine-ero-, ilman lämpötila- ja kosteusmittauksilla.

Tutkimuksen yhteydessä otetuissa mikrobinäytteissä esiintyi vaurioviitteitä ulkoseinissä ja yhdessä väliseinässä. Ulkoseinärakenteiden liittymissä havaittiin ilmapuotoja sisätilojen suuntaan normaalissa käyttötilanteessa. Seinärakenteen epäpuhtaudet voivat päästä sisätiloihin epätiiviyden rakenneliittymien kautta. Rakennuksessa havaittiin kuitulähteitä sekä kohonneita sisäilman kuitupitoisuuksia.

Ilmanvaihdon ilmamäärät poikkesivat osassa tiloista niiden suunnitteluarvoista. Ilmamäärät tulisi säätää vastaamaan paremmin suunnitteluarvoja. Ilmanvaihtokoneen äänenvaimennuselementeissä on havaittavissa puutteita kuitusuojauksessa.

Sisäilman olosuhdemittausten perusteella rakennuksessa olevat painesuhteet ovat lievästi alipaineiset. Sisäilman olosuhdemittausten perusteella, sisäilmaolosuhteet täyttävät asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen asettamat vaatimukset hyvälle sisäilmalle.

Altistumisen arvioinnissa todettiin, että tutkitussa kohteessa tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhte on todennäköinen.

1. JOHDANTO

Rakennuksen kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen tarkoituksena on selvittää ja arvioida tutkimusten kohteena olevan rakennuksen kuntoa rakennusteknisin keinoin. Teknisten selvitysten tueksi tarvitaan usein myös mikrobiologisia analyyseja, joiden avulla saadaan tarkempaa tietoa tilan, rakenteen tai materiaalin vauriosta. Lisäksi selvitetään mahdollisten vaurioiden vaikutusta sisäilman laatuun. Tutkimukset tehdään riittävän yksityiskohtaisesti, jotta niiden tulosten perusteella kohteelle pystytään laatimaan korjaussuunnitelmat.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää päiväkotirakennuksen rakenteiden kuntoa sekä sisäilman laatua ja turvallisuutta kosteus- ja sisäilmateknisillä tutkimuksilla.

Tämä tutkimus tehtiin Ympäristöopas 2016, *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kunto-tutkimus-oppaan* ohjeistuksen mukaisesti.

2. KOHTEEN LÄHTÖTIEDOT

Tutkimuksen kohteena on kaksi rakennusta käsittävän päiväkodin uudempi osa, joka on yhdyskatoksen kautta yhteydessä vanhaan osaan. Rakennus on yksikerroksinen, valmistunut vuonna 2001 ja sen pinta-ala on 964 ka-m². Kohteessa toimii vuoropäiväkot. Päiväkodissa on tilat neljälle päiväkotiryhmälle ja lisäksi sosiaali- ja toimistotiloja sekä liikuntasali ja teknisiä tiloja.

Rakennus on rakennettu rakennusajalle tyypillisillä rakenneratkaisuilla ja -materiaaleilla lukuun ottamatta liikuntasalin ulkoseinärakennetta, jossa on pienellä osalla ulkoseinää käytetty ns. valesokkelirakennetta. Valesokkelirakenteen johdosta ulkoseinän alasidepuu voi olla lähellä maanpintaa, jolloin riskinä on ulkoseinärakenteen alaosien vaurioituminen, mikäli rakenteeseen pääsee kosteutta. Tutkimuksen yhteydessä ulkoseinän lautaverhoilussa havaittiin paikoin laho-vaurioita johtuen tippalistan kallistuspuutteista.

Kohteessa ei ole tehty merkittäviä korjaus- tai muutostöimenpiteitä sen valmistumisen jälkeen. Tutkimukset tehtiin päiväkodin vanhemman osan tutkimusten yhteydessä, jotta tilaaja sai samalla tietoa koko päiväkodin rakennusten tilasta ja korjaustarpeesta. Henkilökunnasta yksi on kokenut nyt tutkitussa rakennuksessa sisäilmaongelmiin viittaavia oireita.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

Kohteessa suoritettiin aistinvaraisten havaintojen tueksi kosteusmittauksia, rakenteiden avauksia, olosuhdemittauksia, havainnoitiin ilmapuotoreittejä ja otettiin materiaali- sekä kuitunäytteitä.

Ennen tutkimusten aloittamista tutustuttiin kohteen lähtötietoihin ja tehtiin katselmuskäynti. Katselmuskäynnin havaintojen perusteella tehtiin tutkimussuunnitelma. Aistinvaraisten havaintojen yhteydessä kohteeseen tehtiin pintakosteuskartoitus, jonka havaintojen perusteella tehtiin suunnitelma tarkemmista kosteusmittauksista. Varsinaiset kosteusmittaukset tehtiin viilto- ja porareikämittauksina RT-kortin *Betonin suhteellisen kosteuden mitta*us RT 14-10984 mukaisesti.

Rakenneavauksia ja -porauksia tehtiin alapohjaan ja sokkeliin sekä ulko- ja väliseiniin. Materiaalinäytteitä otettiin 27 kpl niistä rakenteen rajapinnoista tai materiaaleista, joiden epäiltiin olevan kosteusrasittuneet. Lisäksi otettiin vertailunäytteitä. Materiaalinäytteet otettiin Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen osan IV ohjeistuksen mukaisesti ja näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa. Kohteesta otettiin myös materiaalien VOC-näytteitä ja sisäilman kuitunäytteitä pinnoilta kerättävien laskeumanäytteiden avulla. Kuitunäytteitä otettiin myös iv-kanavista. VOC- ja kuitunäytteet otettiin Työterveyslaitoksen ohjeiden mukaisesti.

Kosteuskartoituksessa tilannetta arvioitiin ensin pintakosteusilmaisimella yleisellä tasolla. Maanvastaiset alapohjarakenteet käytiin läpi systemaattisesti. Lisäksi kaikkien vesipisteiden läheisyydestä tehtiin pintakosteuskartoitus. Pintakosteuskartoituksella tehtyjä havaintoja tarkennettiin lattiapinnoitteen alta tehdyillä viiltomittauksilla. Varsinaiset kosteusmittaukset tehtiin porareikämittauksina. Mittauspisteiden paikat päätettiin pintakosteuskartoituksen ja aistinvaraisten havaintojen perusteella.

Rakenneosien välistä ilmatiiviyttä tutkittiin Inficon 9012 XRS merkkiaineanalysaattorilla. Merkkiainekokeessa laskettiin kaasua (5% H₂ + 95%N₂) rakenteeseen. Analysaattorilla paikallistettiin rakenteista kohdat, joista kaasu virtasi huonetilaan. Merkkiainekokeet tehtiin soveltaen RT-korttia RT 14-11197 *Rakenteiden ilmatiivyyden tarkastelu merkkiainekokein*. Kokeet tehtiin rakennuksen ollessa normaalissa käyttötilanteessa.

Rakennuksen painesuhdetta mitattiin vaipan yli ulkoilmaan nähden ProDual-paine-eromittareilla sekä Tinytag-loggereilla viikon ajan tallentavana seurantana. Mittaustaajuus oli 5 minuuttia. Lisäksi tiloissa tehtiin olosuhdemittauksia (T, RH, CO₂) kahden viikon pitkäaikaisseurantana.

Ilmanvaihdon toimivuutta tarkasteltiin mittaamalla poistoilmamääriä satunnaisesti valituissa tiloissa. Lisäksi tiloja palvelevan ilmanvaihtokoneen toimivuutta tarkasteltiin aistinvaraisesti.

Tutkimusten tulosten perusteella kohteeseen tehtiin altistumisolosuhteiden arviointi. Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään Työterveyslaitoksen altistumisolosuhteiden arviointimenetelmien avulla (*Ohje työpaikoille sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen 2016*)

Altistumisolosuhteiden arviointi perustuu seuraavien neljän päätekijän tarkasteluun:

- rakenteiden mikrobivaurioiden laajuuden arviointi
- ilmayhteys ja ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan, sekä rakennuksen paineerot
- ilmanvaihtojärjestelmään vaikutus sisäilman laatuun
- rakennuksesta peräisin olevat muut sisäilman epäpuhtaudet

Arviointi tehdään neliportaisella asteikolla sen perusteella, onko tavanomaisesta poikkeava olosuhde epätodennäköinen, mahdollinen, todennäköinen vai erittäin todennäköinen.

4. OLENNAISIMMAT TULOKSET, JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDESUOSITUKSET

Perustukset ja alapohjarakenteet

Rakennus on perustettu maanvaraisten betonianturoiden ja betonisokkelin varaan. Alapohjana on maanvarainen betonilaatta. Sokkelin osalla on sokkelihalkaisu, jonka eristeenä on polyuretaani. Sokkeli on paikoin matala, jolloin ulkoseinän alaosan puurakenteet altistuvat kosteusrasitukselle. Merkkiainekokeissa havaittiin ilmavuotoja sokkelin eristetilasta sisätiloihin.

Alapohjarakenteet havaittiin pääosin kosteusteknisesti toimiviksi. Vain yhden taukotilan lattiasa havaittiin pienialainen, todennäköisesti viereisen lämmönjakohuoneen vesivuodosta aiheutunut alue, jossa havaittiin kohonnutta kosteutta. Alapohja ja ulko-/väliseinäliittymiä on tiivistetty massalla, mutta massa on rakoillut. Alapohjan läpivienneissä havaittiin epätiiviyksiä. Merkkiainekokeissa havaittiin epätiiviyksiä ulkoseinä - alapohjaliittymässä.

Käyttöä turvaavina toimenpiteinä alapohjan epätiiviyti liittymät ja läpiviennit suositellaan tiivistettäväksi, jotta rakenteiden epätiiviyksien kautta ei pääse epäpuhtauksia sisäilmaan. Kosteusrasituksen pienentämiseksi suositellaan maanpinnan alentamista niiltä osin, jossa sokkelikorkeus on matala.

Ulkoseinärakenteet, ikkunat ja ovet

Ulkoseinät ovat puurunkoiset ja lämmöneristeenä on mineraalivilla. Julkisivun puuverhouksen takana on tuuletusväli. Puuverhouksessa havaittiin lautojen alaosissa halkeilua ja paikallisia lahovaurioita. Puuverhouksen ja sokkelin välissä on tippapelti. Poikittaisia tippapeltejä on paikoin myös keskellä julkisivuverhousta. Tippapeltien kallistus on loiva ja niiden päälle satava vesi kastelee julkisivuverhousta. Ulkoseinärakenteista otetuissa materiaalinäytteissä havaittiin mikrobivaurioita eri puolilla rakennusta. Vauriot ovat paikallisia, mutta niitä on ympäri rakennusta. Vauriot ovat todennäköisesti seurausta ulkopuolisesta kosteusrasituksesta. Ulkoseinärakenteiden liittymistä havaittiin merkkiainekokeissa ilmavuotoja sisätiloihin päin. Seinärakenteiden vaurioiden epäpuhtaudet voivat päästä sisätiloihin epätiivien rakenneliittymien kautta.

Liikuntasalin kohdalla ulkoseinärakenteena on pienellä osalla seinää valesokkelirakenne. Tällaisessa rakenteessa alasidepuu voi olla lähellä maanpintaa ja altis vaurioille. Tutkitussa kohdassa alasidepuu on selvästi maanpinnan yläpuolella, eikä siinä ei havaittu vaurioviitteitä. Myöskään tästä kohdasta otetussa mineraalivillassa ei havaittu mikrobivaurioita.

Ikkunat ovat 3-lasisia puuikkunoita, joissa on sisäpuolella eristyslaselementti. Ovet ovat yksinkertaisia lasiaukollisia puuovia. Ikkunat ja ovet ovat pääosin hyväkuntoisia. Ikkunoiden vesipellit ovat pääsääntöisesti kunnossa, mutta joidenkin vesipeltien reunoissa on rakoja. Ikkunaliittymissä on kuitumainen eristenuha, joka ei ole yhtenäinen. Ikkunaliittymissä havaittiin epätiiviyksiä ja ilmavuotoja sisätiloihin päin.

Julkisivurakenteen toiminnan turvaamiseksi suositellaan tippapeltien uusimista, rakenteen tiivistämistä ja rakenteen toiminnan varmistamista huolellisella suunnittelulla. Lahovaurioituneet laudat uusitaan ja seinärakenteet uusitaan vaurioituneilta osin. Myös ulkoseinärakenteiden liittymien tiiveys sisätiloihin nähdessä tulee varmistaa.

Yläpohjarakenteet

Rakennuksen yläpohja on puurakenteinen ja lämmöneristeenä on puhallusvilla. Vesikatteena on peltikate, jonka alla on aluskate. Yläpohja tuulettaa räystäällä olevan tuuletusraon ja harjalla olevien tuuletusventtiilien kautta. Osassa yläpohjarakenteita ei ole kuljettavaa yläpohjatilaa.

Aluskatteessa havaittiin reikiä ja epätiivitä läpivientejä. Yläpohjatilassa havaittiin pieneläinten kulkureittejä ja puutteellisesti eristettyjä viemärin tuuletusputkia. Paloa rajoittavien seinien rakenteissa havaittiin puutteita. Yläpohjan lävistävissä läpivienneissä havaittiin epätiiviyksiä.

Aluskatteen tiiviyspuutteet sekä rakenteiden läpiviennit ja liittymät tulee korjata ja paloa rajoittavat seinät tulee tiivistää puutteellisista osin. Viemärin tuuletusputket eristetään puutteelliselta osin. Pieneläinten pääsy yläpohjatilaan estetään.

Väliseinät

Kantavat väliseinät ovat teräsbetoniseiniä ja Kahi-tiiliseiniä. Ei-kantavat väliseinät ovat Kahi-tiiliseiniä tai puurunkoisia, mineraalivillaeristeisiä levyseiniä.

Keittiön levyrakenteisissa väliseinissä havaittiin pintakosteuden ilmaisimella poikkeavia arvoja ja väliseinän kipsilevyn sisäpinnassa havaittiin kosteusjälkiä. Eristeestä otetussa materiaalinäytteessä havaittiin mikrobivaurio. Vaurion on aiheuttanut tiskialtaan takana olevat avoimet putkiläpiviennit, joista astianpesuvesiä pääsee seinärakenteen sisään.

Taukokuoneen lämmönjakokuoneen puoleisessa tiilirakenteisessa väliseinässä havaittiin kosteusjälkiä. Kosteusmittauksessa ei havaittu kohonnutta kosteutta ja pinnoitteiden vauriot ovatkin todennäköisesti vanhoja ja aiheutuneet lämmönjakokuoneen vesivuodoista.

Alaslaskettujen kattojen yläpuolella, väliseinien yläosissa, on pinnoittamattomia mineraalivillaeristeitä.

Keittiön väliseinä korjataan erillisen korjaustyöselostuksen mukaan. Taukotilan väliseinän vaurioituneet pinnoitteet poistetaan ja uusitaan. Pinnoittamattomat mineraalivillaeristeet kartoitetaan koko kiinteistöstä ja vaihdetaan pinnoitettuihin. Tämän jälkeen tiloihin tehdään kuitusii-vous.

Ilmanvaihto sekä sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

Sisäilman olosuhdemittaukset tehtiin kuudesta eri tilasta. Paine-eromittausten perusteella rakennus on koko ajan lievästi alipaineinen ulkoilmaan nähden. Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus pysyivät koko kahden viikon mittausjakson ajan Asumisterveysasetuksen mukaisissa rajoissa ja hiilidioksidimittausten perusteella ilmanvaihto on riittävä tutkimusten aikaiselle käyttäjämäärälle.

Lattiamateriaaleista otettujen bulk-näytteiden VOC-pitoisuudet olivat alle TTL:n viitearvojen.

Geeliteippinäytteiden perusteella tutkittujen tilojen sisäilman kuitupitoisuus ylittää asumisterveysasetuksen toimenpideraja-arvon kuudesta tutkitusta tilasta neljässä. Myös iv-kanavien pinnoilta otetuissa näytteissä havaittiin kuituja. Sisäilmassa havaitut teollisten mineraalivillakuitujen pitoisuudet voivat heikentää sisäilman laatua. Tiloissa, erityisesti väliseinien yläosissa, havaittiin mineraalivillakuitujen lähteitä.

Ilmanvaihdon ilmamäärät poikkesivat osassa tiloista niiden suunnitteluarvoista. Ilmanvaihtokoneen äänenvaimennuselementeissä oli havaittavissa puutteita kuitusuojauksessa.

Tilojen ilmamäärät tulisi säätää vastaamaan paremmin suunnitteluarvoja. Tilojen ja ilmanvaihtojärjestelmän kuitulähteet tulee selvittää ja pinnoittamattomat eristeet tulee vaihtaa pinnoitettuihin. Lisäksi iv-kanavat tulee nuohota.

Altistumisen arviointi

Altistumisen arviointi tehtiin tarkastelemalla saatuja tutkimustuloksia ja noudattamalla Työterveyslaitoksen altistumisolosuhteiden arviointimenetelmää. Tarkastelun perusteella voidaan todeta, että

- rakenteissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita eri puolilla rakennusta ja tulos koskee koko rakennusta tai suurta osaa siitä
- epäpuhtauslähteistä todettiin ilmavuotoja sisätiloihin päin
- tiloissa todettiin mineraalivillakuitulähteitä ja niistä irtoaa tutkimustulosten perusteella kuituja sisäilmaan

Tutkitussa kohteessa tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on todennäköinen.

6. KIITOKSET

Kiitos työnantajalleni Ramboll Finland Oy:lle mahdollisuudesta suorittaa sisäilma-asiantuntijan koulutus työn ohessa.

7. KIRJALLISUUS

Lappalainen S., Reijula K., Tähtinen K., Latvala J., Hongisto V., Holopainen R., Kurttio P., Lahtinen M., Rautiala S., Tuomi T., Valtanen A. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Työterveyslaitos 2016. <http://urn.fi/URN:ISBN 978-952-261-608-1>

Rakennustieto Oy. 2010. RT 14-10984 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus

Rakennustieto Oy. 2015. RT 14-11197 Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein

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

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Osa I-V. Valvira 2016. <http://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys>

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toimittanut Miia Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>

1930-LUVULLA RAKENNETUN TAIDEKESKUKSEN SISÄILMA- JA KOSTEUS- TEKNINEN KUNTOTUTKIMUS PERUSKORJAUksen LÄHTÖTIEDOKSI

Johanna Mäkelä

Sweco Rakennetekniikka

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakenteiden toteutustapa ja kunto sekä sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät peruskorjauksen korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi. Rakennus on rakennettu vuonna 1931 vedenottolaitokseksi ja muutettu vuonna 1982 taidekeskukseksi, eikä sinne ole tehty suurempia korjauksia. Kohteen julkisivu on suojeltu.

Tutkimuksessa käytettiin hyödyksi alkuperäisiä arkkitehdinkuvia ja kaikki rakenteet tarkastettiin rakenneavauksilla. Lisäksi rakenteiden tiiviyyttä selvitettiin merkkiainetutkimuksin sekä tehtiin pitkäaikaiset painesuhde- ja olosuhdemittaukset.

Sisäilman laatuun todettiin merkittävimmin vaikuttavan putkikanaalien ja ryömintätilojen epäpuhtaudet, joiden todettiin olevan ilmayhteydessä sisätiloihin, minkä vuoksi niiden osalta suositeltiin tilojen puhdistamista ja alipaineistamista sisäilmaan nähden. Lisäksi tutkimuksissa havaittiin merkittävää ylimääräistä kosteusrasitusta maanvastaissa rakenteissa sekä ulkoseinärakenteessa pohjoispuolella. Massiivitiilirakenteiden ulkoseinien patterisyvennyksissä oli korkkieristettä. Tehtyjen tutkimusten perusteella toimenpiteiksi suositeltiin sadevesien ohjauksien parantamista, maanvastaisten seinien veden- ja lämmöneristämistä, maanvastaisten alapohjarakenteiden korjaamista nykymääräyksen mukaiseksi kapillaarikatkolla ja lämmöneristyksellä, maanvastaisten rakenteiden pinnoittamista hyvin vesihöyryä läpäisevillä pinnoitteilla sekä korkkieristeiden poistamista ulkoseinärakenteista. Betonisten kaksoislaattarakenteiden ylä- ja välipohjien osalta suositeltiin vanhojen muottilautojen ja eristeiden poistamista.

Rakennukseen asennetaan koneellinen ilmanvaihto peruskorjauksen yhteydessä ja rakennuksen ilmatiiviyyttä parannetaan tiivistämällä rakenteita.

1. JOHDANTO

Taidekeskukseen suunnitellaan perusteellista peruskorjausta, jonka käyttöikätaavoite on yli 30 vuotta. Tilojen käyttäjät ovat kokeneet sisäilmaongelmaan viittaavaa oireilua sekä tunkkaista ilmanlaatua. Tutkimukset tehtiin Ympäristöopas 2016 Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimusoppaan mukaisesti huomioimalla riskirakenteet, rakenteiden kosteusolosuhteet, rakenteiden tiiviys ja painesuhde, altistumisolosuhteen mahdollisuus ja muut sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät kuten kuitulähteet sekä sisäilman fysikaaliset olosuhteet.

2. MERKITTÄVIMMÄT HAVAINNOT JA TOIMENPIDESUOSITUKSET

2.1. Sadevedenohjaus

Maanpinta rakennuksen vierellä viettää etenkin rakennuksen pohjoispuolella voimakkaasti rakennukseen päin, mikä lisää rakennuksen kosteusrasitusta. Rakennuksen vedenohjaus- ja kuivatusjärjestelmät ovat puutteellisia. Näistä syistä rakennuksessa on paikoin merkittävästi ylimääräistä kosteutta maanvastaisissa seinissä, sokkelissa, maanvastaisessa alapohjassa, ryömintätilassa sekä paikoin 1.kerroksen ulkoseinissä. Rakennuksen kosteusrasituksen vähentämiseksi suositellaan maanpintojen muotoilua rakennuksesta poispäin, salaojituksen ja sadevesiviemäroinnin lisäämistä ja kasvuston poistamista rakennuksen läheisyydestä (puun juuret saattavat vaurioittaa uusia salaojaputkia ajan saatossa)

Kaikkia kosteusrasituksia ei todennäköisesti pystytä poistamaan korjaustöiden yhteydessä. Kosteusrasitukset on kuitenkin tunnistettu ja niitä on pyrittävä hallitsemaan valitsemalla korjattaviin rakenneosiin hyvin kosteutta sietäviä ja rakennusfysikaalisesti oikein toimivia materiaaleja / rakenteita.

2.2. Vesikattorakenteet

Rakennuksessa on harjakatto, jossa hirsirakenteiset kattotuolit on tuettu yläpohjaan. Kattotuolien yläosaan on asennettu harvalauditus. Vesikatteena on konesaumattu peltikate ilman aluskatetta.

Vesikattorakenteessa ei ole aluskatetta, minkä vuoksi kosteus todennäköisesti kondensoituu aika ajoin peltikatteen alapintaan ja tippuu yläpohjalaatan päälle. Vesikaton alapuoliset tilat ovat kuitenkin tilavia ja lämpötila ullakkotilassa on todennäköisesti riittävän lämmin johtuen yläpohjan heikosta lämmöneristyksestä, että kosteuspitoisuus on pysynyt riittävän alhaisena aiheuttamatta suurempia vaurioita puurakenteisiin. Ullakkotilassa ei havaittu järjestettyä tuuletusta esim. räystäältä tai harjalta.

Vesikatolla on ollut paljon vuotoja. Näyttelytilan katossa on havaittavissa useita vuotojälkiä. Paikoin on havaittavissa vesikattovuotojen aiheuttamia jälkiä puurakenteissa. Pahimpien vuotojälkien kohdalla puu on hieman pehmeämpää pinnasta, mutta pääosin puurakenteet ovat hyväkuntoisia ja kovia.

Vesikate on teknisen käyttöikänsä päässä ja sen uusimista suositellaan peruskorjauksen yhteydessä. Vaurioituneet kohdat puurakenteista poistetaan ja korvataan uusilla ja ullakkotilaan järjestetään tuuletus (esim. räystäältä ja harjalta).

2.3. Kaksoislaattarakenteet

Ylä- ja välipohjarakenteet ovat betonirakenteisia kaksoislaattarakenteita. Välipohjien kaksoislaattarakenteen sisällä on vanhoja muottilauoituksia ja yläpohjassa paikoin lisäksi kokosikuonaa. Rakennuksella on pitkä historia ja kaksoislaattarakenteiden muottilauoituksissa saattaa olla paikoin vuotojen tai rakennusaikaisen kosteuden aiheuttamia vanhoja vaurioita. Kotelorakenteiden muottilautojen mikrobiologisen kunnon arviointi on haastavaa, koska rakenneavauksien olisi oltava laajoja ja avauksia ja mikrobinäytteitä pitäisi olla lukuisia samasta rakenteesta luotettavan lopputuloksen saamiseksi. Tämän vuoksi rakenteesta ei otettu mikrobinäytteitä muottilauoituksista vaan lähtökohtaisesti kotelot tyhjennetään perusteellisen peruskorjauksen yhteydessä rakennukselle pitkää käyttöikää (yli 30 vuotta) tavoiteltaessa.

Kaksoislaattarakenteiden sisältä on ilmayhteyksiä sisäilmaan ulko- ja väliseinäliittymissä, putkiläpivienneissä, patterien kiinnityskohdissa ja valaisimien kiinnityskohdissa. Ilman liikkeen vaikutuksesta kotelorakenteiden epätiiviyyskohtien kautta saattaa kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan heikentäen sen laatua.

Korjauksissa on huomioitava, että sekä ylä- että alalaatta toimivat jäykistävinä rakenneosina ja korjaukset on tehtävä kaistoittain rakennesuunnittelijan määrittämällä tavalla. Korjausten yhteydessä ontelot puhdistetaan mekaanisesti ja niille tehdään pölynsidontakäsittely, epätiiviyyskohdat tiivistetään ja tehdään uusi aukaistujen onteloiden kohdalle.

2.4. Maanvastaiset seinät

Kellarikerroksen maanvastaiset ulkoseinät koostuvat kantavasta betonirakenteesta, jonka sisäpinnassa on bitumivedeneristys ja tiilimuuraus. Kellarin maanvastaiseen ulkoseinäarakenteeseen tehtyjen kosteusmittausten perusteella maanvastaisissa ulkoseinäarakenteissa on kauttaaltaan kohonnut kosteuspitoisuus sekä rakenteessa olevan bitumin etu- että takapuolella. Rakenteessa oleva bitumi on ylittänyt teknisen käyttöikänsä, eikä toimi enää vedeneristeenä. Seinän alaosiin kohdistuu myös kapillaarista kosteusrasitusta.

Kosteusrasituksen vähentämiseksi suositellaan ulkopuolisen vedenohjauksen parantamista, sokkelin/maanvastaisten seinien ulkopuolista veden- ja lämmöneristystä ja maanvastaisen seinän sisäpuolen pinnoitusta vesihöyryä läpäisevällä pinnoitteella.

2.5. Maanvastaiset alapohjarakenteet

Kellarikerroksen alapohjalaatassa todettiin kauttaaltaan kohonnut kosteuspitoisuus. Maanvarainen alapohjarakenne koostuu kahdesta betonilaatasta, joiden välissä on bitumisively. Maanvaraisen betonilaatan alta puuttuu lämmöneriste ja laatan alapuolinen maa-aines on hienojakoista, jolloin kosteutta siirtyy rakenteeseen kohtalaisen paljon diffuusiolla ja sen lisäksi myös kapillaarisesti. Alapohjarakenteen betonilaattojen välissä kapillaarikatkona toiminut

bitumisively on ohittanut teknisen käyttöikänsä, eikä se enää estä kosteudennousua rakenteen pintaosiin käyttötarkoituksensa mukaisesti.

Toimenpiteiksi suositellaan maanvastaisten alapohjarakenteiden purkamista ja rakentamista nykymääräyksien mukaisesti asentamalla kapillaarikatko, lämmöneristys ja uusi raudoitettu betonilaatta, joka pinnoitetaan vesihöyryä läpäisevällä pinnoitteella.

2.6. Ryömintätilalliset ja korokelattiarakenteiset alapohjarakenteet sekä putkikanaalit

Osassa rakennusta on betonirakenteinen ryömintätilallinen alapohja, jossa ryömintätilan tuuletus on heikko ja siellä on kosteutta ja epäpuhtauksia, jotka pääsevät kulkeutumaan epätiiviyshkohdista (luukut, seinien liitoskohdat) ilmavirtausten mukana sisätiloihin heikentäen sisäilman laatua. Osalla on betonirakenteinen korokelattia, jossa ei havaittu aistinvaraisesti viitteitä ylimääräisestä kosteusrasituksesta.

Alapohjassa on runsaasti putkikanaaleita, joissa on tunkkainen mikrobiperäinen haju ja asbestipitoisia putkieristeitä. Kanaaleista on ilmayhteyksiä sisätiloihin seinien liittymäkohdissa ja tarkastusluukkujen kansissa ja kanaalit ovat yhteydessä ryömintätilaan ja korokelattian ilmatilaan. Pitkäaikaisten paine-eromittausten perusteella kanaaleista on jatkuvasti heikkoa ilmavirtausta sisätiloihin päin.

Tehtyjen havaintojen perusteella suositellaan ryömintätilojen ja kanaalien puhdistamista orgaanisesta materiaalista, ryömintätilan maanpinnan ja alapohjalaatan lämmöneristämistä, ryömintätilojen ja putkikanaalien alipaineistamista koneellisesti ja epätiiviyiskohtien tiivistämistä.

2.7. Ulkoseinät ja julkisivut

Rakennuksen ulkoseinät ovat massiivitiilirakenteisia. Ulkoseinissä on paikoin havaittavissa kosteutta rakennuksen pohjoispuolella ja paikallisesti myös eteläpuolella. Kosteusrasitus johtuu puutteellisesta ulkopuolen vedenohjauksesta. Ulkoseinien patterisyvennysten taustalla havaittiin mikrobivaurioherkkää korkkieristettä, jonka poistamista suositellaan peruskorjauksen yhteydessä.

Julkisivuissa havaittiin rikkoutuneita tiiliä, huonokuntoisia tiilimuurauksen laastisaumoja sekä epätiiviyttä ja puutteellisia pellityksiä ikkunoissa ja luonnonkivisokkeleissa. Ikkunat ovat alkuperäisiä ja niiden maali hilseilee. Rakennuksen julkisivu on suojeltu, mikä on otettava huomioon korjaussuunnitelmissa.

2.8. Muut sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät

Tutkimusten yhteydessä havaittiin mineraalikuitupintaisia putkieristeitä ja läpivientitilkkeitä. Kaikki korjausten yhteydessä havaitut mineraalivillat poistetaan ja korvataan kuituvapailta tuotteilla.

Portaiden alustila on umpinainen ja siellä havaittiin märkää maa-ainesta sekä puumateriaalia. Portaiden alustiloissa olevat epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan muihin tiloihin ilmapuotujen mukana. Portaiden alustilaan suositellaan peruskorjauksen yhteydessä vanhan alapohjalaatan purkamista ja uuden betonilaatan valamista myös kohtaan, jossa maaperä on näkyvissä (sama uusi rakenne kuin maanvastaisissa alapohjalaatoissa). Lisäksi suositellaan tilan tekemistä ns. normaaliksi sisätilaksi (tiilipinnat maalataan, maaperäyhteys myös seinän ja lattian liitoskohdista estetään) ja järjestetään tilaan ilmanvaihto (esim. tekemällä ilmanvaihtoreitti käyttötiloihin).

Kellarissa on vanha polttouuni, josta lähtee hormi rakennuksen katolle saakka. Kellarin ja uunin epäpuhtaudet saattavat kulkeutua ylempiin kerroksiin ilmapvirtausten mukana heikentäen sisäilman laatua. Peruskorjauksen / koneellisen ilmanvaihdon asentamisen yhteydessä suositellaan kellarin polttouunin purkamista ja pystyhormin tulppaamista ylä- ja alapäästä.

Rakennuksessa on korvausilmaräppänöitä, jotka ovat osa painovoimaista ilmanvaihtojärjestelmää. Korvausilmaräppänöistä tulee lämmittämätöntä, suodattamatonta korvausilmaa rakennearineisen reitin kautta. Mahdollisten epäpuhtauksien kulkeutumisen ja energian säästämisen vuoksi korvausilmareittien tukkiminen on suositeltavaa peruskorjauksen / koneellisen ilmanvaihdon asentamisen yhteydessä.

2.9. Ilmanvaihto

Rakennuksessa on pääosin painovoimainen ilmanvaihto. Wc-tiloissa on koneellinen poistoilmanvaihto ja 3.kerroksen tiloissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Osittainen koneellinen ilmanvaihto, joka ei ole tasapainossa tulo- ja poistoilmamäärien suhteen, aiheuttaa ajoittain alipaineisuutta, mikä johtaa korvausilman tulemiseen epäpuhtaista rakenteista. Peruskorjauksen yhteydessä koko rakennukseen asennetaan koneellinen ilmanvaihto, rakenteet tiivistetään ja ilmanvaihto säädetään tasapainoon.

3. ALTISTUMISOLOSUHTEEN ARVIOINTI JA MERKITTÄVIN SISÄILMAN LAATUA HEIKENTÄVÄ TEKIJÄ

Altistumisolosuhteiden arvioinnilla pyritään tunnistamaan sisäilman laatua heikentävät biologiset, kemialliset ja fysikaaliset tekijät ja arvioimaan työtekijöiden mahdollista altistumistodennäköisyyttä niille. Työkaluna altistumisolosuhteiden arviointiin käytetään Työterveyslaitoksen julkaisua (Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, 2017). Arvioinnis-

sa huomioidaan todettujen epäpuhtauslähteiden laajuus, voimakkuus, sijainti ja ilmayhteys sisäilmaan sekä leviämiseen vaikuttavat tekijät kuten ilmanvaihto ja paine-erot.

Tiloissa, joissa havaittiin ryömintätilassa ja putkikanaaleissa kosteutta ja mikrobiperäistä hajua, paine-eromittauksen perusteella jatkuvaa ilmavuotoa sisätiloihin päin ja merkkiaineko-keella useita epätiiviyyskohtia rakenteessa, on vaikutus sisäilman laatuun heikentävästi erittäin todennäköinen. Ja poikkeavaa altistumisolosuhdetta voidaan pitää näissä tiloissa erittäin todennäköisenä ja tutkimuksessa merkittävimpänä sisäilman laatua heikentävänä tekijänä.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tulevan peruskorjauksen, jossa korjauksille tavoitellaan käyttöikää 30 vuodeksi eteenpäin, suositellaan korjaustoimenpiteiksi rakenteiden osalta edellä lueteltuja toimenpiteitä. Lisäksi korjauksissa tulee huomioida ilmanvaihto-, sähkö- sekä vesi- ja viemärijärjestelmien kunto, taloudellisinta on suorittaa korjaukset samanaikaisesti rakenteiden uusimisen yhteydessä.

Korjausten tavoitteena on parantaa sisäilman laatua pitkälle aikavälille uusimalla sellaiset rakenteet ja materiaalit, joilla on oletettavasti heikentävä vaikutus sisäilman laatuun sekä estämällä hallitsemattomat ilmavuodot rakenteista tiivistämällä rakenteita ilmanvaihdon tasapainottamisen lisäksi.

5. KIITOKSET

Kiitos työnantajalle mahdollisuudesta osallistua RTA-koulutukseen.

6. LÄHDELUETTELO

Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden korjausopas, Liite 2, Lausuntoversio 3/2018, Ympäristöministeriö.

<https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=98f75839-c787-49b4-bb26-d336261bec32&proposalLanguage=da4408c3-39e4-4f5a-84db-84481bafc744>

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ionisoivasta säteilystä §19, 2018

Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, Työterveyslaitos. 2017.

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

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

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

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

Betonin suhteellisen kosteuden mittaus ohjekortti RT 14-10984

VOIMALAITOKSEN TOIMISTOTILOJEN KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Sami Ahonen

Polygon Finland Oy

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön aiheena on viisi kerroksisen toimistorakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Tutkimuksen tavoitteena oli yhtä lailla, tutkimuksen tilaajan toiveesta, hankkia tietoa onko rakennuksen kuntoon saattaminen kustannustehokasta ja millä aikataululla (kiireellisyysaikataulu) korjaustoimenpiteet tulisi toteuttaa. Tutkimuksen lopussa on tehty altistumisen- arviointi.

Tutkimuksen kohteena oleva kiinteistö on pääosin alkuperäisessä kunnossa. Ainoastaan toiseksi alimmassa kerroksessa olevat sosiaalitilat on saneerattu ja ikkunat on vaihdettu 2000-luvun aikana, joten kiinteistön tekniikka (LVI) sekä pinnoitteet ovat suurimmalta osin tekniikan käyttöikänsä ohittaneita.

Merkittävin sisäilman laatuun vaikuttava tekijä on rakennuksessa vaikuttava poikkeavan suuri alipaine sisä- ja ulkoilman välillä. Tutkimuksessa havaittiin rakenteissa (liittymät/läpiviennit) epätiiveyttä, joiden kautta tapahtuu hallitsematonta korvausilman kulkeutumista rakenteiden läpi. Tuotantotilojen ja toimistotilojen välillä tapahtuu myös ilman kulkeutumista epäpuhtaista tuotantotiloista toimistotiloihin päin.

Altistumisen arvioinnin perusteella tutkimuksen kohteena olevan kiinteistön altistumisolosuhde on: tavanomaisuudesta poikkeava olosuhde on mahdollinen.

Korjaustoimenpiteet ovat välttämättömiä, jotta tiloissa voidaan turvallisesti työskennellä.

1. JOHDANTO

Työn tavoitteena oli selvittää voimalaitoksen yhteydessä olevan syksyllä 1965 valmistuneen toimistorakennuksen sisäilma- ja kosteustekninen kunto. Tutkimuksen tavoitteena oli yhtä lailla, tutkimuksen tilaajan toiveesta, hankkia tietoa onko rakennuksen kuntoon saattaminen kustannustehokasta ja millä aikataululla (kiireellisyysaikataulu) korjaustoimenpiteet tulisi toteuttaa. Tutkimuksen lopussa on tehty myös terveyshaitta- arvio. Tilaajan toiveesta työ on luokiteltu salaiseksi.

2. KOHDE

Tutkimuksen kohteena olevat voimalaitoksen toimistotilat, ovat kolmessa kerroksessa. Lisäksi tutkittaviin tiloihin kuului kaksi maan pinnan alapuolella olevaa kellarikerrosta, joissa on muun muassa varasto-, väestönsuoja- ja sosiaalitylöitä. Sisäilman laatuun vaikuttaa myös rakennuksen yhteydessä olevat tuotantotilat, joista on suora ilmayhteys sekä painoeromittauksessa todettu ilmavirtaus toimistotiloihin.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimusmenetelminä käytettiin aistinvaraisten havaintojen lisäksi kosteusmittauksia (pinta-indikointi, betonin porareikämittauksia ja suhteellisen kosteuden mittausta sisäilmasta), pölynkoostumusnäytteiden ottamista laskeutuneesta pölystä. Käyttöolosuhteiden (paine-ero) mittaus suoritettiin loggaavilla mittareilla viikon seuranta-ajalla. Mikrobimittauksia suoritettiin materiaalinäytteinä ulkoseinän eristetilasta. Ilmanvaihdon toimivuutta tutkittiin aistinvaraisesti sekä merkkisavun ja paine-eromittauksen avulla. Tiloista otettiin tutkimuksen yhteydessä asbesti- ja haitta-ainenäytteitä.

4. TUTKIMUS

Rakenteiden osalta havaittiin, että rakennuksen ympärillä oleva piha- alue ei muodosta riskiä rakennukselle. Salaojien osalta todettiin, että mikäli kiinteistössä olisi salaojajärjestelmä, se ei toimi suunnitellusti. Kellariin tehdyissä porareikämittauksissa havaittiin seinän alaosan rakenteissa korkeita kosteuspitoisuuksia.

Salaojien asentaminen on käytännössä hyvin haasteellista, jonka vuoksi on suositeltavaa kohdentaa huomio ennemmin kellarikerroksissa käytettäviin lattian ja seinän pinnoitemateriaaleihin.

Kellaritilojen lattia- ja seinäpinnoitteissa on havaittavissa kosteuden aiheuttamia vauriojälkiä.

Kellaritiloihin tehtiin porareikämittaukset lattian betonilaattaan viidestä eri mittapistestä (kosteusprofiilina erisyvyyksistä). Porareikämittausten perusteella lattian maanvastaisessa betonilaatassa ei havaittu kohonneita kosteuspitoisuuksia. Kellaritilan lattian pinnoitteesta otettiin haitta- ainenäytteet. Näytteissä todettiin lattiamaalissa ja seinämaalissa raskasmetalleja.

Maanpaineiseinän lämmöneristeenä on käytetty lastuvillasementtilevyä, jonka takana ei havaittu betonirungon sisäpuolista kosteudeneristettä. Kyseisessä rakenteessa oleva lastuvillasementtilevy on riskirakenne, koska ulkopuolinen kosteus voi päästä aiheuttamaan levytykseen vaurioita. Rakennuksen ympäröivän piha- alueen asfaltoinnin yhteydessä on perusmuuriin ainakin osittain asennettu bitumikermi. Maanpaineiseinien osalta suositellaan sisäpuolen kuoren ja lastuvillaeristeiden poistamista. Sisäpuolelle suositellaan tehtäväksi kapselointi ja tasoteipinnoitus.

Ulkoseinän eristetilaa villasta otettiin materiaalinäytteet, koska haluttiin selvittää ulkoseinä-rakenteen mahdollisia mikrobivaurioita. Materiaalinäytteiden perusteella eristevilloissa ei havaittu merkittävää kosteusvaurioon viittaavaa mikrobikasvua tai homevaurioita indikoivia homemikrobisukuja.

Kiinteistön ulkoseinissä havaittiin tiilien, sekä tiilien saumojen rapautumista. Ulkoseinien eristeenä on mineraalivillaa. Eristekerros on hyvin ohut, noin 30- 50 mm. Ulkoseinien osalta suositellaan ulkovuoren uusimista, jolloin samalla parannetaan ulkoseinien eristävyttä.

Ikkunat on uusittu MSE – tyyppisiksi lähivuosien aikana. Ikkunoiden karmeissa on korvausilmaventtiilit. Ikkunat ovat pääsääntöisesti hyväkuntoisia. Ikkunoiden uusiminen on vaikuttanut kiinteistön ulkovaipan tiiveyteen. Vanhoista ikkunoista on tyypillisesti ollut ilmavuotoa tiivisteiden ja runkojen epätiiveyksien takia. Toisessa kerroksessa on havaittavissa vaurioita ulomman ikkunan puuosissa. Syynä vaurioihin on lähellä oleva tasakaton pinta, josta on roiskunut sadevesiä ikkunalle. Kyseisessä kohtaa voi olla myös talvella lumikertymää. Ikkunoiden läpiviennit suositellaan tiivistämään.

Välipohjassa havaittiin tiivistämättömiä läpivientejä, joista on ilmayhteys alaslaskun ylätilaan ja sitä kautta sisäilmaan. Havaitut läpiviennit suositellaan tiivistämään.

Lattiapinnoitteista otettiin asbestinäytteitä lattiakaakeleista, sekä tasoitteesta ja käytävän lattiapinnoitteista kiinnitysliimoineen. Asbestia havaittiin käytävien laattojen mustassa kiinnitysliimassa (Antofylliitti). Asbestipitoisten materiaalien olemassaolo tulee huomioida pinnoitteiden saneerauksen yhteydessä.

Alaslaskujen ylätilassa kulkee talotekniikan laitteet (iv-kanavat, sähkökaapelit. yms.). Alaslaskuja ei avattu kohdista, joissa on asbestivaroitusmerkinnät (putkieristeissä on asbestia). Alaslaskumateriaalina on reikälevy, jonka päällä ei havaittu eristevillaa. Alaslaskut suositellaan uusittavaksi.

Yläpohja on paikallaan valettu betonirakenteinen yläpohja yläpuolisella lämmöneristeellä. Katolla on kattokaivoja sekä kattoikkuna. Katon ylösnosto-, sekä poistoilmanvaihtokoneiden pellityksissä havaittiin puutteita. Pellityksien puutteellisista tiiveyksistä johtuen on mahdollista, että esim. tuiskulunta pääsee kertymään pellityksien alle ja sitä kautta kosteutta pääsee kertymään yläpohjan eristetilaa sekä yläpohjarakenteisiin. Katolle suositellaan saneerausta.

Ilmanvaihtojärjestelmää tutkittaessa havaittiin, että rakennuksessa on koneellinen poistoilmanvaihto, jonka poistoilmaventtiilit sijaitsevat toimistotiloissa, sekä WC-/ pesutiloissa ja varastoissa. Toimistuhuoneissa on korvausilmaventtiilit ikkunoiden karmeissa (rakoventtiili). Korvausilmaventtiilit olivat osin hyvin likaisia tai tukossa/ kiinni. Muutamissa huoneissa on ulkoseinillä tuloilman vesikiertoinen lämmityslaite ikkunalinjan alapuolella.

Katolla on seitsemän poistoilmanvaihtokonetta, joista neljä oli tutkimushetkellä pois päältä tai rikkoutuneena. Koneiden pois päältä oleminen oli havaittavissa WC- tiloissa, joissa ei todettu minkäänlaista poistoilman liikettä merkkisavulla testattaessa. Osassa WC- tiloja poistoilman-

vaihtokanavissa ilmavirtaus oli väärin päin eli sieltä virtasi sisäänpäin ilmaa. Poistokanaviin kertyneet epäpuhtaudet tulevat tällöin takaisin sisäilmaan. Huoneiden levyrakenteisten sekä tiilirakenteisten väliseinien yläreunoissa oli nähtävissä ilmavuodoista johtuvia mustia pölyviuhkoja.

Saneeratuissa sosiaalitiloissa on oma koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmön talteenotolla. Sosiaalitilojen ilmanvaihto on asennettu saneerauksen yhteydessä.

Poistoilmanvaihtokanavissa havaittiin aistinvaraisesti runsaasti pölykertymää. Kanavien puhtausluokaksi voitiin määrittää P3, joka on likaisin puhtausluokka. Uusituissa tuloilmalaitteissa ei havaittu mineraalivilla lähteitä tai merkittävää pölykertymää.

Tutkimuksen yhteydessä mitattiin sisä- ja ulkoilman välinen painesuhde tallentavilla logge-reilla sekä myös hetkellisin mittauksin. Sisätilat ovat pääsääntöisesti voimakkaan alipaineiset (Pa) ulkoilmaan nähden. Ilmanvaihto tulisi uusita, lukuun ottamatta saneerattuja sosiaalitiloja, joissa on oma ilmanvaihto.

Sisäilman mineraalivillakuitu pitoisuuden määrittäminen toteutettiin pussikeräysmenetelmällä pinnoille laskeutuneesta pölystä. Yhdessä näytteessä havaittiin asbestikuituja (antofyliitti), minkä johdosta ympäröivistä tiloista otettiin lisänäytteitä neljä kpl:ta. Ympäröivistä tiloista otetuissa lisänäytteissä ei havaittu asbestia. Saatujen tulosten perusteella tila tulee siivota asbestipuhdistuksena. Muutoin tiloissa tulee suorittaa kuitupölysiivous, jossa on suositeltavaa soveltaa esimerkiksi Työterveyslaitoksen kuitupölysiivousohjeistusta.

Toimistotilat ovat pääsääntöisesti merkittävän alipaineiset (jopa -50 Pa) ulkoilmaan nähden. Kaikissa toimistotiloissa suoritettiin tutkimuksen yhteydessä hetkellinen paine-eromittaus. Hetkellisten suuntaa antavien paine-eromittausten perustella paine-erot vaihtelivat -30...-50 Pascalin välillä. Tilaan aiheutuu alipaine, jos tilasta poistetaan ilmaa suurempi määrä kuin tilaan tuodaan hallitusti ilmaa. Koneellisessa poistoilmanvaihdossa normaalissa käyttötilanteessa alipaineisuus voi olla -15...-30 Pa luokkaa. Rakennuksen ulkovaipan yli oleva korkea alipaine aiheuttaa hallitsemattoman korvausilman kulkeutumisen rakenteista ja epätiiveyskohdista sisäilmaan, jonka mukana kulkeutuu epäpuhtauksia (pöly, tuoksut yms.). Ilmanvaihdossa tapahtuu myös vuorokausivaihtelua viikonlopun ja arkipäivien välillä. Tällöin painesuhteet vaihtelevat lämpölaitoksen toiminnan seurauksena (tilojen käyttö, oven avaukset yms. sekä ulkoilman olosuhteiden mukaisesti (tuuli yms.).

Käyttövesi, viemärointi ja lämmitysjärjestelmä ovat teknisen käyttöiän ohittaneita ja aiheuttavat kiinteistölle riskin, joten ne tulisi uusita.

5. ALTISTUMISEN ARVIOINTI

Tiloissa tehtyjen tutkimusten voidaan todeta olevan riittävät altistumisen arvioinnin tekemiseen. Epävarmuustekijöinä altistumisen arvioinnissa voidaan pitää, sitä että tutkimuksessa ei selvitetty sisäilmanäytteillä, millaisia epäpuhtauksia sisäilmassa olisi ollut todettavissa, vaikka rakenteista ja kellaritilasta, sekä ulko- ja väliseinien läpi havaittiin olevan merkkiainesavuko-keiden perusteella ilmapuotoja.

Tutkimuksessa havaituista kaikista haitallisista aineista ei aiheudu altistusta tai haittaa tilojen käyttäjille. Tällaisia ovat kellarikerroksessa olevat pinnoitteet, joissa havaittiin haitta-aineita ja maanpaineiseinissä olevat lastuvillasementtilevy-eristeet, sekä bitumisively. Altistus voi syntyä silloin kun kyseisiä rakenteita aletaan poistaa. Sen sijaan kellarikerroksessa olevat vaurioituneet, silminnähdyn homeiset puurakenteet, maapohjat ja tuotantotiloista tulevat epäpuhtaudet ovat olennainen altistava tekijä. Puutteellisen ja epätasapainossa olevan ilmanvaihdon takia epäpuhtaudet leviävät yläkerran toimistotiloihin hissikuilun ja porraskäytävien kautta, joten rakennuksessa on säännöllisiä ilmapuotoreittejä.

Toimistotiloissa havaittiin merkittävä yksittäinen altistumahdollisuus asbestikuitujen löydöksen yhteydessä. Havaitut pölyt ovat olleet laskeutuneena laboratoriotilan pinnoille mahdollisesti vuosien ajan. Tilan painevaihteluiden ja mahdollisesti tavaroiden siirtelyiden yhteydessä altisteet ovat voineet kulkeutua myös muihinkin tiloihin. Tutkimuksen yhteydessä niitä ei kuitenkaan ympäröivistä tiloista löytynyt, joten kyseessä on alueellinen altistumahdollisuus. Tilaa ei käytössä olleen tiedon mukaan ole viime aikoina käytetty.

Ensimmäisessä kerroksessa havaittu kosteusvaurio ja viemärikaasut aiheuttavat kyseiseen toimisto-/työtilaan altistuksen. Tila on ollut jatkuvassa käytössä, joten sen käyttäjät ovat altistuneet vähintään viemärikaasuille mutta myös mikrobialtistus on mahdollinen. Lisäksi kaikissa tiloissa oli havaittavissa runsaasti eriasteista pölyä, joka toimii epäpuhtauksien kuljettimena. Pölyissä havaittiin olevan myös mineraalivillakuituja, mitkä aiheuttavat tyypillisesti ärsytysoireita. Tiloissa havaittu hyvin runsas pölyisyys lisää altistumisen todennäköisyyttä.

Tuotantotilat sijaitsevat suoraan toimistotilojen kerrosten käytävän toisella puolella. Tuotantotiloista on ilmayhteys käytävään ja sitä kautta toimistotiloihin. Tuotantotiloista niin kellaritilojen kuin käytävänkin kautta tulevat epäpuhtaudet ovat eräs merkittävimpiä sisäilman epäpuhtauksien lähteitä toimistotiloissa.

Tehdyn arvioinnin perusteella tutkimuksen kohteena olevan kiinteistön altistumisolosuhde on: tavanomaisuudesta poikkeava olosuhde on mahdollinen.

6. KIITOKSET

Haluan kiittää työn tilaajaa, sekä työnantajaani Polygon Finland Oy:tä mahdollisuudesta toteuttaa tämä työ. Lämpimät kiitokset kuuluvat eittämättä myös työkavereilleni saamastani työaikaisesta tuesta, vaikka ajoittain väsymys on painanutkin. Opiskelukavereita ei sopine unohtaa, joten kiitos myös kaikille kanssa opiskelleille.

Kiitos vaimolleni Pirrelle ansainnee oman kappaleensa, joten kiitos kun olet jaksanut tukea minua tämän kaiken keskellä.

Erityiskiitokset osoitan työnohjaajilleni Timo Turuselle ja Kai Kylliäiselle, sillä ilman heidän opastustaan ei tämä työ olisi valmistunut ja heillä varmasti olisi ollut vielä paljon enemmänkin annettavaa, jos vain olisin ajoissa alkanut heitä ”hyödyntää”, joten iso kiitos myös joustavuudesta. Haluan myös kiittää koulutuksen järjestänyttä RATEKOA, opettajia ja aina hyvän tuulisia koulutuksen järjestäjiä.

7. LÄHTEET

Freemeteo.fi, 2007<https://freemeteo.fi/saa/lahti/historia/paivittainen-historia/?gid=649360&station=1105&date=2018-11-01&language=finnish&country=finland>

Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat, Sisäilmayhdistys ry. 2008.
<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/>

Merikallio T. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi, 2015

Rakennustieto. 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot, KH 90-00403

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

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

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. 1.2.2018. <https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/sisailma>

TUTKIMUSRAPORTTI VTT-R-04017-10 Rakennuksen ulkovaipan energiakorjaukset 18.6.2010. <https://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2010/VTT-R-04017-10.pdf>

Työterveyslaitos 2017. https://ttk.fi/files/4715/Ohje_tyopaikkojen_sisailmasto-ongelmien_selvittamiseen.pdf

Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia Pitkäranta. Helsinki 2016. Ympäristöministeriö.
http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75517/YO_2016_Kuntotutkimusopas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

1950-LUVULLA VALMISTUNEEN OPISTORAKENNUKSEN KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Teemu Vuolle

Senaatti-kiinteistöt

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää kohteena olevan opistorakennuksen eri rakenneosien nykykunto, mahdollinen korjaustarve sekä asbestin ja haitta-aineiden esiintyminen rakennuksen eri rakenneosissa.

Tutkimuskohteena oleva rakennus on alun perin rakennettu vuosina 1955-56. Vuonna 1959 rakennuksen alkuperäisen osuuden yhteyteen on rakennettu nk. lisärakennus, jossa sijaitsee muun muassa voimistelu- ja juhlasali. Rakennus on peruskorjattu osittain vuonna 1972 ja rakennusalaltaan se on noin 1840 m². Rakennuksen alkuperäinen osuus koostuu yhdestä kellari-kerroksesta ja yhdestä maanpäällisestä kerroksesta. Lisärakennusosuus koostuu yhdestä kahden maanpäällisestä kerroksesta. Rakennuksen tarkempaa kunnossapitohistoriaa ei tutkimus-
hetkellä ollut tiedossa.

Kohteen kuntoa tutkittiin rakenneavausten, kosteusmittausten, olosuhdemittausten ja aistin-varaisten havaintojen avulla. Rakennekerrosten mahdollisen vaurioitumisen todentamiseksi tutkimuksen yhteydessä otettiin mikrobi- ja VOC-materiaalinäytteitä eri rakenneosista. Lisäksi tutkittiin teollisten mineraalivillakuitujen esiintyvyyttä 14 vrk:n laskeuma-ajalla.

Laajimmat mikrobivauriot tutkimuksissa paljastuivat rakennuksen alkuperäisen osuuden kellari-kerroksen maanvastaisten ulkoseinien sisäpinnassa olevista sementtilastuvillaeristeistä. Kellari-kerroksen maanvastaisten alapohjien pintamateriaalina oli käytetty runsaasti muovimattoa, joka oli asennettuna vanhan muovi- tai linoleum-mattokerroksen päälle. VOC-materiaalianalyysin tulokset viittasivat materiaalien kemialliseen hajoamisreaktioon. Osassa huonetiloista havaittiin mattokerrosten välissä myös erittäin voimakasta mikrobiperäistä hajua sekä korkeita kosteuspitoisuuksia. Rakennus ei sisältänyt hallittua ilmanvaihtojärjestelmää.

Mineraalivillakuitujen laskeumanäytteissä neljässä näytteessä viidestä ylittyivät asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja. Alapohjan VOC-materiaalinäytteessä esiintyi runsaasti mm. TXIB- ja 2-Etyyli-1-heksanoli-yhdisteitä.

Laajimmat toimenpide-ehdotukset koskevat rakennuksen mikrobivaurioituneiden materiaalien purkamista. Lisäksi suositellaan korjaustoimenpiteitä rakennuksen lattiapinnoitteisiin, rakennuksen kosteudenhallintaan ja eri rakenneosiin kohdistuvan kosteusrasituksen pienentämiseen liittyen.

Korjaustöiden alustava arvonlisäveroton kustannusarvio on noin 3.481.000,00 € (alv 0%) eli 1.896,00 €/brm². Laskennallinen korjausaste on noin 55 %.

1. JOHDANTO

Saatujen lähtötietojen perusteella kohderakennuksen peruskorjausikä on ylittynyt. Laajan kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen avulla saadaan peruskorjauksen hankesuunnittelun lähtötiedoiksi kattavasti tietoa rakennuksen nykykunnosta ja rakenteiden korjaustarpeesta.

Tutkimustoimenpiteet kohdennetaan erityisesti asiakirjatarkastelun ja kohteessa tehtyjen aistinvaraisten tarkastelujen perusteella havaittuihin riskialueisiin ja -rakenteisiin. Tutkimuksissa selvitetään myös rakentamisaikaisten suunnitteluasiakirjojen paikkansapitävyyttä.

Rakennuksen taloteknisten järjestelmien korjaustarvetta voitiin osittain arvioida pelkästään järjestelmien iän ja laskennallisen teknisen käyttöiän perusteella.

Mikäli rakennuksen käyttö-, kunnossapito- ja korjaustoimenpiteet eivät ole olleet järjestelmällisiä, voidaan tutkimusten perusteella päätyä siihen, että rakenteiden kumuloitunut korjaus- ja uusimistarve kasvaa kohteessa kustannuksiltaan niin suureksi, että hankesuunnittelussa on perusteltua tarkastella myös uudisrakennusvaihtoehtoa nykyisen rakennuksen korjauksen sijasta.

2. LÄHTÖTIEDOT

Tilaaajalta saatujen lähtötietojen perusteella kohteessa ei tutkimushetkellä oltu koettu sisäilmaongelmia. Tutkimuksen perusteella pyrittiin selvittämään tulevaisuutta varten kohteessa olevaa rakenteellista korjaustarvetta. Lähtötietoaineistona tilaaajalta saatiin kohteen rakentamisaikaisia ARK- ja RAK-piirustuksia sekä rakennusselostuksia.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimustyö suoritettiin noudattaen *Ympäristöopas 2016, Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus*. Toim. Miia Pitkäranta. Ympäristöministeriö-oppaan ohjeita ja käytäntöjä noudattaen. Tämän lisäksi tutkimustyössä noudatettiin asumisterveysasetusta (545/2015) ja sen soveltamisohjeita I-IV (Valvira, 8/2016, Dnro 2731/06.10.01/2016)

4. TUTKIMUKSEN TULOKSET

Alapohja

Tilojen pintamateriaalien vaihtelevuutta lukuun ottamatta rakennuksen alkuperäisen osuuden alapohjarakenteet olivat tyypillisesti hiekkatäytön päälle asennettuja kaksoisbetonilaattoja, joissa betonilaattojen väliin oli asennettu bitumisively. Poikkeuksena kirjasto, jossa vanha alapohja on osittain uusittu aiemmin siten, että vanha pintabetonilaatta on jossain rakennuksen käyttöhistorian vaiheessa purettu ja pohjabetonilaatan päälle on asennettu EPS-eriste, jonka päälle oli valettu uusi pintalaatta.

Lisärakennusosuuudella vanhan talouskellarin sekä luentosalin alapohjat ovat rakenneavausten perusteella uusittu aiemmin kokonaan. Liikunta- ja juhlasalin AP-rakenne koostui betonivalun päälle asennetusta bitumisivelystä, lämmöneristeestä ja puurakenteisesta lattiasta. Lisärakennuksen suihku- ja pesutilojen alapohjassa kahden betonilaatan väliin oli asennettuna sementtilastuvillaeriste.

Maanvastaiset ulkoseinät

Rakennuksen alkuperäisen osuuden kellarikerroksen maanvastaiset ulkoseinät koostuivat betonimuurista, jonka sisäpintaan oli asennettuna pintarapattu sementtilastuvillalevy. Eristettä on tutkimuksen lähtötietona saadun rakennusselityksen mukaan käytetty valumuottina siten, että ulkoseinärakenteen kantava betonimuuri on valettu suoraan eristelevyä vasten. Ulkoseinärakenteen vedeneriste on rakennuksessa toteutettu siten, että kantavan betonimuurin ulkopinta on bitumisively.

Eri puolille kellarikerrosta tehdyistä avauksista otetuissa mikrobinäytteissä viidessä kuudesta sementtilastuvillalevynäytteessä paljastui vahva viite mikrobivauriosta. Eristelevyn pintarappauksen läpäisevien kiinnikkeiden ja läpivientien kautta havaittiin myös aistinvaraisesti voimakasta mikrobiperäistä hajua. Aistinvaraisesti havaittiin myös epätiivelyskohtia ja mikrobiperäistä hajua tilojen alapohjan ja ulkoseinän välisissä rakenneliittymissä.

Julkisivut ja ulkoseinät

Rakennuksen alkuperäisen osuuden tiilimuurattujen päätyseinien sisäpintaan oli asennettu sementtilastuvilla- sekä mineraalivillaeristeet ja eristeistä paljastui vahvoja viitteitä mikrobivauriosta molempien materiaalien osalta. Rakenne ei sisältänyt lainkaan tuuletusväliä, joten alkuperäinen sementtilastuvillaeriste oli asennettuna suoraan ulkoseinän tiilipintaa vasten. Mahdollisena vaurion aiheuttajana on rakennuksen päätyseinän räystäättömyys, joka mahdollistaa sen, että viistosade kastelee ulkoseinän tiilimuurauksen tehokkaasti ja kosteus pääsee siirtymään kapillaarisesti huokoista tiiltä pitkin sementtilastuvillaeristeeseen.

Lisärakennusosuuuden ulkoseinät koostuivat nk. valesokkelirakenteesta. Liikunta- ja juhlasalin alueella havaittiin, että sokkelin sisäpuolella oleva puinen seinärakenne menee syvälle maanpinnan sekä liikuntasalin lattiapinnan alapuolelle. Rakenneavauksen kautta arvioituna seinän puurakenteet ja lämmöneristeet menevät noin ~750 mm maanpinnan tason alapuolelle.

Anturan alueella olevasta mineraalivillasta otetussa mikrobinäytteessä ei paljastunut viitteitä vauriosta. Aistinvaraisesti kuitenkin havaittiin, että villa haaisi erittäin voimakkaasti kreosootille. Sokkelirakenne ei sisältänyt tuuletusväliä ja seinän lämmöneriste oli asennettu suoraan betonisokkelin sisäpinnassa olevaa bitumisivelyä vasten.

Julkisivujen betonisokkelipinnoissa havaittiin laajalti rapaumavaurioita ja maalipinnan hilseilyä. Rakennuksen ikkunat ovat aistinvaraisesti havainnoituna todennäköisesti alkuperäisiä ja

rakentamisaikaisia. Rakennuksen säärasitetuimmilla julkisivuilla ikkunat olivat laajalti huonokuntoisia. Rakennuksen laajennusosan ikkunariveet haisivat aistinvaraisesti havainnoituna kreosootilta.

Välipohjat

Rakennuksen välipohjat koostuivat kaksoisbetonilaatoista, joiden väliin oli asennettuna laajalti sementtilastuvillalevyä. Osassa huonetiloista laattojen väliin oli eristelevyn sijasta asennettu bitumisively. Eristelevyistä ei paljastunut viitteitä mikrobivaurioitumisesta tutkimuksen yhteydessä.

Väliseinät

Rakennuksen alkuperäisen osuuden ja nk. lisärakennuksen välinen kantava väliseinä on alun perin toiminut alkuperäisen osuuden ulkoseinänä, mutta laajennusosan rakentamisen yhteydessä seinärakenne on jätetty paikalleen tilojen väliin. Väliseinän mineraalivillaeristeestä ei paljastunut viitteitä mikrobivaurioitumisesta. Väliseinään upotettujen pistorasioiden ja valokatkaisimien kautta havaittiin voimakasta kreosootin hajua.

Yläpohja

Rakennuksen alkuperäisen osuuden yläpohjatiloiissa havaittiin runsaasti rakennusjätettä ja aistinvaraisesti arvioituna havaittiin puutteita yläpohjatilojen tuulettuvuudessa.

Rakennuksen pääaulan yläpuolisella tasakatto-osuudella hulevedet johdetaan yhdelle katon nurkka-alueella sijaitsevalle syöksytorvelle. Veden poisohjaus on osittain puutteellinen, koska suhteessa vesikaton pinta-alaan ja sieltä syntyviin vesimääriin, ei yksi syöksytorvi ole riittävä vedenpoistoon. Syöksytorven alueella havaittiin selviä kosteusrasituksen jälkiä liikuntasalin ja pääaulan välisessä seinässä. Kosteusrasituksen jälkiä havaittiin myös liikuntasalissa seinän sisäpinnassa syöksytorven kohdalla.

Rakennuksen vesikatoilla havaittiin myös runsaasti paikallisia puutteita, jotka viittasivat säännöllisen huollon ja kunnossapidon puutteeseen.

Piha-alueet

Rakennuksen nurmi- ja asfalttialueita ei ole erotettu erillisellä sorakaistalla rakennuksen perusmuurista, joten ne ovat suorassa kosketuksessa rakennuksen perusmuuriin, pois lukien laajennusosalla oleva pieni alue, jossa hulevesiviemärointiä on paikallisesti uusittu aiemmin.

Rakennuksen ympärillä oleva maanpinnan taso on monin paikoin liian korkealla suhteessa rakennuksen kellarikerroksen ja liikuntasalin ikkunoihin sekä ulkoseinän verhouslautoihin.

Maanpinnan muotoilu on paikoin puutteellinen, koska se ei vietä pois päin rakennuksen perusmuurista ja syöksytörmien alapäissä olevat betonikourut on paikoin asennettu vaakatasoon tai ne viettävät takaisin rakennuksen perusmuuria päin.

5. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Tutkimusten perusteella tehdyssä altistumisolosuhteiden arvioinnissa tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on erittäin todennäköinen rakennuksen alkuperäisen osuuden kellarikerroksessa. Alkuperäisen osuuden toisessa kerroksessa tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on mahdollinen. Rakennuksen laajennusosuuksella tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on todennäköinen.

Tutkimusten perusteella annetut laajimmat toimenpide-ehdotukset ovat:

- Kaikkien rakennuksen kellarikerroksen sisäpinnassa olevien sementtilastuillalevyjen ja rappauksen purkaminen
 - Korjauksen yhteydessä ulkoseinärakenteen liittymien tiivistäminen
- Rakennuksen alkuperäisen osuuden tiilimuurattujen päätyjulkisivujen sisäpinnan sementtilastuvilla- ja mineraalivillaeristeiden purkaminen
- Sadevesi- ja salaojaviemäröinnin rakentaminen koko rakennuksen alueelle
 - Rakennuksen perusmuurin ulkopinnan vedeneristyksen uusiminen
 - Maanpinnan madaltaminen ja uudelleenmuotoilu siten, että maanpinta kallistaa voimakkaammin pois päin rakennuksen perusmuurista.
 - Rakennuksen perusmuurin osalta suositellaan pintarappauksen rapaumavaurioiden ja halkeamien korjausta sekä perusmuurin huoltomaalausta
- Kaikkien rakennuksen kellarikerroksen alapohjien muovi- ja linoleum-mattojen purkaminen ja rakenteen kosteuslähteen eliminoiminen
- Rakennuksen alkuperäiset ikkunat suositellaan uusittavaksi vähintään rakennuksen sääräsitetuimmilla julkisivuilla
 - Ikkunoiden uusimisen yhteydessä tulee vanhat PAH-pitoiset ikkunatilkkeet poistaa huolellisesti ikkunoiden tilkeväleistä
- Lisärakennusosuuksella sementtilastuvillaeristeen sisältävien alapohjarakenteiden uusiminen
- Rakennuksen laajennusosan pitkien sivujen ulkoseinien osalta suositellaan nk. va-lesokkelirakenteen korjausta
- Liikuntasalin ja liikuntasalin tuolivaraston alapohjarakenteen uusiminen
 - Vaihtoehtoisesti rakenne tulee korjata siten, että kreosootin hajun leviäminen sisäilmaan saadaan estettyä.
- Liikuntasalin ilmanvaihdon parantaminen
- Maalipinnalla olevien kellarikerroksen betonialapohjarakenteiden osalta suositellaan laajempien halkeamien ja rakenneliittymien tiivistämistä
- Rakennuksen pääaulan alueella suositellaan pistorasioiden ja valokatkaisimien asennusten tiivistämistä tai uusimista siten, että kreosootin hajun kulkeutuminen sisätiloihin saadaan estettyä

- Mikäli rakennuksen takapihan puolella olevaa betoniportaikkoa käytetään säännöllisesti, tulee portaikkoon tehdä raskaita betonikorjauksia tai portaikko tulee uusida
- Käytöstä poistettujen talotekniikkakanaalien osalta suositellaan tarkastusluukkujen ja liittymien tiivistämistä, jotta kanaaleissa liikkuvat epäpuhtaat ilmavirtaukset eivät pääse kulkeutumaan sisätiloihin
 - Mahdollisten laajempien peruskorjausten yhteydessä on suositeltavaa, että vanhat putkikanaalit puretaan
- Mineraalivillaisten akustiikkalevyjen uusiminen tai vaihtoehtoisesti nykyisten levyjen pinnoittamista siten, että niistä ei pääse vapautumaan villakuituja huonetiloihin

6. KUSTANNUSARVIO JA KORJAUSASTE

Korjaustöiden arvonlisäveroton kustannusarvio on noin 3.481.000,00 € (alv 0%) eli 1 896 €/brm². Laskennallinen korjausaste on noin 55 %. Kustannuksiltaan suurimpana eränä ovat kellarikerroksen perusmuurin korjaukset, salaoja- ja sadevesiviemäröinnin uusiminen ja alapohjien uusiminen

7. LÄHDELUETTELO

1. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa I-IV. Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto Valvira. Helsinki 8/2016. <https://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys>
2. Ympäristöopas 2016, Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Toim. Miia Pitkäranta. Ympäristöministeriö. Helsinki 6/2016. <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>
3. Lappalainen S, Reijula K, Tähtinen K, Latvala J, Holopainen R, Hongisto V, Kurtio P, Lahtinen M, Rautiala S, Tuomi T, Valtanen A: Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Työterveyslaitos. Helsinki 2016. <http://www.julkari.fi/handle/10024/131872>
4. Lapinlampi T, Tuomi T, Reijula K: Sisäilman 2-etyyli-1-heksanoli (= 2-EH). Työterveyslaitos. 03/2018. https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2018/03/VOC_Lapinlampi_Sis%C3%A4ilman-2-etyyli-1-heksanoli.pdf
5. Aurola R, Välikylä T: Asumisterveysopas, 3. korjattu painos, Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen soveltamisopas, Ympäristö ja Terveys-lehti. Helsinki 2009.
6. RT 18-10922, Rakennustieto Oy, 2008. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10922.html.stx>
7. RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohje, Suomen Rakennusinsinöörin Liitto, 2012.
8. RT 83-10955, Rakennustieto Oy, 2009. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10955.html.stx>
9. Sisäympäristön viitearvoja. Työterveyslaitos. 27.2.2017. <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf>

KOULURAKENNUKSEN KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS SEKÄ ALTISTUMISEN ARVIOINTI

Terhi Haapsaari

Polygon Finland Oy

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää 1950-luvulla ja 1970-luvulla rakennettujen koulurakennusten rakennetyypit, niiden kunto sekä muut sisäilman laatuun vaikuttavat tekijät. Tutkimusmenetelminä käytettiin aistinvaraisten havaintojen lisäksi erilaisia kosteusmittauksia, rakenneavauksia sekä materiaalinäytteiden ottamisia. Sisäilman olosuhteita mitattiin paine-ero- lämpötila-, kosteus- ja hiilidioksidimittauksilla sekä pölynkoostumus- ja geeliteippinäytteillä.

Kohteena on 1950-luvulla rakennettu ja 1970-luvulla laajennettu koulurakennus. Rakennukset muodostavat U:n mallisen kokonaisuuden, joista keskellä oleva uimahalliosuus ei kuulunut tutkittaviin alueisiin. Rakennuksia on peruskorjattu 2000-luvun alussa. Vanhemman osan alapohjarakenteena on tuplalaattarakenne, ulkoseinät kivirakenteisia ja katto puurakenteinen. Uudemman osan alapohjarakenteena on maanvastainen betonilaatta ja ulkoseinät ovat tiili-villa-tiili-rakenteisia. Tiloissa toimiva henkilökunta on kokenut sisäilman laadun heikoksi ja heillä on todettu sisäilmaongelmaan viittaavaa oireilua. Ongelmat ovat pahentuneet syksyllä 2018 sattuneen vesivahingon jälkeen.

Merkittävimpiä rakennusten kuntoon ja sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat molempien rakennusten kellarikerrosten kosteusrasitukset sekä ilmavuodot rakenteista huonetiloihin, jota tehostaa paikoin voimakas alipaine ulkoilmaan nähden. Lisäksi vanhan puolen lattioiden muovimatoista mitattiin kohonneita VOC-pitoisuuksia ja uuden puolen julkisivun huono kunto on aiheuttanut mikrobivaurioita ulkoseinän eristekerroksissa.

Tehtyjen tutkimusten perusteella vanhan puolen tavanomaisesta poikkeava olosuhde on tiloissa todennäköinen ja uuden puolen erittäin todennäköinen. Rakennusten palauttaminen teknisesti ja terveydellisesti toimivaksi kokonaisuudeksi, vaatii mittavia korjauksia.

1. JOHDANTO

Koulun tiloissa oli sattunut vesivahinko syksyllä 2018. Tilojen sisäilman laatu oli koettu heikoksi jo aikaisemmin ja laajamittaisten purku- ja kuivaustöiden ollessa käynnissä, henkilökunnan sekä oppilaiden/vanhempien huoli tilojen terveellisyydestä kasvoi. Kosteus- ja sisäilmateknisillä kuntotutkimuksilla oli tarkoitus selvittää molempien kiinteistöjen rakenteiden toteutustapoja, kuntoa sekä niiden vaikutusta sisäilman laatuun.

2. TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimustyöt aloitettiin tilaajan, käyttäjän sekä huoltohenkilön kanssa kohteen alkukatselmuksella. Tilat kierrettiin tarvittavilta osin sisältä sekä ulkoa. Kierroksen yhteydessä käytiin läpi erityisesti tiloja, joissa tilojen käyttäjät ovat kokeneet sisäilman laadun heikoksi. Lisäksi saatiin tietoa kohteessa tehdyistä peruskorjauksista sekä huolloista. Varsinaiset tutkimustyöt kohteessa etenivät kolmessa vaiheessa, rakenteita rikkomattomat tutkimukset, rakenteita rikkovat tutkimukset sekä jatkotutkimukset.

Ensimmäisessä vaiheessa molemmat rakennukset kierrettiin sekä ulko- että sisäpuolelta tehden aistinvaraisia havaintoja, pintakosteusmittauksia sekä lämpökamerakuvauksia. Koska kohteesta ei tilaajan toimesta ollut käytettävissä rakennekuvia, kierroksella arvioitiin myös mahdollisia riskirakenteita sekä arvioitiin rakenneaukaisujen paikkoja ja näytteenottomääriä.

Toisen vaiheen tutkimuksissa eri rakennetyyppeihin tehtiin rakenneavauksia rakenneratkaisujen selvittämiseksi. Avausten yhteydessä rakenteiden kuntoa arvioitiin aistinvaraisesti, materiaalinäyttein sekä kosteusmittauksin. Kosteusmittaukset suoritettiin suhteellisen kosteuden mittauksilla eristekerroksista sekä lattiapinnoitteiden alta. Mikrobinäytteet viljeltiin suoraviljelymenetelmällä. Mikrobinäytteiden lisäksi kosteusmittausten perusteella otettiin muovimatoista materiaalinäytteitä VOC-analyysiä varten.

Kolmannessa vaiheen tarkentavissa jatkotutkimuksissa rakenteista otettiin mikrobi- ja VOC-näytteiden lisäksi PAH- sekä asbestinäytteitä. Kellarikerrosten kosteusjakaumaa tutkittiin suhteellisen kosteuden mittauksilla eristetilasta, betonista porareikämenetelmällä ja muovimaton alta viilto-mittauksin. Lisäksi sisäilman olosuhteita tutkittiin tilaajan toiveesta noin viikon loggaavilla mittauksilla.

3. TUTKIMUSTULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

3.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Molemmissa rakennuksissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, joka on säädetty ja nuohottu viimeksi 2014. Molempia puolia palvelee omat ilmanvaihtokoneet. Lisäksi joissakin tiloissa on tilakohtaisia ilmanvaihtoja sekä kohdepoistoja. Ilmanvaihtojärjestelmää havainnoitiin silmäämääräisesti ja ääniloukkuja tarkasteltiin pistokoeluonteisesti. Ilmanvaihdossa ei havaittu kuitulähteitä.

Tuloilmakanavista otettiin geeliteippi- ja pölynkoostumusnäytteitä. Tuloilman mineraalivillakuitu pitoisuus oli keskimääräinen tai pienempi. Pölynkoostumusnäytteissä havaittiin tavallisen huonepölyn lisäksi teollisia mineraalikuituja, metallipölyä, mineraali/kiviainespölyä, itiöitä/siitepölyä sekä kipsiä. Pölyt saattavat viitata kanavista tai pinnoitteista lähteviin pölyihin ja ulkoilmasta tuleviin siitepölyihin.

3.2 Olosuhdemittaukset

Sisä- ja ulkoilman välisiä paine-eroja mitattiin tutkimusten yhteydessä pistokoeluonteisesti. Paineerot vaihtelivat maltillisen yli- ja alipaineen molemmin puolin. Tiloissa, joissa on voimakkaita kohdepoistoja, mitattiin poikkeuksellisen voimakasta alipainetta.

Sisäilman lämpötiloja ja suhteellisia kosteuksia mitattiin tutkimusten yhteydessä hetkellisillä mittauksilla. Lisäksi näitä sekä hiilidioksidipitoisuuksia mitattiin myös noin viikon loggaavilla mittauksilla. Lämpötilamittauksissa ei havaittu poikkeavia arvoja. Suhteellinen kosteus oli paikoin hyvin alhainen, mutta tavanomainen vuodenaikaan nähden. Hiilidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet asumisterveysasetuksen toimenpiderajoja ja pitoisuudet pysyivät pääasiassa Sisäilmastoluokitus 2018 S2 tavoitearvojen sisällä.

3.3 Piha-alueet

Maanpinnan kallistuksissa havaittiin puutteita. Vanhan puolen perusmuuria vasten on asfaltti ja uudemman puolen perusmuurin vierellä on sorastus. Kiinteistöön on kaivettu salaojat sekä asennettu ulkopuolinen vedeneriste 2014. Tarkastuskaivojen silmämääräisen havainnoinnin sekä sisäpuolisten rakenneavausten perusteella salaojat eivät kulje riittävän syvällä kaikissa kohdissa. Uuden puolen sorastuskerrosta kaivettiin hieman perusmuurin verestä, eikä ulkopuolisesta vedeneristeestä saatu havaintoa.

Kiinteistöjen sadevedet ohjautuvat rännien alla oleviin sadevesikaivoihin. Sadevesiä pääsee valumaan myös vanhan puolen kellaritiloihin johtavien rappusten/ulko-ovien kautta sisään, koska ovien takana olevat sadevesikaivot ovat täytetty umpeen.

3.4 Vanha puoli

Alapohjarakenteena on kaksoislaattarakenne, joka luokitellaan riskirakenteeksi. Eristeenä olevassa siporex-massa-eristeessä ei näytteiden perusteella havaittu mikrobivaurioita, mutta alapohjarakenteen kosteusmittauksissa havaittiin kohonneita kosteuslukemia. Vanhan puukäsityöluokan puukoolattu lattia on uusittu foam-betoni-rakenteella. Tilan eristeessä todettiin mikrobivaurio. Maakosteus rasittaa alapohjaa etenkin kantavien rakenteiden sekä pilarien ympäristössä. Tilojen höyryä läpäisemättömissä muovimatoissa todettiin VOC- ja mikrobivaurioita.

Kellarikerros sijaitsee osittain maanpinnan alapuolella. Maanpaineseinän eristeinä on valkoinen lasivilla. Maanvastainen seinä sisäpuolisella lämmöneristeellä luokitellaan riskirakenteeksi. Eristetilasta ei havaittu kohonneita kosteuksia eikä mikrobivaurioita.

Rakennuksen ulko- ja väliseinät ovat täystiiliset ja julkisivumateriaalina on rappaus. Julkisivurappaus on hyvässä kunnossa. Ulkoseinissä on vanhoja läpivientejä, joihin muodostuu kylmäsiltoja. Katolla on sammalta sekä puu- ja metalliosissa huoltomaalauksen tarvetta.

Välipohjat ovat betonia. Lattioihin on edellisen suuremman remontin yhteydessä jätetty vanha, mahdollisesti asbestia sisältävä, mattoliima. Muovimatosta otettiin materiaalinäytteitä mikrobiviljelyyn sekä VOC-analyysiin. Matossa ei havaittu mikrobivaurioita, mutta TVOC ja 2-etyyli-1-heksanoli-pitoisuuksissa oli viitearvoja ylittäviä pitoisuuksia. Palopermannon välipohjassa on toja-

levyjä, joissa ei todettu mikrobivaurioita. Luokkahuoneissa on vanhan Halltex-levyn päälle liimattu uudet akustiikkalevyt. Käytävällä on alaslaskettu katto, jonka yläpuolella kulkee talotekniikkaa. Alaslaskun yläpuolella on pölyä sekä IV-putkien eristeissä pinnoittamatonta villaa. Alaslaskusta on ilmayhteys alapuolisiin tiloihin mm. irti olevien tarkastusluukkujen vuoksi.

3.5 Uusi puoli

Alapohjarakenteena on maanvarainen betonilaatta ilman alapuolista lämmöneristettä. Betonilaatan alla on muovi. Lattioista mitattiin kohonneita lukemia pintakosteusmittauksissa. Lattiapinnoitteena on alkuperäisiä vinyylilaattoja sekä uutta muovimattoa sekä puisia jalkalistoja. Lattiamateriaalit sekä puulistat ovat herkkiä kosteudelle. Pintakosteusmittausten perusteella tehtiin tarkempia porareikä- ja viiltomittauksia lattian kosteusjakauman selvittämiseksi. Mittausten perusteella maakosteus rasittaa alapohjaa. Lattian muovimatosta otettiin VOC- sekä mikrobinäytteitä. Näytteiden perusteella matossa on mikrobivaurioita sekä pieniä pitoisuuksia 2-etyyli-1-heksanolia.

Kellarikerros sijaitsee osittain ympäröivän maanpinnan alapuolella. Riskirakenteeksi luokitellun maanpaineeseinän eristeinä on villa. Seiniin tehtiin kaksi rakenneavausta. Toisessa rakenneavauksessa villa oli märkää ja rakenteessa oli irtovettä. Avauksista otettiin kaksi mikrobimateriaalinäytettä, joista toisessa todettiin vaurio. Seinän ja pilarin liitos ei ole tiivis.

Ulkoseinärakenteena on tiili-villa-tiili-rakenne, hyvin pienellä tuuletusraolla. Julkisivussa on kosteuden ja pakkasen aiheuttamia vaurioita. Räystäiden ja kunnollisen tuuletusraon puutteen vuoksi rakenne on hyvin altis kosteudelle. 1-2 kerrosten rakenneavauksista otetuissa villanäytteissä todettiin mikrobivaurioita.

Välipohjat ovat ontelorakenteisia. Käytävällä on alaslaskettu katto, jonka yläpuolella kulkee talotekniikkaa. Luokkatiloissa akustiikkalevyt on liimattu suoraan kattoon, eikä niissä havaittu poikkeavaa.

3.6 Muut havainnot rakennuksista

Muita sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä ovat mm. vanhat korjaamattomat sekä akuutit vesivahingot, luokkatilojen kuivat kaivot, suihkutilojen puutteelliset saumat ja suihkutilojen heikko ilmanvaihto. Lisäksi molempien rakennusten palokatkoissa oli puutteita ja yläpinnoilla oli paljon pölyä.

3.7 Altistumisolosuhteiden arviointi

Tehtyjen tutkimusten perusteella vanhan puolen poikkeava olosuhde on tiloissa todennäköinen. Alapohjarakenteessa on todettu kosteusrasitusta sekä mikrobivaurioita. Tilojen ilmanvaihdossa on todettu epätasapainoisuutta. Lisäksi ylemmissä kerroksissa on todettu viitearvoja ylittäviä 2-etyyli-1-heksanoli pitoisuuksia muovimaton materiaalinäytteessä.

Uuden puolen poikkeava olosuhde on tiloissa erittäin todennäköinen. Rakennuksen alapohja-, maanpaineeseinä- ja julkisivurakenteissa on todettu mikrobivaurioita sekä ilmavuotoreittejä. Tilojen ilmanvaihdossa on todettu epätasapainoisuutta.

4. YHTEENVETO

Merkittävimpiä sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat molempien rakennusten alapohjarakenteita rasittava maakosteus, uuden puolen maanpaineeseinää rasittava kosteus, uuden puolen huonokuntoinen ja mikrobivaurioitunut julkisivurakenne, vanhan puolen lattioiden 2-etyyli-1-heksanoli-pitoisuus sekä ilmanvaihdon puutteet. Koska rakennuksissa on useampia sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä, on näitä käsiteltävä kokonaisvaltaisesti korjauksia suunniteltaessa.

5. KIITOKSET

Kiitokset työnantajalleni Polygon Finland Oy:lle mahdollisuudesta osallistua rakennusterveysasiantuntijakoulutukseen sekä tilaajalle, Laitilan kaupungille, mahdollisuudesta käyttää kohteen tutkimuksia opinnäytetyössä. Lisäksi haluan kiittää nykyisiä kollegoitani Riku Rinnettä, Kai Kylliäistä sekä Tuukka Korhosta saamastani tuesta tutkimusten eri vaiheiden aikana. Erityiskiitos kotijoukoille saamastani tuesta opintojen eri vaiheissa.

6. LÄHDELUETTELO

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet. Osa I-V. Valvira 2016.

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

Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla. Työterveyslaitos. 2019

Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Lappalainen S., Reijula K., Tähtinen K., Latvala J., Holopainen R., Hongisto., Kurtio P., Lahtinen M., Rautiala S., Tuomi T., Valtanen A. Työterveyslaitos. 2017.

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

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

PÄIVÄKODIN JA KOULUN KOSTEUS – JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Janne Niemimuukko

Granlund Saimaa Oy

TIIVISTELMÄ

Tässä tutkimuksessa selvitettiin Vehkataipaleen koulun ja päiväkotiosan sisäilman laatua ja siihen vaikuttavia tekijöitä, kuten riskirakenteita ja niiden riskien toteutumista, epäpuhtauksien kulkeutumista sisäilmaan sekä Ilmanvaihdon toimintaa ja sen riittävyyttä nykyisille käytäjä määrille.

Tutkittavana on yksi kerroksinen koulurakennus noin 2000 kem², jonka yhteydessä on päiväkoti noin 150 kem² ja liikuntahalli. Koulurakennus on rakennettu 1900-luvun alkupuolella, tarkkaa rakennusvuotta ei ole tiedossa. Päiväkodin käsittävä laajennusosa on rakennettu vuonna 2000. Liikuntahalli on rakennettu vuonna 2007 ja se on rajattu pois tutkimuksesta. Kouluosaan on tehty mittava peruskorjaus vuonna 2016. Peruskorjauksen yhteydessä rakennettiin käsitöiden laajennusosa noin 50 m². Laajennuksen päälle on sijoitettu uusi IV-konehuone, joka palvelee kouluosaa.

Päiväkodin osalla henkilökunta ja lapset ovat kokeneet sisäilman epäpuhtauksiin viittaavia oireita kouluosan peruskorjauksen jälkeen. Tämän tutkimuksen lähtötiedoksi on saatu aiemmin laadittu päiväkodin sisäilmaongelman tutkimusraportti. Aiemman tutkimusraportin tulosten perusteella päiväkoti on suljettu vuoden 2018 keväällä.

1. JOHDANTO

Tutkimus raportoitiin Ympäristöopas 2016, rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kunto-tutkimus oppaan ohjeistuksen mukaisesti.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää päiväkoti osan kuntoa ja ilmanvaihdon toimivuutta tarkentamalla aikaisemmin kohteesta tehtyä tutkimusta. Päiväkodin tutkimus toimii korjaus-suunnittelun lähtötietoina. Toisena tavoitteena oli selvittää vuonna 2016 koulun peruskorjauksen toteutuksen ja suunnittelun onnistumista sekä selvittää koulun sisäilman laatua, ilmanvaihdon puhtautta ja toimivuutta sekä selvittää mahdollisia sisäilman epäpuhtauslähteitä.

2. TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Kosteusmittaukset

Päiväkodin ja koulun lattiapintarakenteisiin tehtiin koko tutkimuskohteen kattava pintakosteuden kartoitus. Päiväkodin osalla selvitettiin porareikämittauksella lattiarakenteen kosteusk jakauma. Koulun osalla tehtiin viiltomittauksia pintakosteuskartoituksen perusteella.

2.2 Rakenneavaukset

Päiväkodin aikaisempia rakenneavauksia laajennettiin siten, että päästiin tarkastamaan ulkoseinän rakenne, alapohjan liittymä ja ulkoseinärungon alaosa. Päiväkodin ja koulun väliseinään ja alapohjan liittymään tehtiin uusi rakenneavaus, josta päästiin tarkastamaan väliseinän rakenne. Päiväkodin yläpohjan rakenteet tarkastettiin siirtämällä yläpohjan eristeitä. Mahdollisia vaurioita arvioitiin aistinvaraisesti.

2.3 VOC eli haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä oli tutkittu päiväkodin osalla aiemmassa tutkimuksessa. Lattiamatosta oli otettu VOC-materiaalinäytteet, joista oli tutkittu VOC-yhdisteiden bulk-emissio mikrokammioilla Työterveyslaitoksen Helsingin työympäristölaboratoriossa.

Koulun lattiamattojen VOC-emissioita tutkittiin FLEC-näytteenottomenetelmällä. Päiväkodin sisäilman haihtuvia orgaanisia yhdisteitä tutkittiin ottamalla sisäilmasta VOC-näytteitä.

2.4 Sisäilman seuranta

Tallentavissa mittauksissa käytettiin Smartwatcher sisäilman olosuhde loggereita. Laite mittaa sisäilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta, hiilidioksidipitoisuutta ja TVOC-arvoa. Paineeroa seurattiin ulkovaipan yli sisäilman olosuhdeseurannan aikana. Käyttäjille eli koulun henkilökunnalle tehtiin myös lyhyt käyttäjäkysely.

3. MITTAUSTULOKSET JA YHTEENVETO HAVAINNOISTA

Aikaisemmassa sisäilmaongelman tutkimusraportissa oli havaittu lattiamaton VOC materiaalinäytteissä kohonneita 2-etyyli-1-heksanolin pitoisuuksia verrattuna Työterveyslaitoksen viitearvoihin. Lattiamaton avauskohdissa havaittiin tyypillistä lattiamaton tai kiinnitysliiman hajoamiseen viittaavaa tuoksua ja betonin sekä lattiamaton välissä ei havaittu, kuin paikoin tasoitekerrosta. Päiväkodin eteisestä mitattiin porareikämittauksella betonilattian kosteusk jakauma, jossa ei havaittu kohonneita kosteusarvoja. Muovimaton alla ei ole käytetty tasoitetta kuin betonilaatan oikaisussa, joten on todennäköistä, että betonin alkaalisuus ja liian suuri kosteuspitoisuus lattiapäällystettä asennettaessa on vaikuttanut muovimaton tai kiinnitysliiman vaurioitumisen syntyyn.

Rakenneavauksissa todettiin koulun entisen ulkoseinän ja nykyisen päiväkodin ja koulun välisen väliseinän alimman hirren olevan täyttömaan tasalla. Alimmassa hirressä havaittiin piikkikosteusmittauksessa kohonneita kosteusarvoja.

Ilmanvaihdon riittävyttä nykyisille käyttäjämäärille verrattiin suunnitteluarvoihin ja ilmanvaihdon loppumittauspöytäkirjoihin. Todettiin ilmamäärien olevan riittävät lukuun ottamatta päiväkodin ryhmätalaa.

Kouluosan olosuhdeseurannan mittauksissa käytettiin Smartwatcher sisäilman olosuhde loggereita. Laite mittaa sisäilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta, hiilidioksidipitoisuutta ja TVOC-arvoa. Paine-eroa seurattiin ulkovaipan yli sisäilman olosuhdeseurannan aikana. Käyttäjille eli koulun henkilökunnalle tehtiin myös lyhyt käyttäjäkysely. Olosuhdeseurannan tuloksista todettiin sisäilman suhteellisen kosteuden olevan ajoittain erittäin alhainen ja sisälämpötilan olevan liian korkea.

Paine-eron seurannassa havaittiin sisäilman ja ulkoilman välisen paine-eron olevan tasapainossa. Aikaisemmassa tutkimuksessa on havaittu ilmavuotoreitti kellaritiloista koulun tiloihin. Kellaritilan katossa on läpivientejä, joita ei ole tiivistetty ympäröivään betoniin.

4. JOHTOPÄÄTÖKSET TAI TULOSTEN TULKINTA TAI SUOSITUKSET YMS.

Aikaisempien tutkimusten ja tämän tutkimuksen havaintojen perusteella suositellaan päiväkodin lattiamattojen purkua, betonin jysyntää ja tuuletusta VOC-yhdisteiden haihduttamiseksi lattiarakenteesta.

Koulun ja päiväkodin välisen hirsiseinän alimmassa hirsiseinässä havaittiin mikrobi- ja laho-kasvuston mahdollistavia kosteuspitoisuuksia ja rakenneavauksesta havaittiin lievä mikrobi-peräinen haju. Suositellaan päiväkodin ja koulun välisen hirsiseinän alimman hirren muuttamista kivirakenteiseksi niin kutsuttua hirren kengitystä erillisen suunnitelman mukaan.

Kellaritilaan suositellaan läpivientien tiivistys tiivistyskorjauksiin tarkoitetulla tuotejärjestelmällä erillisen suunnitelman mukaan. Kellaritilaan suositellaan asennettavaksi kanavapuhallin, jonka avulla saadaan kellarin tilat alipaineiseksi koulun tiloihin nähden ja lisäksi kellarin oven tiivistäminen.

Sisäilman seurannan mittauksista saatiin selville sisäilman normaalia korkeampi sisälämpötila ja pieni suhteellinen kosteus mittausjaksolla talviaikaan. Suositellaan lämpöverkoston lämpötilan laskemista ja tuloilman lämmityksen laskemista.

5. KIITOKSET

Kiitoksen tutkimuksen tilaajalle, että sain käyttää tutkimusta opinnäytetyön aiheena. Kiitokset opinnäytetyön ohjaajalle Timo Turuselle sekä RATEKOn henkilökunnalle.

6. LÄHDELUETTELO

Betonilattiat 2018, BY45, BLY7. Suomen Betoniyhdistys. Suomen Betonilattiyhdistys.

Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen 2. painos 2017. Työterveyslaitos

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

Sisäympäristön tavoitearvot, Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäilmayhdistys.

Sisäympäristön viitearvoja 19.3.2019. Työterveyslaitos.

<https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf>

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

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

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

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

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