



---

# Paijalan koulu

## Kosteusmittaus ja lattiapinnoitteiden VOC mittaukset pinta- ja materiaalinäytteistä

Tutkimusraportti

28.5.2020

Projekti 313842



---

## Asiakas

Tuusula Kunnan Tilapalvelu  
Esa Koskinen  
[esa.koskinen@tuusula.fi](mailto:esa.koskinen@tuusula.fi)

Yhteishenkilö  
Beata Kluczek-Turpeinen  
[beata.kluczek-turpeinen@tuusula.fi](mailto:beata.kluczek-turpeinen@tuusula.fi)

---

## Tutkimusten tekijä

WSP Finland Oy  
Pasilan asema-aukio 1, 00510 Helsinki  
Puh. 02 078 6411  
Y-tunnus: 0875416-5  
[www.wsp.com](http://www.wsp.com)

## Vastuhenkilö

Peter Mandelin  
Puh. 050 343 0967  
[peter.mandelin@wsp.com](mailto:peter.mandelin@wsp.com)

## Kohde:

Pajjalan koulu  
Pajjalantie 44  
04300 TUUSULA

Kenttätutkimukset 27.4.20 ja 12.5.20

28.5.2020

---

## Tiivistelmä

Paijalan koululla selvitettiin kosteuskartoituksella sekä viiltomittausmenetelmällä lattian kosteuspitoisuuksia muovimattojen alta. Tutkimuksessa kartoitettiin liikuntasali, ruokailutilat, keittiö ja vanhemman osan luokat sekä laajennusosa. Viiltomittausien yhteydessä tarkasteltiin maton liimauksen kuntoa ja kiinnitystä. Viiltomittauskohdista otettiin myös mattopalat materiaali-VOC-mittauksia varten. Lisäksi tehtiin kartoitusten ja mittausten yhteydessä aistinvaraisia havaintoja ja arvioitiin mm. ilmanvaihdon toimivuutta.

Merkkiainekokeita tehtiin yhdessä vanhan osan luokassa (38) sekä laajennusosan yhdessä luokahuoneessa (98).

Merkkisavulla kartoitettiin myös luokahuoneiden, hallintotilan, liikuntasalin käytävän, sekä keittiön että ruokalan ilmanliikkeitä.

Materiaalinäytteiden VOC-näytteissä pitoisuudet ylittävät TTL:n viitearvot.

### Tutkimuksen tuloksia

Materiaali - VOC:t:

Laajennusosa

Muovimattojen materiaali-VOC tuloksissa on kohonneita pitoisuuksia kaikissa näytteissä. Asumisterveysasetuksen ja TTL:n viitearvotaulukoiden mukaan ylityksiä on sekä kokonaispitoisuuksissa että yksittäisissä yhdisteissä. Yksittäisissä yhdisteissä korostuu mm. 2-etyyliheksanoli ja C<sub>9</sub>-alkoholien pitoisuudet. Korkeat pitoisuudet ovat viite mattomateriaalin kemiallisista reaktioista ja mahdollisesti alkalireaktioiden hajoamisyhdisteistä.

Vanha puoli

Materiaali-VOC tulokset ovat tavanomaiset ja matalat.

Kosteuskartoitus:

Selkeitä kohonneita suhteellisia kosteuksia ei havaittu pintakosteuskartoituksessa. Erot olivat kuitenkin suuret laajennusosan ja vanhemman puolen arvoissa. Viiltomittauksissa ei ollut kriittisen kosteuden ylittäviä kosteusarvoja.

Merkkiainekokeet

Tuloksissa ei havaittu ilmavuotoja ryömintätilan ja sisätilojen välillä. Ulkovaippaan syötettyä merkkiainetta havaittiin vähäistä ilmavuotoa luokahuoneessa (98) laajennusosan ikkunarakenteiden liitynnöissä. Tuloksella ei ole merkitystä sisäilman laadulle.

Sisäilman aistittava ilmanlaatu

Liikuntasalin pukuhuoneisiin johtavan käytävän ilmanlaatu on heikompaa kuin luokahuoneessa tai pukutiloissa. Käytävän alkupäässä on tuloilman päätelaite ja ilma siirtyy käytävällä siirtoilmana muihin tiloihin.

Laajennusosan luokahuoneissa on selkeä aistittava tunkkainen haju, joka on vahvimmiltaan vaatenaulakoiden alueella. Hallintosiiven sisäilman laatu on useassa tilassa heikko, vaikka tiloissa ei työskennellä. Neuvotteluhuoneen ilmanvaihto on heikko.

28.5.2020

---

Keittiön ilmavirtauksissa havaittiin, että ruoanvalmistuksen yhteydessä ruoan tuoksut leviävät ruokailusaliin ja siitä edelleen luokkahuoneisiin. Merkkisavulla kartoitettiin keittiön ilmanliikkeitä ja havaittiin että tiskikoneen huurossa ei havaittu lainkaan vetoa. Keittiö emäntä kertoi, että tiskatessa koneen taustaseinälle kondensoituu kosteutta.

Lisäksi havaittiin, että keittiön raitisilman ritilän kautta leviää ulkoa hajuja mm. ruohonleikkauksesta ja jäteastioita tyhjennettäessä. Myös pihalla seisovien ajoneuvojen pakokaasut leviävät keittiön kautta ruokalatalaan.

### **Toimenpidesuosituks**

Laajennusosan materiaalien korkeat materiaali-VOC-pitoisuuksien vaikutus sisäilman laatuun on merkittävä. Materiaaleista sisäilmaan haihtuvien yhdisteiden pitoisuuksien alentamiselle suositellaan ilmanvaihdon säätöjä siten että ilmavirtauksia lisätään, mikäli se teknisesti on mahdollista.

Ilmanvaihtoa tulee myös parantaa hallintosiiven tiloissa.

Ilmanvaihdon osalta suosittelemme tarkentamaan tilakohtaiset ilmamäärät suunnitteluarvoihin nähden.

Ehdotamme myös tekemään koeluokan, jossa matto vaihdetaan vähäpäästöiseen mattoon. Tutkimuksessa ei tutkittu kokolattialuokan tiloja ja niiden sisäilman Pitoisuusmittauksilla saatavia arvoja voidaan hyödyntää esim. referenssitiloina sisäilman VOC-tarkastusmittauksissa.

Keittiön ilmanvaihdon korjaus tai säätö siten että keittiön ruoanvalmistuksen tuoksut eivät leviä ruokalan puolelle. Keittiön tiskikoneen huurossa poistohormin tarkastus ja toiminnan varmistaminen.

Keittiöön ehdotetaan asennettavaksi ajastinkytkintä, jolla voidaan hetkellisesti sulkea keittiön tuloilma.

### **Jatkotoimenpiteet**

Laajennusosan sisäilman VOC-mittauksia suositellaan tehtävän laajemmin.

Korjaus- ja säätötöiden jälkeen ehdotetaan ilmanliikkeiden kartoituksia merkkisavulla.

Kartoituksen yhteydessä toteutetaan myös sisäilman astinvaraisia kartoituksia.

## Sisällysluettelo

<b>1. Tutkimuskohde ja lähtötiedot .....</b>	<b>6</b>
1.1. Yleistiedot.....	6
1.2. Tutkimuksen tausta ja tehtävä .....	6
1.3. Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus.....	6
<b>2. Tutkimusmenetelmät .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Kosteusmittaukset.....</b>	<b>7</b>
3.1. Pintakosteusmittaukset.....	7
3.1.1. Havainnot ja mittaustulokset .....	7
3.2. Lattiapäällysteen alapuoleiset suhteellisen kosteuden mittaukset (viiltomittaukset).....	7
3.2.1. Havainnot ja mittaustulokset .....	7
<b>4. Lattiapinnoitteen materiaali-VOC mittaukset.....</b>	<b>10</b>
4.1. Havainnot ja mittaustulokset .....	10
4.1.1. Hajuja tuottavat yhdisteet.....	11
<b>5. Yhteenveto.....</b>	<b>11</b>
<b>6. Tulosten loppupäätelmä.....</b>	<b>13</b>
<b>7. Toimenpidesuositukset.....</b>	<b>15</b>
<b>8. 15</b>	

### Liitteet:

Liite 1: Tutkimuskartat materiaali-VOC, kosteuskartoitus ja havaintomerkinnät

Liite 2: Laboratorion materiaali-VOC-analysien tulokset

---

# 1. Tutkimuskohde ja lähtötiedot

## 1.1. Yleistiedot

Kohde: Paijalan koulu  
Paijalantie 44, 04500 Tuusula

Tutkimuksen kohteena oli Paijalan koulu, joka valmistunut vuonna 2008- 2016. Rakennuksen alapohja on betonielementtirakenteinen ja laajennusosissa on tuulettava alapohja. Rakennuksen ulkovaippa on puurunkoinen lautaverhoilulla.

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto.

## 1.2. Tutkimuksen tausta ja tehtävä

Paijalan koulussa on tehty aikaisempia tutkimuksia, joissa on selvitetty rakenteiden kuntoa sekä tutkittu mahdollisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Rakenteiden tiiveyksiä ja ilmavuotoja on tutkittu merkkiainekokein. Tutkimuksia on toteutettu sekä laajennusosassa että vanhemman koulun alueilla.

Tutkimuksessa käytetty aineisto:

Rakennetekninen tutkimus, luokka 4, 26.4.2019

Rakennetekninen tutkimus liikuntasali 2.10.2019

Merkkiainetutkimus alapohja ja rakenneliittymät 11.10.2019

Ilmanvaihdon tarkastuspytäkirja 29.11.2018

## 1.3. Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus

Tutkimusmenetelmiin liittyy aina tiettyjä epävarmuustekijöitä eikä voida täysin poissulkea esimerkiksi kemiallisten yhdisteiden esiintymistä sisäilmassa muina aikoina tai muissa tiloissa. Lisäksi materiaalinäytteitä otettaessa paikallisesti ei voida todeta muiden rakenteiden tai rakennusmateriaalien olevan vaurioitumattomia. Yleensä pyritään kuitenkin kohdentamaan näytteenotto todennäköisimpään mahdolliseen vauriopaikkaan.

# 2. Tutkimusmenetelmät

Tutkittavissa huoneissa mitattiin lattioiden pintakosteus ja tehtiin viiltomittaukset, joilla selvitettiin kosteus lattianpinnoitteiden alta.

Viiltomittauksen avulla haluttiin selvittää lattianpäällysteen alla oleva mahdollinen kosteus. Kosteusarvoa seurattiin mittalaitteen näytöltä mittauksen ajan.

Neljästä tilasta otettiin matoista materiaalinäytettä Bulk-VOC -analyysiä varten. Yksi näyte otettiin laajennusosan seinätaulusta. Seinätauluja on kaikissa luokissa ja käytävillä. Tutkimuksissa havaittiin niissä pistävä ominaishaju.

## 3. Kosteusmittaukset

### 3.1. Pintakosteusmittaukset

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 Hydrotest LG1 pintakosteusmittalaitetta ja LB70 anturia.

#### 3.1.1. Havainnot ja mittaustulokset

Rakennuksessa ei havaittu aistinvaraisesti rakennekosteuksia sisäpinnoilla. Pintakosteuskartoituksen perusteella valittiin kohdat viiltomittauksille.

### 3.2. Lattiapäällysteen alapuoleiset suhteellisen kosteuden mittaukset (viiltomittaukset)

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 huolellisesti vesihöyrytiiviksi. Käytettäessä nopeasti tasaantuvia mittapäitä anturin tasaantumisaika on 15...20 minuuttia. Viiltomittaus on tarkimmillaan + 20 °C lämpötilassa.

Viiltomittauksen mittalaitteistona käytettiin Vaisalan HM40-näyttöpäätettä ja siihen liitettyä HM42 PROBE-mittausanturia.

Lattiapäällysteiden kriittinen kosteusraja-arvo on 85...90 % RH riippuen lattiamateriaalista (Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, Ympäristöopas 2016, Ympäristöministeriö).

#### 3.2.1. Havainnot ja mittaustulokset

Viiltomittauksia tehtiin yhteensä 4 kappaleita. Viiltomittauksien tulokset on merkitty Taulukoon 1. Viiltomittauskohdat on merkitty pohjakarttaan.

28.5.2020

**Taulukko 1.** Viiltomittausten tulokset ja havainnot. Mittauspäivä 27.4.2020

Mittaus-piste	Tila	L°C	RH %	Abs kosteus g/m <sup>3</sup>	Pinta kosteus	Maton kunto, liiman kiinnitys	BULK-VOC näyte
VM1	98 laajennusosa	20.6	80.2	14,42	80-89	hyvä, ei hajua	VM1
VM2	93 vaate- naulakkoaula	20.2	77.2	13.54	85-89	hyvä, ei hajua	VM2
VM3	88 laajennusosa	21.0	84.1	15.44	85-95	hyvä, lievä haju	VM3
VM4	Seinätaulu	-	-	-	-	Pistävä haju	VM4
VM5	38 vanha puoli	20.6	49,6	8.69	60-86		
	<b>Sisäilma</b>	21,5	23,5	4,6			
	<b>Ulkoilma</b>	8	48				

Tutkimuskohdissa suhteellinen kosteus alitti 85 % RH. Vanhan puolen lattiat olivat selkeästi kuivemmat kuin laajennusosassa.

Liiman kunto ja kiinnitys olivat kaikissa viiltomittauskohdissa hyvät.

## 4. Mikrobitutkimus

Luokkahuone 38 tutkimuksissa arvioitiin merkkiainekokeiden yhteydessä yläpohjan tiiveyksiä ja yläpohjaan tehtiin yksi rakenneavaus. Yläpohjan rakenne on levyrakenteinen ja rakenteessa on höyrynsulkumuovi. Rakenne todettiin mittauksissa tiiviiksi.

Rakenne:

- alakatto
- ilmatila
- kipsilevytyks puskusaumoin,
- höyrynsulkumuovi
- eristevilla ja koolaukset
- vesikattorakenteet



Kipsilevytyksestä otettiin materiaalinäyte tarkastusmittauksena. Viljelytuloksissa ei ollut kosteusvaurion mikrobikasvua.



28.5.2020

## 5. Merkkiainekokeet

Koulun tiloista tehtiin kaksi merkkiainekoetta.

Aikaisempien tutkimusten täydennykseksi tutkittiin vanhan puolen luokkahuone 38 sekä laajennusosan kulmaluokkahuone 98.

Mittaukset suoritettiin siten että ryömintätilaan syötettiin merkkiainetta ja tutkittava tila alipaineistettiin – 10 Pa merkkiainekokeiden ohjeistuksen mukaan.

### 5.1. Merkkiainekokeiden tulokset

#### Luokkahuone 38

Kartoituksessa ei havaittu merkkiaineella vuotoja alapohjan läpivientien kautta tai huoneen lattianrajan tai sisäkaton alueilla.

Yhteenveto:

Alapohjan ilmavuotoja ei havaittu

#### Luokkahuone 98

Kartoituksessa ei havaittu alapohjarakenteiden kautta ilmavuotoja sisätiloihin päin.

Ulkoseinärakenteeseen syötettyä merkkikaasua havaittiin ikkunakarmien liityntäpinnoilta ikkunoiden välistä. Vuoto paikallistettiin ikkunalevytyksien epätiiveyksiin. Ilmavuodot olivat vähäisiä eivätkä ne vaikuta sisäilman laatuun.



Ryömintätilan aukot tiivistettiin ennen kaasun syöttöä ryömintätilaan

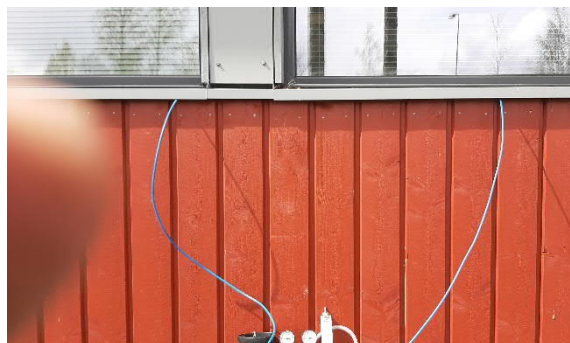


Tutkittava tila alipaineistettiin automaattisella alipaineistuskalustolla.

28.5.2020



Laajennusosan mittaussjärjestelyjä



Ulkovaipan mittausten järjestelyjä

## 6. Lattianpinnoitteen materiaali-VOC mittaukset

Näytteistä tutkittiin haihtuvat orgaaniset yhdisteet, joista pyrittiin selvittämään lattiamaton mahdollinen hajoaminen sekä hajoamisesta aiheutuvat terveydelle haitalliset ärsytysoireita aiheuttavat haihtuvat yhdisteet.

Näytteiden emissiot tutkitaan mikrokammimenetelmällä ja analysoidaan kaasukromatografisesti. Menetelmä ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä koeolosuhteissa.

Jos yksittäisen yhdisteen pitoisuus ylittää 10 % kokonais-VOC-pitoisuudesta, sitä voidaan pitää epätavanomaisena.

Näyte otetaan muovimatosta leikkaamalla pala mattoveitsellä siten, että alla olevaa liima saadaan myös näytteen mukaan. Näytteet analysoidaan WSP Finland Oy:n Finas akkreditoidussa laboratorioissa.

### 6.1. Havainnot ja mittaustulokset

Lattianpinnoitteista otettiin materiaalinäytteet materiaali-VOC-mittauksiin. Kaikki tutkitut lattiamatot olivat alapohjarakenteen päällysteitä.

Näytteenottokohdat on merkitty liitteenä olevaan pohjakarttaan. Analyysilausunto on raportin liitteenä.

Näytteet otettiin 27.4.20. Taulukkoon 2 on koottu yhdisteet, joiden osuudet ovat yli 10% TVOC-pitoisuudesta.

**Taulukko 2.** Materiaali-VOC-materiaalinäytteen tulokset. Suluissa on yhdisteen suhteellinen osuus kokonais-VOC-pitoisuudesta.

Näyte	Tila	TVOC viitearvo 500 µg/m <sup>3</sup> g	C9- alkoholit viitearvo 320 µg/m <sup>3</sup> g	2-etyyli-1-heksanoli Viitearvo 50 µg/m <sup>3</sup> g	2-butoksietanoli ei bulk-viitearvoa
VM1	98	550	160 (29 %)	110 (20%)	87 (15%)
VM2	94	630	278 (44 %)	42 (7%)	60 (10%)
VM3	88	810	286 (35%)	150 (18%)	140 (17%)
VM4	76 infotaulu	210	54 (26%)	51 (24%)	17 (8%)
VM5	38	130	42 (32%)	17(13%)	5 (4%)

28.5.2020

Analyysin perusteella kaikissa näytteissä TVOC-pitoisuudet ovat useita satoja  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ja niiden määrät ylittävät viitearvot laajennusosan lattiapäällysteissä. Tulokset viittaavat lattia-materiaalin vaurioitumiseen.

Bulk-analyysien tuloksissa esiintyi joukko muovimatolle tyypillisiä haihtuvia orgaanisia yhdisteitä kuten C9-alkoholeja. Näiden yhdisteiden emissiot ovat suuria, jopa 29-44% kokonais-TVOC-pitoisuudesta.

Yksittäinen yhdiste 2-etyyli-1-heksanoli muodostaa näytteissä noin 7-20 %:n osuuden TVOC päästöjen kokonaisemissiosta.

Työterveyslaitoksen tulkinnan (Työterveyslaitos 2011b.) mukaisesti 2-Etyyliheksanolin ja C9-alkoholien esiintymistä materiaalin VOC-näytteissä voidaan käyttää uudehkojen muovimattojen kosteusvaurioindikaattoreina.

### 6.1.1. Hajuja tuottavat yhdisteet

Sisäilmatutkimuksen aikana havainnoitiin ja aistittiin sisäilman laatua ja ominaishajuja rakennusosien välillä. Seuraavat yhdisteet ovat usein yhdistetty alentuneeseen sisäilman laatuun niiden alhaisen hajukynnyksen ja epämiellyttäväksi koetun hajun vuoksi:

etikkahappo, heksanaali, 2-butoksietanoli, 2-etyyliheksanoli, heksaanihappo, limoneeni ja fenoli. Tuloksissa esiintyy osa kyseisistä kemiallisista yhdisteistä. Laajennusosassa todettiin, että sisäilma eroaa selkeästi vanhemman osan aistittavasta sisäilmasta.

Materiaali-VOC-näytteiden tuloksissa on yhdisteitä, joiden viitearvot joko ylittyvät tai niiden pitoisuuksia arvioitiin esiintyvän sisäilmassa.

2-etyyliheksanolin viitearvojen ylityksiä esiintyy laajennusosan matoissa sekä infotauluissa.

2-Butoksietanolia esiintyy myös muovimatoissa ja infotauluissa. Yhdisteellä ei ole materiaali-VOC viitearvoa.

Sisäilman viitearvot on annettu molemmille yhdisteille. Näitä ei kuitenkaan mitattu tämän tutkimuksen yhteydessä. Kyseiset yhdisteet yhdistetään sisäilman hajuaistimukseen. Laajennusosan aistittava sisäilma eroaa merkittävästi vanhemman osan sisäilmasta. Laajennusosan sisäilman aistittava haju on hieman tunkkainen osin makeaksi ja etikkaisen pistäväksi.

## 7. Yhteenveto

Pintakosteuskartoituksessa koulun tilojen kartoituksessa ei havaittu poikkeavia kosteusarvoja.

Neljästä tilasta mitattiin viiltomittauksilla matona alla olevia kosteuksia. Tuloksissa ei ollut kriittisen kosteuden ylittäviä pitoisuuksia.

Materiaali VOC-näytteenottokohdat valittiin viiltomittausten perustella.

Laajennusosan materiaali-VOC-näytteissä havaittiin poikkeavia C9-alkoholien pitoisuuksia kolmesta näytteestä. Kahdessa näytteessä myös 2-etyyliheksanoli pitoisuudet ylittivät viitearvot. Lisäksi tilojen infotauluista vapautuu sisäilmaan 2-etyyliheksanolia. Mattojen ja infotaulujen yhteenlaskettu pinta-alat ovat suuria, joten niiden vaikutus aistittavan sisäilman laadulle on merkittävä.

28.5.2020

---

Lisäksi ilmanvaihdon ilmamäärät koettiin alimitoitetuksi osassa tiloja mikä vaikuttaa sisäilman vaihtuvuuteen.

Materiaalinäytteiden TVOC-päästöt ylittivät Työterveyslaitoksen kokemuksiin perustuvan raja-arvon vaurioitumattomille pintamateriaaleille.

Uudehkojen muovimattojen käytetyn pehmittimen DINP:n hajoamistuotteena syntyy C9-alkoholeja. Vauriotumattomista tuotteista näitä yhdisteitä ei ole yleensä löydetty lainakaan. C9-alkoholeja kutsutaan mattovaurioiden indikaattoriyhdisteiksi. Ko. yhdisteitä todettiin kaikissa otetuissa näytteissä.

## 8. Sisäilman aistittavat olosuhteet

Katselmoinnin yhteydessä tarkasteltiin koulun tilojen ilmanlaatua aistinvaraisesti ja merkkitavalla.

Ilmanlaadussa havaittiin eroja vanhan ja laajennuspuolen välillä.

Yleisilmanvaihto on kohtalaisen hyvä liikuntasalin, ruokalan ja vanhan koulun käytävillä ja luokkahuoneissa.

Heikompaa ilmanlaatua on liikuntasalin pukuhuoneisiin johtavan käytävän osalla. Tutkimuksessa havaittiin, että käytävän ruokasalin päädyssä on tuloilmapäätelaite, käytävän toisessa päässä ei ole. Ilma liikkuu käytävällä siirtoilmana.

Poikkeavia hajuja ei tutkimuksessa havaittu vanhan puolen tiloissa.

Siivouskeskuksen ilmanvaihtona on van poistoilma. Tilan ilma on lämmin ja kostea. Poistoilman määrä on liian pieni siivouskeskuksen kosteuskuorman nähden.

Laajennusosassa käytävän ilmanlaatu tuntuu seisovalta. Hallintosiiven alueella ilmanlaatu tuntuu raskaalta ja seisovalta. Tilassa ei tutkimuksen aikana työskennelty kuin rehtorin huoneessa. Hallintosiiven neuvottelutilan ja työhuoneiden ilmamäärät ovat pienet ja arviolta alimitoitettut.

28.5.2020



Hallintotilan sisäilma on aistittavasti tunkkainen



Vaatenaulakoiden alueella ilmanlaatu tuntuu tunkkaiselta



Luokkahuone 98 jossa on tunkkainen sisäilma



Kaikissa luokissa on infotaulut, joista tunnistaa pistävän hajun joka myös tuntuu luokkahuoneissa

Luokkahuoneissa, käytävillä sekä hallintosiiven tiloissa on tunkkainen ja osittain hieman pistävä haju. Materiaali-VOC tuloksissa epäily on sisäilmaan haihtuvat kemialliset yhdisteet.

## 9. Tulosten loppupäätelmä

Tutkittujen materiaali-VOC-alueiden tuloksissa on viite muovimattojen vaurioitumisesta laajennusosassa.

Sisäilman aistittavissa olosuhteissa havaittiin alueellisia puutteita laajennusosassa sekä liikuntasalin viereisen käytävän alueilla.

Ilmanvaihdon tarkastusraportissa 29.9.2019 havaittiin puutteita ilmanvaihdon taseissa. Keittiön poistoja ei ole raportoitu.

Ilmanvaihtotase sisätilojen (ryömintätilan poistot vähennetty) on:  
-tuloilma n .3600 l/s



28.5.2020

-poistoilma n.3000 l/s

Keittiö tuloilmat tästä on 970 l/s. Tutkimuksessa havaittiin, että uunien ja ruoanvalmistuspuolen poistoilman huuva vetää, mutta tiskikoneen poistoilman huvassa ei vetoa. Laajennusosan aistittava ilmanlaatu on heikentynyt aistittavan tunkkaisuuden takia.



Keittiön tiskikoneen huvasta ei havaittu poistoilmavirtausta



Siivouskeskuksen poistoilmamäärät ovat kosteuskuormiin nähden liian pienet

28.5.2020

## 10. Toimenpidesuosituksset

Laajennusosan materiaalien korkeat materiaali-VOC-pitoisuuksien vaikutus sisäilman laatuun on merkittävä. Materiaaleista sisäilmaan haihtuvien yhdisteiden pitoisuuksien alentamiselle suositellaan ilmanvaihdon säätöjä siten että ilmavirtauksia lisätään, mikäli se teknisesti on mahdollista.

Ilmanvaihtoa tulee myös parantaa Hallintosiiven tiloissa.

Ilmanvaihdon osalta suosittelemme tarkentamaan tilakohtaiset ilmamäärät suunnitteluarvoihin nähden.

Ehdotamme myös tekemään koeluokan, jossa matto vaihdetaan vähäpäästöiseen mattoon. Tutkimuksessa ei tutkittu kokolattialuokan tiloja ja niiden sisäilman Pitoisuusmittauksilla saatavia arvoja voidaan hyödyntää esim. referenssitiloina sisäilman VOC-tarkastusmittauksissa.

Keittiön ilmanvaihdon korjaus tai säätö siten että keittiön ruoanvalmistuksen tuoksut eivät leviä ruokalan puolelle. Keittiön tiskikoneen huuuvan poistohormin tarkastus ja toiminnan varmistaminen.

Keittiöön ehdotetaan asennettavaksi emännän ajastinkytkintä, jolla voidaan hetkellisesti sulkea keittiön tuloilma.

## 11. Jatkotoimenpiteet

Laajennusosan sisäilman VOC-mittauksia suositellaan tehtävän laajemmin.

Ilmanvaihdon korjaus- ja säätötöiden jälkeen ehdotetaan ilmanliikkeiden kartoituksia merkisavulla.

Kartoituksen yhteydessä toteutetaan myös sisäilman astinvaraisia kartoituksia.

### WSP Finland Oy

Raportin laatinut

Tarkastanut



**Peter Mandelin**

Sisäilma-asiantuntija, ins.

Eurofins Expert Services Rakentamisen sertifikaatit  
Rakennusterveysasiantuntija VTT-C-10446-26-13  
Rakenteiden kosteuden mittaaja VTT-C-22308-24-16

**Beata Kluczek-Turpeinen**

Sisäilma-asiantuntija MMT







7.5.2020

**Tilaja**

WSP Finland Oy  
Peter Mandelin  
Pasilan Asema-aukio 1, 13. krs  
00520 Helsinki

**VOC-analyysi materiaalinäytteestä**

**Näytteenottaja** Peter Mandelin  
**Näytteenottoaika** 313842, Pajalan koulu  
**Näytteenottopäivämäärä** 27.4.2020  
**Vastaanottopäivämäärä** 30.4.2020  
**Näytemäärä** 5 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 / massaspektirikirjaston (NIST) avulla. Kvantitointiin käytettiin puhtaiden vertailuaineiden vastetta tai tolueenivastetta. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) on määritetty tolueeniekvivalentteina väliltä n-heksaani-heksadekaani (C6-C16) nämä mukaan lukien. Analyysimenetelmän laajennettu kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamustasolla ilman näytteenottoa on 22- 55 % yhdisteistä riippuen ollen keskimäärin 29 % pitoisuusalueella 5-68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pitoisuusalueella 1-5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamustasolla ilman näytteenottoa on 29-75 % yhdisteistä riippuen. Määrittämisraja (LOQ) on yhdistekohtainen ollen keskimäärin 3,0 ng/näyte eli 0,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  g laskettuna 2,0 gramman ja 2,0 litran näytteelle. Tulosten ilmoittamisraja on 1,0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  g. Yhdistekohtaiset määrittämisrajat ja mittausepävarmuudet on tarvittaessa saatavissa laboratorion. Tunnistettujen yhdisteiden CAS-numerot voidaan myös tarvittaessa toimittaa laboratorion. Näytteistä voidaan määrittää myös TVOC-alueen ulkopuolella olevien yhdisteiden pitoisuuksia, mikäli niiden pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Analyysi kertoo, mitä yhdisteitä ja missä suhteessa niitä emittoituu koeolosuhteissa. Tällä menetelmällä analysoitujen näytteiden tulokset eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

7.5.2020

## Tulokset

<b>Näyte/mittauskohde:</b>	<b>Näyte VM1, Laajennusosa, Paijalan koulu</b>	
<b>Materiaali:</b>	<b>Muovimatto</b>	
<b>Analysointipvm:</b>	<b>7.5.2020</b>	
<b>Keräin:</b>	<b>178139</b>	
<b>Näytepalan koko:</b>	<b>2,46 g</b>	
<b>Ilmanäytteen tilavuus:</b>	<b>2,01 l</b>	
<b>Yhdisteryhmä</b>	<b>Yhdiste</b>	<b>Pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>g)</b>
Aldehydit	Nonanaali*	5,6
	Dekanaali*	2,2
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	2,2,4,6,6-pentametyyliheptaani*	1,0
	Muut alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)*	130
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli**	110
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	15
	1-butanoli*	8,1
	6-metyyli-1-oktanoli (C9-alkoholi)*	49
	Muut C9-alkoholi (seos, yht.)*	96
	Muut alkoholi (seos, yht.)*	5,0
Glykolit	2-butoksietanoli**	87
Orgaaniset piiyhdisteet	Heksametyylisyklotrisiloksaani*	1,8
Terpeenit ja terpenoidit	Limoneeni	36
	3-kareeni*	1,1
<b>TVOC<sub>MS</sub>*,**</b>		<b>550</b>

\*Tolueenivaste

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

1) TVOC-alueen ulkopuolella

7.5.2020

Näyte/mittauskohde:	Näyte VM2, Laajennusosa, Paijalan koulu	
Materiaali:	Muovimatto	
Analysointipvm:	7.5.2020	
Keräin:	185789	
Näytepalan koko:	2,63 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	2,02 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ )
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	2,2,4,6,6-pentametyyliheptaani*	5,5
	Muut alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)*	210
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	42
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	32
	1-butanoli*	3,4
	3,5,5-trimetyyli-1-heksanoli (C9-alkoholi)*	1,2
	6-metyyli-1-heksanoli (C9-alkoholi)*	85
	Muut C9-alkoholit (seos, yht.)*	160
	Muut alkoholit (seos, yht.)*	9,4
Glykolit	2-butoksietanoli	60
Ketonit	Ketonit (seos, yht.)*	2,0
Terpeenit ja terpenoidit	Limoneeni	13
Muut	Dietyyliftalaatti* <sup>(1)</sup>	3,2
<b>TVOC<sub>MS</sub>*</b>		<b>630</b>

\*Tolueenivaste

1) TVOC-alueen ulkopuolella

7.5.2020

Näyte/mittauskohde:	Näyte VM3, Laajennusosa, Paijalan koulu	
Materiaali:	Muovimatto	
Analysointipvm:	7.5.2020	
Keräin:	190279	
Näytepalan koko:	2,28 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	2,01 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ )
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	2,2,4,6,6-pentametyyliheptaani*	1,8
	Muut alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)*	210
Aromaattiset hiilivedyt	Styreeni	1,1
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli**	150
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	25
	1-butanoli*	9,9
	3,5,5-trimetyyli-1-heksanoli (C9-alkoholi)*	2,2
	6-metyyli-1-oktanoli (C9-alkoholi)*	79
	Muut C9-alkoholit (seos, yht.)*	180
	Muut alkoholit (seos, yht.)*	16
Glykolit	2-butoksietanoli**	140
Terpeenit ja terpenoidit	Limoneeni	20
Muut	Dietyyliftlaatti*(1)	1,0
TVOC <sub>MS</sub> *, **		<b>810</b>

\*Tolueenivaste

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

1) TVOC-alueen ulkopuolella



7.5.2020

<b>Näyte/mittauskohde:</b>	<b>Näyte VM4, Koulusihteerin huone, Pajalan koulu</b>	
<b>Materiaali:</b>	<b>Infotaulu pinnoitettu</b>	
<b>Analysointipvm:</b>	<b>7.5.2020</b>	
<b>Keräin:</b>	<b>185781</b>	
<b>Näytepalan koko:</b>	<b>1,28 g</b>	
<b>Ilmanäytteen tilavuus:</b>	<b>2,00 l</b>	
<b>Yhdisteryhmä</b>	<b>Yhdiste</b>	<b>Pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>g)</b>
Aldehydit	Nonanaali*	5,2
	Dekanaali*	1,6
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)*	53
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	51
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	1,4
	6-metyyli-1-oktanoli (C9-alkoholi)*	21
	Muut C9-alkoholit (seos, yht.)*	32
Glykolit	2-butoksietanoli	17
Terpeenit ja terpenoidit	Limoneeni	8,1
<b>TVOC<sub>MS</sub>*</b>		<b>210</b>

\*Tolueenivaste

1) TVOC-alueen ulkopuolella

<b>Näyte/mittauskohde:</b>	<b>Näyte VM5, Huone 38, vanha puoli, Pajalan koulu</b>	
<b>Materiaali:</b>	<b>Muovimatto</b>	
<b>Analysointipvm:</b>	<b>7.5.2020</b>	
<b>Keräin:</b>	<b>277163</b>	
<b>Näytepalan koko:</b>	<b>2,60 g</b>	
<b>Ilmanäytteen tilavuus:</b>	<b>2,00 l</b>	
<b>Yhdisteryhmä</b>	<b>Yhdiste</b>	<b>Pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>g)</b>
Aldehydit	Nonanaali*	1,7
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)*	37
Aromaattiset hiilivedyt	Styreeni	4,4
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	17
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	1,0
	6-metyyli-1-oktanoli (C9-alkoholi)*	13
	Muut C9-alkoholit (seos, yht.)*	28
Glykolit	2-butoksietanoli	5,3
Terpeenit ja terpenoidit	Limoneeni	4,5
<b>TVOC<sub>MS</sub>*</b>		<b>130</b>

\*Tolueenivaste

1) TVOC-alueen ulkopuolella



7.5.2020

WSP Finland Oy  
Laboratoriopalvelut  
Sisäilmalaboratorio

Julia Laurén  
laboratorioanalyttikko

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

**Tilaaaja**

WSP Finland Oy  
Pasilan Asema-aukio 1  
00520 Helsinki

**Materiaalinäytteen mikrobianalyysi**

**Näytteenottokohde** Paijalan koulu (proj. 313842)  
**Näytteenottaja** Peter Mandelin  
**Näytteenottopäivä** 28.4.2020  
**Vastaanottopäivä** 30.4.2020  
**Viljelypäivä** 30.4.2020

**Analyysimenetelmä** Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi suoraviljelymenetelmällä

**1 Näytteenotto**

Näytteet on otettu tilaajan toimesta. Näytteet on ohjeistettu otettavaksi puhtain välinein esim. puhtaaseen Minigrip-pussiin. Näytteenotto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

**2 Analysointi**

Materiaalinäytteet on viljelty WSP:n Sisäilmalaboratoriossa (Kympinkatu 3 B, 40320 Jyväskylä) materiaalinäytteiden suoraviljelyn menetelmänohjeen mukaisesti (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV; Pessi & Jalkanen 2018). Näytteet, joissa ei viljelyssä tule esille mikrobikasvustoa, suoramikroskopoidaan. 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.

Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Inkubointiajat sienille ovat olleet 7 vrk (2% mallasuuteagar, DG18-agar ja Hagem-agar) ja bakteereille (THG-agar) 7 vrk:tta (muut kuin aktinomykeetit) ja 14 vrk:tta (aktinomykeetit). Aktinomykeettien pitoisuus voidaan raportoida myös jo 7 vrk:n kasvatusajan jälkeen, mikäli pitoisuus on jo tällöin runsas tai erittäin runsas. Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

**3 Viitearvot**

Suoraviljeltyjen materiaalinäytteiden tulosten tulkinta perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen (Osa IV, 2016) ja Laboratorio-oppaaseen (2018). Materiaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa silloin, kun suoraviljelyssä näytteessä esiintyy elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinomykeettejä (= sädesieniä) runsaasti (+++/++++) (taulukko 1). Tulokset voivat viitata



mikrobikasvustoon myös silloin, kun sieniä tai aktinomykeettejä on niukasti tai kohtalaisesti, mutta lajistossa esiintyy useita kosteusvaurioindikaattoreita ( $\geq 2$ ) millä tahansa käytetyistä kasvualustoista, kuitenkin siten, että yksittäisten pesäkkeiden esiintyminen ei riitä. Pelkästään suuren bakteeripitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta. Suuri bakteeripitoisuus voi johtua esim. materiaalin likaisuudesta.

Kosteusvaurioindikaattoreiksi luetaan laboratoriossamme Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (Osa IV) ja Laboratorio-oppaassa (2018) mainitut indikaattorimikrobit.

**Taulukko 1. Suoraviljeltyjen materiaalinäytteiden tulosten tulkinta.**

Tulkinta	Löydökset
Esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua	sienet +++ / ++++ aktinomykeetit +++ / ++++
Epäily poikkeavasta mikrobikasvusta	sienet +, lajistossa kosteusvaurioindikaattoreita ( $\geq 2$ )/ sienet ++ aktinomykeetit ++
Ei poikkeavaa mikrobikasvua	sienet - / +, ei kosteusvaurioindikaattoreita tai havaittu vain yksittäisiä pesäkkeitä aktinomykeetit +

#### 4 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Materiaalinäytteiden näytteenottoaikat, mikrobipitoisuudet ja mikrobilajit on esitetty taulukossa 2. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Viljelytulokset on esitetty suhteellisella asteikolla, joka on seuraava:

- = alle määritysrajan, ei kasvua
- + = niukka kasvusto (1-19 pesäkettä/malja)
- ++ = kohtalainen kasvusto (20-49 pesäkettä/malja)
- +++ = runsas kasvusto (50-199 pesäkettä/malja)
- ++++ = erittäin runsas kasvusto ( $\geq 200$  pesäkettä/malja).

Menetelmän laajennettu, tekninen mittausepävarmuus (U) 95% luottamustasolla on bakteereille 6% ja sienille 42%. Mittausepävarmuudessa on huomioitu pesäkelaskennan epävarmuus. Sienitunnistuksen epävarmuus on 10%.

**Taulukko 2. Materiaalinäytteiden näytteenottoaikat, materiaali, mikrobipitoisuudet ja sienilajisto suhteellisella asteikolla esitettynä.**

Näyte 1. Huone 38, yläpohjan levytys			
Tulkinta: ei poikkeavaa mikrobikasvua			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
			Aktinomykeetit - Muut bakteerit +
<b>Sieni-itiöt yhteensä -</b>	<b>Sieni-itiöt yhteensä -</b>	<b>Sieni-itiöt yhteensä -</b>	<b>Bakteerit yhteensä +</b>

- = alle määritysrajan, kasvustoa ei esiintynyt

WSP Finland Oy  
Laboratoriopalvelut  
Sisäilmalaboratorio



Outi Tolvanen  
Erikoisasiantuntija, FT

### Kirjallisuusviitteet

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

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.