

TUUSULAN KAUPUNKI

# NOTKOPUISTON PÄIVÄKOTI

## KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

12.6.2020



313984

---

## Sisällysluettelo

<b>Tiivistelmä</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Kohde- ja lähtötiedot</b> .....	<b>5</b>
1.1. Yleistiedot.....	5
1.2. Kohteen yleiskuvaus.....	5
1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus .....	5
1.4. Tutkimuksen rajaus ja käytetyt laboratoriot .....	6
1.5. Käytössä olleet asiakirjat .....	6
1.6. Korjaushistoria.....	6
<b>2. Aluerakenteet ja perustukset</b> .....	<b>7</b>
2.1. Havainnot .....	7
2.2. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	8
<b>3. Alapohjarakenteet</b> .....	<b>8</b>
3.1. Havainnot .....	8
3.2. Kosteusmittaukset .....	9
3.3. Rakennetarkastukset.....	10
3.4. Materiaalinäytteiden mikrobianalysit .....	11
3.5. Materiaalinäytteiden VOC-analysit .....	12
3.6. Tiivistarkastelu .....	12
3.7. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	14
<b>4. Ulkoseinärakenteet</b> .....	<b>14</b>
4.1. Havainnot .....	14
4.2. Kosteusmittaukset .....	15
4.3. Rakennetarkastukset.....	16
4.4. Materiaalinäytteiden mikrobianalysit .....	17
4.5. Tiivistarkastelu .....	17
4.6. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	18
<b>5. Yläpohja- ja vesikattorakenteet</b> .....	<b>18</b>
5.1. Havainnot .....	18
5.2. Rakennetarkastukset.....	19

12.6.2020

---

5.3. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit .....	20
5.4. Tiivistarkastelu .....	20
5.5. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	21
<b>6. Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset .....</b>	<b>21</b>
6.1. Olosuhdemittaukset (hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus).....	21
6.2. Paine-eromittaukset.....	22
6.3. VOC-ilmanäytteet .....	23
6.4. Teolliset mineraalivillakuidut .....	23
6.5. Muut havainnot .....	24
6.6. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	27
<b>7. Yhteenveto ja johtopäätökset .....</b>	<b>27</b>
<b>8. Toimenpide-ehdotukset .....</b>	<b>28</b>
<b>Liitteet .....</b>	<b>29</b>

12.6.2020

---

## Tiivistelmä

Tutkimukset koskivat Notkokuiston päiväkodin vuonna 2009 rakennetun osan seuraavia tiloja: ryhmätilat 127 ja 128, Sammalmetsän tila 117, eteistila 119, erityistila 134, taukotila 109 ja eteisaula 130.

Rakennuksen vierustat viettävät osin rakennukseen päin ja sisäpihan puolen ryömintätilan tuulettuminen on paikoin heikko, mitkä lisäävät alapohjan ryömintätilaan aiheutuvaa kosteusrasitusta ja mahdollisia vaurioita. Ryömintätilassa havaittiin maaperästä aiheutuvaa mikrobiperäistä hajua, jonka on mahdollista kulkeutua myös sisäilmaan epätiivien alapohjan rakenneliittymien ja läpivientien kautta. Rakennuksen alapohja on mineraalivillalla eristetty puurakenteinen tuulettuva alapohja. Eristetilasta otettujen materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet olivat tavanomaiset ja kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja ei esiintynyt. Lattian muovimattopinnoitteista otetuissa VOC-näytteissä tulokset olivat tavanomaisia eikä muovimattovaurioista kertovaa 2-etyyli-1-heksanolia esiintynyt poikkeavia määriä. Myös sisäilmanäytteiden VOC-yhdisteiden pitoisuudet olivat tavanomaisia. Alapohjan rakenneliittymät ja läpiviennit on suositeltavaa tiivistää, parantaa alapohjan tuulettumista sisäpihan puolelta sekä muotoilla rakennuksen ulkopuolen maanpinnat pois päin viettäväksi erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

Ulkoseinät ovat mineraalivillalla eristettyjä puurakenteisia seiniä. Mineraalivillaeristeistä otettujen mikrobinäytteiden tulokset olivat pääosin tavanomaisen pieniä. Yhdessä näytteessä oli runsaat mikrobipitoisuudet ja näytteessä oli kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. Näyte oli otettu ulkoseinän alaosaan alaojasta puun päältä mineraalivillasta. Ulkoseinärakenteessa olevien epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua sisäilmaan epätiivien rakenneliittymien kautta. Ulkoseinärakenteet tulee tiivistää erillisen korjaussuunnitelman mukaan. Myös tilaelementtien liitokset tulee huomioida tiivistyskorjauksissa.

Yläpohjan matalan osan eristeissä esiintyi vaurioon viittaavaa mikrobikasvua ja yläpohjan kattolevyissä oli silminnähtävää mikrobikasvua puutteellisesta tuuleutuksesta johtuen. Yläpohjaan tehdyissä merkkiainetutkimuksissa ja aistinvaraisissa tarkasteluissa todettiin, että yläpohjan höyrynsulku ei ole tiivis. Oleskelutilat suunnitellaan ja olivat lievästi alipaineisia ympäröiviin rakenteisiin nähden, joten oleskelutiloihin on mahdollista kulkeutua yläpohjan epäpuhtauksia epätiivien rakenneliittymien ja läpivientien kautta.

Muutamassa tilassa havaittiin epätavallista lievää mikrobiperäistä hajua. Hajun alkuperää ei pystytty paikallistamaan, mutta todennäköisimmin haju kulkeutuu epätiivien rakenneliittymien kautta alapohjan ryömintätilasta. Hajua koettujen tilojen ympäröivissä rakenteissa ei ollut kosteuspoikkeamia eikä vesipisteillä vesivuotoja. Eteisessä 130 oleva haju oli viereisen WC:n epätiiviestä viemäriiitoksesta sekä lattiakaivosta peräisin.

Tilojen kaappien päälliset ja kattopinnat olivat paikoin hyvin pölyisiä. Ilmavirtojen mukana pöly pääsee sisäilmaan. Yläpölyjen (kaappien ja lamppujen päälliset sekä kattopinnat) on puhdistettava ja jatkossa pyyhittävä riittävän tiheästi.

12.6.2020

# 1. Kohde- ja lähtötiedot

## 1.1. Yleistiedot

Tilaaaja:	Tuusulan kunta, tilapalvelut
Osoite:	Hyryläntie 16
Yhteyshenkilö:	Esa Koskinen
Puhelinnumero:	040 314 2243
Sähköposti:	esa.koskinen@tuusula.fi
Tutkija:	WSP Finland Oy
Osoite:	Kympinkatu 3 B, 40320 Jyväskylä
Yhteyshenkilö:	Sanna Lappi
Puhelinnumero:	040 7494866
Sähköposti:	sanna.lappi@wsp.com
Kohde:	Notkokuiston päiväkotiki
Osoite:	Sivutie 4, Tuusula
Tutkimuspäivät:	6. ja 7.5.2020
Rakennusvuosi:	Vanha osa vuonna 2009, uusi osa vuonna 2016
Kerroksia:	1
Huoneistoala:	584 m <sup>2</sup> (vanha osa)
Tilavuus:	1955 m <sup>3</sup> (vanha osa)
Ilmanvaihto:	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto
Lämmitysmuoto:	Kaukolämpö, vesikiertoiset seinäpatterit

## 1.2. Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuksen kohteena oli vuonna 2009 rakennettu päiväkotiki, joka sijaitsee Tuusulan Jokelan alueella osoitteessa Sivutie 4. Rakennuksessa on yksi maanpäällinen kerros.

Päiväkotiin kuuluu myös vuonna 2016 rakennettu osa, mutta se ei kuulunut tutkimusalueeseen.

Rakennus koostuu puurakenteisista elementeistä. Ulkoseinät ovat puurunkoisia ja lauta-verhoiltuja. Vesikatteena pulpettikatolla on kumibitumikermi. Yläpohja on puurakenteinen ja eristeenä on puhallusvillaa ja levyvillaa. Alapohjarakenne on tuulettuva ryömintätilainen alapohja.

## 1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus

Tuusulan kaupungin tilapalvelupäällikkö Esa Koskinen tilasi kohteeseen kuntotutkimuksen esitetyn suunnitelman mukaisesti. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakennuksen sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä, rakenteiden kuntoa ja kosteusteknistä toimivuutta.

12.6.2020

## 1.4. Tutkimuksen rajaus ja käytetyt laboratoriot

Tilaaajalta saatujen lähtötietojen perusteella kohteeseen on laadittu tutkimussuunnitelma WSP Finland Oy:n toimesta, joka on päivätty 29.3.2020. Tutkimukset tehtiin laaditun tutkimussuunnitelman mukaisesti sekä tutkimusten aikana havaitut seikat huomioon ottaen.

Tutkimukset koskivat tiloja: ryhmätilat 127 ja 128, Sammalmetsän tila 117, eteistila 119, erityistila 134, taukotila 109 ja eteisaula 130.

Kuntotutkimuksessa kartoitettiin aluksi mahdollisia ongelmakohtia aistinvaraisesti havainnoiden kiinteistön sisä- ja ulkopuolelta. Sisäpuolisten tarkastuksien yhteydessä lattiapinnat käytiin läpi pintakosteusmittauksin ja alakatto- sekä muita tekniikkatiloja tarkastettiin pisto-koeluontoisesti. Lattian muovimattopinnoitteen kuntoa tutkittiin viilto- ja vuoto- mittauksien avulla sekä muovimattopinnoitteesta otettiin VOC-materiaalinäytteitä mahdollisten materiaali- vaurioiden selvittämiseksi. Lisäksi huonepinnoille laskeutuneesta pölystä selvitettiin mineraalikuittujen määrää.

Rakenteiden kuntoa ja toteutustapaa tarkennettiin rakenneavauksin. Rakenneavauskohdilta otettiin materiaalinäytteitä mikrobi- tutkimuksiin mahdollisten vaurioiden selvittämiseksi. Rakenteiden liitoskohtien tiiveyttä tarkastettiin merkkiainetutkimusten avulla.

Kenttätutkimukset kohteella tehtiin toukokuussa 2020. Tutkimukset teki rakennusterveys- asiantuntija, FM Sanna Lappi ja rakennusterveysasiantuntija ins. (AMK) Jaana Sojakka WSP Finland Oy:stä. Rakenneavaukset teki Iskusaneraus Oy, Harri Hanelius.

Mikrobi-, VOC- ja mineraalikuittunäytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on FINAS akkreditoitu [testauslaboratorio T283](#), jonka pätevyysalueena ovat asumisterveyskemia ja -mikrobiologia. Laboratoriolla on myös [Ruokaviraston hyväksyntä](#) mikrobiologisille ja kemiallisille asumisterveys- tutkimuksille.

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

## 1.5. Käytössä olleet asiakirjat

Tutkimuksissa oli lähtötietoina käytössä seuraavat suunnitelmat ja asiakirjat:

- 2008, Arkkitehtisuunnittelun pohjakuvat, Arkkitehtitoimisto Pekka Lassila
- 2008, Rakenneleikkauskuvat, Arkkitehtitoimisto Pekka Lassila
- Freesi asennussuunnitelma, olosuhde- ja paine-eroseurantamittauskohdat
- 2020, Katselmointi, WSP Finland Oy

## 1.6. Korjaushistoria

Saadun tiedon mukaan tiloihin on tehty tiivistyskorjauksia alapohja- ja yläpohjarakenteisiin vuonna 2019. Yläpohjan elementtisaumoja on tiivistetty alaslasketun katon päältä. Myös alapohjan elementtisaumoja ja läpivientejä on tiivistetty. Tiedossa ei ole mihin tiloihin ja millä tiivistysmenetelmällä korjaukset on tehty. Alakattojen pinnat ja avoimet villapinnat on käsitelty kuitujen irtoamisen estämiseksi.

Ryömintätilaisesta alapohjasta on poistettu ylimääräistä tavaraa ja rakennusjätettä vuonna 2019

Ilmanvaihto on puhdistettu vuonna 2018.



12.6.2020

## 2. Aluerakenteet ja perustukset

Rakennuksen vierustat tarkastettiin tutkimusten yhteydessä aistinvaraisesti. Tarkastus tehtiin rakenteisiin mahdollisesti vaikuttavien tavanomaisesta poikkeavien kosteusrasitteiden varalta.

### 2.1. Havainnot

Rakennus sijoittuu tasamaalle. Maanpinnat viettävät osin rakennuksesta poispäin ja osin rakennukseen päin. Rakennuksen vierustat ovat pääosin hiekkaa. Salaojat ja tarkastuskaivot havaittiin, mutta järjestelmän puhdistuksesta ja tarkastuksesta ei ole tietoa.

Sadevesijärjestelmässä on toimivat sadevesikaivot eikä niissä havaittu puutteita.



Kuva 1: Rakennuksen vierustoilla pääosin hiekkaa.



Kuva 2: Rakennuksen vierustoilla osin sorakaista rakennuksen ja nurmialueen välillä.



Kuva 3: Sadevedet ohjataan syöksykouruihin sadevesijärjestelmään.



Kuva 4: Maanpinta viettää paikoin rakennukseen päin.

12.6.2020

## 2.2. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen vierustan maanpinnat ovat melko tasaiset ja paikoin kallistavat loivasti kohti rakennusta. Tämä lisää pintavesien pääsyä tuulettuvaan alapohjaan.

Maanpinnat on suositeltavaa muotoilla rakennuksesta poispäin viettäviksi. Samassa yhteydessä on suositeltavaa tarkastaa salaojajärjestelmän kunto ja toimivuus.

## 3. Alapohjarakenteet

### 3.1. Havainnot

Vanhan puolen lattiapinnoitteena on käytetty muovimattoa. Osassa tiloja muovimatossa havaittiin halkeilua seinän ja lattian liittymäkohdissa.

Tuulettuvassa ryömintätilassa havaittiin maaperästä tulevaa lievää mikrobiperäistä hajua. Ryömintätila oli pääosin siisti ja rakennusjätteitä tai muuta sinne kuulumatonta tavaraa siellä oli vain vähän. Alapohjan rakenteissa ei havaittu kosteudesta aiheutuneita vauriojälkiä.



Kuva 5: Tila 119, lattian ja seinän rajakohdassa muovimatto repeytynyt.



Kuva 6: Ryömintätila oli pääosin siisti.





12.6.2020

Kuva 7: Ryömintätalassa paikoin puunkappaleita.



Kuva 8: Ryömintätila tuuletuu sokkelilevyjen alaosasta.



Kuva 9: Paikoin sisäpihalla alapohjan ryömintätilan tuulettuminen on puutteellinen.

### 3.2. Kosteusmittaukset

Lattiapinnoilla ei havaittu pintakosteuspoikkeamia.

Muovimattojen VOC-näytteenottojen yhteydessä tehtiin lattiapinnoitteen ja tasoitteen väliin viiltokosteusmittaus.

Taulukko 1: Viiltomittauksen tulokset. Kosteusmittaukset tehtiin 7.5.2020.

Mittauspiste	Sijainti	Rakenne	RH [%]	T [°C]	abs [g/m <sup>3</sup> ]
<b>Ulkoilma</b>	---	---	33,0	12,5	3,6
<b>Sisäilma</b>	Tila 109	---	23,4	22,5	4,7
<b>VM1</b>	Tila 109	Alapohja	76,8	22,9	15,7
<b>VM2</b>	Tila 136	Alapohja	26,3	21,3	4,9

Vanhalla puolella alapohjarakenteena on tuulettuva ryömintätalain rakenne. Kosteuspoikkeamaa ei vanhan osan tutkituissa tiloissa havaittu. Uudella puolella on maanvarainen alapohja. Varsinaisesti uusi puoli ei kuulunut tutkittavaan alueeseen, mutta taukotila 109 sijoittuu uudelle ja vanhalle puolelle (rakennuksien rajakohta). Uuden puolen taukotilan pintakosteusmittauksissa havaittiin korkeampia lukemia ja kosteustilanne muovimaton alta mitattiin viiltomittauksella. Kosteuslukema muovimaton ja tasoitteen välissä oli 76,8 %, joka on alle 85 %, mitä pidetään kriittisenä suhteellisena kosteutena mattoliiman vaurioitumiselle. Uusi puoli on rakennettu vuonna 2016.

Alapohjarakenteen eristetilojen olosuhteet mitattiin rakenneavausten yhteydessä. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 2. Mittaustulokset ovat tavanomaisena pidettäviä.

12.6.2020

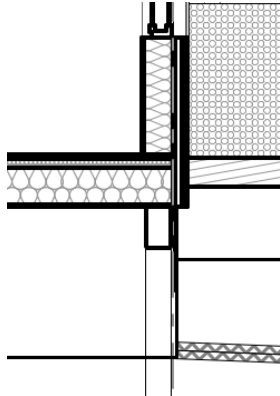
Taulukko 2: Alapohjarakenteen eristetilan olosuhdemittauksen tulokset. Kosteusmittaukset tehtiin 7.5.2020.

Mittauspiste	Sijainti	Rakenne	RH [%]	T [°C]	abs [g/m <sup>3</sup> ]
Ulkoilma	---	---	33,0	12,5	3,6
Sisäilma		---			
EM1	109	Alapohja	37,7	15,7	5,1
EM2	134	Alapohja	36,7	15,6	4,9
EM3	118, ulkoseinän viereltä	Alapohja	34,9	15,7	4,7
EM4	118, keskilattia	Alapohja	34,4	16,2	4,8

### 3.3. Rakennetarkastukset

Alapohjarakenteita tarkastettiin yhteensä neljästä kohdasta. Avaukset tehtiin tiloihin 109, 118 ja 134. Rakennuksen alapohjarakenteena on mineraalivillalla eristetty puurakenteinen tuulettuva alapohja. Eristetilasta otettiin kuusi kappaletta materiaalinäytteitä mikrobi- ja kemian tutkimukseen. Näytteitä otettiin eristetilan ylä- ja alapinnasta. Näytteiden mikrobipitoisuudet ja -lajisto olivat tavanomaisia eikä tarkastuksessa havaittu vaurioviitteitä.

#### Rakennetarkastus: AP1 (vanha puoli)



1. muovimatto
2. lastulevy, 22 mm
3. vaneri
4. villa, 50 mm
5. ilmansulkupaperi
6. villa, 200 mm
7. tuulensuojalevy, 12 mm (suunnitelmista)
8. Koolauspuut
9. ilmatila, > 800 mm
10. sora

12.6.2020



Kuva 10: Tila 134, alapohjan avaus, eristeessä ei vauriojälkiä eikä hajuja.



Kuva 11: Uuden ja vanha puolen rajakohdan tarkastus.



Kuva 12: Tuulettuvan alapohjan ryömintätilaa, ei havaittu kosteusvaurioita.



Kuva 13: Tuulettuvan alapohjan ryömintätilaa, ei havaittu kosteusvaurioita.

### 3.4. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Rakennetarkastusten yhteydessä otettiin alapohjarakenteista 6 kpl materiaalinäytteitä mikrobi tutkimukseen laimennosviljelymenetelmällä. Analyysivastaus on tämän raportin liitteenä ja näytteiden tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 3: Mikrobimateriaalinäytteiden tulosten tulkinta. Näytteenottopäivämäärä 6.-7.5.2020.

Näyte	Tila	Selite	Tulkinta
MNMI11	118	Alapohja, sisäpinnasta villaa	ei poikkeavaa
MNMI12	118	Alapohja, alajuoksun alta villaa	ei poikkeavaa
MNMI13	109	Alapohja, sisäpinnasta villaa	ei poikkeavaa
MNMI14	109	Alapohja, eristetilan pohjalta villaa	ei poikkeavaa
MNMI15	135	Alapohja, sisäpinnasta villaa	ei poikkeavaa
MNMI16	135	Alapohja, eristetilan pohjalta villaa	ei poikkeavaa

Materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet olivat tavanomaisen pieniä ja kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja ei esiintynyt.

12.6.2020

### 3.5. Materiaalinäytteiden VOC-analyysit

Rakennetarkastusten yhteydessä otettiin alapohjarakenteista 2 kpl materiaalinäytteitä VOC-analyysiin (haihtuvat orgaaniset yhdisteet). Analyysivastaus on tämän raportin liitteessä ja näytteiden tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 4: VOC-materiaalinäytteiden tulosten tulkinta. Näytteenottopäivämäärä 7.5.2020.

Näyte	Tila	Selite	Tulkinta
MNVO1	Tila 109, taukotila (uusi puoli)	muovimatto	ei viitettä vauriosta
MNVO2	Tila 136, eteinen (vanha puoli)	muovimatto	ei viitettä vauriosta

Uuden puolen maanvaraisen alapohjan alueelta otetun muovimatonäytteen VOC pitoisuudet olivat alle Työterveyslaitoksen viitearvojen. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä oli 280 µg/m<sup>3</sup>g (viitearvo 500 µg/m<sup>3</sup>g), 2-etyyli-1- heksanolin pitoisuus oli 14 µg/m<sup>3</sup>g (viitearvo 50 µg/m<sup>3</sup>g) ja C9-alkoholien pitoisuus oli 108 µg/m<sup>3</sup>g (viitearvo 320 µg/m<sup>3</sup>g). Muovimaton ja tasoitteen välistä mitattu kosteuslukema oli 76,8 %. kosteuslukema on alle 85 %, mitä pidetään kriittisenä kosteutena muovimaton ja liiman vaurioitumiselle. Muovimaton pohjassa havaittiin lievää vaurioitumiseen viittaavaa hajua. Sisäilmassa epätavallista hajua ei havaittu.

Vanhalta puolelta tuulettuvan ryömintätillaisen alapohjan alueelta otetun mattonäytteen tulokset olivat tavanomaisen pieniä ja matossa ei havaittu epätavanomaisia hajuja.

### 3.6. Tiiviystarkastelu

Lattian ja seinän liitoskohtien tiiviyttä tarkasteltiin merkkiainetutkimusten sekä aistinvaraisen tarkastuksen avulla. Tutkimushetkellä sisätilojen alipaineisuus ulkoilmaan nähden oli ilmanvaihdon normaali tilanteessa 0... -6 Pa. Merkkiainetutkimukset tehtiin tiloihin 119, 118, 109, 127 ja 135. Merkkiaineikaasua laskettiin tuulettuvaan ryömintätilaan ja ilmavuotoa tutkittiin sisätilojen puolelta.

Alapohjarakenteesta havaittiin laajempaa ilmavuotoa elementtiliittymistä (ulkoseinien- ja väliseinien lattialiittymät) sekä pistemäisiä ilmavuotokohtia muovimattohalkeamista ja muovimaton seinällenostoista sekä läpivientien kohdilta. Ilmavuotoa havaittiin välioiven reunoilta elementtisauman liittymistä. Alapohjan epäpuhtauksien ja hajujen on mahdollista kulkeutua sisäilmaan epätiiviyiskohtien kautta.

Tiloja alipaineistettiin puhallinoven avulla (Blower Door) noin -10 Pa (RT-kortin mukaisesti) ja selvitettiin mahdollisia ilmavuotokohtia. Ilmavuotokohtia ei havaittu lisää alipaineistuksen myötä. Merkkiainetutkimuksissa havaittuja ilmavuotokohtia on esitetty alla olevissa valokuvissa.



12.6.2020



Kuva 14: Pistemäisiä ilmavuotokohtia havaittiin muovimattohalkeamista.



Kuva 15: Ilmavuotokohtia havaittiin läpivientien kohdalla.



Kuva 16: Ilmavuotoa havaittiin elementtiliittymien kohdilta.



Kuva 17: Tuulettuvassa ryömintätilassa läpivientien tiivistykset paikoin puutteellisia.



Kuva 18: Läpivienti sähköpääkeskuksesta alapohjaan ei ole tiivis (käytävä 108).

12.6.2020

### 3.7. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen alapohja on mineraalivillalla eristetty puurakenteinen tuulettuva alapohja. Vanhalle puolelle lattiapinnoille tehdyissä kosteusmittauksissa ei havaittu kosteuspoikkeamia. Taukotilassa 109 vanhan ja uuden osan rajakohdassa, uuden puolen alapohjarakenteessa oli korkeampia pintakosteuden arvoja. Muovimaton ja tasoitteen välistä mitattu kosteuskokema oli kuitenkin alle 85 %, mitä pidetään kriittisenä kosteutena muovimaton ja liiman vaurioitumiselle. Myöskin kohdasta otetussa muovimatonäytteessä VOC-yhdisteiden pitoisuudet olivat tavanomaiset. Aistinvaraisesti mattopalan pohjassa havaittiin lievää vaurioitumiseen viittaavaa kemiallista hajua. Sisäilmassa hajua ei havaittu. Uuden osan alapohjarakenteena on maanvarainen betonilaatta. Uudenpuolen alapohjarakenteen kosteuspitoisuuksia on suositeltavaa selvittää laajemmin ja seurata kosteuden tasaantumista betonilaatasta muovimaton ja tasoitteen välissä.

Alapohjarakenteen eristetilasta otettujen materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet olivat tavanomaisen pieniä ja kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja ei esiintynyt.

Tuulettuvan ryömintätilan ja sisätilojen välisten rakenneliittymien ja läpivientien tiiviyyttä tutkittiin merkkiainetutkimuksella. Tutkimuksessa havaittiin ryömintätilasta ilmavuotoa elementtiliittymistä, lattia- ja seinäliittymien muovimattohalkeamista sekä läpivientien kohdilta. Ryömintätilan epäpuhtauksien (maaperässä mikrobiperäistä hajua) on mahdollista kulkeutua sisäilmaan. Alapohjarakenteen liittymät ja läpiviennit on suositeltavaa tiivistää erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.

Rakennuksen sisäpihan puolen alapohjan tuulettuvuutta on suositeltavaa parantaa, jossa maanpinta on lähes sokkelilevyjen yläpinnassa. Rakennuksen kadun puoleisella sivulla sadevesien ohjausta on suositeltavaa parantaa, jotta estetään alapohjan ryömintätilaan kosteuden pääsy.

Paikoin alapohjarakenteen tuuletustilassa oli vähäisiä määriä rakennusjätteitä. Puunkappaleet yms. tulee poistaa tuuletustilan maan pinnalta.

## 4. Ulkoseinärakenteet

### 4.1. Havainnot

Ulkoseinärakenteet ovat puurakenteisia. Julkisivuissa ikkunoiden ala- ja yläpuolet ovat ulkoverhouslaudalla verhoiltuja ja ikkunoiden välit on verhoiltu julkisivuvanerilla. Sisäpinnat ovat maalattua kipsilevyä.

Ulkoseinien sisäpinnoissa oli paikoin levytyksien saumoissa halkeamia.

12.6.2020



Kuva 19: Ulkoseinien sisäpinnat ovat maalattua kipsilevyä.



Kuva 20: Paikoin ulkoseinäliittymissä on halkeamaa.

## 4.2. Kosteusmittaukset

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

Taulukko 5: Ulkoseinärakenteen eristetilan olosuhdemittauksen tulokset. Kosteusmittaukset tehtiin 7.5.2020.

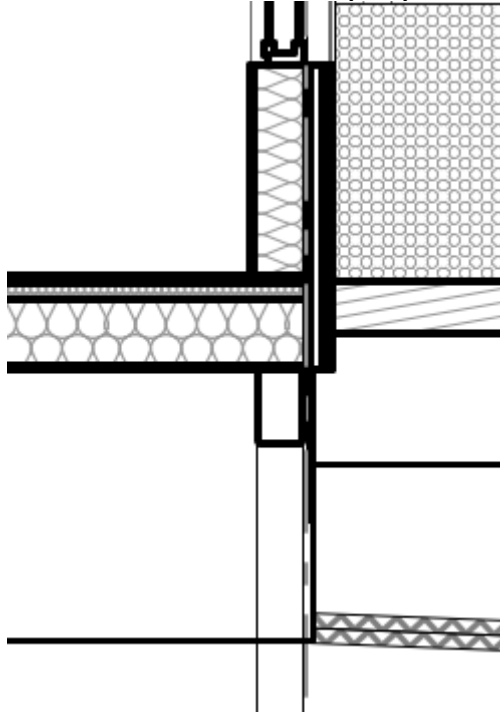
Mittauspiste	Sijainti	Rakenne	RH [%]	T [°C]	abs [g/m <sup>3</sup> ]
Ulkoilma	---	---	33,0	12,5	3,6
Sisäilma	118	---	19,8	22,2	3,9
EM5	117	Ulkoseinä	24,0	22,7	4,9
EM6	118	Ulkoseinä	29,6	15,0	3,8
EM7	127	Ulkoseinä	40,1	15,7	5,4
EM8	134	Ulkoseinä	36,1	21,7	6,9

12.6.2020

### 4.3. Rakennetarkastukset

Ulkoseinärakenteita tarkastettiin kolmesta kohdasta. Avaukset tehtiin tiloihin 118, 127 ja 134.

#### Rakennetarkastus: US1 (135)



1. maali, kipsilevy, ~13 mm
2. höyrynsulkumuovi
3. puuvaneri, ~12 mm
4. villa, ~150 mm
5. vaneri
6. koolaus
7. ulkoverhous

#### Rakennetarkastus: US2 (118)

1. maali, kipsilevy, ~13 mm
2. höyrynsulkumuovi
3. villa+ puurunko, ~170 mm
4. kipsilevy
5. koolaus
6. vaneri
7. ilmarako ja koolaus, ~22 mm
8. puujulkisivu, ~22 mm



12.6.2020

#### 4.4. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Rakennetarkastusten yhteydessä otettiin ulkoseinärakenteiden eristetilasta 6 kpl materiaalinäytteitä mikrobiutkimukseen laimennosviljelymenetelmällä. Analyysivastaus on tämän raportin liitteenä ja näytteiden tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 6: Mikrobimateriaalinäytteiden tulosten tulkinta. Näytteenottopäivämäärä 7.5.2020.

Näyte	Tila	Selite	Tulkinta
MNMI5	127	Ulkoseinä, läheltä tuulensuojalevyä, villaa	ei poikkeavaa
MNMI6	117	Ulkoseinä, höyrynsulun takaa, villaa	ei poikkeavaa
MNMI7	118	Ulkoseinä, alaohjauspuun päältä, pinnasta, villaa	ei poikkeavaa
MNMI8	118	Ulkoseinä, alaohjauspuun päältä, pohjalta, villaa	esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua
MNMI9	135	Ulkoseinä, höyrynsulun takaa, villa	ei poikkeavaa
MNMI10	135	Ulkoseinä, läheltä tuulensuojalevyä	ei poikkeavaa

Yhdessä ulkoseinärakenteesta otetussa materiaalinäytteessä esiintyi vaurioon viittaavaa mikrobikasvustoa. Näytteessä oli runsaana pitoisuutena kosteusvaurioon viittaavaa *Aspergillus restricti* -mikrobia. Muiden näytteiden mikrobipitoisuudet olivat tavanomaisen pieniä.

#### 4.5. Tiiviystarkastelu

Ulkoseinien liittymien ja läpivientien tiiviyyttä tarkasteltiin merkkiainetutkimusten sekä aistinvaraisten tarkastuksien avulla. Tutkimushetkellä sisätilojen alipaineisuus ulkoilmaan nähden oli ilmanvaihdon normaali tilanteessa 0... -6 Pa. Merkkiainetutkimukset tehtiin tiloihin 118, 127 ja 134. Merkkiainekaasua laskettiin ulkoseinän eristetilaan ulkopuolelta ja ilmapuotoa tutkittiin sisätilojen puolelta.

Runsasta merkkiainepuotoa havaittiin ikkuna- ja seinäliittymistä ja elementtisaumoista. Pistemäistä ilmapuotoa havaittiin lattia- ja seinäliittymästä, vaikka kohdilla on muovimaton seinälle nosto.



Kuva 21: Tila 134, ulkoseinien elementtisaumojen kohdilla havaittiin runsasta ilmapuotoa.



Kuva 22: Tila 135, ulkoseinän eristetilasta havaittiin ilmapuotoa paikoin lattia- ja seinäliittymän muovimaton takaa.

12.6.2020



Kuva 23: Tila 118, ulkoseinien ja ikkunoiden liittymistä runsasta ilmavuotoa.

#### 4.6. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinät ovat mineraalivillalla eristettyjä puurakenteisia seiniä. Ulkoseinän mineraalivillaeristeistä otettiin 6 kpl materiaalinäytteistä mikrobianalyysiin. Mineraalivillaeristeissä oli yhdessä näytteessä vaurioon viittaavaa mikrobikasvustoa. Vaurioitunutta mineraalivillaa oli alaohjauspuun päältä otetussa materiaalissa.

Ulkoseinärakenne todettiin merkkiainetutkimuksissa epätiiviksi ja eristekerroksessa olevien epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua sisäilmaan. Ulkoseinärakenteet tulee tiivistää erillisen korjaussuunnitelman mukaan. Myös elementtien liitokset tulee huomioida tiivistyskorjauksissa.

### 5. Yläpohja- ja vesikattorakenteet

#### 5.1. Havainnot

Yläpohjassa havaittiin silminnähten kermin alla olevissa vanereissa mikrobivaurioita, mikä johtuu yläpohjan tuuletuksen puutteista. Matalan katto-osan tuuletusta on parannettu tekeillä aukkoja parantamaan ilmankiertoa.

12.6.2020



Kuva 24: Yläpohjan tuuletus puutteellinen, kermin alla olevissa kattolevyissä mikrobikasvustoa.



Kuva 25: Yläpohjan matalille osille tehty aukkoja parantamaan tuuletusta.



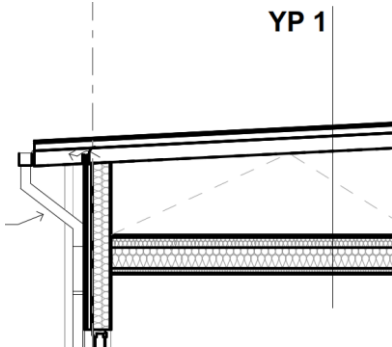
Kuva 26: Yläpohjan höyrynsulkumuovissa on epätiiviyttä (naulat lävistäneet muovin).



Kuva 27: Kumibitumikermi on hyväkuntoinen.

## 5.2. Rakennetarkastukset

### Rakennetarkastus: YP1



1. kumibitumikermikate
2. puuvaneri
3. kattoristikot
4. tuuletustila
5. puhallusvilla
6. mineraalivilla
7. höyrynsulku
8. koolaus+mineraalivilla
9. kipsilevy (reikälevy, jossa harsokangas)

12.6.2020

### 5.3. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Rakennetarkastusten yhteydessä yläpohjarakenteista otettiin 4 kpl materiaalinäytteitä mikrobi tutkimukseen laimennosviljelymenetelmällä. Analyysivastaus on tämän raportin liitteessä ja näytteiden tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 7: Mikrobimateriaalinäytteiden tulosten tulkinta. Näytteenottopäivämäärä 6.5.2020.

Näyte	Selite	Tulkinta
MNMI1	Yläpohja 1, matala osa, pinta, puhallusvillaa	epäily poikkeavasta mikrobikasvusta
MNMI2	Yläpohja 1, matala osa, höyrynsulkumuovin päältä, villaa	esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua
MNMI3	Yläpohja 2, pinta, puhallusvillaa	ei poikkeavaa
MNMI4	Yläpohja 2, höyrynsulkumuovin päältä, villaa	ei poikkeavaa

Yläpohjaeristeistä otettiin neljä kappaletta näytteitä mikrobianalyysiin. Yhdessä näytteessä (matala osa, höyrynsulkumuovin päältä) oli runsaat mikrobipitoisuudet ja tulosten tulkintana on: esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua. Samasta kohdasta eristeen pinnalta otetussa villanäytteessä mikrobipitoisuudet olivat kohtalaisia ja tulosten tulkintana on: epäily poikkeavasta mikrobikasvusta. Yläpohjasta otetuissa näytteissä ei esiintynyt kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

### 5.4. Tiiviystarkastelu

Yläpohjan liittymien tiivyyttä tarkasteltiin merkkiainetutkimusten sekä aistinvaraisten tarkastuksien avulla. Tutkimusta varten tilaa alipaineistettiin niin, että sisätilat olivat ulkoilmaan nähden alipaineisia -6 ... -10 Pa. Merkkiainetutkimukset tehtiin tiloihin 109 ja 117. Merkkiaineikaasua laskettiin yläpohjan eristetilaan ja ilmapuotoa tutkittiin sisätilojen puolelta.

Runsasta merkkiainevuotoa havaittiin katto- ja seinäliittymistä sekä kattolevyjen saumoista.



Kuva 28: Tila 117, yläpohjan eristetilasta havaittiin ilmapuotoa kattolevyjen saumoista.



Kuva 29: Tila 117, yläpohjan eristetilasta havaittiin ilmapuotoa katto- ja seinäliittymistä.



12.6.2020

## 5.5. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Merkkiainetutkimuksessa ja aistinvaraisessa tarkastelussa todettiin, että yläpohjan höyrynsulku ei ole tiivis, joten sisäilmaa ja sen mukana sisäilman kosteutta pääsee kulkeutumaan yläpohjaan. Lämpimän sisäilman kosteus voi vaurioittaa yläpohjarakenteita, kun kosteus tiivistyy kylmiin rakennepintoihin. Epätiivisiin höyrynsulun johdosta myös yläpohjasta on mahdollista kulkeutua epäpuhtauksia sisätiloihin. Yläpohjan matalan osan eristeissä havaittiin vaurioon viittaavaa mikrobikasvua ja yläpohjan kattolevyissä oli silminnähtävää mikrobikasvua. Yläpohjan rakenneliittymät ja läpiviennit on suositeltavaa tiivistää sekä parantaa yläpohjan tuulettumista erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.

## 6. Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

### 6.1. Olosuhdemittaukset (hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus)

Sisäilman olosuhteita (hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus) seurattiin viidessä mittauspisteessä rakennuksessa olevan FREESI-järjestelmän avulla. Tarkastelujakso oli 1.5. – 1.6.2020.

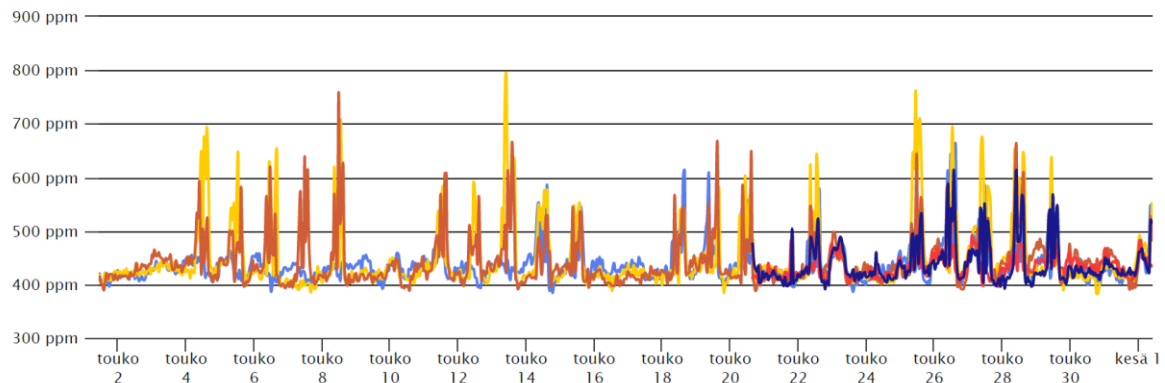
Sisäilman lämpötila vaihteli noin +19 ... +24 °C. Tilojen käytön aikana lämpötilat olivat pääosin suositusten mukaisia. Toimistossa 103 lämpötila oli iltapäivisin/iltaisin pidempiä aikoja yli 23 °C, kun ulkoilman lämpötila oli myös korkea. Kevyessä työssä lämpötilan suositellaan olevan noin 19 ... 23 °C (<https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot>). Palvelutalojen, oppilaitosten ja lasten päivähoitopaikkojen huoneilman lämpötilan Asumisterveysasetuksen toimenpideraja lämmityskauden ulkopuolella on välillä +20...+32 °C. Asetuksen toimenpideraja ei lämpötilan osalta ylittynyt.

Suhteellinen kosteus vaihteli tiloissa välillä 14 ... 46 % Mitatut huoneilman suhteellisen kosteuden arvot olivat tavanomaisia ulkoilman olosuhteet huomioiden. Sisäilman suhteellinen kosteus ei aiheuta mikrobikasvun riskiä rakenteisiin tai niiden pintoihin.

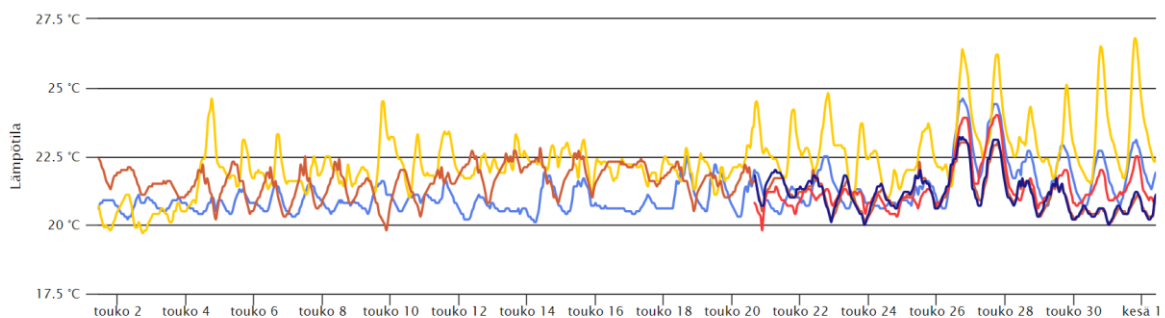
Hiilidioksidipitoisuus vaihtelivat välillä 400 ... 800 ppm. Mittaustuloksista on nähtävissä korkeampia hiilidioksidipitoisuuksia, kun tiloissa on ollut käyttäjiä. Mittausjakson aikana hiilidioksidipitoisuudet pysyivät Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksen toimenpiderajojen sisällä. Tiloissa olleisiin henkilömääriin nähden ilmanvaihto on riittävä. Koronaepidemian vuoksi henkilömäärä tiloissa on ollut tavanomaista pienempi ja FREESI-järjestelmän olosuhdemittaustuloksia on suositeltavaa tarkastella, kun tiloissa on tavanomainen määrä henkilöitä paikalla.

12.6.2020

Taulukko 8: Sisäilman hiilidioksidipitoisuus. Mittausjakso 1. – 31.5.2020. Tulokset Freesi -järjestelmästä. Tila 134 oranssi, tila 125 vaaleansininen, tila 103 keltainen, tila 128 tummansininen, tila 117 punainen.



Taulukko 9: Sisäilman lämpötilä. Mittausjakso 1. – 31.5.2020. Tulokset Freesi -järjestelmästä. Tila 134 oranssi, tila 125 vaaleansininen, tila 103 keltainen, tila 128 tummansininen, tila 117 punainen.



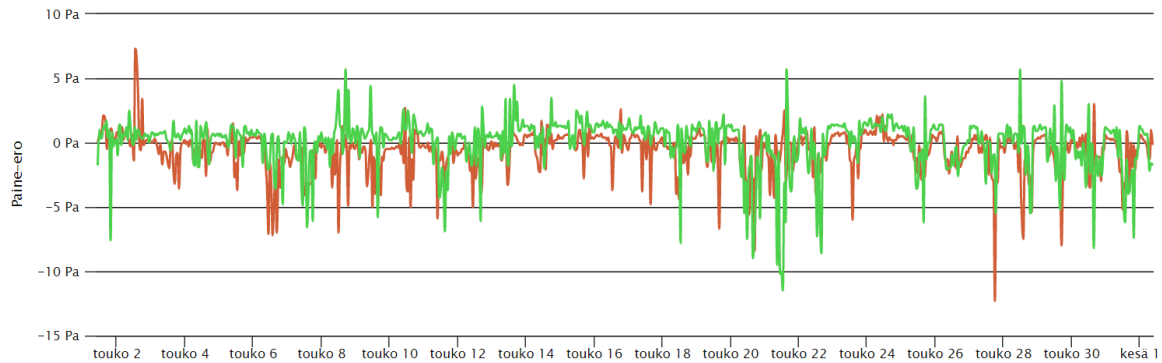
## 6.2. Paine-eromittaukset

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-erovaihtelua seurattiin vanhalla osalla kahdesta mittauspisteestä (tilat 118 ja 135) rakennuksessa olevan FREESI-järjestelmän avulla. Tarkastelujakso oli 1.5 – 1.6.2020.

Paine-erot vaihtelivat -12,3 ... 7,3 Pa välillä. Mittausjakson keskiarvot olivat -1 ... 0 Pa. Vaihtelua tuloksiin aiheuttavat ilmanvaihdon lisäksi sääolosuhteet (tuulisuus, lämpötila) ja ovien avaaminen. Paine-erot ovat suositusten mukaiset ja tulokset eivät ylitä Asumisterveysasetuksen soveltamishojjeiden viitearvoa (-15 Pa). Sisäilmälähtöisesti paine-eron on suositeltavaa olla lähellä tasapainoa ~0 ... -5 Pa.

12.6.2020

Taulukko 10: Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero. Mittausjakso 1.5 – 1.6.2020. Tulokset Freesi -järjestelmästä. Tila 118 oranssilla ja tila 135 vihreällä.



### 6.3. VOC-ilmanäytteet

Tiloista otettiin sisäilman VOC-näytteitä 2 kpl. Analyysivastaus on tämän raportin liitteenä ja näytteiden tulokset ovat esitetyt seuraavassa taulukossa.

Taulukko 11: Sisäilman VOC-näytteiden tulosten tulkinta. Näytteenottopäivämäärä 7.5.2020.

Näyte	Tila	Selite	Tulkinta
INVO1	Tila 118	---	tulos tavanomainen
INVO2	Tila 136	---	tulos tavanomainen

Näytteiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet, TVOC (<math><15 - 16 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>), olivat alle Sosiaali- ja terveysministeriön antaman toimenpiderajan ( $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Muovimaton ja liiman kosteusvaurioitumiseen viittaavaa 2-etyyli-1-heksanolia ei näytteissä esiintynyt.

### 6.4. Teolliset mineraalivillakuidut

Tiloista otettiin 14 vrk pölykertymästä mineraalikuitunäytteitä 5 kpl. Analyysivastaus on tämän raportin liitteenä ja näytteiden tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 12: Mineraalikuitunäytteiden tulosten tulkinta. Näytteenottopäivämäärä 6.5.2020.

Näyte	Tila	Selite	Tulkinta
PNMT1	109	Taukotila, kaapin päältä	tavanomainen
PNMT2	134	Erytystila, kaapin päältä	tavanomainen
PNMT3	128	Ryhmähuone, kaapin päältä	tavanomainen
PNMT4	103	Esimiesten toimisto, kaapin päältä	tavanomainen
PNMT5	118	Ryhmätila, kaapin päältä	tavanomainen

Huoneiden tasopintojen mineraalikuitupitoisuudet (<math><0,1 - 0,1 \text{ kpl}/\text{cm}^2</math>) alittavat Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ( $0,2 \text{ kpl}/\text{cm}^2$ ).

12.6.2020

## 6.5. Muut havainnot

Tilassa 118 ja käytävällä 136 havaittiin tutkimusten yhteydessä lievää mikrobiperäistä hajua. Hajun alkuperää ei pystytty paikallistamaan, mutta on todennäköistä, että hajua kulkeutuu epätiivien rakenneliittymien kautta alapohjan ryömintätilasta. Ympäröivissä rakenteissa ei havaittu kosteuspoikkeamia eikä vesipisteillä vesivuotoja.

Myös eteisessä 132 havaittiin epätavallista hajua. Haju paikallistettiin WC:n 130 viemäristä ja lattiakaivoista tulevaksi.

Tilojen kaappien päälliset ja kattopinnat olivat paikoin hyvin pölyisiä. Ilmavirtojen mukana pöly pääsee sisäilmaan.

Alaslasketuissa katoissa oli paljaita mineraalivillapintoja ja kuitujen on mahdollista päästä sisäilmaan kattolevyjen saumojen kautta.

Tutkimuksiin ei sisällynyt ilmanvaihdon tutkimukset. Tiloja palvelee useita ilmanvaihtokoneita ja eri tiloissa mitatut hetkelliset paine-erot vaihtelivat paljon, mikä kertoo mahdollisista ilmamäärien epätasapainosta.



Kuva 30: Kaappien päälliset paikoin hyvin pölyisiä.



Kuva 31: Kattopinnat pölyisiä.





12.6.2020

Kuva 32: Leikattujen alakattolevyjen reunoissa avoimia villapintoja.



Kuva 33: Kattojen alaslaskutiloissa avoimia villapintoja.



Kuva 34: Katon alaslaskulevyn yläpuolella avoimia villapintoja. Kattolevy on kiinnitetty ruuveilla.



Kuva 35: Alaslaskulevyjen päällä on harsokangas.



Kuva 36: Kattolevyjen saumoissa näkyvissä mineraalivillaa.

Kuva 37: Sähköpääkeskuksessa ylimääräistä tavaraa (käytävä 108).

12.6.2020



Kuva 38: Uuden ja vanhan rakennuksen rajakohta taukotilassa 109.



Kuva 39: Taukotilassa 109 vanhoja vuotojälkiä kattolevyissä.



Kuva 40: WC 130 edessä havaittu mikrobiperäistä hajua. Kohdalla lähekkäin poistoilmapäätelaitteet.



Kuva 41: WC 130, hajua aiheutui todennäköisesti huonosti kiinni olevasta viemäriputkesta.



Kuva 42: WC 130, hajua aiheutui myös lattiakaivosta, vaikka kaivo oli puhdas.

12.6.2020

## 6.6. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tiloissa havaittiin runsaasti kattojen alaslaskutiloissa ja paikoin alakattolevysaumoissa paljaita mineraalivillapintoja. Mineraalivillakuitujen on mahdollista kulkeutua sisäilmaan ilmavirtojen mukana paine-erojen vaihdellessa. Otetuissa laskeutuneen pölyn kuitunäytteissä mineraalikulutepitoisuudet olivat kuitenkin tavanomaisen pieniä eikä viitteitä kuitujen pääsemisestä pinnoille havaittu. Yläpohjarakenteen tiivistyskorjausten yhteydessä on huomioitava paljaat mineraalivillat poistamalla tai pinnoittamalla ne.

Tilojen kaappien päälliset ja kattopinnat olivat paikoin pölyisiä. Ilmavirtojen mukana pöly pääsee sisäilmaan. Yläpölyjen (kaappien ja lamppujen päälliset sekä kattopinnat) on puhdistettava ja jatkossa pyyhittävä riittävän tiheästi.

Tiloja palvelee useita ilmanvaihtokoneita ja eri tiloissa mitatut hetkelliset paine-erot vaihtelivat paljon, mikä kertoo mahdollisista ilmamäärien epätasapainosta. Suositeltavaa on mitata ilmamäärät ja säätää tasapainoon. Paine-erot on suositeltavaa mitata tallentavana mittauksena myös eri tilojen väliltä. FREESI-järjestelmässä seurataan sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa ja tulokset olivat tavanomaisella tasolla. Myös sisäilman olosuhdemittauksia (lämpötila, kosteus ja hiilidioksidi) tarkasteltiin FREESI-järjestelmästä ja tulokset olivat tavanomaisia. On huomioitava, että tiloissa on ollut kevään aikana tavanomaista vähempi henkilöitä koronaepidemian takia ja on suositeltavaa tarkastella olosuhdemittausten tuloksia, kun henkilömäärät ovat tiloissa tavanomaiset.

Tilassa 118 ja käytävällä 136 havaittiin tutkimusten yhteydessä lievää mikrobiperäistä hajua. Hajun alkuperää ei pystytty paikallistamaan. Todennäköisimmin haju kulkeutuu epätiivien rakenneliittymien kautta alapohjan ryömintätilasta. Alapohjan rakenneliittymien ja läpivientien tiivistäminen on suositeltavaa.

Eteisessä 132 havaittiin myös epätavallista hajua. Haju paikallistettiin WC:n 130 viemäristä ja lattiakaivoista tulevaksi. Suositeltavaa on tarkastaa lattiakaivon hajulukon puhtaus ja puhdistaa kaivo. Lavuaarin viemäriputki on liitettävä tiiviisti.

Taukotilan 109 vaurioitunut kattolevy on vaihdettava.

Sähköpääkeskuksessa säilytetään sinne kuulumatonta tavaraa. Lattialla olevat tavarat on poistettava tilasta.

## 7. Yhteenveto ja johtopäätökset

Alapohjarakenteessa havaittiin puutteena rakenneliittymissä ja läpivienneissä epätiiviyttä, jonka seurauksena alapohjan ryömintätilassa olevien hajujen (mikrobiperäistä hajua) ja epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua sisäilmaan. Alapohjan mineraalivillaeristeissä ei esiintynyt mikrobivaurioita. Myös muovimattojen VOC-näytteiden tulokset olivat tavanomaisena pidettäviä.

Ulkoseinärakenteen alaosan mineraalivillaeristeessä havaittiin paikoin mikrobivaurioita. Ulkoseinän eristekerroksesta todettiin ilmayhteys merkkiainetutkimuksella sisätiloihin, joten rakenteissa olevien epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua sisäilmaan.

Yläpohjarakenteen eristeissä esiintyi paikoin mikrobivaurioita ja merkkiainetutkimuksissa todettiin ilmayhteys tilojen sisäilmaan. Alakattotiloissa oli pinnoittamattomia villaeristeitä ja kuitujen on mahdollista päästä sisäilmaan kattolevyjen saumojen kautta.

12.6.2020

Tilojen sisäilmassa oli paikoin tavanomaisesta poikkeavaa hajua. Todennäköisimmin epätavalliset hajut tulevat alapohjan ryömintätilasta ja epätiivistä viemäriiliittymistä.

Sisäilman olosuhteet (lämpötila, kosteus ja hiilidioksidi) olivat Asumisterveysasetuksen toimenpiderajojen sisällä. Ilmanvaihto on riittävä tiloissa oleviin henkilömääriin nähden. Koronaepidemian vuoksi henkilömäärät tiloissa ovat olleet tavanomaista pienemmät ja on suositeltavaa tarkastella FREESI-järjestelmän tuloksia, kun tiloissa on normaalit henkilömäärät.

FREESI-järjestelmän paine-eromittauksissa tulokset olivat tavanomaisia suosituksiin nähden. Hetkellisissä mittauksissa havaittiin sisä- ja ulkoilman välisissä paine-eroissa vaihtelua ja onkin suositeltavaa mitata ilmanvaihdon ilmamäärät ja säätää ilmanvaihto tasapainoon

## 8. Toimenpide-ehdotukset

Ensisijaiset toimenpiteet:

- Yläpölyjen (kaappien ja lamppujen päälliset sekä kattopinnat) siivous ja jatkossa riittävän tiheä puhdistaminen
- Viemäriputkien liittymien tiivistäminen, lattiakaivojen hajulukkojen tarkastukset ja puhdistukset
- Ilmanvaihdon ilmamäärien mittaaminen ja säätäminen tasapainoon, tarkastetaan myös tilojen välisiä paine-eroja tallentavalla mittauksella

Suunnitelmalliset toimenpiteet (erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti):

- Rakennusta ympäröivien maanpintojen muotoilu rakennuksesta pois päin viettäviksi, samassa yhteydessä tulee tarkentaa salaojajärjestelmän olemassaolo ja kunto/toimivuus
- Alapohjarakenteen liittymien ja läpivientien tiivistäminen, epäpuhtauksien poistaminen ryömintätilasta
- Alapohjan ryömintätilan tuuletuksen parantaminen sisäpihan puolelta
- Rakennuksen kadun puoleisella sivulla sadevesien ohjaksen parantaminen
- Ulkoseinärakenteen liittymien tiivistäminen
- Yläpohjarakenteen liittymien ja läpivientien tiivistäminen, samassa yhteydessä huomioitava alakattojen avoimet villapinnat ja estettävä kuitujen irtoaminen
- Yläpohjan tuuletuksen parantaminen
- Alaslaskettujen kattojen paljaiden mineraalivillapintojen pinnoittaminen tai korvaaminen materiaalilla, josta ei irtoa kuituja (kattolevyjen päällä olevan villakerroksen poistaminen)
- Tiivistyskorjausten jälkeen on ilmanvaihto mitattava ja säädettävä tasapainoon
- Lisäksi uuden puolen alapohjarakenteen kosteuspitoisuuksia on suositeltavaa selvittää laajemmin ja seurata kosteuden tasaantumista betonilaatasta muovimaton ja tasoitteen välissä



12.6.2020

---

Jyväskylässä 12.6.2020

WSP Finland Oy

Laatinut:



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

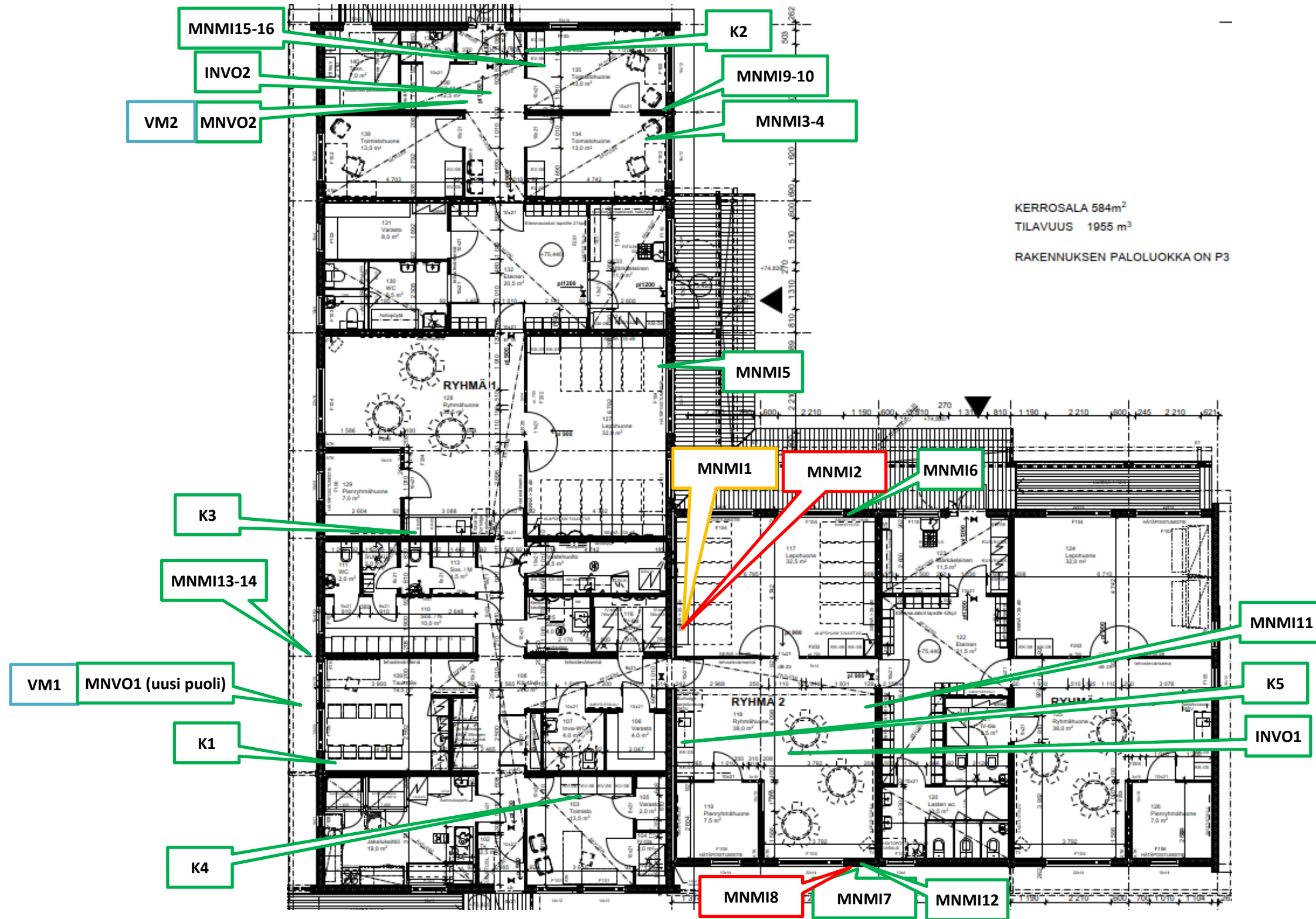
Tarkastanut:



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

## Liitteet

- 1) Näytteenottokohdat
- 2) WSP Finland Oy:n materiaalinäytteiden (mikrobit) analyysivastaus
- 3) WSP Finland Oy:n VOC-ilmanäytteiden analyysivastaus
- 4) WSP Finland Oy:n VOC-materiaalinäytteiden analyysivastaus
- 5) WSP Finland Oy:n mineraalikuitunäytteiden analyysivastaus
- 6) Näytteenottomenetelmät ja tulosten tulkinta



<b>MNMI#</b> (green)	Ei poikkeavaa mikrobikasvustoa materiaalissa	<b>MNVO#</b> (green)	VOC-materiaali, ei viitettä vauriosta	<b>INVO#</b> (green)	Ilma-VOC, tulos tavanomainen	<b>K#</b> (green)	14 vrk:n pölykertymän kuitunäytteen toimenpideraja ei ylity	<b>VM#</b> (blue)	Viiltomittaus
<b>MNMI#</b> (red)	Viittaa mikrobikasvuun materiaalissa	<b>MNVO#</b> (red)	VOC-materiaali, viite vauriosta	<b>INVO#</b> (red)	Ilma-VOC, tulos epätavanomainen	<b>K#</b> (red)	14 vrk:n pölykertymän kuitunäytteen toimenpideraja ylittyy		
<b>MNMI#</b> (yellow)	Epäily poikkeavasta mikrobikasvusta								

**Tilaja**  
WSP Finland Oy  
Kympinkatu 3 B  
40320 Jyväskylä

## Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

<b>Näytteenottokohde</b>	Notkokuiston päiväkotia, Sivutie 4, Tuusula (proj. 313984)
<b>Näytteenottaja</b>	Jaana Sojakka
<b>Näytteenottopäivä</b>	6.-7.5.2020
<b>Vastaanottopäivä</b>	8.5.2020
<b>Viljelypäivä</b>	12.5.2020
<b>Analyysimenetelmä</b>	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

Materiaalinäytteen laimennossarjaviljelyssä sieni-itiöpitoisuus  $\geq 10\,000$  pmy/g ja/tai aktinomykeettipitoisuus  $\geq 3000$  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; Pessi & Jalkanen 2018).

Mikäli näytteen sieni-itiöpitoisuus on 5000-10 000 pmy/g ja näytteessä esiintyy kosteusvaurioindikaattorimikrobeja, voivat löydökset viitata mikrobikasvustoon. Indikaattorimikrobeiksi laboratorio katsoo Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (Osa IV, 2016) ja Laboratorio-oppaassa (Pessi & Jalkanen 2018) mainitut indikaattorimikrobit. 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; Pessi & Jalkanen 2018).

### 4 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Näytteenottoapaikat, näytteiden materiaali, materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet ja mikrobilajit on esitetty taulukossa 1 yksikössä pmy/g (pmy=pesäkkeen muodostava yksikkö). Mikrobikohtaiset tulokset esitetään kahden merkitsevän numeron tarkkuudella. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Mikäli näyte on suoramikroskoipoitu, on siitä erillinen taulukko.

Tulkinta ”esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua” annetaan, kun tulos ylittää annetut ohjearvot mittausepävarmuus huomioiden ja/tai lajisto on poikkeava (kts. kpl 3). Menetelmän laajennettu, tekninen mittausepävarmuus (U) 95% luottamustasolla on bakteereille 6% ja sienille 6%. Mittausepävarmuudessa on huomioitu mm. pesäkelaskennan epävarmuus ja pipetoinnin epävarmuus. Sienitunnistuksen epävarmuus on 10%.

**Taulukko 1. Materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet ja sienilajisto, pmy/g.**

Näyte 1. Yläpohja 1, matala osa, pinta, puhallusvillaa					
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta		
<i>Cladosporium</i> 90	<i>Cladosporium</i> 8400	aktinomykeetit <45 muut bakteerit <45	epäily poikkeavasta mikrobikasvusta		
<b>sieni-itiöt yhteensä 90</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä 8400</b>	<b>bakteerit yhteensä &lt;45</b>			
Näyte 2. Yläpohja 2, matala osa, höyrinsulkumuovin päältä, villaa					
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta		
steriilit 45	<i>Penicillium</i> 45 <i>Cladosporium</i> 13000	aktinomykeetit <45 muut bakteerit <45	esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua		
<b>sieni-itiöt yhteensä 45</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä 13045</b>	<b>bakteerit yhteensä &lt;45</b>			
Näyte 3. Yläpohja 2, pinta, puhallusvillaa					
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta		
steriilit 45	<i>Cladosporium</i> 1100	aktinomykeetit <45 muut bakteerit <45	ei poikkeavaa		
<b>sieni-itiöt yhteensä 45</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä 1100</b>	<b>bakteerit yhteensä &lt;45</b>			



Näyte 4. Yläpohja 2, höyrynsulkumuovin päältä, villaa				
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta	
steriilit 45	<i>Cladosporium</i> 2700	aktinomykeetit <45	ei poikkeavaa	
<i>Penicillium</i> 45	<i>Penicillium</i> 45	muut bakteerit 230		
<i>Cladosporium</i> 180				
<b>sieni-itiöt yhteensä 270</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä 2745</b>	<b>bakteerit yhteensä 230</b>		
Näyte 5. Ulkoseinä, 127, läheltä tuulensuojalevyä, villaa				
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta	
		aktinomykeetit <45	ei poikkeavaa	
		muut bakteerit 45		
<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>bakteerit yhteensä 45</b>		
Näyte 6. Ulkoseinä, 117, höyrynsulun takaa, villaa				
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta	
		aktinomykeetit <45	ei poikkeavaa	
		muut bakteerit <45		
<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>bakteerit yhteensä &lt;45</b>		
Näyte 7. Ulkoseinä, 118, alaohjauspuun päältä, pinnasta, villaa				
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta	
steriilit 140	<i>Aspergillus restricti</i> * 90	aktinomykeetit <45	ei poikkeavaa	
<i>Geotrichum</i> 45		muut bakteerit 45		
<i>Penicillium</i> 180				
<b>sieni-itiöt yhteensä 365</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä 90</b>	<b>bakteerit yhteensä 45</b>		
Näyte 8. Ulkoseinä, 118, alaohjauspuun päältä, pohjalta, villaa				
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta	
steriilit 900	<i>Aspergillus restricti</i> * >15000	aktinomykeetit <45	esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua	
<i>Cladosporium</i> 140	<i>Cladosporium</i> 140	muut bakteerit 45		
<i>Penicillium</i> 630	<i>Penicillium</i> 230			
<b>sieni-itiöt yhteensä 1670</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä &gt;15370</b>	<b>bakteerit yhteensä 45</b>		
Näyte 9. Ulkoseinä, 135, höyrynsulun takaa, villa				
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta	
	<i>Aspergillus restricti</i> * 90	aktinomykeetit <45	ei poikkeavaa	
	<i>Cladosporium</i> 90	muut bakteerit <45		
<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä 180</b>	<b>bakteerit yhteensä &lt;45</b>		
Näyte 10. Ulkoseinä, 135, läheltä tuulensuojalevyä				
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta	
		aktinomykeetit <45	ei poikkeavaa	
		muut bakteerit <45		
<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>bakteerit yhteensä &lt;45</b>		
Näyte 11. Alapohja, 118, sisäpinnasta villaa				
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta	
		aktinomykeetit <45	ei poikkeavaa	
		muut bakteerit <45		
<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>bakteerit yhteensä &lt;45</b>		
Näyte 12. Alapohja, 118, alajuoksun alta villaa				
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta	
		aktinomykeetit <45	ei poikkeavaa	
		muut bakteerit <45		
<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>bakteerit yhteensä &lt;45</b>		

Näyte 13. Alapohja, 109, pohjalta villaa			
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta
hiivat 1100	hiivat 630 <i>Penicillium</i> 45	aktinomykeetit <45 muut bakteerit <45	ei poikkeavaa
<b>sieni-itiöt yhteensä 1100</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä 675</b>	<b>bakteerit yhteensä &lt;45</b>	
Näyte 14. Alapohja, 109, pohjalta villaa			
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta
		aktinomykeetit <45 muut bakteerit <45	ei poikkeavaa
<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>bakteerit yhteensä &lt;45</b>	
Näyte 15. Alapohja, 135, sisäpinnasta villaa			
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta
		aktinomykeetit <45 muut bakteerit <45	ei poikkeavaa
<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>bakteerit yhteensä &lt;45</b>	
Näyte 16. Alapohja, 135, pohjalta villaa			
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta
		aktinomykeetit <45 muut bakteerit <45	ei poikkeavaa
<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä &lt;45</b>	<b>bakteerit yhteensä &lt;45</b>	

<45 = alle määrittäjärajaa, kasvustoa ei esiintynyt

\* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi

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. Opinnäytetyö, marraskuu 2008. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikka ja liikenne, laboratorioalan koulutusohjelma.

Niemelä, S.I. (2001) Mikrobiologian kvantitatiivisten viljelymääritysten mittausepävarmuus. Metrologian 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 Sisäilmalaboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T283, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoinnin pätevyysalue: Asumisterveyskemia ja – mikrobiologia; sisäilmanäyte VOC ja TVOC (ISO 16000-6:2011-muunneltu), sisä- ja ulkoilmanäyte (Andersen), Rakennusmateriaalinäyte, pintanäyte (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016). 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.

12.5.2020

**Tilaja**

WSP Finland Oy  
Sanna Lappi  
Kympinkatu 3 B  
40320 Jyväskylä

**Ilmanäytteen VOC-analyysi**

**Näytteenottaja** Sanna Lappi  
**Näytteenottopaikka** Notkokuiston päiväkot, Sivutie 4, Tuusula  
**Näytteenottopäivämäärä** 7.5.2020  
**Vastaanottopäivämäärä** 8.5.2020  
**Näytemäärä** 2 kpl + kenttänolla  
**Analyysin suorituspaikka** WSP Sisäilmalaboratorio, Kympinkatu 3 B, Jyväskylä

**Analyysimenetelmä**

Adsorptioputkeen (Tenax-TA) kerätty 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. Tolueenivasteella määritetty tulos on semikvantitatiivinen. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) on määritetty tolueeniekvivalentteina väliltä n-heksaani-heksadekaani (C6-C16) nämä mukaan lukien. Analyysimenetelmän laajennettu kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamuvälillä ilman näytteenottoa on 22- 50 % yhdisteestä riippuen ollen keskimäärin 29 % pitoisuusalueella 4-60 µg/m<sup>3</sup>. Pitoisuusalueella 1-4 µg/m<sup>3</sup> kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamuvälillä ilman näytteenottoa on 22-65 % yhdisteestä riippuen. Määrittäysraja (LOQ) on yhdistekohtainen ollen keskimäärin 3 ng/näyte eli 0,6 µg/m<sup>3</sup> laskettuna 5 litran näytteelle. Tulosten ilmoittamisraja on 1,0 µg/m<sup>3</sup>. Yhdistekohtaiset mittausepävarmuudet sekä määrittäysrajat 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.



12.5.2020

**Tulokset**

<b>Näyte/mittauskohde:</b>	<b>Näyte 1, Ryhmähuone 118, Kaislalehto, Notkokuiston päiväkot, Tuusula</b>	
<b>Keräin:</b>	275216	
<b>Näytteen tilavuus:</b>	9,08 l	Tieto saatu asiakkaalta.
<b>Analysointipvm:</b>	12.5.2020	
<b>Yhdisteryhmä</b>	<b>Yhdiste</b>	<b>Pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Aldehydit	Dekanaali*	1,2
Esterit	TXIB <sup>1</sup>	<1,0
Karboksyylihapot	Bentsoehappo*	2,5
<b>TVOC<sub>MS</sub>*</b>		<b>&lt;15**</b>

\*Tolueenivaste

\*\*Määrittäysraja

1) TVOC-alueen ulkopuolella

<b>Näyte/mittauskohde:</b>	<b>Näyte 2, Käytävä 136, Notkokuiston päiväkot, Tuusula</b>	
<b>Keräin:</b>	161307	
<b>Näytteen tilavuus:</b>	9,19 l	Tieto saatu asiakkaalta.
<b>Analysointipvm:</b>	12.5.2020	
<b>Yhdisteryhmä</b>	<b>Yhdiste</b>	<b>Pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>)</b>
Aldehydit	Nonanaali*	1,7
	Dekanaali*	1,4
Karboksyylihapot	Etikkahappo* <sup>(1)(2)</sup>	1,8
Orgaaniset piiyhdisteet	Dekametyylisyklopentasiloksaani*	8,2
<b>TVOC<sub>MS</sub>*</b>		<b>16</b>

\*Tolueenivaste

1) TVOC-alueen ulkopuolella

2) Tulos suuntaa antava, yhdiste läpäisee keräimen otetulla näytetilavuudella



12.5.2020

WSP Finland Oy  
Laboratoriopalvelut  
Sisäilmalaboratorio

Julia Laurén  
laboratorioanalyytikko

WSP Finland Oy Sisäilmalaboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T283, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoinnin pätevyysalue: Asumisterveyskemian ja -mikrobiologian; sisäilmanäyte VOC ja TVOC (ISO 16000-6:2011-muunneltu), sisä- ja ulkoilmanäyte (Andersen), Rakennusmateriaalinäyte, pintanäyte (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016). 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

19.5.2020

**Tilaja**

WSP Finland Oy  
Sanna Lappi  
Kympinkatu 3 B  
40320 Jyväskylä

**VOC-analyysi materiaalinäytteestä**

**Näytteenottaja** Sanna Lappi  
**Näytteenottoaika** Notkokuiston päiväkotia, Sivutie 4, Tuusula  
**Näytteenottopäivämäärä** 7.5.2020  
**Vastaanottopäivämäärä** 12.5.2020  
**Näyttemäärä** 2 kpl  
**Analyysin suorituspaikka** WSP Sisäilmalaboratorio, Kympinkatu 3 B, Jyväskylä

**Näytteenotto- ja analyysimenetelmä**

Materiaalin pinnoilta kerättiin ilmanäyte VOC-analyysiä varten Markes  $\mu$ 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 / massaspektirikijaston (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. Määrittämissrajat (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 määrittämissrajat 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).

19.5.2020

## Tulokset

Näyte/mittauskohde:	Näyte 1, Taukotila 109 (uusi puoli), Notkokuiston päiväkoti, Sivutie 4, Tuusula	
Materiaali:	Muovimatto	
Analysointipvm:	18.5.2020	
Keräin:	186611	
Näytepalan koko:	1,77 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	2,01 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m <sup>3</sup> g)
Aldehydit	Nonanaali*	1,8
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)*	92
Aromaattiset hiilivedyt	o-ksyleeni	1,8
	1,2,4-trimetyyllibentseeni*	7,8
	Muut aromaattiset hiilivedyt (seos, yht.)*	8,0
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	14
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	9,4
	6-metyyli-1-oktanoli (C9-alkoholi)*	37
	Muut C9-alkoholit (seos, yht.)*	62
Terpeenit ja terpenoidit	alfa-pineeni	4,1
	Nopoli*	6,0
TVOC <sub>MS</sub> *		<b>280</b>

\*Tolueenivaste

1) TVOC-alueen ulkopuolella

Näyte/mittauskohde:	Näyte 2, Eteinen 136 (vanha puoli), Notkokuiston päiväkoti, Sivutie 4, Tuusula	
Materiaali:	Muovimatto	
Analysointipvm:	18.5.2020	
Keräin:	233565	
Näytepalan koko:	1,78 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	2,01 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m <sup>3</sup> g)
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)*	5,5
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	6,3
Glykolit	2-fenoksietanoli*	13
TVOC <sub>MS</sub> *		<b>31</b>

\*Tolueenivaste

1) TVOC-alueen ulkopuolella



19.5.2020

WSP Finland Oy  
Laboratoriopalvelut  
Sisäilmalaboratorio

Julia Laurén  
laboratorioanalyytikko

WSP Finland Oy Sisäilmalaboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T283, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoinnin pätevyysalue: Asumisterveyskemia ja -mikrobiologia; sisäilmanäyte VOC ja TVOC (ISO 16000-6:2011-muunneltu), sisä- ja ulkoilmanäyte (Andersen), Rakennusmateriaalinäyte, pintanäyte (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016). 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



**Tilaja**

WSP Finland Oy  
Kympinkatu 3 B  
40320 Jyväskylä

**Geeliteippinäytteen kuituanalyysi**

**Näytteenottokohde** Notkokuiston päiväkot, Sivutie 4, Tuusula (proj 313984)  
**Näytteenottaja** Sanna Lappi  
**Näytteenottopäivä** 6.5.2020  
**Vastaanottopäivä** 8.5.2020

**1 Näytteenotto ja analysointi**

Näytteet otettiin suoraan pinnoilta geeliteipille. Laboratoriossa näytteistä on analysoitu mineraalikuluidut (pituudeltaan >20 µm olevat lasikuluidut sekä lasi- ja kivivillakuluidut) polarisaatiomikroskoopilla kuitunäytteiden analysointiohjeen mukaisesti. Kuluidut on analysoitu teipin koko pinta-alalta (14 cm<sup>2</sup>) 100 x suurennoksella.

**2 Viitearvot ja tulokset**

Geeliteippinäytteiden näytteenottokohdat ja näytteiden kuitupitoisuus on esitetty taulukossa 1. Analyysin alin ilmoitettava pitoisuus (määritysraja) on 0,1 kpl/cm<sup>2</sup>. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

Sosiaali- ja terveysministeriön 23.4.2015 antaman asetuksen mukaan teollisten mineraalikulitujen toimenpideraja on kahden viikon pölykertymästä otetuissa näytteissä 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>. Säännöllisesti siivotuilla pinnoilla kuitupitoisuudet < 0,2 kpl/cm<sup>2</sup> ja harvoin siivotuilla pinnoilla < 3 kpl/cm<sup>2</sup> eivät todennäköisesti aiheuta ongelmaa (Schneider, 2000). Jos pitoisuudet harvoin siivotuilla pinnoilla ovat >10 kpl/cm<sup>2</sup>, tulee siivousta tehostaa tai muuttaa menetelmiä sekä selvittää kuitulähteet.

Työterveyslaitoksen tekemän koosteen mukaan toimistotyypisillä työpaikoilla tuloilmakanavan pinnalla saa kuituja esiintyä keskimäärin 10-30 kpl/cm<sup>2</sup> (Työterveyslaitos, 2019).

**Taulukko 1. Näytteenottokohdat ja mineraalikulitujen pitoisuus geeliteippinäytteissä.**

Näytteenottopaikka	Kuitupitoisuus, kpl/cm <sup>2</sup>	Pölykertymä, vrk
1. Taukotila 109, kaapin päältä	0,1	14
2. Erityistila 134, kaapin päältä	0,1	14
3. Ryhmähuone 128 (Oravanmarjat), kaapin päältä	< 0,1	14
4. Esimiesten toimisto 103, kaapin päältä	< 0,1	14
5. Ryhmätila 118, kaapin päältä	0,1	14

<0,1 = alle määritysrajan, mineraalikulitua ei esiintynyt

WSP Finland Oy  
Laboratoriopalvelut  
Sisäilmalaboratorio



Outi Tolvanen  
Erikoisasiantuntija, FT

### Kirjallisuusviitteet

Schneider, T. (2000) Synthetic vitreous Fibres. Teoksessa: Indoor Air Quality Handbook, McGraw-Hill, New York 2000, chapter 39.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. 23.4.2015, Helsinki.

Työterveyslaitos (2019). Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla. Päivitetty 19.3.2019. <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf>

Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain vastaanotettuja ja testattuja näytteitä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

# TUTKIMUSMENETELMÄT, TULOSTEN TULKINTA, VIITEARVOT JA EPÄVARMUUSTAR- KASTELU

---

## Sisällysluettelo

<b>1. Mikrobit</b> .....	<b>3</b>
1.1.1. Epävarmuustarkastelu .....	4
<b>2. VOC-näytteet (volatile organic compounds)</b> .....	<b>4</b>
2.1. VOC-ilmanäytteet .....	4
2.1.1. Epävarmuustarkastelu .....	5
2.2. VOC-materiaalinäytteet .....	6
2.2.1. Epävarmuustarkastelu .....	6
<b>3. Olosuhdemittaukset</b> .....	<b>7</b>
3.1. Sisäilman lämpötila.....	7
3.2. Sisäilman suhteellinen kosteus.....	8
3.3. Sisäilman hiilidioksidi .....	9
<b>4. Paine-ero</b> .....	<b>9</b>
<b>5. Teolliset mineraalivillakuidut</b> .....	<b>10</b>
<b>6. Kosteusmittaukset</b> .....	<b>10</b>
6.1. Pintakosteuskartoitus.....	10
6.2. Viiltokosteusmittaus .....	11
6.2.1. Epävarmuustarkastelu .....	11
<b>7. Rakenteiden tiiveys merkkiainemittauksella</b> .....	<b>11</b>
7.1.1. Epävarmuustarkastelu .....	12
<b>8. Käytetyt mittalaitteet</b> .....	<b>12</b>
8.1. Mittalaitteiden tarkkuus .....	12
<b>Viitteet</b> .....	<b>13</b>

## 1. Mikrobit

Mikrobikasvusto todetaan ensisijaisesti rakennusmateriaalista mikrobien 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 analyseillä 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).

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>

### 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. Inkuoboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

Näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on Finasin akkreditoima testauslaboratorio T283.

Materiaalinäytteen laimennossarjavielilyssä 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).

#### 1.1.1. 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. Eristemateriaaleissa 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.

## 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 akkreditoitussa (T283) laboratoriossa 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/m<sup>3</sup> (tolueenivasteella laskettuna) on osoitus kemiallisten aineiden epätavallisen suuresta määrästä sisäilmassa, ja lisäselvitykset ovat tarpeen. Yksittäisten yhdisteiden osalta yli 50 µg/m<sup>3</sup> (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 <sup>3</sup> ]	Styreeni [µg/m <sup>3</sup> ]	2-etyyli-1- heksanoli [µg/m <sup>3</sup> ]	TXIB [µg/m <sup>3</sup> ]	Naftaleeni [µg/m <sup>3</sup> ]
<b>Viitearvo (µg/m<sup>3</sup>) tolueenivasteella las- kettuna</b>	400	40	10	10	10 ei saa esiin- tyä hajua
<b>Viitearvo (µg/m<sup>3</sup>) yhdisteen omalla vas- teella laskettuna</b>		-	15	16	-

## Toimistot

Työterveyslaitos on esittänyt viitearvoja toimistoympäristöjen sisäilman VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuudelle (TVOC 100 µg/m<sup>3</sup>) sekä yksittäisten yhdisteiden pitoisuuksille (1 – 15 µg/m<sup>3</sup> yhdisteestä riippuen).

### Teolliset työympäristöt

Teollisten työympäristöjen yleisilmalle on ehdotettu TVOC-pitoisuudelle tavoitetasoksi 300 µg/m<sup>3</sup> ja viitearvoa 3 000 µg/m<sup>3</sup> (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, 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 näytteenottomenetelmä huomioiden (Laboratorio-opas 2019, Kallio 2017, Asumisterveysasetuksen soveltamishje 2016, Asumisterveysopas 2009).

Laboratorion mittauserpävarmuutta on käsitelty analyysivastauksessa.

## 2.2. VOC-materiaalinäytteet

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

Näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on Finasin akreditoima testauslaboratorio T283.

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 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ]	Propaani- happo [ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ]
PVC, pehmitin DEHP	200	70	---	---
PVC; pehmitin DINCH, DINP tai DIDP	500 <sup>(1)</sup>	50	320 <sup>(1)</sup>	---
Tasoiitteet 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 kosketusvaurioitunut, 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 mittauserpävarmuutta on käsitelty analyysivastauksessa.

### 3. Olosuhdemittaukset

Sisäilman olosuhteet (sisäilman hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus) mitattiin Tinytag tallentavilla mittalaitteilla. Tulokset tallennettiin yhden minuutin välein.

Tulosten tulkinta perustuu Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetukseen 545/2015 sekä Valviran ohjeeseen 8/2016. Lisäksi tuloksia verrataan rakennuksen suunnittelun aikana voimassa olleisiin sisäilmastoluokituksen viitearvoihin (sisäilmastoluokitukset ovat ilmestyneet: 1995, 2001, 2008, 2018).

#### 3.1. Sisäilman lämpötila

Palvelutalojen, oppilaitosten ja lasten päivähoitopaikkojen huoneilman lämpötilan toimenpiderajat lämmityskaudella ovat välillä +20...+26 °C ja lämmityskauden ulkopuolella välillä +20...+32 °C. Asunnossa vastaavat arvot ovat lämmityskaudella +18...+26 °C ja lämmityskauden ulkopuolella +18...+32 °C (Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetus 545/2015, Valviran soveltamisohjeeseen 8/2016).

Lisäksi viitearvoja on annettu Sisäilmastoluokituksissa. Luokitus on tarkoitettu käytettäväksi rakennuksen- ja taloteknisen suunnittelun ja urakoinnin avuksi sisäympäristön tavoite- ja suunnitteluarvojen valitsemiseksi ja toteuttamiseksi. Luokitusta voidaan käyttää myös korjausrakentamisessa. Sisäilmastoluokitus on kolmitasoinen: laatuluokat S1, S2 ja S3. Mitattuja olosuhteita on verrattava rakennuksen suunnittelussa määriteltyyn sisäilmastoluokitukseen ja siinä on huomioitava rakennuksen valmistumisajankohtana voimassa ollut sisäilmastoluokitus.

Taulukko 2: VOC-materiaalinäytteiden viitearvot (Työterveyslaitos 2019).

	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila $t_{op}$ [°C]			21
$t_u \leq 0$ °C	21,5	21,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$21,5 + 0,15 \times t_u$ <sup>1)</sup>	$21,5 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	24,5 <sup>1)</sup>	25,5	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama ylöspäin			
$t_u \leq 0$ °C	< 22,5	< 23	
$0 < t_u \leq 15$ °C	< $22,5 + 0,166 \times t_u$	< $23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 25	< 26	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama alaspäin			
$t_u \leq 0$ °C	> 20,5	> 20,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	> $20,5 + 0,075 \times t_u$	> $20,5 + 0,025 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	> 22	> 21	

	S1	S2	S3
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]			
$t_u \leq 0 \text{ °C}$	< 23	< 23	
$0 < t_u \leq 20 \text{ °C}$	< $23 + 0,2 \times t_u$	< $23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15 \text{ °C}$	< 27	< 27	
$t_u \leq 10 \text{ °C}$			< 25 (26) <sup>2)</sup>
$t_u > 10 \text{ °C}$			< 27 (32) <sup>2)</sup>
Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo [°C]	> 20	> 20	> 20 (18) <sup>2)</sup>
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	
asunnot	90 %	80 %	

1) S1-luokassa operatiivisen lämpötilan on oltava tila/huoneistokohtaisesti aseteltavissa välillä  $t_{op} \pm 1,5 \text{ °C}$ . Jos samassa huoneessa on useita henkilöitä, käytetään lämpötilan tavoitetasona taulukossa esitettyjä tavoitearvoja

2) Suluisissa asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat

HUOM 1. Ulkolämpötilalla  $t_u$  tarkoitetaan ulkoilman 24 tunnin liukuvaa keskiarvoa lähimmällä säähavaintopaikalla. Tilan käyttäjän toivomuksesta voidaan sisälämpötilan antaa laskea alle tavoitetason tai antaa kesällä nousta yli tavoitetason.

HUOM 2. Operatiivisen lämpötilan tulee olla tavoitearvon sallitun vaihteluvälin alueella olosuhteiden pysyvyyden edellyttämä aika laskettuna rakennuksen suunnitellusta käyttöajasta. Lämpötilan yhden tunnin liukuva keskiarvo ei saa suunnitellulla käytöllä (mitoitussäällä tarkasteluna käyttöaikana) alittaa vähimmäis- tai ylittää enimmäisarvoja.

HUOM 3. Operatiivinen lämpötila mitataan esimerkiksi neste- patsaslämpömittarilla tai sähköisellä anturilla oleskeluvyöhykkeeltä 1,1 metrin (työpisteessä 0,6 m) korkeudelta standardin SFS EN 12599 mukaisesti. Operatiivisen lämpötilan asemasta voidaan usein tarkastella huonelämpötilaa. Kuitenkin, jos pintojen lämpötilat poikkeavat selvästi ilman lämpötilasta (esim. huonosti eristetty vaippa, 2-lasiset ikkunat, suuret ikkunat, useita ulkoseiniä, lattian alla lämmittämätön tila, auringonsäteily, lattialämmitys, kattolämmitys, jäähdytyskatto), määritetään operatiivinen lämpötila lasemalla se ilman ja pintojen lämpötiloista tai mittaamalla esimerkiksi pallolämpömittarilla standardin SFS EN 12599 mukaisesti.

### 3.2. Sisäilman suhteellinen kosteus

Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä.

Suosittelavana huoneilman suhteellisena kosteutena on aiemmin ollut 20...60 %. Tämän saavuttaminen ei ilmastollisista syistä ole aina mahdollista ja näistä arvoista poikkeamista ei voida pitää terveyshaittana, jos muut terveydelliset edellytykset täyttyvät. Sisäilman kosteutta tuleekin arvioida suhteellisen kosteuden lisäksi myös kosteuslisänä, jonka ollessa enemmän kuin 3 – 4 g/m<sup>3</sup> ulkoilmaan nähden, nousee mikrobikasvun riski rakenteissa ja niiden pinnoilla (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa 1, 2016).



### 3.3. Sisäilman hiilidioksidi

Hiilidioksidipitoisuuden (CO<sub>2</sub>) toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 1150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden arvona voidaan käyttää 400 ppm, jos ulkoilman hiilidioksidipitoisuutta ei mitata. Tällöin toimenpideraja sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle on 1550 ppm (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa 1, 2016).

Hiilidioksidin tavoitearvot ovat sisäilmastoluokituksessa (2018): S1 <350 ppm, S2 <550 ppm ja S3 <800 ppm (suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus).

## 4. Paine-ero

Sisä- ja ulkoilman / eri tilojen välistä paine-eroa mitattiin Tinytag tallentavilla mittalaitteilla. Tulokset tallennettiin 30 s välein.

Seuraavassa taulukossa on esitetty tavoitteelliset paine-erot eri ilmanvaihtojärjestelmissä Asumisterveysoppaan (Aurola ja Välikylä, 2009) mukaisesti.

Taulukko 3: Tavoitteelliset paine-erot eri ilmanvaihtojärjestelmissä (Asumisterveysopas, 2009).

Ilmanvaihtotapa	Paine-ero	Huomautuksia
Painovoimainen ilmanvaihto	0 ... -5 Pa ulkoilmaan ± 0 Pa porraskäytävään	Paine-erot vaihtelevat voimakkaasti sään mukaan
Koneellinen poistoilmanvaihto	-5 Pa ... -20 Pa ulkoilmaan 0 ... -5 Pa porraskäytävään	Paine-erot vaihtelevat sään mukaan
Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto	0 ... -2 Pa ulkoilmaan ± 0 Pa porraskäytävään	Paine-erot vaihtelevat sään mukaan

Jos alipaine on suurempi kuin 15 Pa, tulee alipaineen syy selvittää ja alipainetta mahdollisuuksien mukaan pienentää (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, 2016).

A-Insinöörien 2019 tekemässä rakennusten paine-erojen mittaushjeessa on ehdotus tiiviiden rakennusten paine-erojen tavoitetasoista. Tavoitetasot on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 4: Ilmanvaihtojärjestelmän aikaansaaman sisä- ja ulkoilman välisen paine-eron tavoitetaso (Rakennusten paine-erojen mittaushje -projektin loppuraportti, 2019).

Rakennuksen tyyppi	Normaali käyttötilanne	Maksimi-arvo	Lisätieto
Asuinpienitalo	0 ... -2 Pa	+2 ... -15 Pa (tehostus)	Pieni mitoitusilmavirta suhteessa ulkovaipan pinta-alaan tehostusratkaisut, esim. liesituuletin ja keskuspoilynimuri, huomioitava suunnittelussa lyhytaikainen ylipaine sallittua (ns. takkakytkintoiminto)
Asuinkerrostalo	0 ... -10 Pa	0 ... -15 Pa (tehostus)	Pienissä huoneistoissa suuri mitoitusilmavirta suhteessa ulkovaipan pinta-alaan

Rakennuksen tyyppi	Normaali käyttötilanne	Maksimiarvo	Lisätieto
			tehostusratkaisut, esim. tehossäätöinen liesikupu, huomiotava suunnittelussa
Toimisto-, liike- tai opetusrakennus, perustapaus	+5 ... -5 Pa	+5 ... -10 Pa	Ei erillispoistoja, mitoitusilmavirta noin 2 l/(s·m <sup>2</sup> ) vähäinen kosteuslisä
Paine-erojen hallinnan kannalta vaativa kohde	+5 ... -15 Pa	määritetään tapauskohtaisesti	Muuttuvilmavirtaiset ja siirtoilman käyttöön perustuvat järjestelmät, suuret mitoitusilmavirrat, poikkeuksellisen tiivis ulkovaippa, erillis- tai kohdepoistoja yli 25 m korkuinen rakennus

## 5. Teolliset mineraalivillakuidut

Näyte otettiin geeliteipille ilmanvaihtokanavan pinnalta tai huonepinnalle laskeutuneesta 14 vrk pölykertymästä.

Laboratoriossa geeliteippinäytteistä laskettiin valomikroskoopilla > 20 µm pituiset teolliset mineraalikuidut.

Näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n laboratoriossa.

Tulosten tulkinta perustuu Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetukseen 545/2015 sekä Valviran ohjeeseen 8/2016. Asiakirjojen mukaisesti toimenpideraja kahden viikon kuitulaskeumalle on 0,2 kpl/cm<sup>2</sup>.

Työterveyslaitoksen viitearvo kahden viikon kuitulaskeumalle toimistoympäristöissä on 0,2 kpl/cm<sup>2</sup>.

Tuloilmakanavan tavanomaisena kuitumääränä pidetään 10 – 30 kuitua/cm<sup>2</sup> (Työterveyslaitos 2019).

Toimenpiderajan/viitearvon ylittyessä tulee selvittää kuitulähteet ja ryhtyä toimenpiteisiin kuitukertymän pienentämiseksi.

## 6. Kosteusmittaukset

### 6.1. 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 mittaushkohtien 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

## 6.2. 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).

### 6.2.1. Epävarmuustarkastelu

Lattiapäällysteen ja tasoitteen välistä on tehtävä useita kosteusmittauksia, joilla saadaan varmistettua pintakosteusmittauksia vastaavat todelliset kosteuskokemat. 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.

## 7. Rakenteiden tiiveys merkkiainemittauksella

Merkkiainetutkimuksella selvitettiin eri rakenneliittymien tiiveyttä (ulkoseinä-, alapohja-, yläpohja- ja välipohjarakenteet). Merkkiainetutkimuksen avulla tutkittiin rakenteissa mahdollisesti olevien epäpuhtauksien kulkeutumista sisätiloihin. Merkkiainetutkimus tehtiin RT-kortin 14-11197 mukaisesti.

Merkkiainetutkimus tehtiin ensiksi tilojen normaalissa käyttöolosuhteessa ja toinen mittaus noin -10 Pa tilanteessa. Alipaineen aikaansaamiseksi tilaan voidaan asentaa ovipuhallinlaitteisto, muu alipainepuhallin tai alipaine luodaan rakennuksen omilla ilmanvaihtolaitteistoilla.

Merkkiainetutkimuksessa merkkiaineikaasua (5 % vetyä ja 95 % typpeä) johdettiin tutkittavaan rakenneosaan ja merkkiaineen kulkeutumista sisäilmaan tutkittiin kaasuanalysointin avulla. Ilmavuotokohdat merkittiin, valokuvattiin ja kirjattiin ylös.

Merkkiainetutkimuksessa käytettiin Trotec TS 800 SDI -vetyanturajä ja Trotec T 2000 E -mittalaitetta.

Ilmavuotojen merkittävyys on arvioitu raportissa.

### 7.1.1. 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.

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

Eriolaiset materiaaliominaisuudet on otettava huomioon merkkiainetutkimusten 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).

## 8. Käytetyt mittalaitteet

### 8.1. 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- 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 2018

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

Trotec TS 800 SDI -vetyanturi ja Trotec T 2000 E -mittalaite

Käytetty kaasuseos: Formier 5

## Viitteet

- 1) A-Insinöörit, 2019. Rakennusten paine-erojen mittausohje -projektin loppuraportti.
- 2) HTP-arvot, 2018. Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet. Sosiaali- ja terveysministeriö.
- 3) Järnström Helena, 2005. Muovimattopinnoitteisen lattiarakenteen VOC-emissiot sisäongelmatapauksissa. VTT julkaisu 571.
- 4) Järnström Helena, 2007. Reference values for building material emissions and indoor air quality in residential buildings. VTT Publications 672.
- 5) Kallio Sanna, 2017. Sisäilmastutkimusten mittaus- ja näytteenottotapahtuman sanallinen epävarmuustarkastelu. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikan ja liikenteen ala.
- 6) Keinänen Hanna, 2013. Hyvät tutkimustavat betonirakenteisten lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin. Opinnäytetyö. Itä-Suomen yliopisto, koulutus- ja kehittämiskeskus Aducate.
- 7) Rakennustietosäätiö RTS ja Talonrakennusteollisuus ry, 2011. Ratu 82-0383. Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku.
- 8) Rakennustietosäätiö RTS, 1999. RT 80-10712. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot.
- 9) Rakennustietosäätiö RTS, 2010. RT 14-10984. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus.
- 10) Rakennustietosäätiö RTS, 2015. RT 14-11197. Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein.
- 11) Rakennustietosäätiö RTS, 2018. RT 07-11299. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset.
- 12) RakMK D2-2012. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet. 2012. Ympäristöministeriö.
- 13) Suomen säädöskokoelma, asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017, Ympäristöministeriö.
- 14) Suomen säädöskokoelma, asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, 1009/2017, Ympäristöministeriö.
- 15) 1994/763 Terveydensuojelulaki.
- 16) 2002/738. Työturvallisuuslaki.
- 17) 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.
- 18) Asumisterveysopas, 2009. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö- ja terveys -lehti.
- 19) Ympäristöministeriö, toim. Miia Pitkäranta, 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus.
- 20) Pessi & Jalkanen, 2018. Laboratorio-opas – Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy.
- 21) <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot> (luettu 28.8.2019).
- 22) Salonen Heidi (ym.), 2011. Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Työterveyslaitos.
- 23) Suomen Betonitieto Oy, 2008. Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet.
- 24) Suomen betonitieto Oy ja lattian- ja seinäpäällysteliitto ry, 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen.
- 25) Työterveyslaitos, 2012. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden tavoitetasot teollisten työympäristöjen yleisilmassa, tavoitetaso TY-01-2012, [www.ttl.fi/tavoitetasot](http://www.ttl.fi/tavoitetasot)
- 26) Työterveyslaitos, 2010. Mineraalikuitujen siivousohje.
- 27) Työterveyslaitos, 2016. Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen. Yhteistyössä Kosteus- ja hometalkoot ja Suomen JVT- ja Kuivausliikkeiden Liitto ry.
- 28) Työterveyslaitos, 2017. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen.
- 29) Työterveyslaitos, 2019. Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla. Päivitetty 19.3.2019.