

TUUSULAN KUNTA

MIKKOLAN PÄIVÄKOTI

SISÄILMAAN LIITTYVÄT TUTKIMUKSET

14.10.2020



314523

14.10.2020

Sisällysluettelo

1. Kohde- ja lähtötiedot	3
1.1. Yleistiedot.....	3
1.2. Kohteen yleiskuvaus.....	3
1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus	4
1.4. Tutkimuksen rajaus.....	4
2. Havainnot ja mittaustulokset	5
2.1. Havainnot	5
2.2. Kosteusmittaukset	6
2.3. Rakenteiden tiiviystarkastelu	8
2.4. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	10
Liitteet	11

14.10.2020

1. Kohde- ja lähtötiedot

1.1. Yleistiedot

Tilaaaja: Tuusulan kunta
Osoite: Kotorannankuja 10, 04300 Tuusula
Yhteyshenkilö: Pertti Elg
Puhelinnumero: 040 314 555
Sähköposti: pertti.elg@tuusula.fi

Tutkija: WSP Finland Oy
Osoite: Kympinkatu 3 B, 40320 Jyväskylä
Yhteyshenkilö: Sanna Lappi
Puhelinnumero: 040 749 4866
Sähköposti: sanna.lappi@wsp.com

Kohde: Mikkolan päiväkot
Osoite: Jussilantie16, 04300 Tuusula
Tutkimuspäivä: 16.09.2020

Rakennusvuosi: 1990
Rakennusten määrä: 1
Kerroksia: 1

Ilmanvaihto: Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla
Lämmitysmuoto: Kaukolämpö, vesikiertoiset seinäpatterit

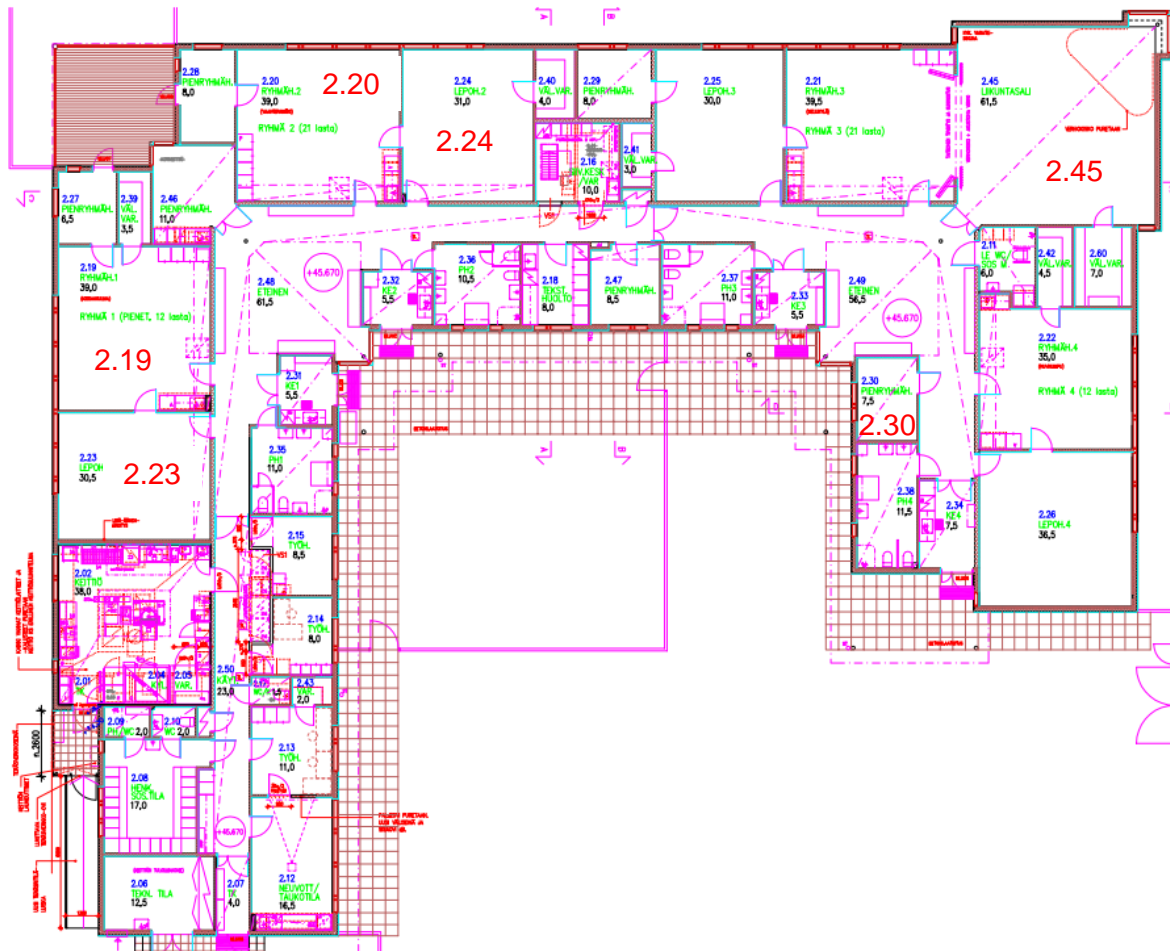
1.2. Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuksen kohteena oli 1990 rakennettu Mikkolan päiväkot, joka sijaitsee Tuusulassa osoitteessa Jussilantie 16. Tutkimukset kohdistuivat päiväkodin seuraaviin tiloihin:

- Kissankulman lepohuone ja ryhmähuone
- vesileikkihuone
- Vaahteramäki lepohuone ja ryhmähuone
- sali

Kiinteistön ulkoseinät ovat puurakenteiset. Alapohja on maanvarainen betonilaatta. Yläpohja on puurakenteinen ja vesikatteena on rivipeltikate.

14.10.2020



Kuva 1: Tutkittavat tilat on numeroitu punaisella.

1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus

Tuusulan kunnan tilapalvelun rakennusmestari Pertti Elg tilasi kohteeseen sisäilmatutkimuksen WSP Finland Oy:n laatiman tutkimussuunnitelman pohjalta. Päiväkodin käyttäjät ovat oireilleet tiloissa. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ennalta määritettyjen tilojen rakenneliittymien tiiviyyttä, kuitulähteitä sekä lattiarakenteiden kosteuspitoisuuksia sekä mahdollisia muita sisäilman laatuun vaikuttavia riskitekijöitä. Tutkimuksessa ei selvitetty rakenteiden kuntoa tilaajan esityksen mukaisesti.

1.4. Tutkimuksen rajaus

Kohteella tehdyn katselmuksen perusteella laadittiin tutkimussuunnitelma WSP Finland Oy:n toimesta, joka on päivätty 18.05.2020. Tutkimukset tehtiin tutkimussuunnitelman mukaisesti sekä tutkimusten aikana havaitut seikat huomioon ottaen.

Sisäilmatutkimuksessa kartoitettiin aluksi mahdollisia ongelmakohtia aistinvaraisesti havainnoiden tutkituissa tiloissa. Sisäpuolisten tarkastuksien yhteydessä lattiatilat käytiin läpi pintakosteusmittauksin ja alakatto- sekä muita tekniikkatiloja tarkastettiin pisto-koeluontoisesti. Lattian muovimaton kuntoa tutkittiin viiltomittauksien avulla.

14.10.2020

Tilojen rakenteiden rakenneliittymien tiiviyyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti sekä merkkiaiemittauksen avulla.

Kenttätutkimukset kohteella tehtiin syyskuussa 2020. Tutkimukset teki rakennusterveysasiantuntija (FM) Sanna Lappi ja projekti-insinööri (AMK) Pinja Weijs WSP Finland Oy:stä.

Käytetyt tutkimusmenetelmät, epävarmuustarkastelu, tulosten tulkinnat ja mittalaitteet on kuvattu raportin liitteessä.

2. Havainnot ja mittaustulokset

2.1. Havainnot

Tutkimushetkellä päiväkodin tilat olivat normaalikäytössä. Tilojen ilmanvaihto oli kiinteistönhoitajan mukaan normaalissa käyttötilassa. Tutkittujen tilojen sisäpinnat olivat pääosin hyväkuntoisia. Päiväkodin salissa oli aistittavissa tunkkaista hajua. Lattiapinnat tuntuivat viileiltä, erityisesti liikuntasalin lattia.

Ulkoseinien lautaverhouksessa havaittiin lahoamista lautojen päissä. Lautojen päät oli jätetty maalaamatta, joten kosteus on päässyt imeytymään rakenteeseen käsittelemättömiltä pinnoilta.

Käytävillä ja joissakin tiloissa oli alaslaskettukatto. Kattolevyt olivat kipsilevyrakenteiset. Paikoin alakattotilassa oli paljaana mineraalivillaputkieristeitä. Alakattotilassa oli avonaisia läpivientejä väliseiniin.

Kissankulman lepohuoneen ja keittiön välinen väliseinä tarkastettiin mahdollisten kosteusvaurioiden varalta. Väliseinän villa oli kirkasta ja alaohjauspuu oli siisti. Väliseinän eristetilan kosteusmittaustulokset olivat tavanomaisia.



Kuva 2: Lautaverhous oli paikoittain lahonnut lautojen päistä.



Kuva 3: Rakenneliittymissä havaittiin ilmavuotoja.

14.10.2020



Kuva 4: Alakattotilassa oli paljasta putkieristettä.



Kuva 5: Alakattotilassa oli tiivistämättömiä läpivientejä.



Kuva 6: Salissa oli aistittavissa tunkkaista hajua.



Kuva 7: Kissankulman lepohuoneen ja keittiön välinen väliseinä.

2.2. Kosteusmittaukset

Tilojen lattiapinnoitteena on pääosin muovimatto tai parketti. Lattiapintojen pintakosteus arvot olivat pääasiassa tavanomaisina pidettäviä. Vaahteramäen lepohuoneessa ja vesileikkihuoneen viereisellä käytävällä pintakosteusarvoissa havaittiin lievää poikkeamaa.

Lattioiden kosteuspuitoisuuksia tarkennettiin kolmen viiltomittauksen avulla, jossa lattiapinnoitteeseen tehdyn viillon kautta mitattiin suhteellista kosteutta muovimattopinnoitteen ja betonilattian rajapinnasta. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 1. Mittaustulokset olivat tavanomaisena pidettäviä. Mittauspisteiden tarkemmat sijainnit on esitetty liitteenä olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 1: Viiltomittauksen tulokset. Kosteusmittaukset tehtiin 16.09.2020.

Mittauspiste	Sijainti	Rakenne	RH [%]	T [°C]	abs [g/m ³]
Ulkoilma	---	---	99	13	11
Sisäilma	---	---	61	22	12

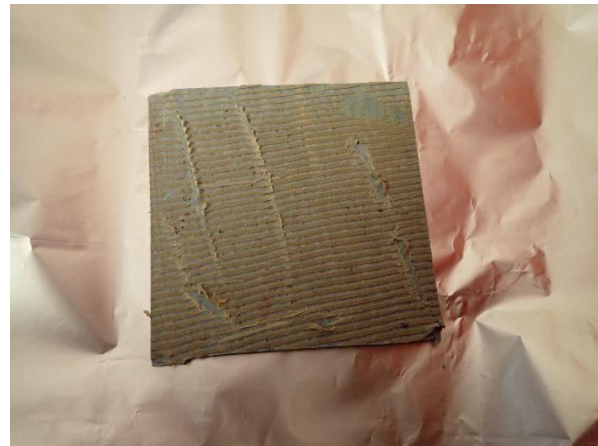
14.10.2020

Mittauspiste	Sijainti	Rakenne	RH [%]	T [°C]	abs [g/m ³]
VM1	Vaahteramäki lepohuone 2.24	Alapohja	64	22	12
VM2	Vaahteramäki lepohuone 2.24	Alapohja	74	21	14
VM3	Vesileikkihuone 2.30	Alapohja	65	21	12

Vesileikkihuoneen muovimattopinnoitteesta otettiin VOC-materiaalinäyte maton kunnan selvittämiseksi. Näyte kerättiin viiltomittauspisteen VM3 (MNVO1) kohdalta. Analyysivas-
tauksen perusteella näytteessä ei havaittu poikkeavana pitoisuuksina vaurioon viittaavia
VOC-yhdisteitä. Viiltomittauksen kosteuslukemat olivat tavanomaisia ja muovimatossa ei
havaittu epätavallisia hajuja, joten matossa ei havaittu vaurioitumista.



Kuva 7: Vesileikkihuoneen muovimaton näytteessä ei esiintynyt viitettä vauriosta.



Kuva 8: Vesileikkihuoneen VOC-materiaalinäyte MNVO1.



Kuva 10: Vaahteramäen lepohuoneen muovimatossa ei havaittu epätavallista hajua.

14.10.2020

2.3. Rakenteiden tiiviystarkastelu

Rakennuksen tutkituissa tiloissa alapohjarakenne on maanvarainen betonilaatta. Ulkoseinät ovat puurakenteiset. Ulkoseinärakenteessa havaittiin höyrynsulkumuovi. Lattia- ja seinäliittymät oli tiivistetty, mutta muissa rakenneliittymissä ei havaittu tiivistyksiä, vaan ilma pääsee kulkemaan rakenteiden liitoksissa olevista raoista.

Tilojen alapohja- ja ulkoseinärakenteiden tiiviyyttä tarkasteltiin Kissankulman ja Vaahteramäen tiloissa. Tiiviystarkastelua tehtiin aistinvaraisesti sekä merkkiainemittauksin. Merkkiainetutkimus suoritettiin tilojen ilmanvaihdon ollessa normaalissa käyttötilassa, jolloin alapohjan ja sisätilojen paine-ero oli noin -0,5... -4 Pa. Ilmanvaihdon ollessa normaalitilassa havaittiin alapohja- ja ulkoseinäliittymässä ilmavuotoja.

Ulkoseinärakenteen merkkiainetutkimus suoritettiin poraamalla ulkoapäin reikä puujulkisivun läpi eristetilaan. Merkkiainetta laskettiin eristetilaan. Tutkimus tehtiin Kissankulman ja Vaahteramäen tiloissa, vesileikkihuoneessa ja salissa. Merkkiaine kulkeutui sisätiloihin ilmanvaihdon normaalissa käyttötilassa, jolloin paine-ero oli noin -0,5... -4 Pa. Vuotokohtia olivat ikkuna- ja ulkoseinärakenteiden liittymät, ulkoseinä- ja lattialiittymät, ulkoseinän ja väliseinän liittymät, sekä patterikannakkeiden ja seinän liittymä.

14.10.2020



Kuva 11: Kissankulman lepohuone, ikkuna- ja seinärakenteiden liitoskohdilla ilmavuotoa.



Kuva 12: Kissankulman lepohuone, ilmavuotoa ulkoseinä- ja lattialiittymästä.



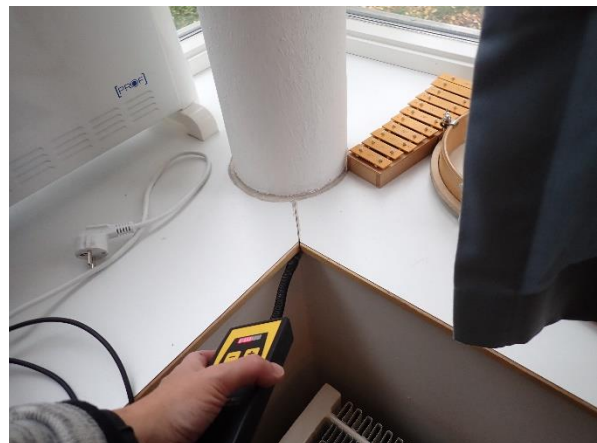
Kuva 13: Kissankulman ryhmähuone, ilmavuotoa havaittiin lattia- ja seinäliittymistä, sekä ikkuna- ja seinäliittymistä.



Kuva 14: Vesileikkihuone, ilmavuotoa ikkunaliittymistä.



Kuva 15: Vesileikkihuone, ilmavuotoa patterin kannakkeiden ja seinän liittymästä.



Kuva 16: Salin erkkeri- ja ulkoseinäliittymästä, sekä lattia- ja seinäliittymästä havaittiin ilmavuotoa.

14.10.2020



Kuva 17: Salin ulkoseinä- ja pilariliittymästä havaittiin ilmavuotoa.



Kuva 18: Merkkiainetta laskettiin ulkoseinän eristekerrokseen ulkopuolelta.

2.4. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alakattotilassa havaittiin tarkastuskäynnillä paljaana olevia putkieristeitä. Alakattotilasta on suositeltavaa poistaa tai sitoa kaikki mahdolliset kuitulähteet, jotta mineraalikuituja ei pääse irtoamaan. Alakattotilan tiivistämättömät läpiviennit tulee tiivistää.

Kosteusmittausten perusteella tutkituissa tiloissa ei havaittu poikkeamia. Muovimattopinnoitteiden pohjassa ei havaittu epätavallisia hajuja eikä vaurioon viittaavia värimuutoksia. Tutkimusten perusteella lattiapinnoitteille ei ole tarvetta kohdistaa toimenpiteitä.

Lattiapinnat havaittiin aistinvaraisesti viileiksi. Talviaikana on suositeltavaa mitata tilojen sisäilman lämpöolosuhteet seurantamittauksena ja selvittää pintalämpötilat.

Liikuntasalissa havaittiin tunkkaista hajua. Hajun lähde on suositeltavaa selvittää materiaali- ja rakennetutkimuksin.

Merkkiainetutkimuksessa tilojen rakenneliittymien tiiviydessä havaittiin puutteita. Rakenneliittymien ollessa epätiivitä rakenteissa mahdollisesti olevat epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan. Ikkunoiden rakenneliittymät ovat listoitusten alla avonaisia seinien eristetilaan. Lattia- ja seinäliittymät oli tiivistetty paikoitellen, mutta myös tiivistetyistä liitoskohdista havaittiin pistemäistä ilmavuotoa. Ulkoseinä- ja ikkunaliittymät sekä lattia-, ulkoseinäliittymät tulee korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti huomioiden rakenneliittymien tiiviys. Rakenteiden kuntoa ei tässä selvityksessä tutkittu.

Julkisivuverhouksen lahonneet ja vaurioituneet julkisivulaudat tulee uusia.

14.10.2020

Jyväskylä 14.10.2020

WSP Finland Oy

Laatinut:



Pinja Weijo
Projekti-insinööri, ins. (AMK)
Korjausrakentaminen

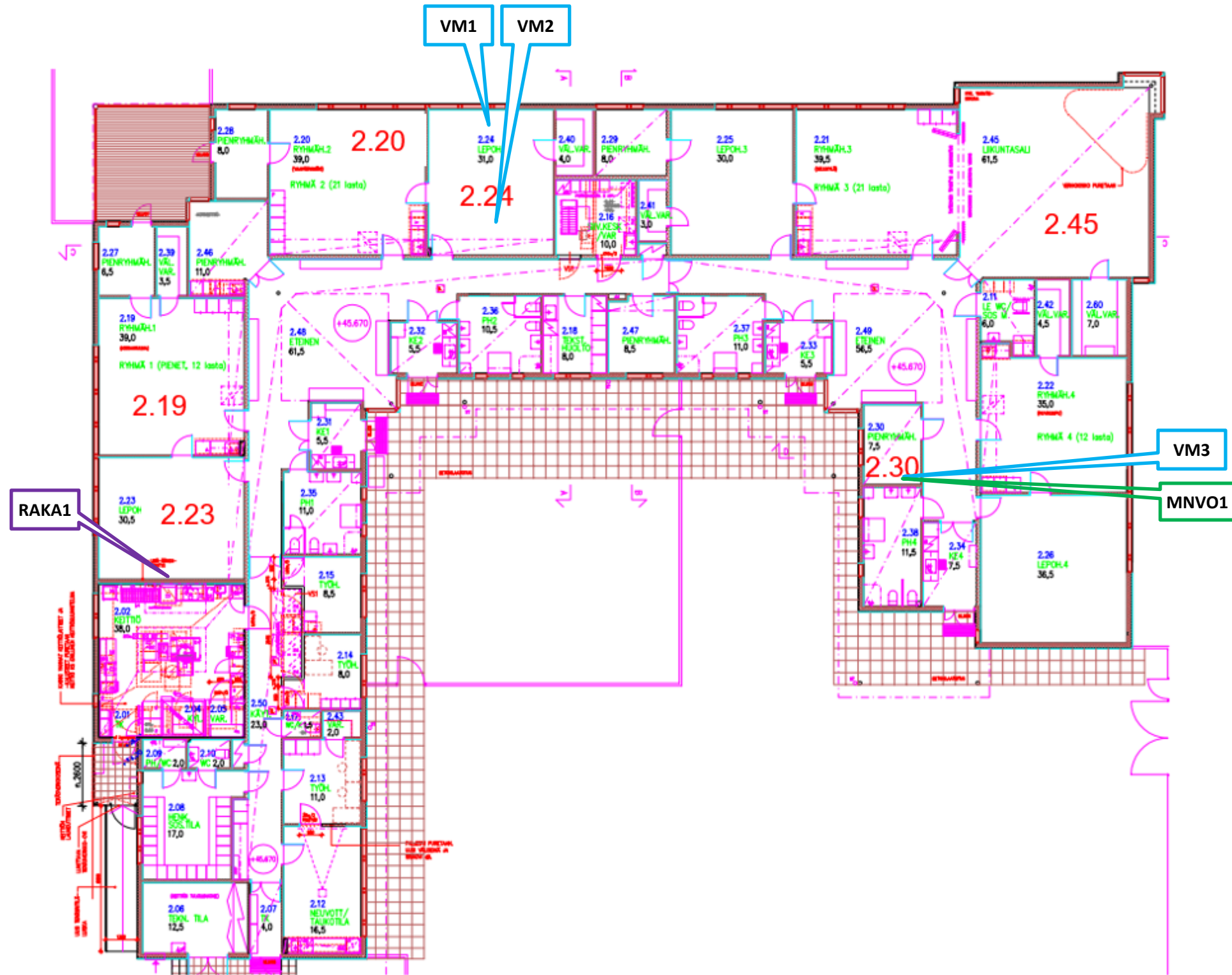
Tarkastanut:



Sanna Lappi
rakennusterveysasiantuntija, FM
C-9796-26-13

Liitteet

- 1) Pohjakuvat
- 2) WSP Finland Oy:n VOC-materiaalinäytteiden analyysivastaukset 2009221007JL
- 3) Tulosten tulkinta



VM# Viiltoimittaus

RAKA# Rakenneavaus / Rakenne

MNVO# VOC-materiaalinäyte

23.9.2020

Tilaja

WSP Finland Oy
Sanna Lappi
Kympinkatu 3 B
40320 Jyväskylä

**VOC-analyysi materiaalinäytteestä**

Näytteenottaja Sanna Lappi
Näytteenottoaika Mikkolan päiväkot, Jussilantie 16, Tuusula
Näytteenottopäivämäärä 16.9.2020
Vastaanottopäivämäärä 22.9.2020
Näytemäärä 1 kpl
Analyysin suorituspaikka WSP Sisäilmalaboratorio, Kympinkatu 3 B, Jyväskylä

Näytteenotto- ja analyysimenetelmä

Materiaalin pinnoilta kerättiin ilmanäyte VOC-analyysiä varten Markes μ CTE-250-mikrokammoliattella adsorptioputkeen (Tenax-TA). Kaasuna oli instrumenttityppi. Näyte analysoitiin TD-GC-MS – laitteistolla (Markes Unity 2, Agilent GC-MS (7890A/5975C) standardin ISO 16000-6:2011 (muunneltu) mukaisesti. Yhdisteet tunnistettiin puhtaiden vertailuaineiden / massaspektirikirjaston (NIST) avulla. Kvantitointiin käytettiin puhtaiden vertailuaineiden vastetta tai tolueenivastetta. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) on määritetty tolueeniekvivalentteina väliltä n-heksaani-heksadekaani (C6-C16) nämä mukaan lukien. Analyysimenetelmän laajennettu kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 22- 55 % yhdisteistä riippuen ollen keskimäärin 29 % pitoisuusalueella 5-68 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Pitoisuusalueella 1-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 29-75 % yhdisteistä riippuen. Määrittämisraja (LOQ) on yhdistekohtainen ollen keskimäärin 3,0 ng/näyte eli 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ laskettuna 2,0 gramman ja 2,0 litran näytteelle. Tulosten ilmoittamisraja on 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Yhdistekohtaiset määrittämisrajat ja mittausepävarmuudet on tarvittaessa saatavissa laboratorion. Tunnistettujen yhdisteiden CAS-numerot voidaan myös tarvittaessa toimittaa laboratorion. Näytteistä voidaan määrittää myös TVOC-alueen ulkopuolella olevien yhdisteiden pitoisuuksia, mikäli niiden pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Analyysi kertoo, mitä yhdisteitä ja missä suhteessa niitä emittoituu koeolosuhteissa. Tällä menetelmällä analysoitujen näytteiden tulokset eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

23.9.2020

Tulokset

Näyte/mittauskohde:	Näyte 1, Vesileikkihuone, 2.30, Mikkolan päiväkoti, Tuusula	
Materiaali:	Muovimatto ja liima	
Analysointipvm:	22.9.2020	
Keräin:	277193	
Näytepalan koko:	2,09 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	1,99 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m³g)
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)*	54
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	12
	6-metyyli-1-oktanoli (C9-alkoholi)*	12
	Muut C9-alkoholit (seos, yht.)*	26
Glykolit	2-fenoksietanoli*	3,1
TVOC_{MS}*		120

*Tolueenivaste

1) TVOC-alueen ulkopuolella

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Sisäilmalaboratorio

Julia Laurén
laboratorioanalyttikko

WSP Finland Oy Laboratoriopalvelut on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T269, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta ja toimipaikat ovat nähtävissä verkkosivuilta www.finas.fi. Akkreditointi ei koske tulosten tulkintaa. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Näytteenottoa ei ole akkreditoitu. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain vastaanotettuja ja testattuja näytteitä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa

Yhtiön toiminimi
WSP Finland Oy

Puhelin
0207 864 11

E-mail
etunimi.sukunimi@wsp.com

Posti- ja käyntiosoite
Kympinkatu 3 B
40320 JYVÄSKYLÄ

URL
www.wspgroup.fi

Y-tunnus
0875416-5

TUTKIMUSMENETELMÄT, TULOSTEN TULKINTA, VIITEARVOT JA EPÄVARMUUSTAR- KASTELU

Sisällysluettelo

1. VOC-näytteet (volatile organic compounds)	3
1.1. VOC-ilmanäytteet	3
1.1.1. Epävarmuustarkastelu	4
1.2. VOC-materiaalinäytteet.....	4
1.2.1. Epävarmuustarkastelu	5
1.3. FLEC-pintaemissionäytteet (VOC).....	5
1.3.1. Epävarmuustarkastelu	5
2. Kosteusmittaukset.....	6
2.1. Pintakosteuskartoitus.....	6
2.2. Viiltokosteusmittaus	6
2.2.1. Epävarmuustarkastelu	7
3. Rakenteiden tiiveys merkkiainemittauksella	7
3.1.1. Epävarmuustarkastelu	7
3.2. Mittalaitteiden tarkkuus	8
Viitteet	8

1. VOC-näytteet (volatile organic compounds)

1.1. VOC-ilmanäytteet

VOC-ilmanäytteet (volatile organic compounds = haihtuvat orgaaniset yhdisteet) kerättiin pumpun avulla Tenax-TA adsorptioputkeen. Näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n Finas akkreditoitussa (T269) laboratorioissa TD-GC-MS -laitteistolla.

Asunnot

Sisäilman haihtuvien yhdisteiden kokonaismäärää ilmoitetaan termillä TVOC (Total Volatile Organic Compounds). TVOC arvoa ei voida käyttää sellaisenaan terveyshaitan arvioinnissa. Tulosten tulkinta perustuu Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetukseen 545/2015 sekä Valviran ohjeeseen 8/2016. Asiakirjojen mukaisesti TVOC-pitoisuus yli 400 µg/m³ (tolueenivasteella laskettuna) on osoitus kemiallisten aineiden epätavallisen suuresta määrästä sisäilmassa, ja lisäselvitykset ovat tarpeen. Yksittäisten yhdisteiden osalta yli 50 µg/m³ (tolueenivasteella laskettuna) olevat pitoisuudet tulee tarkastella, ja yhdisteen haitallisuus ja sen lähde tulee selvittää.

Asumisterveysasetuksessa 545/2015 sekä Valviran soveltamisohjeessa 8/2016 on määritelty muutamille yksittäisille yhdisteille toimenpiderajat. Toimenpiderajat on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2: VOC-ilmanäytteiden toimenpiderajat.

Yhdiste	TVOC [µg/m ³]	Styreeni [µg/m ³]	2-etyyli-1-heksanoli [µg/m ³]	TXIB [µg/m ³]	Naftaleeni [µg/m ³]
Viitearvo (µg/m ³) tolueenivasteella laskettuna	400	40	10	10	10 ei saa esiintyä hajua
Viitearvo (µg/m ³) yhdisteen omalla vasteella laskettuna		-	15	16	-

Toimistot

Työterveyslaitos on esittänyt viitearvoja toimistoympäristöjen sisäilman VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuudelle (TVOC 100 µg/m³) sekä yksittäisten yhdisteiden pitoisuuksille (1 – 15 µg/m³ yhdisteestä riippuen).

Teolliset työympäristöt

Teollisten työympäristöjen yleisilmalle on ehdotettu TVOC-pitoisuudelle tavoitetasoksi 300 µg/m³ ja viitearvoa 3 000 µg/m³ (Tuomi ym, 2012).

1.1.1. Epävarmuustarkastelu

VOC-yhdisteiden ilmanäytteenottoon liittyy lukuisia epävarmuustekijöitä. VOC-ilmanäytteenottoon liittyviä epävarmuustekijöitä ovat: ilmanvaihdon toiminta, näytepisteen sijainti tuloilmapäätelaitteeseen nähden, rakennuksen paine-erot, mittausajankohta, sisäilman olosuhteet, ulkoinen kontaminaatio, näytepisteen valinta sekä näytteen edustavuus ja säilytys. Lisäksi tilan käyttäjien toiminta, edellisen siivouksen ja lattiavahauksen ajankohta sekä rakennuksen ja materiaalien ikä voivat vaikuttaa tuloksiin.

Kaikista rakennusmateriaaleista vapautuu VOC-päästöjä. Noin puolet asuntojen VOC-päästöistä aiheutuu rakennusmateriaaleista ja toinen puoli mm. huonekaluista, tekstiileistä, siivousaineista, kosmetikasta sekä asukkaiden ja kotieläinten aineenvaihdunnasta. Virheettömistä rakennusmateriaaleista VOC-päästöt pienenevät yleisesti ajan mittaan. Jos rakennusmateriaali on kosteusvaurioitunut, VOC-päästöt voivat nousta tai niiden koostumus muuttua.

Yllä mainitut asiat on huomioitava ennen näytteenottoa niin, että ne vaikuttavat mahdollisimman vähän tuloksiin. Näytteiden edustavuus on myös arvioitava mittauksia suunniteltaessa: otetaan useita näytteitä ja otetaan mahdollisimman pitkä näyte näytteenottomenelmä huomioiden (Laboratorio-opas 2019, Kallio 2017, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016, Asumisterveysopas 2009).

Laboratorion mittausepävarmuutta on käsitelty analyysivastauksessa.

1.2. VOC-materiaalinäytteet

Näytteet pakattiin tiiviisti alumiinifolioon ja uudelleensuljettavaan pussiin. Laboratoriossa näytteet analysoitiin käyttäen mikrokammio- (Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ -CTE) ja TD-GC-MS -laitteistolla.

Näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on Finasin akkreditoima testauslaboratorio T269.

Materiaalinäytetulosten arviointiin on olemassa viitearvot Työterveyslaitoksen julkaisussa ”Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin”. Julkaisu on päivitetty 19.03.2019. Näytteet on analysoitu WSP Finland Oy:n laboratoriossa ja laboratorion referenssikirjaston perusteella viitearvot ovat saman suuntaisia.

Taulukko 1: VOC-materiaalinäytteiden viitearvot (Työterveyslaitos 2019).

Materiaali	TVOC [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	2-etyyli-1-hek- sanoli [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	C9-alkoholit [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	Propani- happo [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]
PVC, pehmitin DEHP	200	70	---	---
PVC; pehmitin DINCH, DINP tai DIDP	500 ⁽¹⁾	50	320 ⁽¹⁾	---
Tasoitteet ja betoni	50	40	---	---
Linoleum	650	---	---	100

- 1) = Työterveyslaitos on asettanut osalle materiaaleista viitearvot palvelunäytteiden bulk-emissiotulosten perusteella. Näitä viitearvoja voidaan hyödyntää bulk-emissiomenetelmällä saatujen tulosten arvioinnissa. Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eivätkä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

1.2.1. Epävarmuustarkastelu

Materiaaleissa on ns. primääriemissioita eli materiaalille tyypillisiä ominaispäästöjä sekä sekundääriemissioita, joita vapautuu vaurioitumisen yhteydessä. Materiaalinäytteenotossa tutkijan on varmistuttava materiaalien primääri- ja sekundääriemissioista ottamalla näytteitä niin oletetulta vauriokohdalta kuin vertailupinnalta.

Kaikista rakennusmateriaaleista vapautuu VOC-päästöjä. Virheettömistä rakennusmateriaaleista VOC-päästöt pienenevät yleisesti ajan mittaan. Jos rakennusmateriaali on kosteusvaurioitunut, VOC-päästöt voivat nousta tai niiden koostumus muuttua.

Materiaalien voivat kontaminoitua ulkoisen tekijän seurauksena ja tämä on myös huomiotava tuloksia tarkasteltaessa ja mahdollisuuksien mukaan poissuljettava ennen näytteenottoa (edellinen siivous, lattiavahaus, näytteen likaantuminen) (Laboratorio-opas 2019, Kallio 2017, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016, Asumisterveysopas 2009).

Laboratorion mittausepävarmuutta on käsitelty analyysivastauksessa.

1.3. FLEC-pintaemissionäytteet (VOC)

Rakenteen pintaemissio mitattiin FLEC-laitteistolla (Field and Laboratory Emission Cell) NT BUILD 484 (Nordtest 1998) mukaisella menetelmällä.

Näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on Finasin akkreditoima testauslaboratorio T269.

Rakennuksissa tyypillisesti päällysteen päältä mitatut 2-etyyli-1-heksanoli pitoisuudet ovat asuinrakennuksissa alle 20 µg/m²h (tolueenin vasteella laskettuna) tai alle 30 µg/m²h (yhdisteen omalla vasteella laskettuna) (Keinänen, H. 2013.)

Paljaan betonipinnan päältä kolmen vuorokauden kuluttua päällysteen poiston jälkeen mitatut TVOC-emissiot ovat tiiviiden muovimattopäällysteiden tapauksessa normaalisti välillä 500-1000 µg/m²h. Betonipinnalta kolmen vuorokauden kuluttua päällysteen poistosta mitatut 2-etyyli-1-heksanolipitoisuudet ovat tyypillisesti alle 50 µg/m²h (yhdisteen omalla vasteella laskettuna) (Keinänen, H. 2013).

1.3.1. Epävarmuustarkastelu

Materiaaleissa on ns. primääriemissioita eli materiaalille tyypillisiä ominaispäästöjä sekä sekundääriemissioita, joita vapautuu vaurioitumisen yhteydessä. Pintaemissiomittauksissa näytteenottajan on varmistuttava materiaalien primääri- ja sekundääriemissioista ottamalla näytteitä niin oletetulta vauriokohdalta kuin vertailupinnalta.

Pintaemissionäytteen tuloksiin vaikuttaa näytteenottohetken sisäilman ja pintarakenteen lämpötila sekä suhteellinen kosteus. Sisäilman ja pintarakenteen lämpötilan on oltava lähellä tavanomaista lämpötilaa, jotta tulokset ovat vertailukelpoisia. Korkea lämpötila ja kosteus yleisesti suurettavat VOC-emissioita. Talvella sisäilman kosteuden ollessa alhainen, ovat VOC-päästöt pienempiä kuin kesäaikana.

Näytteenottovälineiden kontaminoitumisen estämiseksi näytteenottojärjestyksen on oltava oikea eli mennään oletetusta puhtaammasta näytteenottokohdasta vaurioituneempaan päin. Tämän lisäksi FLEC-laitteisto on puhdistettava mittausten välissä. Näyte voi myös kontaminoitua tutkijan käsistä.

Tuloksiin vaikuttavat näytteenotto kohta, pumppujen ilmavirtaukset ja FLEC-laitteiston tiiveys. FLEC-mittauksella saadaan tietoa koko pintarakenteen eri materiaalien emissioista (lattiapäällyste, tasoite, liima, betoni) (Laboratorio-opas 2019, Kallio 2017, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016, Asumisterveysopas 2009).

Laboratorion mittausepävarmuutta on käsitelty analyysivastauksessa.

2. Kosteusmittaukset

2.1. Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoitukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, joissa saman rakenteen eri kohdista havaittuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua arvoiltaan poikkeavat alueet. Epäilyt poikkeavasta kosteudesta tarkastetaan rakennekosteusmittauksin.

Pintakosteusmittalaitteen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttaa mm. rakenteiden sisässä olevat vesiputket, teräkset, lämmityskaapelit sekä mitattavan materiaalin koostumus ja rakenteiden pintaosien vaihtelut. Mittaustuloksia voidaan käyttää suuntaa-antavina ja eri mittauskohtien vertailussa (Ympäristöopas 2016).

Mittalaitteena käytettiin Gann LG1 pintakosteusmittalaitetta ja LB70 anturia. Mittalaittevalmistajan mukaan lukema-arvot tarkoittavat seuraavaa:

Betoni sisätiloissa:

- alle 70 → kuiva
- 70 – 110 → kostea
- yli 110 → märkä

2.2. Viiltokosteusmittaus

Viiltomittauksella voidaan selvittää liimattavan lattiapäällysteen alapintaan ja liimakerrokseen kohdistuva todellinen kosteusrasitus. Viiltomittauksessa tehdään viilto lattiapäällysteeseen tutkittavalle kohdalle. Viiltoon asennetaan heti viillon teon jälkeen kosteusmittausanturi ja viiltokohta tiivistetään hyvin vesihöyrytiiviiksi.

Liimojen ja mattojen kriittisenä kosteuspitoisuutena pidetään 85 %RH päällystämisen jälkeen, jos materiaalitiedoissa ei muuta mainita. Vanhoissa rakenteissa saatuja kosteuspitoisuuksia on arvioitava erikseen, jolloin on huomioitava kosteusrasituksen kesto ja käytetty materiaali (kestääkö materiaali 75-80 %RH kosteuspitoisuutta pitkällä aikavälillä). Vanhoissa lattiarakenteissa voi olla tasoitteita, jotka eivät kestä yli 75 %RH kosteuspitoisuutta, koska ne sisältävät orgaanisia ainesosia, kuten kaseiinia. Arvioitaessa rakennekosteuden vaikutusta tilanteissa, joissa rakenne on kuivunut jo pitkään, tulee ottaa huomioon alhaisemmassa kosteuspitoisuudessa myös vähäisemmätkin kosteuspitoisuuserot (Keinänen, H. 2013).

2.2.1. Epävarmuustarkastelu

Lattiapäällysteen ja tasoitteen välistä on tehtävä useita kosteusmittauksia, joilla saadaan varmistettua pintakosteusmittauksia vastaavat todelliset kosteuskokemat. Viilto- ja kosteusmittauksia on tehtävä siinä laajuudessa, että saadaan rajattua ns. tavanomaisen ja poikkeavan kosteuden alueet.

Viilto- ja kosteusmittaus on tarkimmillaan +20 °C lämpötilassa. Oikean mittaustuloksen saamiseksi anturi on tiivistettävä huolellisesti kitillä. Luotettavan mittaustuloksen kannalta on myös huomioitava riittävä anturin tasaantuminen (noin 15 – 20 min). Mittausta ei saa tehdä ns. vanhaan viiltoon, vaan mittaussaukko (viilto) on tehtävä juuri ennen mittausta.

3. Rakenteiden tiiveys merkkiainemittauksella

Merkkiainemittauksella selvitetään eri rakenneliittymien tiiveyttä (ulkoseinä-, alapohja-, yläpohja- ja välipohjarakenteet). Merkkiainemittauksen avulla tutkittiin rakenteissa mahdollisesti olevien epäpuhtauksien kulkeutumista sisätiloihin. Merkkiainemittaus tehtiin RT-kortin 14-11197 mukaisesti.

Merkkiainemittaus tehtiin ensiksi tilojen normaalissa käyttöolosuhteessa. Jos ilmavuotoja ei havaittu, tiloja alipaineistettiin noin -10 Pa tasoon. Alipaineen aikaansaamiseksi tilaan voidaan asentaa ovipuhallinlaitteisto, muu alipaine puhallin tai alipaine luodaan rakennuksen omilla ilmanvaihtolaitteistoilla.

Merkkiainemittauksessa merkkiainekaasua (5 % vetyä ja 95 % typpeä) johdettiin tutkittavaan rakennosaan ja merkkiaineen kulkeutumista sisäilmaan tutkittiin kaasuanalysaattorin avulla. Ilmavuotokohdat merkittiin, valokuvattiin ja kirjattiin ylös.

Merkkiainemittauksessa käytettiin Trotec -mittalaitetta.

Ilmavuotojen merkittävyys on arvioitu raportissa.

3.1.1. Epävarmuustarkastelu

Merkkiainekokeissa tärkeimmät kokeen luottavuuteen vaikuttavat tekijät ovat paine-ero, merkkiaineen leviäminen rakenteeseen ja mahdolliset havaintovirheet.

Tutkimuksessa on oltava sopiva ja jatkuva paine-ero sisäilman ja tutkittavan rakenteen välillä. Liiallinen paine-ero (yli 20 Pa) korostaa vuotohavaintoja ja voi johtaa virheellisiin havaintoihin. Jos alipainetta ei ole, tutkimusta ei voi tehdä. Paine-eroa on seurattava koko tutkimuksen ajan. Paine-eron vaihtelut muuttavat havaintokynnystä tehden tutkimuksista epäluotettavia.

Merkkiainekaasun syöttömäärä vaikuttaa tehtäviin havaintoihin. Rakenteen liian pienellä merkkiainekaasun määrällä ei saada ilmavuotoja esille. Kun taas liian suurella kaasumäärällä pienetkin vuodot korostuvat tarpeettomasti.

Erilaiset materiaaliominaisuudet on otettava huomioon merkkiainemittauksien havainnoimisessa. Vety pystyy tunkeutumaan joidenkin materiaalien läpi (vrt. maalaamaton / maalattu) pinta. Suuret ilmavuodot voivat levittää merkkiainetta laajalle alueelle, jolloin tarkempien havaintojen teko on keskeytettävä (RT 14-11197).

3.2. Mittalaitteiden tarkkuus

Vaisala HMI41-näyttölaite

Mittausalue - 20... + 60 °C: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,1 °C

Mittausalue % RH kosteus: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,1 % RH

Vaisala HMP42- ja HMP46-mittapää

Mittausalue - 40 ... + 100 °C tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,2 °C

Mittausalue 0 ... 90 % RH: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 2 % RH

Mittausalue 90 ... 100 % RH: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 3 % RH

Kalibrointi: marraskuu 2019

GANN Hydromette RTU 600, mittapää B 50

Tiili / höyrykarkaistu kevytbetoni: < 50 = normaali kosteus; > 50 = kohonnut kosteus

Betoni: < 80 = normaali kosteus; > 80 = kohonnut kosteus

Levyrakente / puu: < 40 = normaali kosteus; > 40 = kohonnut kosteus

Viitteet

- 1) Järnström Helena, 2005. Muovimattopinnoitteen lattiarakenteen VOC-emissiot sisäongelmatapauksissa. VTT julkaisu 571.
- 2) Järnström Helena, 2007. Reference values for building material emissions and indoor air quality in residential buildings. VTT Publications 672.
- 3) Kallio Sanna, 2017. Sisäilmatutkimusten mittaus- ja näytteenottotapahtuman sanallinen epävarmuustarkastelu. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikan ja liikenteen ala.
- 4) Keinänen Hanna, 2013. Hyvät tutkimustavat betonirakenteisten lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin. Opinnäytetyö. Itä-Suomen yliopisto, koulutus- ja kehittämiskeskus Aducate.
- 5) Rakennustietosäätiö RTS, 1999. RT 80-10712. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot.
- 6) Rakennustietosäätiö RTS, 2010. RT 14-10984. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus.
- 7) Rakennustietosäätiö RTS, 2015. RT 14-11197. Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekeihin.
- 8) Rakennustietosäätiö RTS, 2018. RT 07-11299. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset.
- 9) Suomen säädöskokoelma, asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, 1009/2017, Ympäristöministeriö.
- 10) 1994/763 Terveysuojelulaki.
- 11) STMa 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Annettu Helsingissä 23 päivänä huhtikuuta 2015 sekä Valviran soveltamisohjeet 2016.
- 12) Asumisterveysopas, 2009. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö- ja terveys -lehti.
- 13) Kansanterveyslaitos, 2008. Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Opas ongelmien selvittämiseen.
- 14) Ympäristöministeriö, toim. Miia Pitkäranta, 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus.
- 15) Pessi & Jalkanen, 2018. Laboratorio-opas – Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy.

- 16) <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot> (luettu 28.8.2019).
- 17) Salonen Heidi (ym.), 2011. Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Työterveyslaitos.
- 18) Suomen betonitieto Oy ja lattian- ja seinäpäällysteliitto ry, 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen.
- 19) Työterveyslaitos, 2012. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden tavoitetasot teollisten työympäristöjen yleisilmassa, tavoitetaso TY-01-2012, www.ttl.fi/tavoitetasot
- 20) Työterveyslaitos, 2017. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen.
- 21) Työterveyslaitos, 2019. Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla. Päivitetty 11.10.2019.