

# **SISÄILMASTO- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS, KONTROLLIMITTAUKSET**

**Mikrobinäytteet 29.5., 7.6. ja 18.6.2019  
VOC ilmanäyte 7.6.2019**

Aki Puhka, RTA

rakennusterveysasiantuntija, sertifioitu sisäilma-asiantuntija

Raksystems Insinööritoimisto Oy

[Aki.Puhka@raksystems.fi](mailto:Aki.Puhka@raksystems.fi)

13.8.2019

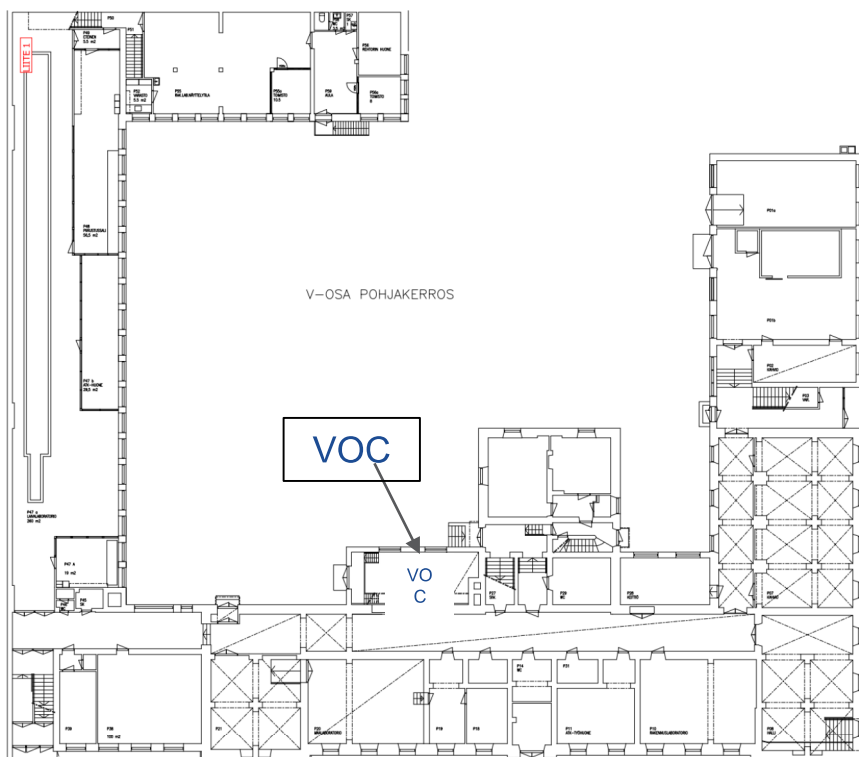
## Termejä

- VOC-näyte
  - Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, sisäilman kemiallisia yhdisteitä
- Mikrobinäyte materiaalista
  - Bakteerien, aktinobakteerien ja sieni-itiöiden pitoisuuden ja lajistojen määrittäminen
- Paine-eromittaukset
  - Rakennuksen paine-erojen, eli ilman kulkeutumissuunnan ja voimakkuuden selvittäminen tallentavina mittauksina pidemmällä ajalla

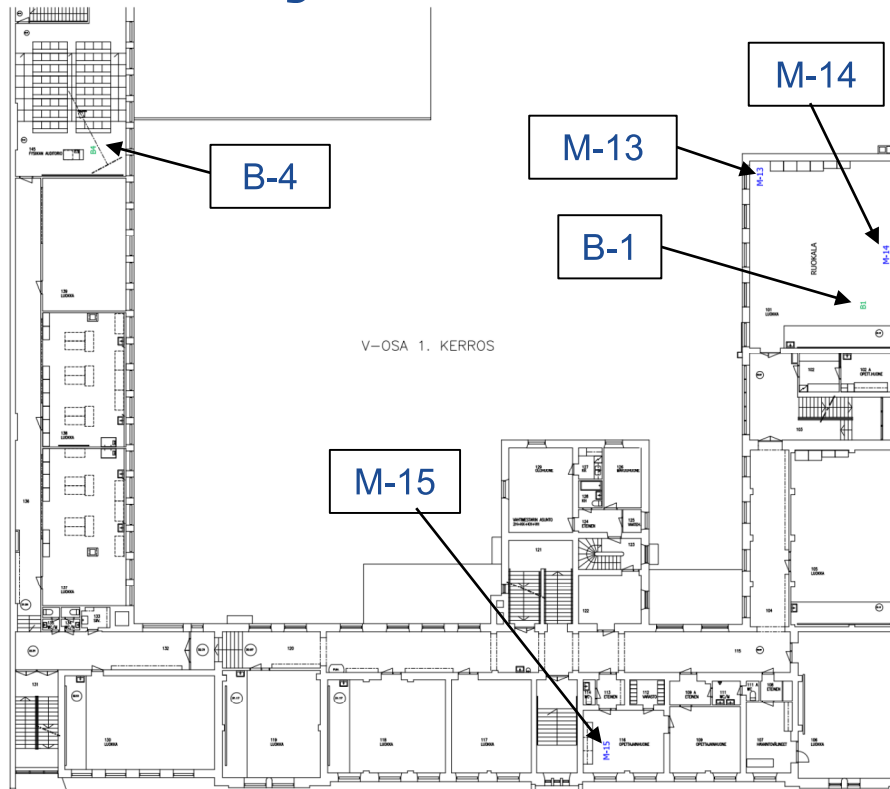
## Termejä

- Toimenpideraja
  - Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista, ns. "Asumisterveysasetus" ja sen soveltamisohjeet
  - Altisteen toimenpiderajalla tarkoitetaan pitoisuutta, mittaustulosta tai ominaisuutta, jolloin sen, kenen vastuulla haitta on, tulee ryhtyä terveydensuojelulain mukaisiin toimenpiteisiin terveyshaitan selvittämiseksi ja tarvittaessa sen poistamiseksi tai rajoittamiseksi.
- Toimenpiderajat annettu mm. materiaalien mikrobinäytteille, VOC-näytteille ja sisäilman olosuhteille

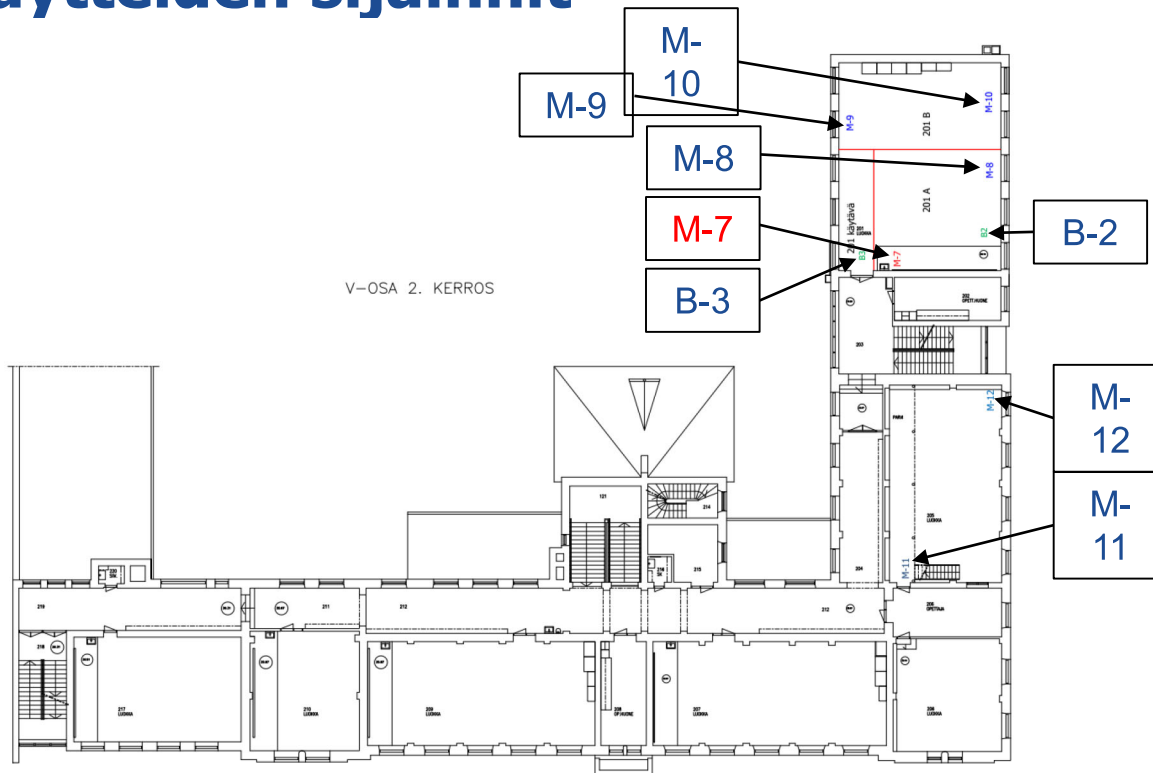
# Näytteiden sijainnit



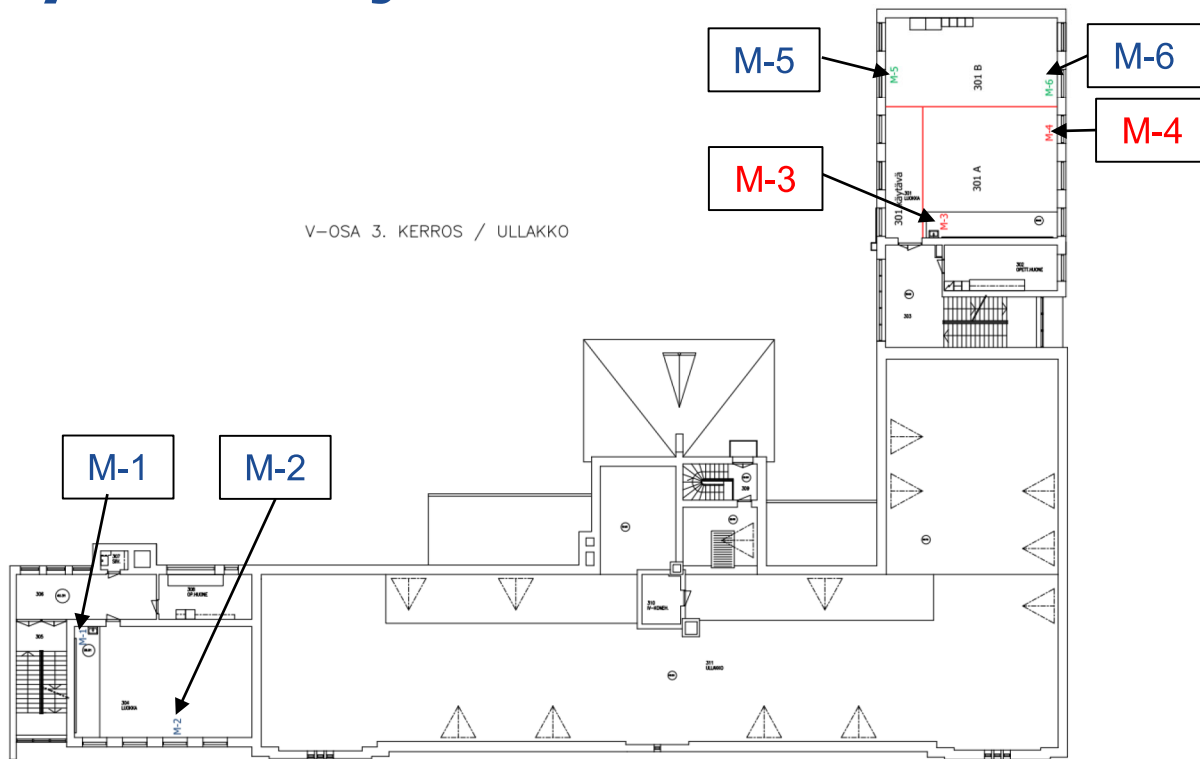
# Näytteiden sijainnit



# Näytteiden sijainnit



# Näytteiden sijainnit



## Tutkimustulokset

### Mikrobianalyysit materiaaleista

- Materiaalin mikrobianalyysit on tehty laimennossarjamenetelmällä
- Tulosten tulkintaohjeet:
  - Rakennusmateriaalissa **voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa**, kun näytteen home- ja hiivasienten pitoisuus on vähintään 10 000 pmy/g tai aktinomykeettien pitoisuus 3 000 pmy/g. Aktinomykeettien esiintymistä arvioidaan lisäksi niiden indikaattorimerkityksen avulla, kun niiden pitoisuudet ovat alle 3 000 pmy/g.
  - Näytteen bakteeripitoisuus vähintään 100 000 pmy/g viittaa bakteerikasvuun materiaalissa.
  - Sienikasvusto materiaalissa viittaa materiaalissa olevaan kosteus- ja mikrobivaurioon. Mikäli materiaalissa havaitaan vain suuri bakteeripitoisuus, tämä voi johtua myös materiaalin likaisuudesta, joten ainoastaan bakteeripitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta. Tulosten tulkinnassa on otettava huomioon menetelmän tekninen mittausepävarmuus ja muut tuloksen luotettavuuteen vaikuttavat tekijät, kuten esimerkiksi pesäkkeiden laskennan yhteydessä tehdyt arviot.



## Tutkimustulokset

### Mikrobianalyysit materiaalista

- Tulosten tulkintaohjeet, jatkuu:
  - Vaikka sienipitoisuus jää alle 10 000 pmy/g **voivat löydökset viitata** mikrobikasvustoon silloin, kun näytteessä havaitaan kosteus- ja homevaurioon viittaavia kosteusvaurioindikaattoreita (mikrobitaulukko 1 seuraavalla sivulla) ja sienten kokonaispitoisuus on 5 000 – 10 000 pmy/g tai näytteen sienisuvusto on epätavallisen yksipuolinen (1-2 lajia/sukua) ja pitoisuus kuitenkin >5 000 pmy/g.
  - Usean indikaattorin esiintyminen pieninä pitoisuuksina saattaa viitata itiöiden kerääntymiseen näytemateriaalin ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon. Jos rakennusmateriaalinäytteen sienipitoisuus on alle määräysrajan tai näytteessä havaitaan vain yksittäisiä pesäkkeitä, kyseessä voi olla vaurioitumaton näyte tai kuivunut kasvusto. Tällöin materiaaleille tehdään suoramikroskopiointi.
  - Eristemateriaaleissa todettua mikrobikasvua pidetään toimenpiderajan ylityksenä vain, jos rakenteesta on varmistettu ilmayhteys sisätiloihin.

## Tutkimustulokset

### Mikrobianalyysit materiaalista

#### **Mikrobitaulukko1:** Tärkeimmät home- ja kosteusvaurioindikaattorit

<i>Acremonium</i>	<i>Geomyces</i>
<i>aktinomykeetit</i>	<i>Oidiodendron</i>
<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Paecilomyces</i>
<i>Aspergillus ochraceus</i>	<i>Phialophora sensu lato</i>
<i>Aspergillus penicillioides / 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 /</i>
<i>Engyodontium</i>	
<i>Eurotium</i>	<i>Ulocladium</i>
<i>Exophiala</i>	<i>Wallemia</i>
<i>Fusarium</i>	

Tieto mikrobilajistosta on tärkeä osa mikrobikasvun ja epätavanomaisten mikrobilähteiden tunnistamista, mutta yksinomaan sen perusteella (esimerkiksi yksittäisten aktinomykeettien tai *Stachybotryksen* esiintyminen rakennuksessa) ei tule tehdä päätelmiä rakennuksen terveellisyydestä.

## **Tutkimustulokset**

### **Mikrobianalyysit materiaalista**

- Materiaalinäytteiden analyysivastausten perusteella näytteissä M-3, M-4 ja M-7 oli mikrobikasvustoa.
- Lisäksi näytteessä M-1 havaittiin pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa. Muissa näytteissä ei ollut asetuksen ja sen soveltamisohjeen tulkintaohjeiden mukaista mikrobikasvustoa.
- Välipohjanäytteissä B1-B4 ei havaittu mikrobikasvustoa.
  
- Näytekohtaiset tulokset on esitetty seuraavilla dioilla.

## Tutkimustulokset, Mikrobianalyysit materiaalista

Näyte	Bakteerit [pmy/g]	Aktinomykeetit [pmy/g]	Sieni-itiöt M2 [pmy/g]	Sieni-itiöt DG-18 [pmy/g]	Lajistosta tunnistetut kosteusvaurioindikaattorit
M-1	1 900	Alle havaintorajan	680	270	Phoma* 270 / 68 Stachybotrys* 140 / 0 Chaetomium* 68 / 0
M-2	210	Alle havaintorajan	260	170	Aspergillus ryhmä Usti* 0 / 43
M-3	220 000	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	-
M-4	77 000 000	Ei havaittu	8 600 000	4 200 000	Phoma* 1 600 000 / 1 200 000 Exophiala* 360 000 / 270 000 Acremonium* 180 000 / 0 Ulocladium* + Eurotium* +
M-5	Alle havainto- rajan	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	-

## Tutkimustulokset, Mikrobianalyysit materiaalista

Näyte	Bakteerit [pmy/g]	Aktinomykeetit [pmy/g]	Sieni-itiöt M2 [pmy/g]	Sieni-itiöt DG-18 [pmy/g]	Lajistosta tunnistetut kosteusvaurioindikaattorit
M-6	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	140	-
M-7	2 500 000 000	Ei havaittu	200 000	160 000	Stachybotrys* + / 0
M-8	5 900	90	90	Alle havaintorajan	-
M-9	3 000	Alle havaintorajan	140	68	Aspergillus ryhmä Usti* 68 / 0 Stachybotrys* 68 / 0
M-10	1 100	90	140	180	Aspergillus ryhmä Restricti* 0 / 140
M-11	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	-
M-12	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	45	Alle havaintorajan	-

## Tutkimustulokset, Mikrobianalyysit materiaalista

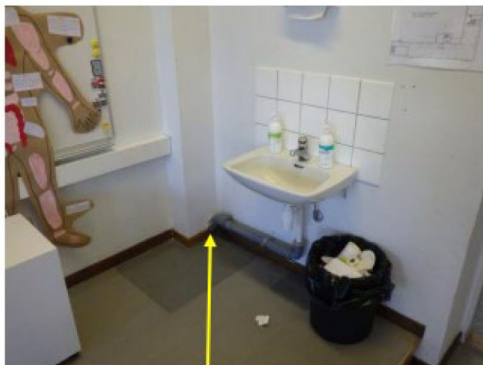
Näyte	Bakteerit [pmy/g]	Aktinomykeetit [pmy/g]	Sieni-itiöt M2 [pmy/g]	Sieni-itiöt DG-18 [pmy/g]	Lajistosta tunnistetut kosteusvaurioindikaattorit
M-13	200	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	-
M-14	76 000	Alle havaintorajan	610	610	-
M-15	Alle havaintorajan	140	45	45	-
B1	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	-
B2	45	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	-
B3	45	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	Alle havaintorajan	-

## Tutkimustulokset

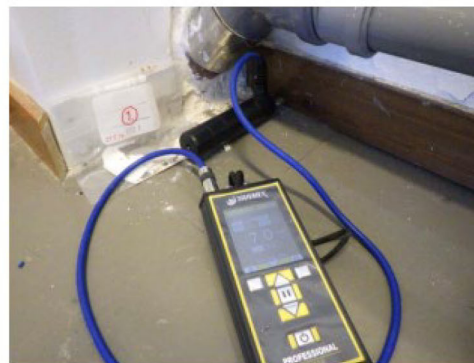
### Mikrobianalyysit materiaalista

#### **Materiaalinäyte M-1**

Näytteessä M-1 (huone 304), seinän kipsilevyn pintapaperia, esiintyi pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa. Näyte otettiin vesipisteen läheisyydestä, lavuaarin viemärintiputken vierestä. Puunkosteusmittauksen mukaan viereinen jalkalista oli kuiva, n. 7-paino-%.



Materiaalinäytteen M-1 ottokohta.



Materiaalinäyte M-1 ja jalkalistan kosteus-%.

## Tutkimustulokset

### Mikrobianalyysit materiaalista

#### **Materiaalinäyte M-3**

Materiaalinäyte M-3 on huoneen 301 A vesipisteen alta, kuparisten vesijohtojen eristepaperia. Materiaalinäytteessä oli jälkiä kastumisesta.



Materiaalinäytteen M-3 ottokohta.



Materiaalinäyte M-3.



## Tutkimustulokset

### Mikrobianalyysit materiaalista

#### **Materiaalinäyte M-4**

Materiaalinäyte M-4 on huoneen 301 A ikkunan alakarmin sisäpinnan puulastua. Näytteen kokonaisbakteeripitoisuus (77 000 000 pmy/g) ylitti Valviran ohjeen 8/2016 toimenpiderajan 100 000 pmy/g. Näytteessä ei havaittu aktinomykettejä. Näytteen sienipitoisuus (8 600 000 pmy/g) ylitti toimenpiderajan 10 000 pmy/g. Näytteessä esiintyi kosteusvaurioon viittaavaa sienisuvustoa.



Materiaalinäytteen M-4 ottokohta.



Materiaalinäyte M-4.

## Tutkimustulokset

### Mikrobianalyysit materiaalista

#### Materiaalinäyte M-7

Materiaalinäyte M-7 on huoneen 201 A vesipisteen alta seinän kipsilevyn pintapaperia. Näytteen kokonaisbakteeripitoisuus (2 500 000 000 pmy/g) ylitti Valviran ohjeen 8/2016 toimenpiderajan 100 000 pmy/g. Materiaalin korkea bakteeripitoisuus voi johtua myös materiaalin likaisuudesta. Näytteessä ei havaittu aktinomykettejä. Näytteen sienipitoisuus (200 000 pmy/g) ylitti toimenpiderajan 10 000 pmy/g. Näytteessä esiintyi kosteusvaurioon viittaavaa sienisuvustoa.



Materiaalinäytteen M-7 ottokohta.



Materiaalinäyte M-7.

## **Tutkimustulokset**

### **Mikrobianalyysit materiaalista**

- Muut huomiot:
  - Materiaalinäytteiden oton yhteydessä havaittiin ikkunoiden puuosissa puu- ja maalipintojen vaurioita (tilat 301A, 301B) sekä mm. huoneen 201B sisäkarmeissa epätiiveyksiä

## Tutkimustulokset

### Paine-eromittaukset

- Materiaalinäytteiden oton yhteydessä tiloissa tehtiin kertaluonteisia paine-eromittauksia ulko- ja sisäilman välillä.

Huone	Paine-ero Pa
301 A	-0,2...+4,5
301 B	-8,0...+0,3
201 A	-0,4...-1,2
201 B	-4,5...-6,0
205	-3,5...-5,5
116	<b>-8,2...-15,4</b>
Ruokala	-1,0...-6,7

- Huoneessa 116 oli hetkellisen paine-eromittauksen perusteella huomattava alipaine.

## Tutkimustulokset

### VOC-näyte sisäilmasta

- Näyte otettiin moottorilaboratoriosta analyysilaboratorion ohjeiden mukaisesti.
- Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja on 400 µg/m<sup>3</sup>.
- Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m<sup>3</sup>, lisäksi:

Yhdiste	Toimenpideraja
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidiodi di-isobytyraatti (TXIB)	10 µg/ m <sup>3</sup>
2-etyyli-1-heksanoli (2-EH)	10 µg/ m <sup>3</sup>
Naftaleeni	ei saa esiintyä hajua 10 µg/ m <sup>3</sup>
Styreeni	40 µg/ m <sup>3</sup>

## **Tutkimustulokset**

### **VOC-näyte sisäilmasta**

- Näytteen kokonaispitoisuus  $230 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (toimenpideraja  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- Ei yksittäisten yhdisteiden ylityksiä

## **Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset**

### **Materiaalin mikrobinäytteet**

- Materiaalinäytteissä, joissa todettiin toimenpiderajojen ylittävää mikrobikasvustoa, ovat sijainniltaan lähellä vesipisteitä (näytteet M-3 ja M7) ja ikkunan alakarmissa (näyte M-4)
- Mikrobivaurioituneet materiaalit ovat suorassa ilmayhteydessä sisäilmaan, joten vaurioituneet rakenteet suositellaan korjattavan erillisen korjaustyöselityksen mukaan.
- Myös muut ikkunat, joissa havaittiin sisäpuolelta vaurioita, suositellaan korjattavan samalla tavalla erillisen korjaustyöselityksen mukaisesti. Luokan 304 (näyte M-1) vesipisteen näytekohta suositellaan myös korjattavan. Luokan 304 lattian koroke poistetaan korokkeen alustan kunnan tarkastusta varten, jonka jälkeen koroke uusitaan tarpeen mukaan.
- Jatkotutkimustarpeiden arviointi yhdessä tilaajan, koulu/työterveyshuollon ja viranomaisen kanssa yhteistyössä.

## **Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset**

### **Paine-erot**

- Sisätilojen suuri alipaineisuus aiheuttaa riskin epäpuhtauksien kulkeutumiselle rakenteista sisäilmaan.
- Suositellaan paine-erojen pidempiaikaista seurantaä sekä tarvittaessa ilmanvaihdon säätöä. Ikkunoiden tiiveyksien korjaaminen tarpeen mukaan.



## **Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset VOC-näyte sisäilmasta**

- Moottorilaboratoriosta otetussa VOC-ilmanäytteessä ei ollut toimenpiderajan ylittäviä pitoisuuksia.
- Näytteenottotilassa oli kuitenkin polttonesteisiin / öljyyn viittaavaa hajua.
- Tilan ja koulurakennuksen välisessä seinässä havaittiin sähköjohtojen läpivientejä, joiden kautta on mahdollista levitä hajuja koulurakennuksen puolelle, riippuen tilojen välisestä paine-erosta.
- Suositellaan moottorilaboratorion ja koulutilan väliset läpiviennit tiivistettävän ilmatiiviiksi, tiivistystöiden laadunvarmistus merkkiainekokeella.



**KIITOS!**

# Kesän 2019 aikana Sepänkatu 2:ssa tehdyt korjaustoimenpiteet

Turun kaupunki, sisäilmapäällikkö Kati Järvi



# Kesän aikana tehdyt korjaustoimenpiteet

- Luokkien 201A ja 301A vesipisteiden alaosat on purettu vähintään puolen metrin matkalta, vaurioituneet materiaalit poistettu, taustan seinään tehty vedeneristys muovimatolla roiskevesien aiheuttaman seinän kastumisen estämiseksi (lattiamaton ylösnosto).
- Luokkien 201A, 201B, 301A ja 301B ikkunoiden sisäpuoliset alakarmit höylätty tai hiottu, niin että vaurioituneet materiaali saatu pois. Ikkunat maalattu sekä tiivistetty.
- Luokan 304 koroke poistettu ja samalla vesipiste korjattu em. mukaisesti.
- Kohteesta on vaihdettu kaikki puulattialistat muovisiin lattialistoihin ja vaihtotyön yhteydessä listan takaosa hiottu ja maalattu 10 cm korkeuteen, lattiaraja tiivistetty lattian ja seinän liitoskohdasta
- Moottorilaboratorio on jo tyhjennetty toimenpidesuositusten mukaisesti laitteista, öljyistä / poltonesteistä ja voiteluaineista. Moottorilaboratorion ja koulutilojen väliset mahdolliset läpiviennit tiivistetään. Tiivistysten laadunvarmistus tehdään merkkiainekokeella.

# Jatkotoimenpiteet

Jatkotutkimustarpeiden arviointi yhdessä tilaajan, koulu- / työterveyshuollon ja viranomaisen kanssa yhteistyössä.

- Rakennusterveysasiantuntija ottaa tiistaina 13.8. kontrollipyyhlintä
- Moottorilaboratorion ja koulutilojen välisten läpivientien kontrollimittauksia koulukäytävältä ja auditoriotilasta, heti kun tiivistykset tehty
- Uusien materiaalinäytteiden ottaminen
- Korjaustoimenpiteiden jälkeen tiloissa suoritetaan homepölysiivous ennen koulutoiminnan alkua.
- Tiloissa tehdään tehostettua siivousta elo-syyskuun ajan

# Lopuksi

- Mikäli uusintanäytteissä todetaan vielä kosteusvaurioihin viittaavaa kasvustoa, harkitaan tilojen käytön keskeyttämistä koulutarkoitukseen ja siirtymistä väistötiloihin viimeistään kuukauden kuluessa haitan toteamisesta sekä ryhdyttävä sitä ennen haittaa rajoittaviin toimenpiteisiin esim. teknisillä ratkaisuilla. Tilat voidaan ottaa uudelleen käyttöön, kun haitan aiheuttaja on selvitetty ja epäkohdat on korjattu sekä todettu haitan poistuneen.
- Sepänkadun sisäilmatilannetta on seurattu syksystä 2018 alkaen työryhmässä, jossa oli koulun edustajien lisäksi mukana mm. kaupungin ehkäisevän terveydenhuollon ylilääkäri, koululääkäri, työterveysjohtaja, terveystarkastaja ja ympäristöterveyspäällikkö, tilapalvelukeskuksen sisäilmapäällikkö ja ylläpitöinsinööri sekä oppilaitten vanhempien edustaja. Työryhmä on kokoontunut viimeksi 9.5.2019. Työryhmän puheenjohtajana toimii sisäilmapäällikkö Kati Järvi.