

TUUSULAN KAUPUNKI

KOLSAN PÄIVÄKOTI

SISÄILMAAN LIITTYVÄT TUTKIMUKSET, JATKO- TUTKIMUS

22.10.2020



314359

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
1. Kohde- ja lähtötiedot	4
1.1. Yleistiedot.....	4
1.2. Kohteen yleiskuvaus.....	4
1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus	5
1.4. Tutkimuksen rajaus ja käytetyt laboratoriot	5
2. Alapohjarakenteet	6
2.1. Havainnot	6
2.2. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit	6
2.3. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	7
3. Väliseinärakenteet	8
3.1. Materiaalinäytteen VOC-analyysit.....	8
3.2. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	9
4. Ulkoseinärakenteet	9
4.1. Havainnot	9
4.2. Kosteusmittaukset	9
4.3. Rakennetarkastukset.....	9
4.4. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit	12
4.5. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	12
5. Yläpohja- ja vesikattorakenteet	12
5.1. Havainnot	12
5.2. Kosteusmittaukset	13
5.3. Rakennetarkastukset.....	14
5.4. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit	14
5.5. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	14
6. Yhteenveto ja johtopäätökset	15
7. Toimenpide-ehdotukset	16
Liitteet	17

22.10.2020

Tiivistelmä

Kolsan päiväkodin tiloihin tehtiin sisäilmaan liittyviä tutkimuksia kesällä 2020. Tutkimuksissa havaittiin sisäilman laatuun ja rakenteiden kuntoon vaikuttavia epäkohtia. Rakenneliittymien tiiviydessä oli puutteita, jolloin rakenteissa mahdollisesti olevat epäpuhtaudet pääsevät sisäilmaan. Kesän 2020 tutkimuksissa ei selvitetty rakenteiden kuntoa. Inva-wc:ssä ja viereisellä käytävällä oli epätavallista tunkkaista hajua. Tilaan suositeltiin tarkempia hajuselvityksiä. Henkilökunnan sisäänkäynnin kohdalla havaittiin sadevesien kas-televan ulkoseinää, mikä todennäköisimmin aiheutuu tukkiintuneesta syöksytorvesta. Yläpohjan aluskatteessa havaittiin mikrobivaurioita ja rakenteesta todettiin ilmayhteys sisätiloihin. Tilojen rakenteiden kunnan selvittämiseksi sovittiin tehtäväksi lisätutkimuksia ulkoseiniin ja yläpohjaan.

Syksyn 2020 tutkimuksissa selvisi aulan 101 ympäristössä havaitun tunkkaisen hajun lähde. Hajua sisäilmaan aiheuttaa väliseinän alaosissa oleva muovimatto. Muovimaton VOC-näytteessä oli metyyliifenolia, jonka tiedetään aiheuttavan hajua jo pieninä pitoisuuksina. Seinän muovimatot on suositeltavaa poistaa. Korjaukset on tehtävä riittävän laajasti, jotta saadaan poistettua kaikki materiaalit, joihin hajua on päässyt imeytymään.

Rakennuksen ulkoseinän alaosassa on riskirakenteena pidettävä valesokkeli. Rakennearvauksissa materiaaleissa ei havaittu vaurioon viittaavia jälkiä, ainoastaan ikkunan alla olevissa villaeristeissä oli paikoin ilmapuodoista aiheutunutta lievää tummumista. Valesokkelirakenteessa ei havaittu helposti vaurioituvia materiaaleja: alaohjauspuu kestopuuta ja alla huopakaista, sokkelihalkaisuna eps-eriste. Ulkoseinärakenteen alaosasta otetuissa materiaalinäytteissä ei havaittu mikrobivaurioita. Valesokkelirakenne ja siinä käytetyt materiaalit olivat kunnossa eivätkä vaadi rakenteellisia korjauksia.

Ulkoseinän eristekerroksesta todettiin aiemmin tehdyissä merkkiainetutkimuksissa ilmayhteys sisätiloihin, joten rakenteissa olevien epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua sisäilmaan. Ulkoseinärakenteissa ei todettu mikrobivaurioita, mutta pölyjen ja muiden ulkoilman epäpuhtauksien sisätiloihin kulkeutumisen takia on suositeltavaa tiivistää ulkoseinän rakenneliittymät ja läpiviennit. Myös paine-erojen hallinnan takia rakenteiden on oltava tiiviitä.

Tutkituissa tiloissa alapohjarakenne on tuulettuva ja kantavana rakenteena on alapuolelta eristetty betonilaatta. Alapohjarakenteen rakenneliittymät ja läpiviennit todettiin merkkiainetutkimuksissa tiiviiksi. Alapohjan liikuntasauaman vanerista otettiin näyte mikrobitutkimukseen, missä todettiin runsaat mikrobipitoisuudet. Näytteessä esiintyi suurena pitoisuutena hiivoja ja muita bakteereita, jotka voivat viitata pinnan epäpuhtauksiin tai mikrobivaurioon. Liikuntasauama oli aistinvaraisesti tarkastettuna epätiivis alapohjarakenteeseen nähden. Liikuntasauamoista on suositeltavaa poistaa vanerit, puhdistaa saumat, täyttää sekä tiivistää ne.

Yläpohjarakenteen eristeissä esiintyi paikoin mikrobivaurioita ja merkkiainetutkimuksissa todettiin ilmayhteys tilojen sisäilmaan. Yläpohjan höyrinsulun epätiiviydet on suositeltavaa korjata sekä parantaa yläpohjan tuulettumista erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti. Sisä- ja ulkoilman välisiä painesuhteita on suositeltavaa seurata ja varmistaa, että painesuhteet ovat lähellä tasapainoa.

22.10.2020

1. Kohde- ja lähtötiedot

1.1. Yleistiedot

Tilaaaja: Tuusulan kunta, tilapalvelut
Osoite: Kotorannankuja 10, 04300 Tuusula
Yhteyshenkilö: Pertti Elg
Puhelinnumero: 040 314 4555
Sähköposti: pertti.elg@tuusula.fi

Tutkija: WSP Finland Oy
Osoite: Kympinkatu 3 B, 40320 Jyväskylä
Yhteyshenkilö: Sanna Lappi
Puhelinnumero: 040 7494866
Sähköposti: sanna.lappi@wsp.com

Kohde: Kolsan päiväkot
Osoite: Leikkurinkuja 10, Tuusula
Tutkimuspäivät: 17.9.2020

Rakennusvuosi: 2001
Kerroksia: 1
Huoneistoala: ~550 m²

Ilmanvaihto: Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla
Lämmitysmuoto: Kaukolämpö, vesikiertoinen lattialämmitys

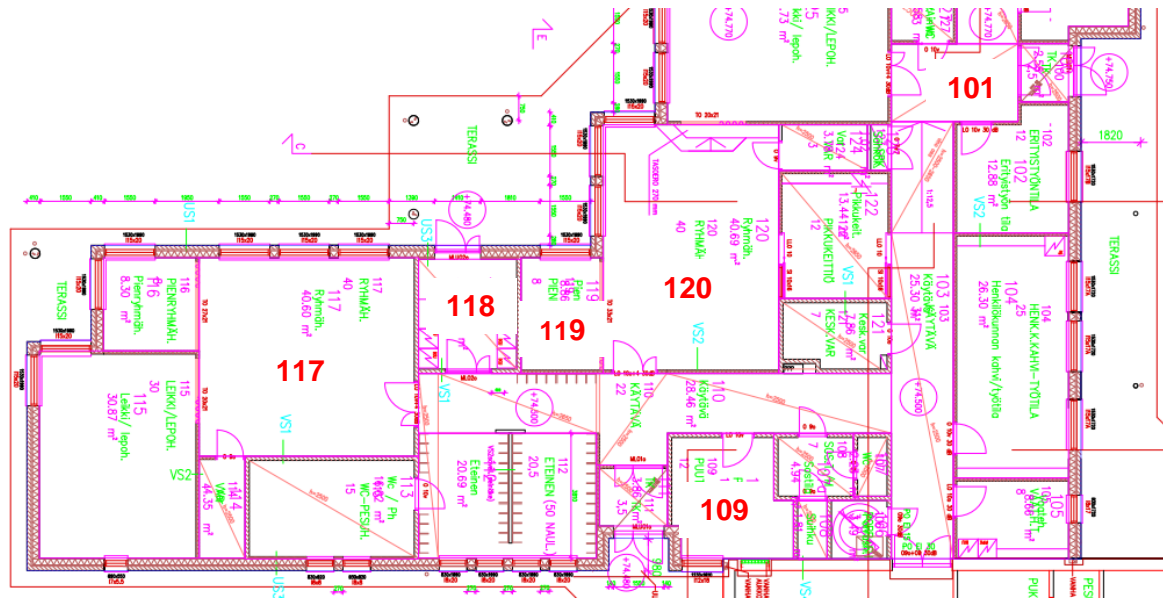
1.2. Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuksen kohteena oli 2001 rakennettu Kolsan päiväkot, joka sijaitsee Jokelassa osoitteessa Leikkurinkuja 10. Tutkimukset koskivat päiväkodin seuraavia tiloja:

- Temppuiliijat ryhmätila 120
- Pienryhmätila 119
- Ryhmätila 118
- Vipeltäjät-ryhmätila 117
- Ateljee 109
- Käytävät sekä aula 101

Kiinteistön ulkoseinät ovat tiili- ja levyrakenteisia. Ulkoseinässä on valesokkelirakenne. Alapohjana on tuulettuva ja betonirakenteinen. Yläpohja on puurakenteinen ja vesikatteena on rivipeltikate.

22.10.2020



Kuva 1: Tutkittavat tilat on numeroitu punaisella.

1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus

Tuusulan kaupungin tilapalvelun rakennusmestari Pertti Elg tilasi kohteeseen tutkimussuunnitelman mukaiset jatkotutkimukset. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakenteiden kuntoa.

Kolsan päiväkodin tiloihin tehtiin sisäilmaan liittyviä tutkimuksia kesällä 2020 (raportti WSP Finland Oy, 25.8.2020). Tutkimuksissa havaittiin sisäilman laatuun ja rakenteiden kuntoon vaikuttavia epäkohtia. Rakenneliittymien tiiviyydessä oli puutteita, jolloin rakenteissa mahdollisesti olevat epäpuhtaudet pääsevät sisäilmaan. Kesän 2020 tutkimuksissa ei selvitetty rakenteiden kuntoa. Inva-wc:ssä 127 ja viereisellä käytävällä 101 oli epätavallista tunkaista hajua. Tilaan suositeltiin tarkempia hajuselvityksiä. Henkilökunnan sisäänkäynnin kohdalla havaittiin sadevesien kastelevan ulkoseinää, mikä todennäköisimmin aiheutuu tukkiintuneesta syöksytorvesta. Yläpohjan aluskatteessa havaittiin mikrobivaurioita ja rakenteesta todettiin ilmayhteys sisätiloihin. Tilojen rakenteiden kunnon selvittämistä sovitettiin tehtäväksi lisätutkimuksia ulkoseinän ja yläpohjan kunnon selvittämiseksi.

1.4. Tutkimuksen rajaus ja käytetyt laboratoriot

Päiväkodin tiloihin laadittiin tutkimussuunnitelma WSP Finland Oy:n toimesta, joka on päivätty 31.8.2020. Tutkimukset tehtiin laaditun tutkimussuunnitelman mukaisesti sekä tutkimusten aikana havaitut seikat huomioon ottaen.

Tutkimukset koskivat tiloja: Tempuilijat ryhmätila 120, pienryhmätila 119, ryhmätila 118, Vipeltäjät ryhmätila 117, ateljee 109, käytävät sekä aula 101

Rakenteiden kuntoa ja toteutustapaa tarkennettiin rakenneavauksin. Valesokkelirakenteesta ja yläpohjasta otettiin materiaalinäytteitä mikrobitutkimuksiin mahdollisten vaurioiden selvittämiseksi. Käytävän väliseinän alaosan muovimatosta otettiin näyte VOC-tutkimukseen, jolla haluttiin selvittää tilan hajuongelmaa. Alapohjan liikuntasauaman levystä otettiin näyte mikrobitutkimukseen.

22.10.2020

Kenttätutkimukset kohteella tehtiin syyskuussa 2020. Tutkimukset tekivät rakennusterveysasiantuntija, FM Sanna Lappi ja projekti-insinööri (AMK) Pinja Weijo WSP Finland Oy:stä. Rakenneavaukset teki Iskusaneeraus Oy, Harri Hanelius.

Mikrobi- ja VOC-näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on FINAS akkreditoitu [testauslaboratorio T269](#), jonka pätevyysalueena ovat asumisterveyskemiat ja -mikrobiologia. Laboratoriolla on myös [Ruokaviraston hyväksyntä](#) mikrobiologisille ja kemiallisille asumisterveystutkimuksille.

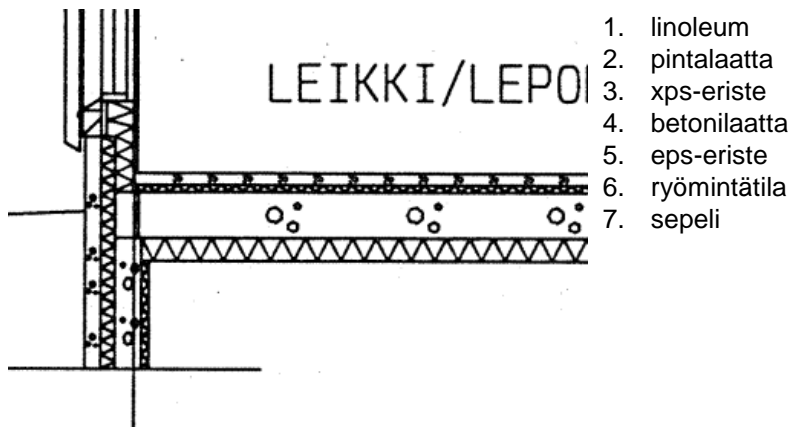
Käytetyt tutkimusmenetelmät, epävarmuustarkastelu, tulosten tulkinnat ja mittalaitteet on kuvattu raportin liitteessä.

2. Alapohjarakenteet

2.1. Havainnot

Rakennuksen tutkituissa tiloissa alapohjarakenne on tuulettuva ja kantavana rakenteena on alapuolelta eristetty betonilaatta. Alapohjarakenteen tiiviystarkastus tehtiin kesän 2020 tutkimusten yhteydessä. Samassa yhteydessä tarkastettiin aistinvaraisesti alapohjan ryömintätila. Ryömintätilassa havaittiin lievää maaperähajua. Alapohjan rakenneliittymät ja läpiviennit todettiin tiiviiksi merkkiaineella tutkittaessa.

Alapohjarakenteessa on liikuntasauva aulassa 101. Sauman päällä olevan metallilistan alla havaittiin kertynyttä pölyä. Liikuntasauvassa olevasta vanerista otettiin materiaalinäyte mikrobitutkimukseen. Aistinvaraisesti tarkasteltuna liikuntasauva ei ollut tiivis alapohjaan nähden.



Kuva 2: Alapohjarakenne rakenneleikkauksen perusteella.

2.2. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Alapohjarakenteessa havaittiin liikuntasauva ja saumassa olevasta puulevystä otettiin materiaalinäyte mikrobitutkimukseen. Analyysivastaus on tämän raportin liitteenä ja näytteen tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa.

22.10.2020

Taulukko 1: Mikrobimateriaalinäytteiden tulosten tulkinta. Näytteenottopäivämäärä 17.9.2020.

Näyte	Tila	Selite	Tulkinta
MNMI7	101	Aula, alapohja, liikuntasauva, puulevyä	esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua

Materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet runsaat. Näytteessä esiintyi suurena pitoisuutena hiivoja ja muita bakteereita, jotka voivat viitata pinnan epäpuhtauksiin tai mikrobivaurioon.



Kuva 3: Käytävän lattiasauman alue, jossa on liikuntasauva.



Kuva 4: Lattian liikuntasauvan puulevystä otettiin näyte mikrobitutkimukseen.



Kuva 5: Liikuntasauvan peitelistan alla pölyä ja likaa.

2.3. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen tutkituissa tiloissa alapohjarakenne on tuulettuva ja kantavana rakenteena on alapuolelta eristetty betonilaatta. Kesän 2020 tutkimusten yhteydessä alapohjarakenteen rakenneliittymät ja läpiviennit todettiin merkkiainetutkimuksissa tiiviiksi. Alapohjaan ei

22.10.2020

tehty rakenneavausta. Linoleum-lattiapinnoitteessa ei havaittu kosteuspoikkeamaa. Alapohjarakenteessa ei suunnitelmien mukaan ole vaurioituvia materiaaleja. Lattiassa on lattialämmitys.

Alapohjan liikuntasaumasta otettiin vanerista näyte mikrobiutkimukseen. Materiaalinäytteen mikrobipitoisuudet olivat runsaat. Näytteessä esiintyi suurena pitoisuutena hiivoja ja muita bakteereita, jotka voivat viitata pinnan epäpuhtauksiin tai mikrobivaurioon. Aistinvaraisesti tarkasteltuna liikuntasauma ei ollut tiivis alapohjaan nähden. Liikuntasaumoista on suositeltavaa poistaa vanerit, puhdistaa saumat, täyttää sekä tiivistää ne.

3. Väliseinärakenteet

3.1. Materiaalinäytteen VOC-analyysit

Käytävän väliseinän alaosa otettiin materiaalinäyte VOC-analyysiin (haihtuvat orgaaniset yhdisteet). Analyysivastaus on tämän raportin liitteenä ja näytteen tulos on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 2: VOC-materiaalinäytteiden tulosten tulkinta. Näytteenottopäivämäärä 17.9.2020.

Näyte	Tila	Selite	Tulkinta
MNVO1	Käytävä 145, väliseinän alaosa (wc:n ja käytävän välinen seinä)	muovimatto	viittaa vaurioon

Käytävän (aula 101) ja wc:n väliseinän alaosa otettiin muovimattinäyte VOC-tutkimukseen. Näytteessä esiintyi metyyliifenolia ($14 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$), jonka tiedetään olevan jo pieninä pitoisuuksina hajua aiheuttava yhdiste. Lisäksi näytteessä esiintyi 2-etyyli-1-heksanolia ($85 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$) hieman yli Työterveyslaitoksen viitearvon ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$). Kohdalla ei havaittu kosteuspoikkeamaa. Muovimattopalassa oli voimakas haju ja samaa hajua havaittiin käytävän sisäilmassa.



Kuva 6: Käytävän 145 ja wc:n välinen seinä. Käytävällä ja wc:ssä tunkkaista hajua. Seinän muovimattossa havaittiin samaa hajua.



Kuva 7: Käytävän 145 ja wc:n välinen seinä. Seinässä ei ollut kosteuspoikkeamaa.

22.10.2020

3.2. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Käytävällä 145, aulaassa 101 ja wc:ssä on havaittu tunkkaista, epämiellyttävää hajua. Käytävän väliseinän alaosan muovimatosta otettiin näyte VOC-tutkimukseen ja aistinvaraiseen tarkastukseen. Näytteessä esiintyi metyyliifenolia, jonka tiedetään olevan jo pieninä pitoisuuksina hajua aiheuttava yhdiste. Muovimattopalassa havaittiin myös aistinvaraisesti samaa epämiellyttävää hajua kuin sisäilmassa.

Väliseinissä olevat hajua aiheuttavat muovimatot (missä on sama materiaali kuin käytävällä 145, aulaassa 101) on suositeltavaa poistaa ja korvata vähäpäästöisillä materiaaleilla. Korjausten yhteydessä on huomioitava, että materiaalit poistetaan riittävän laajalti, koska hajua on päässyt imeytymään alla oleviin huokoisiin materiaaleihin.

4. Ulkoseinärakenteet

4.1. Havainnot

Ulkoseinärakenteet ovat puurakenteisia ja julkisivut ovat tiiliverhoiltuja. Sisäpinnat ovat maalattua kipsilevyä. Ulkoseinän alaosassa on riskirakenteena pidettävä valesokkelirakenne. Ulkoseinän alaosan rakenneavauksissa ei havaittu epätavallisia hajuja. Myöskään materiaaleissa ei havaittu vaurioon viittaavia jälkiä. Lieviä ilmavuotojälkiä oli ikkunan alta otetuissa mineraalivilloissa.

Alaohjauspuuna oli kestopuuta ja sen alla oli huopakaista. Sokkelihalkaisuna oli eps-eriste. Ulkoseinän sisäpinnan kipsilevy lähti lattiapinnan tasosta. Paikoin höyrynsulku-muovi oli katkaistu alaohjauspuun alapinnan tasoon.

4.2. Kosteusmittaukset

Ulkoseinärakenteiden avausten yhteydessä mitattiin eristetilan kosteuspitoisuudet. Kosteusmittausten tulokset ovat tavanomaisia.

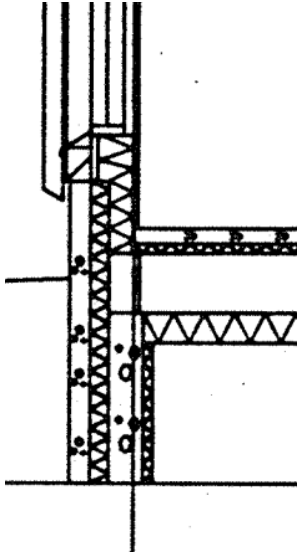
Taulukko 3: Ulkoseinärakenteen eristetilan olosuhdemittauksen tulokset. Kosteusmittaukset tehtiin 17.9.2020.

Mittaus-piste	Sijainti	Rakenne	Mittaus-syvyys, mm	RH [%]	T [°C]	abs [g/m ³]
Ulkoilma	---	---	---	84	9	7
Sisäilma		---	---	61	21	11
EM1	120, ikkunan alta	Ulkoseinä	~150	59	13	7
EM2	120, seinän alaosa	Ulkoseinä	~150	50	16	7
EM3	115, ikkunan alta	Ulkoseinä	~150	58	12	6
EM4	115, seinän alaosa	Ulkoseinä	~150	53	14	6

4.3. Rakennetarkastukset

Ulkoseinärakenteita tarkastettiin kolmesta kohdasta. Avaukset tehtiin tiloihin 109, 115 ja 120.

22.10.2020

Rakennetarkastus: US1 (109)

1. maali, kipsilevy, ~15 mm
2. kovalevy 2 kpl, ~10 mm
3. kipsilevy, ~15 mm
4. höyrynsulkumuovi
5. mineraalivilla, ~135 mm
6. eps-eriste, ~100 mm
7. sokkeli



Kuva 8: Ulkoseinän alaosa. Materiaaleissa ei havaittu vauriojälkiä eikä epätavallisia hajuja.



Kuva 9: Ulkoseinän alaosa. Alaohjauspuuna on kestopuuta.



Kuva 10: Ulkoseinän alaosa. Jalkalistan takana rakoa kipsilevyn ja lattian välissä.



Kuva 11: Ulkoseinä, ikkunan alla olevassa eristeessä ilmavuodosta aiheutunutta tummentumaa.

22.10.2020



Kuva 12: Ulkoseinän alaosa. Materiaaleissa ei havaittu vaurioon viittaavia jälkiä tai hajuja.



Kuva 13: Ulkoseinän alaosa. Materiaaleissa ei havaittu vaurioon viittaavia jälkiä tai hajuja.

22.10.2020

4.4. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Rakennetarkastusten yhteydessä otettiin ulkoseinärakenteen eristeistä ja alaohjauspuun alla olevasta huopakaistasta 6 kpl materiaalinäytteitä mikrobitutkimukseen laimennosviljelymenetelmällä. Analyysivastaus on tämän raportin liitteenä ja näytteiden tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 4: Mikrobimateriaalinäytteiden tulosten tulkinta. Näyteenottopäivämäärä 17.9.2020.

Näyte	Tila	Selite	Tulkinta
MNMI1	109	Ulkoseinä, alaohjauspuun päältä villaa	Ei poikkeavaa mikrobikasvua
MNMI2	109	Ulkoseinä, alaohjauspuun alta, huopakaista	Ei poikkeavaa mikrobikasvua
MNMI3	120	Ulkoseinä, ikkunan alta, villaa	Ei poikkeavaa mikrobikasvua
MNMI4	120	Ulkoseinä, alaohjauspuun alta, huopakaista ja purua	Ei poikkeavaa mikrobikasvua
MNMI5	115	Ulkoseinä, ikkunan alta, villaa	Ei poikkeavaa mikrobikasvua
MNMI6	115	Ulkoseinä, alaohjauspuun alta, huopakaista	Ei poikkeavaa mikrobikasvua

Kaikkien ulkoseinästä otettujen näytteiden mikrobipitoisuudet olivat tavanomaisia. Kosteusvaurioon viittaavien mikrobien pitoisuudet olivat pieniä ja tavanomaisena pidettäviä.

4.5. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinät ovat mineraalivillalla eristettyjä puurakenteisia seiniä. Ulkoseinän alaosassa on riskirakenteena pidettävä valesokkelirakenne. Sokkelin sisäpintaa vasten on asennettu eps-eriste, joka ei ole helposti vaurioituva materiaali. Ulkoseinän alaosan eristeitä ja huopakaistasta otettiin 6 kpl materiaalinäytteitä mikrobianalyysiin. Näytteiden mikrobipitoisuudet ja esiintyneet mikrobilajit olivat tavanomaisia. Tulokset ovat tavanomaisena pidettäviä. Rakenneavauksissa ei havaittu vaurioon viittaavia jälkiä tai hajuja. Ikkunan alta otetussa mineraalivillaeristeessä havaittiin paikoin ilmapuodosta aiheutunutta tummentumaa.

Ulkoseinärakenne todettiin aiemmin tehdyissä merkkiainetutkimuksissa epätiiviksi ja eristerokossa olevien epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua sisäilmaan. Ulkoseinärakenteet tulee tiivistää erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

5. Yläpohja- ja vesikattorakenteet

5.1. Havainnot

Yläpohjan aluskatteessa havaittiin paikoin mikrobivaurioita yläpohjan matalimmilla reuna-alueilla, mikä viittaa yläpohjan puutteelliseen tuulettuvuuteen. Yläpohjan puuosissa ei havaittu aistinvaraisesti mikrobi- tai kosteusvaurioita. Levyvillan pinnalla oli ulkoilmasta kantautuneita pölyjä.

22.10.2020



Kuva 14: Yläpohjan tuuletus paikoin puutteellinen, aluskatteessa mikrobikasvustoa.



Kuva 15: Yläpohjan höyrynsulkumuovit limitetty hyvin.



Kuva 16: Yläpohjan puhallusvillaa.



Kuva 17: Yläpohjan levyvillaa, pinnalla ulkoilmasta kantautunutta pölyä.

5.2. Kosteusmittaukset

Yläpohjaeristeiden näytteenottojen yhteydessä mitattiin eristetilan kosteuspitoisuudet. Kosteusmittausten tulokset ovat tavanomaisia.

Taulukko 5: Ulkoseinärakenteen eristetilan olosuhdemittauksen tulokset. Kosteusmittaukset tehtiin 17.9.2020.

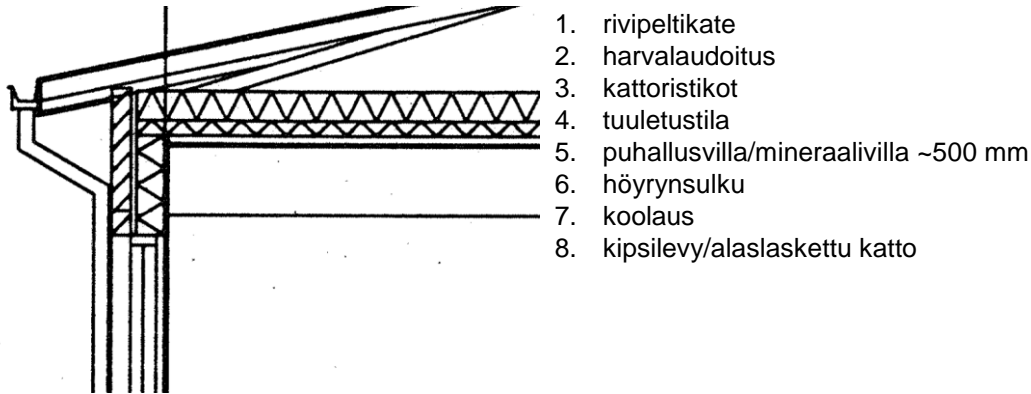
Mittauspiste	Sijainti	Rakenne	RH [%]	T [°C]	abs [g/m ³]
Ulkoilma	---	---	84	9	7
Sisäilma	---	---	61	21	11
EM5	Yläpohja 2, höyrynsulun päältä	Yläpohja	45	19	7
EM6	Yläpohja, tuuletustila	Yläpohja	69	11	7

22.10.2020

5.3. Rakennetarkastukset

Rakennetarkastus: YP

Yläpohjan eristeenä on paikoin levyvillaa ja paikoin puhallusvillaa. Eristekerroksen paksuus on noin 500 mm.



5.4. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Yläpohjarakenteen eristeistä (höyrynsulun päältä) otettiin 4 kpl materiaalinäytteitä mikrobi-tutkimukseen laimennosviljelymenetelmällä. Analyysivastaus on tämän raportin liitteenä ja näytteiden tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 6: Mikrobimateriaalinäytteiden tulosten tulkinta. Näytteenottopäivämäärä 17.9.2020.

Näyte	Selite	Tulkinta
MNMI8	Yläpohja 1, yläpinta, levyvillaa	esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua
MNMI9	Yläpohja 1, höyrynsulkumuovin päältä, levyvillaa	ei poikkeavaa mikrobi-kasvua
MNMI10	Yläpohja 2, yläpinta, puhallusvillaa	esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua
MNMI11	Yläpohja 2, höyrynsulkumuovin päältä, levyvillaa	epäily poikkeavasta mikrobikasvusta

Eristekerroksen pinnalta otetuissa näytteissä oli runsaat mikrobipitoisuudet ja tulosten tul-kintana on: esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua. Samasta kohdasta eristekerroksen poh-jalta (höyrynsulun päältä) otetuissa villanäytteessä mikrobipitoisuudet olivat kohtalaisia tai niukkoja ja tulosten tulkintana on: epäily poikkeavasta mikrobikasvusta ja ei poikkeavaa mikrobikasvua. Näytteissä oli tavanomaisten ulkoilmamikrobien lisäksi myös kosteusvauri-oissa esiintyviä mikrobeja.

5.5. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Merkkiainetutkimuksessa todettiin, että yläpohjan höyrynsulku ei ole tiivis, joten sisäilmaa ja sen mukana sisäilman kosteutta pääsee kulkeutumaan yläpohjaan. Lämpimän sisäil-man kosteus voi vaurioittaa yläpohjarakenteita, kun kosteus tiivistyy kylmiin rakennepintoihin. Epätiivisiin höyrynsulun johdosta myös yläpohjasta on mahdollista kulkeutua epäpuh-tauksia sisätiloihin. Yläpohjan matalan osan eristeissä havaittiin vaurioon viittaavaa mikro-bikasvua ja yläpohjan aluskatteessa oli paikoin silminnähtävää mikrobikasvua. Yläpohjan

22.10.2020

eristeet ovat yhteydessä ulkoilmaan, joten varsinkin eristeiden ulkopinnoilla on luonnostaan korkeampia mikrobipitoisuuksia. Eristekerroksen pinnalla havaittiin korkeita pitoisuuksia kosteusvaurioon viittaavaa mikrobia *Aspergillus restricti*, mikä viittaa materiaalin vaurioitumiseen. Syvemmällä eristekerroksessa (höyrynsulun päällä) kosteusvaurioon viittavien mikrobien määrä oli pienempi.

Rakennusvaipan tiiviys ja painesuhteet vaikuttavat siihen, miten yläpohjan epäpuhtaudet pääsevät sisäilmaan. Epätiiviydet johtuvat puutteellisista höyrynsulun liitoksista, jotka tulee korjata erillisen suunnitelman mukaisesti. Lisäksi tulee parantaa yläpohjan tuulettamista erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti. Sisä- ja ulkoilman välisiä painesuhteita on suositeltavaa seurata ja varmistaa, että painesuhteet ovat lähellä tasapainoa $\sim 0 \dots -5$ Pa. Rakennuksessa on Tuusulan kaupungin puolesta Freesi-järjestelmä paine-erojen seurantaan.

6. Yhteenveto ja johtopäätökset

Aulan 101 ympäristössä (käytävä 145 ja wc 127) havaitun tunkkaisen hajun lähteeksi selvisi seinien alaosissa oleva muovimatto. Muovimaton VOC-näytteessä oli metyylifenolia, jonka tiedetään olevan hajua aiheuttava yhdiste jo pieninä pitoisuuksina. Kohdalla ei ollut kosteuspoikkeamaa. Seinän muovimatot on suositeltavaa poistaa ja korvata vähäpäästöisillä materiaaleilla. Korjaukset on tehtävä riittävän laajasti, jotta saadaan poistettua kaikki materiaalit, joihin hajua on päässyt imeytymään.

Tutkituissa tiloissa alapohjarakenne on tuulettuva ja kantavana rakenteena on alapuolelta eristetty betonilaatta. Kesän 2020 tutkimusten yhteydessä alapohjarakenteen rakenneliittymät ja läpiviennit todettiin merkkiainetutkimuksissa tiiviiksi. Linoleum-lattiapinnoitteessa ei havaittu kosteuspoikkeamaa. Alapohjan liikuntasauaman vanerista otettiin näyte mikrobitutkimukseen, missä todettiin runsaat mikrobipitoisuudet. Näytteessä esiintyi suurena pitoisuutena hiivoja ja muita bakteereita, jotka voivat viitata pinnan epäpuhtauksiin tai mikrobivaurioon. Liikuntasauama oli aistinvaraisesti epätiivis alapohjaan nähden. Liikuntasauomoista on suositeltavaa poistaa vanerit, puhdistaa saumat, täyttää sekä tiivistää ne.

Rakennuksen ulkoseinän alaosassa on riskirakenteena pidettävä valesokkeli. Alaohjauspuu oli kestopuuta ja se lähti lattiapinnan tasosta. Alaohjauspuun alla oli huopakaista. Sokkelihalkaisuna oli eps-eriste. Ulkoseinän sisäpinnan kipsilevy lähti lattiapinnan tasosta eikä sitä ole upotettu lattiapinnan alapuolelle betonivaluun. Ulkoseinärakenteen alaosan mineraalivillaeristeissä ja alaohjauspuun alla olevassa huopakaistassa ei havaittu näytteissä mikrobivaurioita eikä vaurioon viittaavia jälkiä. Valesokkelirakenne ja siinä käytetyt materiaalit olivat aistinvaraisesti ja mikrobinäytteiden perusteella kunnossa eivätkä vaadi rakenteellisia korjauksia.

Ulkoseinän eristekerroksesta todettiin aiemmin tehdyissä merkkiainetutkimuksissa ilmayhteys sisätiloihin, joten rakenteissa olevien epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua sisäilmaan. Ulkoseinärakenteissa ei todettu mikrobivaurioita, mutta pölyjen ja muiden ulkoilman epäpuhtauksien sisätiloihin kulkeutumisen takia on suositeltavaa tiivistää ulkoseinän rakenneliittymät ja läpiviennit. Myös paine-erojen hallinnan takia rakenteiden on oltava tiiviitä.

Yläpohjarakenteen eristeissä esiintyi paikoin mikrobivaurioita ja merkkiainetutkimuksissa todettiin ilmayhteys tilojen sisäilmaan. Yläpohjan eristeet ovat yhteydessä ulkoilmaan, jo-

22.10.2020

ten varsinkin eristeiden ulkopinnoilla on luonnostaan korkeampia mikrobipitoisuuksia. Eristekerroksen pinnalla havaittiin korkeita pitoisuuksia kosteusvaurioon viittaavaa mikrobia, mikä viittaa materiaalin vaurioitumiseen. Syvemmillä eristekerroksessa (höyrynsulun päällä) kosteusvaurioon viittaavien mikrobien määrä oli pienempi. Rakennusvaipan tiiviys ja painesuhteet vaikuttavat siihen, miten yläpohjan epäpuhtaudet pääsevät sisäilmaan. Epätiivien rakenneliittymien kautta lämpimän sisäilman kosteutta on mahdollista päästä kulkeutumaan yläpohjaan. Sisäilman kosteus voi vaurioittaa yläpohjarakenteita, kun kosteus tiivistyy kylmiin rakennepintoihin. Epätiivien höyrynsulun johdosta myös yläpohjasta on mahdollista kulkeutua epäpuhtauksia sisätiloihin. Yläpohjan höyrynsulun liitosten korjaaminen on suositeltavaa tehdä erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti. Lisäksi tulee parantaa yläpohjan tuulettumista erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti. Sisä- ja ulkoilman välisiä painesuhteita on suositeltavaa seurata ja varmistaa, että painesuhteet ovat lähellä tasapainoa $\sim 0 \dots -5 \text{ Pa}$.

7. Toimenpide-ehdotukset

Ensisijaiset toimenpiteet:

- Aulan 101 ympäristössä (käytävä 145 ja wc 127, kaikki tilat, joissa on ko. muovimattoa) seinän muovimatot on suositeltavaa poistaa ja korvata vähäpäästöisillä materiaaleilla. Korjaukset on tehtävä riittävän laajasti, jotta saadaan poistettua kaikki materiaalit, joihin hajua on päässyt imeytymään
- Alapohjan liikuntasauomoista vaurioituneiden materiaalien poistaminen, täyttäminen ja tiivistäminen

Suunnitelmalliset toimenpiteet:

- Ulkoseinärakenteen rakenneliittymien ja läpivientien tiivistäminen
- Yläpohjarakenteen höyrynsulkumuovin epätiiviyksien korjaaminen erillisen suunnitelman mukaisesti, samassa yhteydessä huomioitava alakattojen avoimet villapinnat ja estettävä kuitujen irtoaminen
- Yläpohjan tuuletuksen parantaminen
- Korjausten jälkeen on ilmanvaihto mitattava ja säädettävä tasapainoon

Lisäksi on huomioitava 25.8.2020 päivätyn raportin toimenpide-ehdotukset.

Jyväskylässä 22.10.2020

WSP Finland Oy

Laatinut:



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

Tarkastanut:

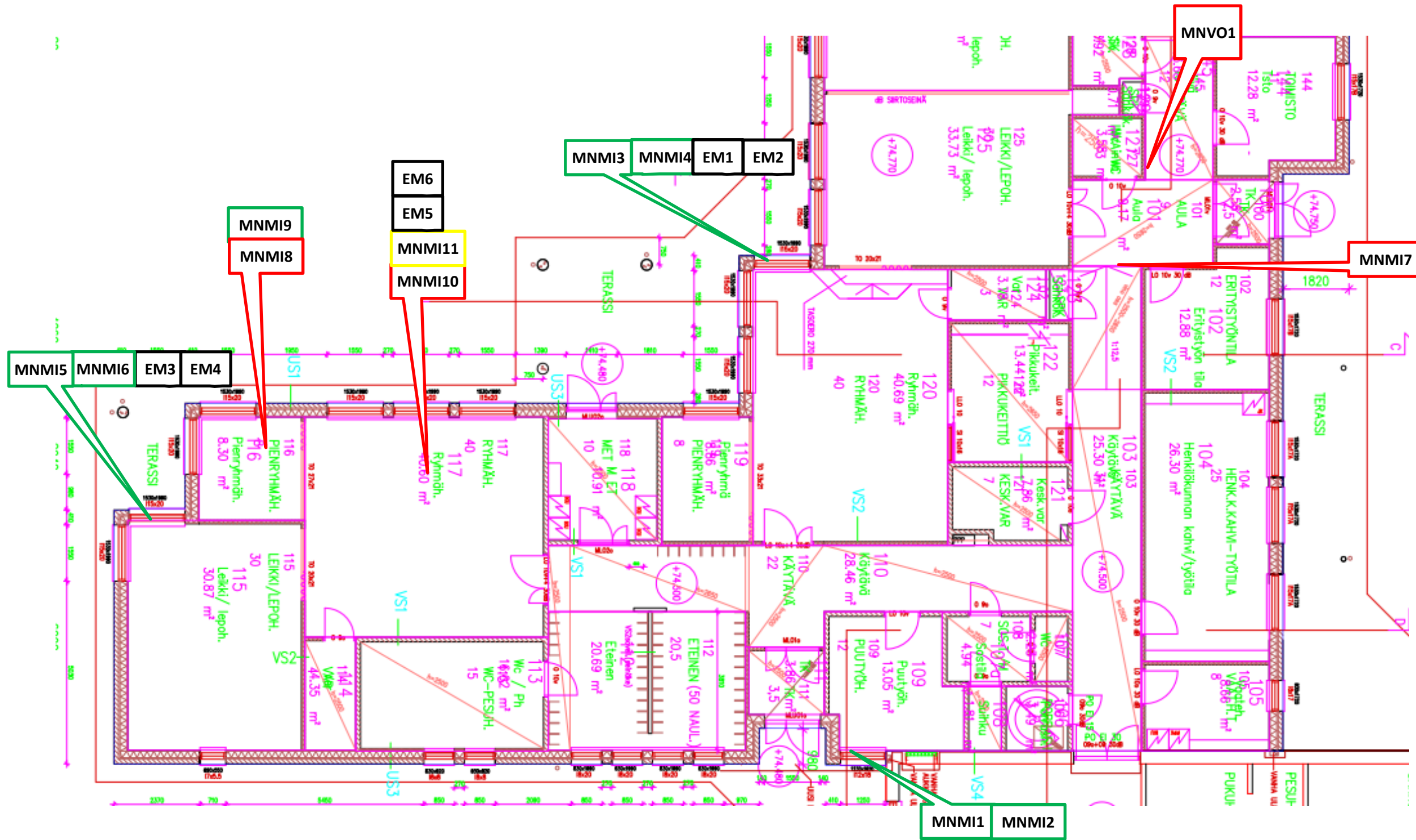


Mika Pälv
rakennusterveysasiantuntija, ins. (AMK)
C-23688-26-18

22.10.2020

Liitteet

- 1) Näytteenottokohtat
- 2) WSP Finland Oy:n materiaalinäytteiden (mikrobit) analyysivastaus
- 3) WSP Finland Oy:n VOC-materiaalinäytteiden analyysivastaus
- 4) Näytteenottomenetelmät ja tulosten tulkinta



MNMI#	Ei poikkeavaa mikrobikasvua materiaalissa	MNMI#	Epäily poikkeavasta mikrobikasvusta materiaalissa	MNMI#	Esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua materiaalissa
EM#	Kosteusmittaus, eristetila				
MNVO#	Materiaalinäyte (VOC), tulos tavanomainen	MNVO#	Materiaalinäyte (VOC), viite vauriosta		

Tilaja
WSP Finland Oy
Kympinkatu 3 B
40320 Jyväskylä

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottokohde	Kolsan päiväkot, Leikkurinkuja 10, Jokela (proj. 314359)
Näytteenottaja	Sanna Lappi & Pinja Weijo
Näytteenottopäivä	17.9.2020
Vastaanottopäivä	18.9.2020
Viljelypäivä	18.9.2020
Analyysimenetelmä	Rakennusmateriaalinäytteen mikrobiologinen analysointi laimennosviljelymenetelmällä

1 Näytteenotto

Näytteenotto on suoritettu tilaajan toimesta. Näytteenotto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

2 Analysointi

WSP:n sisäilmalaboratorioon (Kympinkatu 3 B, 40320 Jyväskylä) toimitetut materiaalinäytteet on analysoitu materiaalinäytteiden laimennossarjaviiljelyn menetelmäohjeen mukaisesti (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, 2016). Näytteet on viljelty 2% mallasagarille (sienet, yleisalusta), DG18-agarille (sienet, kserofiiliset) ja THG (Tryptoni-hiiva-uute) –agarille (bakteerit, aktinomykeetit). Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Tavanomaiset kasvatusajat ovat 7 vrk:tta (sienet ja kokonaisbakteerit) ja 14 vrk:tta (aktinomykeetit). Aktinomykeettien pituus voidaan raportoida jo 7 vrk:n kasvatuksen jälkeen, mikäli löydökset jo tällöin viittaavat vaurioon. Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla. Mikäli viljelyssä ei esiinny kasvustoa, näyte suoramikroskopoidaan mahdollisuuksien mukaan. Mikroskopoitavaksi soveltuvia materiaaleja ovat mm. erilaiset rakennuslevyt, puun palaset, muovimatot jne. Jauhemaisia materiaaleja kuten esim. hienoa purua, hiekkaa ja muita vastaavia materiaaleja ei voi suoramikroskopoida.

3 Viitearvot

Viitearvot ja tulosten tulkinta on esitetty taulukossa 1, joka on laadittu noudattaen Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (Osa IV, 2016) ja Laboratorio-oppaan (Pessi & Jalkanen 2018) ohjeita.

Taulukossa mainitulla poikkeavalla mikrobikasvulla tarkoitetaan poikkeavaa sienikasvustoa, joka materiaalissa viittaa kosteus- ja mikrobivaurioon. Poikkeava bakteeripitoisuus viittaa bakteerikasvuun materiaalissa. Pelkän bakteerikasvun perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta.

Indikaattorimikrobeiksi laboratorio katsoo Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa ja Laboratorio-oppaassa mainitut indikaattorimikrobit. Usean indikaattorin esiintyminen pieninä pitoisuuksina voi viitata itiöiden kerääntymiseen ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon. Yksittäisten sienipesäkkeiden esiintyminen on tavanomaista. Suoraan maaperän tai ulkoilman kanssa kosketuksessa oleviin materiaaleihin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia itiöitä, jotka eivät ole muodostaneet varsinaista kasvustoa materiaalissa. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, 2016; Pessi & Jalkanen 2018).

Taulukko 1. Tulosten tulkinta.

Tulkinta	Löydökset
esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua	sieni-itiöt $\geq 10\ 000$ pmy/g ja/tai aktinomykeetit ≥ 3000 pmy/g, bakteeripitoisuus voi olla yli tai alle viitearvon $100\ 000$ pmy/g
epäily poikkeavasta mikrobikasvusta	sieni-itiöt 5000 - $10\ 000$ pmy/g, yksipuolinen sienisuvusto (1-2 lajia) ja/tai kosteusvauriosieniä, bakteerit $< 100\ 000$ pmy/g
ei poikkeavaa mikrobikasvua	sieni-itiöt $< 10\ 000$ pmy/g, ei kosteusvauriosieniä ja lajisto monipuolinen tai sieni-itiöt < 5000 pmy/g, lisäksi aktinomykeetit < 3000 pmy/g ja bakteerit $< 100\ 000$ pmy/g
esiintyy poikkeavaa bakteerikasvua	bakteerit $\geq 100\ 000$ pmy/g, sieni-itiö- ja aktinomykeettipitoisuudet eivät poikkeavia

pmy = pesäkkeen muodostava yksikkö

4 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Näytteenottopaikat, näytteiden materiaali, materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet ja -lajit sekä tulosten tulkinta on esitetty taulukossa 2 yksikössä pmy/g. Mikrobikohtaiset tulokset esitetään kahden merkitsevän numeron tarkkuudella. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Mikäli näyte on suoramikroskoipitu, on siitä erillinen taulukko.

Tulkinta poikkeavasta kasvustosta annetaan vain siinä tapauksessa, että tulos ylittää annetut viitearvot mittausepävarmuus huomioiden. Menetelmän laajennettu, tekninen mittausepävarmuus (U) 95% luottamustasolla on bakteereille 6% ja sienille 6%. Sienitunnistuksen epävarmuus on 10%.

Taulukko 2. Materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet ja sienilajisto, pmy/g.

Näyte 1. Ateljee 109, ulkoseinä, alaohjauspuun päältä villaa							
2 % mallasagar		DG-18 agar		THG-agar		Tulkinta	
hiivat	45	<i>Penicillium</i>	45	aktinomykeetit	<45	ei poikkeavaa mikrobikasvua	
		<i>Eurotium*</i>	45	muut bakteerit	766		
sieni-itiöt yhteensä	45	sieni-itiöt yhteensä	90	bakteerit yhteensä	766		
Näyte 2. Ateljee 109, ulkoseinä, alaohjauspuun alta, huopakaista							
2 % mallasagar		DG-18 agar		THG-agar		Tulkinta	
steriilit	45			aktinomykeetit	<45	ei poikkeavaa mikrobikasvua	
				muut bakteerit	<45		
sieni-itiöt yhteensä	45	sieni-itiöt yhteensä	<45	bakteerit yhteensä	<45		
Näyte 3. Tempuulijät 120, ulkoseinä, ikkunan alta villaa							
2 % mallasagar		DG-18 agar		THG-agar		Tulkinta	
steriilit	140	<i>Cladosporium</i>	540	aktinomykeetit	<45	ei poikkeavaa mikrobikasvua	
		<i>Aspergillus restricti*</i>	140	muut bakteerit	230		
sieni-itiöt yhteensä	140	sieni-itiöt yhteensä	680	bakteerit yhteensä	230		
Näyte 4. Tempuulijät 120, ulkoseinä, alaohjauspuun alta, huopakaista ja purua							
2 % mallasagar		DG-18 agar		THG-agar		Tulkinta	
<i>Penicillium</i>	360	<i>Penicillium</i>	630	aktinomykeetit*	45	ei poikkeavaa mikrobikasvua	
		hiivat	90	muut bakteerit	1000		
sieni-itiöt yhteensä	360	sieni-itiöt yhteensä	720	bakteerit yhteensä	1045		
Näyte 5. Vipeltäjät 115, ulkoseinä, ikkunan alta villaa							
2 % mallasagar		DG-18 agar		THG-agar		Tulkinta	
steriilit	410	<i>Aspergillus restricti*</i>	1700	aktinomykeetit	<45	ei poikkeavaa mikrobikasvua	
<i>Penicillium</i>	230	<i>Penicillium</i>	90	muut bakteerit	1800		
<i>Cladosporium</i>	140	<i>Cladosporium</i>	360				
<i>Oidiodendron*</i>	45						
<i>Aspergillus versicolor*</i>	45						
sieni-itiöt yhteensä	870	sieni-itiöt yhteensä	2150	bakteerit yhteensä	1800		
Näyte 6. Vipeltäjät 115, ulkoseinä, alaohjauspuun alta, huopakaista							
2 % mallasagar		DG-18 agar		THG-agar		Tulkinta	
<i>Aspergillus versicolor</i>	45	<i>Penicillium</i>	45	aktinomykeetit	<45	ei poikkeavaa mikrobikasvua	
<i>Penicillium</i>	45			muut bakteerit	630		
steriilit	45						
sieni-itiöt yhteensä	135	sieni-itiöt yhteensä	45	bakteerit yhteensä	630		
Näyte 7. Aula 101, alapohja, liikuntasauama, puulevy							
2 % mallasagar		DG-18 agar		THG-agar		Tulkinta	
hiivat	2600000	<i>Cladosporium</i>	2700	aktinomykeetit	<45	esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua	
<i>Cladosporium</i>	1800	<i>Aureobasidium</i>	460	muut bakteerit	**		
<i>Aureobasidium</i>	1800	hiivat	2400000				
		<i>Penicillium</i>	45				
sieni-itiöt yhteensä	2603600	sieni-itiöt yhteensä	2403205	bakteerit yhteensä	**		
Näyte 8. Yläpohja, 1, yläpinnasta villaa							
2 % mallasagar		DG-18 agar		THG-agar		Tulkinta	
<i>Penicillium</i>	15000	<i>Penicillium</i>	21000	aktinomykeetit	<45	esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua	
<i>Cladosporium</i>	1100	<i>Cladosporium</i>	94000	muut bakteerit	1300		
<i>Acremonium*</i>	460	<i>Aspergillus resticti*</i>	300000				
steriilit	140	<i>Aspergillus niger</i>	45				
sieni-itiöt yhteensä	16700	sieni-itiöt yhteensä	415045	bakteerit yhteensä	1300		

Näyte 9. Yläpohja, 1, höyrynsulun päältä villaa						
2 % mallasagar		DG-18 agar		THG-agar		Tulkinta
<i>Cladosporium</i>	270	<i>Aspergillus restricti</i> *	950	aktinomykeetit	<45	ei poikkeavaa mikrobikasvua
steriilit	45	<i>Cladosporium</i>	1800	muut bakteerit	950	
		steriilit	45			
sieni-itiöt yhteensä	315	sieni-itiöt yhteensä	2795	bakteerit yhteensä	950	
Näyte 10. Yläpohja, 2, yläpinnasta villaa						
2 % mallasagar		DG-18 agar		THG-agar		Tulkinta
<i>Cladosporium</i>	2000	<i>Cladosporium</i>	67000	aktinomykeetit	<45	esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua
<i>Penicillium</i>	860	<i>Penicillium</i>	1400	muut bakteerit	3700	
steriilit	2300	steriilit	2300			
hiivat	180	<i>Aspergillus restricti</i> *	61000			
sieni-itiöt yhteensä	5340	sieni-itiöt yhteensä	131760	bakteerit yhteensä	3700	
Näyte 11. Yläpohja, 2, höyrynsulun päältä villaa						
2 % mallasagar		DG-18 agar		THG-agar		Tulkinta
<i>Penicillium</i>	360	<i>Cladosporium</i>	8800	aktinomykeetit	<45	epäily poikkeavasta mikrobikasvusta
<i>Cladosporium</i>	1000	<i>Aspergillus restricti</i> *	1700	muut bakteerit	2300	
steriilit	180	<i>Penicillium</i>	45			
sieni-itiöt yhteensä	1540	sieni-itiöt yhteensä	10545	bakteerit yhteensä	2300	

<45 = alle määrittäjärajan, kasvustoa ei esiintynyt

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi

** = yli määrittäjärajan, erittäin runsas kasvusto

steriilit = pesäkkeitä, jotka eivät käytettävillä kasvualustoilla muodosta itiöitä

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Sisäilmalaboratorio



Outi Tolvanen
Erikoisasiantuntija, FT

Kirjallisuusviitteet

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa I. Asumisterveysasetus § 1-10, Ohje 8/2016

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV. Asumisterveysasetus § 20, Ohje 8/2016.

Liukkonen, A.-M. (2008) Mittausepävarmuus. Mikrobiologiset kvantitatiiviset mittaukset. Opinnäyte-työ, marraskuu 2008. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikka ja liikenne, laboratorioalan koulu-tusohjelma.

Niemelä, S.I. (2001) Mikrobiologian kvantitatiivisten viljelymääritysten mittausepävarmuus. Metrolo-gian neuvottelukunta, kemian jaosto, mikrobiologinen työryhmä. Mittatekniikan keskus, Helsinki. 70 s.

Pessi, A-M. & Jalkanen, K. (2018) Laboratorio-opas – Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy. 76 s.

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.

22.9.2020

Tilaja

WSP Finland Oy
Sanna Lappi
Kympinkatu 3 B
40320 Jyväskylä

**VOC-analyysi materiaalinäytteestä**

Näytteenottaja Sanna Lappi
Näytteenottoaika Kolsan päiväkot, Leikkurinkuja 10, Jokela
Näytteenottopäivämäärä 17.9.2020
Vastaanottopäivämäärä 18.9.2020
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).

22.9.2020

Tulokset

Näyte/mittauskohde:	Näyte 1, Käytävä 145, väliseinän alaosa (WC:n ja käytävän välinen seinä), Kolsan päiväkot, Jokela	
Materiaali:	Muovipinnoite ja liima	
Analysointipvm:	22.9.2020	
Keräin:	203401	
Näytepalan koko:	2,18 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	2,01 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m ³ g)
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)*	3,6
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli**	85
Esterit	Etikkahapon 2-etyyliheksyyliesteri*	13
Fenoliset yhdisteet	Fenoli	7,9
	Metyylifenoli (kresoli)*	14
Orgaaniset piiyhdisteet	Heksametyylisyklotrisiloksaani*	1,8
	Oktametyylisyklotetrasiloksaani*	2,3
	Dekametyylisyklopentasiloksaani*	1,1
TVOC _{MS} *, **		130

*Tolueenivaste

**Tulos vähintään se mitä on ilmoitettu, laitteen kapasiteetti ylittynyt. Tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi epävarmuus.

 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

 URL
www.wspgroup.fi

 E-mail
etunimi.sukunimi@wsp.com

 Y-tunnus
 0875416-5

 Posti- ja käyntiosoite
 Kyppinkatu 3 B
 40320 JYVÄSKYLÄ

TUTKIMUSMENETELMÄT, TULOSTEN TULKINTA, VIITEARVOT JA EPÄVARMUUSTAR- KASTELU

Sisällysluettelo

1. Mikrobit	3
1.1. Mikrobi-ilmanäytteet.....	3
1.1.1. Epävarmuustarkastelu	5
1.2. Materiaalinäytteet (mikrobi).....	5
1.3. Pintasivelynäytteet (mikrobi)	7
1.3.1. Epävarmuustarkastelu	7
1.4. Endotoksiinit	8
2. VOC-näytteet (volatile organic compounds)	8
2.1. VOC-ilmanäytteet	8
2.1.1. Epävarmuustarkastelu	9
2.2. VOC-materiaalinäytteet	9
2.2.1. Epävarmuustarkastelu	10
2.3. FLEC-pintaemissionäytteet (VOC).....	10
2.3.1. Epävarmuustarkastelu	11
3. Kosteusmittaukset	11
3.1. Pintakosteuskartoitus.....	11
3.2. Viiltokosteusmittaus	12
3.2.1. Epävarmuustarkastelu	12
4. Käytetyt mittalaitteet	12
4.1. Mittalaitteiden tarkkuus	12
Viitteet	13

1. Mikrobit

Mikrobikasvusto todetaan ensisijaisesti rakennusmateriaalista mikrobin kasvatukseen perustuvalla laimennossarja- tai suoraviljelymenetelmällä ja mikroskopoimalla tehdyllä analyysillä. Mikrobiahaitta voidaan todeta myös 6-vaiheimpaktorilla otetun ilmanäytteen tai pintasivelynäytteen laimennossarjamenetelmällä tehdyllä analyysillä. Ilman mikrobipitoisuuden lisäksi on oltava myös muuta näyttöä toimenpiderajan ylittymisestä.

Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyyseillä varmistettua mikrobikasvua rakennuksen sisäpinnalla, sisäpuolisessa rakenteessa tai lämmöneristeessä silloin, kun lämmöneriste ei ole kosketuksessa ulkoilman tai maaperän kanssa, taikka mikrobikasvua muussa rakenteessa tai tilassa, jos sisätiloissa oleva voi sille altistua.

Rakennuksen mikrobikasvun arviointiin voidaan käyttää laimennossarja- tai suoraviljelymenetelmän lisäksi myös muuta menetelmää, jos menetelmän luotettavuus on osoitettu Asumisterveysasetuksen 4 §:n 4 momentissa tarkoitetulla tavalla tai menetelmällä saatujen tulosten yhtenevyys laimennossarjamenetelmällä saatuihin tuloksiin on varmistettu (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016).

1.1. Mikrobi-ilmanäytteet

Ilmanäytteet otettiin kuusi-vaihe-impaktorilla suoraan seuraaville kasvatusalustoille: 2 % mallasuuteagar (sienet), DG18-agar (sienet) ja THG (tryptoni-hiiva-uute)-agar (bakteerit, aktinobakteerit).

Laboratoriossa kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Kasvatusajat ovat 7 vrk (sienet, kokonaisbakteerit) ja 14 vrk (aktinobakteerit). Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

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

Sisäilmanäytteissä voi esiintyä tavanomaisesti yksittäisinä pesäkkeinä lähes mitä tahansa home- tai hiivasientä. Kuitenkin *Stachybotrys* - ja *Chaetomium*-sienten kohdalla yksittäisenkin pesäkkeen esiintymistä ilmanäytteessä voidaan pitää tavanomaisesta poikkeavana. Epätavanomaista on talvella (maa jäässä, lumipeite) myös jonkun muun kuin *Penicillium*-suvun sienien esiintyminen valtasukuna. Myös yksittäisen kosteusvaurioindikaattorin esiintyminen useissa kohteen eri tiloissa tai usean eri indikaattorilajin esiintyminen samassa näytteessä pieninäkin pitoisuuksina on tavanomaisesta poikkeavaa. Kosteusvaurioindikaattoreiksi luokitellut mikrobit on mainittu taulukossa 1 (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, 2016; Pessi & Jalkanen 2018).

Toimisto

Tulosten tulkinta perustuu Työterveyslaitoksen julkaisuun ”Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyyppisillä työpaikoilla”, päivitetty 19.3.2019. Asiakirjan mukaisesti homesieni-itiöpitoisuus yli 50 pmy/m³ on talviaikana poikkeavan suuri ja viittaa sisäilman epätavanomaiseen mikrobilähteeseen. Mikäli näytteen bakteeripitoisuus on yli 600 pmy/m³, viittaa se riittämättömään ilmanvaihtoon tai sisäilman epätavanomaiseen mikrobilähteeseen.

Aktinomykeettien eli sädesienten yli 5 pmy/m³ pitoisuudet ovat poikkeavia ja viittaavat sisäilman epätavanomaiseen mikrobilähteeseen.

Sisäilman mikrobinäytteen tulkinnessa tarkastellaan kokonaispitoisuudet lisäksi esiintynyttä mikrobilajistoa. Useiden kosteusvaurioindikaattorimikrobien esiintyminen samassa näytteessä tai saman kosteusvaurioindikaattorimikrobin esiintyminen toistuvasti useissa näytteissä, viittaavat epätavanomaiseen mikrobilähteeseen rakennuksessa.

Asuinrakennus

Tulosten tulkinta perustuu Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetukseen 545/2015 sekä Valviran soveltamisohjeeseen 8/2016. Asiakirjojen mukaisesti homesieni-itiöpitoisuus 100 – 500 pmy/m³ on talviaikana poikkeavan suuri, jos näytteen mikrobilajisto on samalla poikkeava, viittaa näytteen tulos poikkeavaan mikrobilähteeseen rakennuksessa. Alle 100 pmy/m³ sieni-itiöpitoisuus voi viitata mikrobikasvustoon asuinrakennuksessa, mikäli näytteen lajistossa esiintyy ns. kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. Mikäli näytteen sieni-itiöpitoisuus on yli 500 pmy/m³, viittaa se poikkeukselliseen mikrobilähteeseen rakennuksessa. Suuri bakteeripitoisuus (> 4500 pmy/m³) viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon tilan käyttöön nähden.

Sisäilman mikrobinäytteen tulkinnessa tarkastellaan kokonaispitoisuudet lisäksi esiintynyttä mikrobilajistoa. Useiden kosteusvaurioindikaattorimikrobien esiintyminen samassa näytteessä tai saman kosteusvaurioindikaattorimikrobin esiintyminen toistuvasti useissa näytteissä, viittaavat epätavanomaiseen mikrobilähteeseen rakennuksessa.

Sulan maan aikana analysoituja sisäilman mikrobipitoisuuksia verrataan ulkoilman mikrobipitoisuuksiin. Mikäli sisäilman mikrobipitoisuus on suurempi kuin ulkoilman, voi tämä viitata epätavanomaiseen mikrobilähteeseen sisällä. Mikrobilähteeseen viittaa myös se, että sisäilmassa esiintyy mikrobilajeja, joita ei esiinny ulkoilmassa.

Ilman mikrobipitoisuuden lisäksi on oltava myös muuta näyttöä toimenpiderajan ylittymisestä kuten korjaamaton kosteus- tai lahovaurio tai aistinvaraisesti todettu ja tarvittaessa rakennusmateriaali- tai pintanäytteistä tehdyllä analyysillä varmistettu mikrobikasvu.

Koulut

Tulosten tulkinta perustuu Kansanterveyslaitoksen julkaisuun ”Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Opas ongelmien selvittämiseen, 2008. Ohjeet koskevat kivirakenteisia kouluja. Talviaikana useiden näytteiden homesieni-itiöiden pitoisuuden ollessa yli 50 pmy/m³, viittaa tulos epätavanomaiseen mikrobilähteeseen rakennuksessa. Sädesienipitoisuuden ollessa yli 10 pmy/m³ on tulos kohonnut. Suuri bakteeripitoisuus (> 4500 pmy/m³) viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon tilan käyttöön nähden.

Sisäilman mikrobinäytteen tulkinnessa tarkastellaan kokonaispitoisuuksien lisäksi esiintynyttä mikrobilajistoa. Useiden kosteusvaurioindikaattorimikrobien esiintyminen samassa näytteessä tai saman kosteusvaurioindikaattorimikrobin esiintyminen toistuvasti useissa näytteissä, viittaavat epätavanomaiseen mikrobilähteeseen rakennuksessa.

Kuten rakennusten sisäilmassa yleensä, myös koulujen sisäilmassa esiintyy yleisimmin *Penicilliumia*, hiivoja, *Cladosporiumia* ja *Aspergillusta*. On epätavallista, jos näistä neljästä yhden sienisuvun tai -ryhmän osuus näytteen kokonaispitoisuudesta on selvästi suurempi kuin muiden tai yleisyysjärjestys selkein pitoisuseroin on jokin muu kuin edellä mainittu. Talviaikaan otettujen näytteiden *Cladosporium*-pitoisuudet yli 10 pmy/m³ ovat epätavallisia.

Taulukko 1. Tärkeimmät home- ja kosteusvaurioindikaattorimikrobit (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016).

<i>Acremonium</i>	<i>Fusarium</i>
Aktinomykeetit	<i>Geomyces</i>
<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Oidiodendron</i>
<i>Aspergillus ochraceus</i>	<i>Paecilomyces</i>
<i>Aspergillus penicillioides/</i>	<i>Phialophora sensu lato</i>
<i>Aspergillus restrictus</i>	<i>Scopulariopsis</i>
<i>Aspergillus sydowii</i>	<i>Sporobolomyces</i>
<i>Aspergillus terreus</i>	<i>Sphaeropsidales</i>
<i>Aspergillus ustus</i>	<i>Stachybotrys</i>
<i>Aspergillus versicolor</i>	<i>Trichoderma</i>
<i>Chaetomium</i>	<i>Tritirachium / Engyodontium</i>
<i>Eurotium</i>	<i>Ulocladium</i>
<i>Exophiala</i>	<i>Wallemia</i>

1.1.1. Epävarmuustarkastelu

Jokaiseen menetelmään liittyy epävarmuutta, joka johtuu virheistä tai epätarkkuuksista näytteenotossa, näytteen säilytyksessä ja analyysin aikana. Mittausepävarmuus on vaihteluväli, joka kuvaa mittaustuloksen oletettua vaihtelua.

Epätavanomaiseen mikrobilähteeseen viittaavan sisäilmanäytteen lisäksi on löydettävä muuta näyttöä toimenpiderajan ylittymisestä.

Mikrobeja voi joutua ilmanäytteeseen monesta muustakin lähteestä kuin rakenteissa olevista kosteusvaurioista, ns. sisäilman normaaleista mikrobilähteistä. Mikrobin normaali-lähteitä ovat mm. ulkoilma, elintarvikkeet ja tilan irtaimisto ja yleinen siisteys ja toiminta. Nämä on huomioitava ennen näytteenottoa niin, että ne eivät vaikuta tuloksiin. Näytteiden edustavuus on myös arvioitava mittauksia suunniteltaessa. Sisäilman mikrobipitoisuudet voivat vaihdella paljon eri ajankohtina, joten näytteitä olisi syytä ottaa useita (Laboratorio-opas 2019, Kallio 2017, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016, Asumisterveys-opas 2009).

Laboratorion mittausepävarmuutta on käsitelty analyysivastauksessa.

1.2. Materiaalinäytteet (mikrobi)

Suoraviljely

Näytteet otettiin desinfioiduilla välineillä puhtaaseen pussiin (esim. minigrip).

Laboratoriossa materiaalinäytteet on viljelty seuraaville kasvatusalustoille: 2 % mallasuu-teagar (sienet), DG18-agar (sienet), Hagem-agar ja THG (tryptoni-hiiva-uute)-agar (bakteerit, aktinobakteerit).

Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Inkubointiajat sienille ovat 7 vrk, bakteereille 7 vrk:tta (muut kuin aktinobakteerit) ja 14 vrk:tta (aktinobakteerit). Aktinobakteerien pitoisuus voidaan raportoida myös jo 7 vrk:n kasvatusajan jälkeen, mikäli pitoisuus on jo tällöin runsas tai erittäin runsas. Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

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

Suoraviljeltyjen materiaalinäytteiden tulosten tulkinta perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen (osa IV, 2016) ja Laboratorio-oppaaseen (2018). Materiaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa silloin, kun suoraviljellyssä näytteessä esiintyy elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinobakteereita (= sädesieniä eli aktinomykettejä) runsaasti (+++/++++). Tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon myös silloin, kun sieniä tai aktinobakteereita on niukasti tai kohtalaisesti, mutta lisäksi lajistossa esiintyy useita kosteusvaurioindikaattoreita (≥ 2) millä tahansa käytetyistä kasvualustoista, kuitenkin siten, että yksittäisten pesäkkeiden esiintyminen ei riitä. Pelkästään suuren bakteeripitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta. Suuri bakteeripitoisuus voi johtua esim. materiaalin likaisuudesta.

Suoraviljeltyjen näytteiden tulokset ilmoitetaan käyttäen + -asteikkoa seuraavasti:

-	= ei mikrobeja
+	= 1 – 19 pesäkettä (niukasti mikrobeja)
++	= 20 – 49 pesäkettä (kohtalaisesti mikrobeja)
+++	= 50 – 199 pesäkettä (runsaasti mikrobeja)
++++	≥ 200 pesäkettä (erittäin runsaasti mikrobeja)

Laimennossarjaviljely

Näytteet otettiin desinfioiduilla välineillä puhtaaseen pussiin (esim. minigrip).

Laboratoriossa näytteet on viljelty 2% mallasagarille (sienet), DG18-agarille (sienet) ja THG (Tryptoni-hiiva-uute) –agarille (bakteerit, sädesienet). Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Tavanomaiset kasvatusajat ovat 7 vrk:tta (sienet ja kokonaisbakteerit) ja 14 vrk:tta (aktinobakteerit). Aktinobakteerien pitoisuus voidaan raportoida jo 7 vrk:n kasvatuksen jälkeen, mikäli löydökset jo tällöin viittaavat vaurioon. Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

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

Materiaalinäytteen laimennossarjaviljelyssä sieni-itiöpitoisuus $\geq 10\,000$ pmy/g tai aktinobakteeripitoisuus $\geq 3\,000$ pmy/g viittaavat mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa. Sienikasvusto materiaalissa viittaa kosteus- ja mikrobivaurioon. Näytteen bakteeripitoisuus $\geq 100\,000$ pmy/g viittaa bakteerikasvuun materiaalissa. Pelkän bakteerikasvun perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV, 2016; Laboratorio-opas 2018).

Mikäli näytteen sieni-itiöpitoisuus on 5000 - 10 000 pmy/g ja näytteessä esiintyy kosteusvaurioindikaattorimikrobeja, voivat löydökset viitata mikrobikasvustoon. Myös yksipuolinen sienisuvusto (1-2 lajia) ja sieni-itiöpitoisuus >5000 pmy/g voivat viitata mikrobikasvustoon. Usean indikaattorin esiintyminen pieninä pitoisuuksina voi viitata itiöiden kerääntymiseen ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon. Yksittäisten sienipesäkkeiden esiintyminen on tavanomaista. Suoraan maaperän tai ulkoilman kanssa kosketuksessa oleviin materiaaleihin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia itiöitä, jotka eivät ole muodostaneet varsinaista kasvustoa materiaalissa. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, 2016; Laboratorio-opas 2018).

1.3. Pintasivelynäytteet (mikrobi)

Pintanäytteen käyttäminen mikrobikasvuston selvittämiseksi soveltuu parhaiten koville pinnoille. Menetelmää käytetään niissä tilanteissa, joissa tutkittavasta rakenteesta ei voida irrottaa näytettä rakennusmateriaalinäytteeksi. Vaurioepäilypinnalta otetulle näytteelle otetaan vastaavalta vaurioitumattomalta pinnalta vertailunäyte. Tämän ohjeistuksen mukaista menetelmää ei tule käyttää laskeutuneen pölyn mikrobiston selvittämiseen.

Näyte otettiin kostuttamalla ensin pumpulipuikko laimennosliuoksessa ja sitten pyyhittiin tutkittava 100 cm² alue pumpulipuikkoa pyörittäen tasaisesti kolmeen kertaan. Tämän jälkeen pumpulipuikko laitettiin laimennosliuosputkeen.

Laboratoriossa näytteet viljeltiin 2% mallasagarille (sienet), DG18-agarille (sienet) ja THG (Tryptoni-hiiva-uute) –agarille (bakteerit, sädesienet). Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Tavanomaiset kasvatusajat ovat 7 vrk:tta (sienet ja kokonaisbakteerit) ja 14 vrk:tta (aktinobakteerit). Aktinobakteerien pitoisuus voidaan raportoida jo 7 vrk:n kasvatuksen jälkeen, mikäli löydökset jo tällöin viittaavat vaurioon. Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

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

Pintanäytteen tulosten tulkinta perustuu vaurio- ja vertailupinnalta otettujen näytteiden vertailuun. Jos vauriopinnalta otetun näytteen sienipitoisuus on yli 1 000 pmy/cm² ja vähintään 100 kertaa suurempi kuin vertailupinnan näytteessä, voidaan vauriokohdassa katsoa esiintyvän sienikasvustoa. Mikäli vauriokohdasta otetun näytteen aktinomykeettipitoisuus on vähintään 10 kertaa suurempi kuin vertailukohdasta otetun näytteen pitoisuus, voidaan vauriokohdassa katsoa olevan aktinomykeettikasvusto, kuitenkin niin, että yli 5 pmy/cm² olevien aktinomykeettipitoisuuksien syy pintanäytteessä on aina selvitettävä.

Sienipitoisuuden ollessa alle 1 000 pmy/cm², on tarkasteltava mikrobilajistoa. Tulos voi viitata mikrobikasvustoon, jos näytteen lajistossa esiintyy kosteusvaurioindikaattorimikrobeja.

1.3.1. Epävarmuustarkastelu

Tutkijan on huomioitava näytteenotossa, että ei omalla toiminnallaan kontaminoi näytteitä. Materiaalinäyte voi kontaminoitua näytteenottajan vaatteista, käsistä tai välineistä. Myös näytteenottojärjestyksen on oltava oikea eli mennään oletetusta puhtaammasta näytteenottokohdasta vaurioituneempaan päin. Lisäksi tutkimuksen on oltava edustava, joten on otettava useita näytteitä.

Materiaalinäytteen tulosten tulkinnassa on huomioitava, että esim. eristemateriaalissa ei itsessään välttämättä ole mikrobivauriota, vaan materiaalin on ajan saatossa kertynyt ulkoilman mikrobeja. Eriestemateriaaleissa todettua mikrobikasvua pidetään toimenpiderajan ylityksenä vain, jos rakenteesta on varmistettu ilmayhteys sisätiloihin (Laboratorio-opas 2019, Kallio 2017, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016, Asumisterveysopas 2009).

Laboratorion mittausepävarmuutta on käsitelty analyysivastauksessa.

1.4. Endotoksiinit

Endotoksiinit ovat bakteerien rakenneosia, jotka luokitellaan biologisiin altisteisiin. Niitä pääsee sisäilmaan ympäristön gram-negatiivisista bakteereista.

Näytteet otettiin standardin SFS-EN 14031:2003 (Workplace atmospheres: Determination of airborne endotoxin) mukaisesti. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen Finas akkreditoidussa laboratorioissa.

Suomessa ei ole virallista haitalliseksi tunnettua pitoisuutta (HTP) ilman endotoksiinipitoisuudelle. Sisäilman terveysperusteiseksi 8-tunnin endotoksiinipitoisuudelle on ehdotettu 90 EU/m³ (EU = endotoxin unit = endotoksiiniyksikkö).

2. VOC-näytteet (volatile organic compounds)

2.1. VOC-ilmanäytteet

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

Asumnot

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 määriteltäviä 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 las- kettuna	400	40	10	10	10 ei saa esiin- tyä hajua
Viitearvo (µg/m ³) yhdisteen omalla vas- teella 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).

2.1.1. 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, kosmetiikasta 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 näytteenottomenettelmä huomioiden (Laboratorio-opas 2019, Kallio 2017, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016, Asumisterveysopas 2009).

Laboratorion mittausepävarmuutta on käsitelty analyysivastauksessa.

2.2. 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 3: VOC-materiaalinäytteiden viitearvot (Työterveyslaitos 2019).

Materiaali	TVOC [µg/m ³ g]	2-etyyli-1-hek- sanoli [µg/m ³ g]	C9-alkoholit [µg/m ³ g]	Propani- happo [µg/m ³ 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).

2.2.1. 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 huomioitava 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.

2.3. 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).

2.3.1. 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 suurentavat 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 näytteenottokohta, 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.

3. Kosteusmittaukset

3.1. 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

3.2. 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 vesihöyrytiiviksi.

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).

3.2.1. Epävarmuustarkastelu

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

Viiltomittaus 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.

4. Käytetyt mittalaitteet

4.1. 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

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
Levy rakenne / 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 betonirakenteiden lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin. Opinnäytetyö. Itä-Suomen yliopisto, koulutus- ja kehittämiskeskus Aducate.
- 5) Nordtest, 1998. NT Build 484. Building materials: Emission of volatile compounds – On-site measurements with Field and Laboratory Emission Cell (FLEC).
- 6) Rakennustietosäätiö RTS ja Talonrakennusteollisuus ry, 2011. Ratu 82-0383. Kosteus- ja mikrobivaurioiden rakenteiden purku.
- 7) Rakennustietosäätiö RTS, 1999. RT 80-10712. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot.
- 8) Rakennustietosäätiö RTS, 2010. RT 14-10984. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus.
- 9) Rakennustietosäätiö RTS, 2018. RT 07-11299. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset.
- 10) RakMK D2-2012. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet. 2012. Ympäristöministeriö.
- 11) Suomen säädöskokoelma, asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017, Ympäristöministeriö.
- 12) Suomen säädöskokoelma, asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, 1009/2017, Ympäristöministeriö.
- 13) 1994/763 Terveysturvallisuuslaki.
- 14) 2002/738. Työturvallisuuslaki.
- 15) 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.
- 16) Asumisterveysopas, 2009. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö- ja terveys -lehti.
- 17) Kansanterveyslaitos, 2008. Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Opas ongelmien selvittämiseen.
- 18) Ympäristöministeriö, toim. Miia Pitkäranta, 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus.
- 19) Pessi & Jalkanen, 2018. Laboratorio-opas – Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy.
- 20) <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot> (luettu 28.8.2019).
- 21) Salonen Heidi (ym.), 2011. Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Työterveyslaitos.
- 22) Suomen Betonitieto Oy, 2008. Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet.
- 23) Suomen betonitieto Oy ja lattian- ja seinäpäällysteliitto ry, 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen.
- 24) Työterveyslaitos, 2012. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden tavoitetasot teollisten työympäristöjen yleisilmassa, tavoitetaso TY-01-2012, www.ttl.fi/tavoitetasot

- 25) Työterveyslaitos, 2010. Mineraalikuitujen siivousohje.
- 26) Työterveyslaitos, 2016. Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen. Yhteistyössä Kosteus- ja hometalkoot ja Suomen JVT- ja Kuivausliikkeiden Liitto ry.
- 27) Työterveyslaitos, 2017. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen.
- 28) Työterveyslaitos, 2019. Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyyppisillä työpaikoilla. Päivitetty 11.10.2019.
- 29) Työterveyslaitos, 2020. Teolliset mineraalikuidut toimistotyyppisissä työtiloissa. Esiintyminen, altistumisen arviointi, terveysvaikutukset ja päästöjen hallinta. ISBN 978-952-261-916-7.
- 30) Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2017. Otsonointi sisäympäristössä, kirjallisuuskatsaus.