

## **LIIKUNTASALIN RAKENNETUTKIMUS**

**1.4.2019**



**RIIHIKALLION KOULU**

**PELLAVAMÄENTIE 15**

**04320 TUUSULA**

## Sisällysluettelo

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | KUNTOTUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT .....                                     | 3  |
| 1.1 | Kohdetiedot ja tilaaja .....   | 3  |
| 1.2 | Tutkimuksen toteuttaja .....   | 3  |
| 1.3 | Kohteen yleistiedot, tutkimuksen laajuus sekä tutkimusmenetelmät ..... | 3  |
| 1.4 | Tutkimuksen ajankohta.....   | 4  |
| 2   | LIIKUNTASALIN RAKENTEET JA RAKENNEAVAUKSET.....                        | 4  |
| 3   | MITTAUKSET JA TUTKIMUSTULOKSET SEKÄ KÄSITTEET .....                    | 12 |
| 3.1 | Suoramikroskopointi materiaalinäytteestä .....                         | 12 |
| 3.2 | Mikrobinäytteiden viljelytutkimukset.....                              | 13 |
| 3.3 | VOC-yhdisteiden määrittäminen materiaalinäytteestä .....               | 14 |
| 4   | YHTEENVETO.....  | 14 |

## 1 KUNTOTUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT

### 1.1 Kohdetiedot ja tilaaja

|         |   |
|---------|---|
| Kohde   | Riihikallion koulu<br>Pellavamäentie 15<br>04320 Tuusula  |
| Tilaaja | Tuusulan kunta/tilapalvelu<br>Rakennusmestari Pertti Elg<br>+358 40 314 555<br><a href="mailto:pertti.elg@tuusula.fi">pertti.elg@tuusula.fi</a> |

### 1.2 Tutkimuksen toteuttaja

|               |   |
|---------------|---|
|               | PH Ympäristötekniikka Oy<br>Puusepänkatu 5<br>13110 Hämeenlinna   |
| Yhteyshenkilö | Paula Helmi<br>+358 50 468 8448<br><a href="mailto:paula.helmi@phyt.fi">paula.helmi@phyt.fi</a>   |
| Tutkija       | Pasi Tuuvanen<br>Etelä-Suomen Rakennuskonsultit Oy, ESRK Oy<br>+358 400 247 015<br><a href="mailto:pasi.tuuvanen@esrk.fi">pasi.tuuvanen@esrk.fi</a> |

### 1.3 Kohteen yleistiedot, tutkimuksen laajuus sekä tutkimusmenetelmät

- Rakennuksia, 1 kpl
- Kerroksia, 2 kpl + kellari
- Liikuntasalin rakennusvuosi: 1976

Tutkimuksen kohteena on Riihikallion koulun liikuntasalin alapohja- ja ulkoseinärakenteet. Liikuntasalin ulkovaipparakenteisiin on aikaisemmin suoritettu rakenneavauksia ja rakenteista otettiin materiaalinäytteitä kolme kappaletta (Rakennuksen sisäilma- ja rakennetekninen kuntotutkimus, 28.5.2018). Tutkimuksen perusteella liikuntasalin länsisivulta otetussa näytteessä esiintyi vahva viite vauriosta laimennossarjaviilijelyssä ja kahdessa näytteessä ei havaittu laimennossarjaviilijelyssä viitteitä vauriosta. 28.5.2018 kirjatun kuntotutkimuksen perusteella liikuntasalin rakenteissa havaittiin vaurioita ulkovaipparakenteiden osalta. Ulkovaipparakenteet eroavat suunnitelmista tuuletusvälin osalta eli ulkovaipparakenteet ovat riskirakenteeksi luokiteltuja tiili-villa-tiili -rakenteita. Paikoin tiilimuurauksen alaosan tuuletusraot ovat tukkeutuneet muurauksen yhteydessä laastipursein. Rakenneavausten perusteella julkisivumuurauksen taustalla ei havaittu tuuletusväliä missään rakenneavauskohdassa. Rakenneavauksissa ei havaittu bitumikermiä tiilimuurauksen ja betonien

sokkelirakenteen välissä ja ulkovaipan eristetilasta on suora yhteys sokkelin eristehalkaisuun. Julkisivujen pellityksissä havaittiin rakoja rakenteisiin ja julkisivujen tiivistysmassat ovat irronneet pellityksen ja julkisivujen rajapinnoilta. Osa vesipellityksistä on vaurioitunut tai irronnut. Julkisivumuurauksessa havaittiin osittain tiilimuurausta myötäilevää halkeilua ja paikoin halkeilu on katkaissut tiiliä. Liikuntasaliosuuden ikkunoiden yläosien pellitykset ovat paikoin puutteelliset, mutta raot ovat suojaossa suoralta vesisateelta.

Liikuntasalin jatkotutkimuksessa suoritettiin alapohjaan kuusi rakenneavausta ja ulkovaipparakenteisiin suoritettiin kolme (3) rakenneavausta. Ulkovaipparakenteista otettiin neljä (materiaalinäytettä) mikrobitutkimuksiin ja alapohjasta toimitettiin kaksi mattonäytettä BULK-tutkimuksiin. Rakenneavauksista tarkastettiin rakennekerrokset ja vauriot.

## 1.4 Tutkimuksen ajankohta

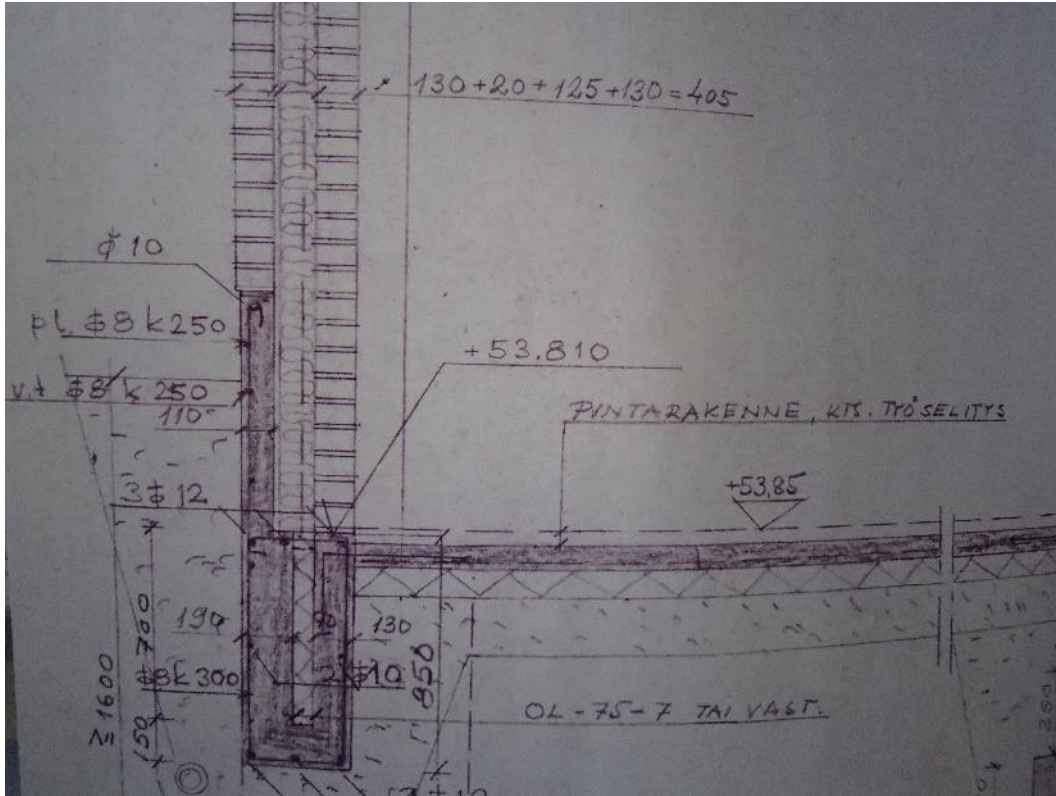
Kenttätutkimukset suoritettiin 2 – 3/2019.

## 2 LIIKUNTASALIN RAKENTEET JA RAKENNEAVAUKSET

Alkuperäisten suunnitelmien mukaan liikuntasalin kantavana rakenteena toimii pilari- ja palkkirakenteet. Liikuntasalin julkisivut ovat pääosin ovat puhtaaksimuurattuja tiilipintoja. Tiilimuurausten taustalla on suunnitelmien mukaan 20 mm työ-/tuuletusrako ja lämmöneristeenä ulkovaipparakenteessa on 125 mm vahvuinen mineraalivillaeristys. Sisäpinnat ovat tiilimuuratut ja maalattuja.

Rakennuksen sokkelit ovat paikallaan valettuja maalattuja betonisokkeleita, joiden eristeenä on kova mineraalivillaeristys. Suunnitelmien mukaan, ulkopäin lähtien, rakenteet ovat seuraavat: 110 mm vahvuinen betonivalu, 20 mm tuuletusrako, 125 mm mineraalivillaeriste ja 130 mm tiilimuuraus.

Liikuntasalin alapohjat ovat suunnitelmien mukaan maanvastaisia rakenteita, jossa pintamateriaalien alapuolella on betonivalu, kovat eristeet ja täyttömaa-aines.



Kuva 1. Liikuntasalin ulkovaippa- ja alapohjarakenteiden rakenteet.

Liikuntasalin ulkovaipparakenteisiin suoritettiin neljä rakenneavausta mahdollisimman läheltä lattian ja seinän rajapintaa. Rakenneavauspaikat on esitetty liitteenä olevassa rakenneavauskartassa.

Rakenneavaukset RAKS1, RAKS2, RAKS3 ja RAKS4 liikuntasalin ulkoseinärakenteeseen sisäkautta suoritettuna:

- |    |         |                      |
|----|---------|----------------------|
| 1. | 130 mm, | maalattu KAH1-tiili  |
| 2. | 140 mm, | mineraalivillaeriste |
| 3. | 2 mm,   | bitumisively         |
| 4. |         | betonisokkeli        |

Rakenneavausten perusteella eristetilän alapinta oli rakenneavauskohdissa lattiapinnan alapuolella noin 130...180 mm ja maanpinnan alapuolella noin 210...400 mm. Eristetilän alapinnassa havaittiin bitumisively. Paikoin sokkelin sisäpinnalla havaittiin kalkkihärmekertymiä, jotka viittaavat betonisokkelin bitumisivelyn vaurioitumiseen ja kosteuden kulkeutumiseen sokkelin betonirakenteiden läpi ulkovaipparakenteiden eristetilään. Rakenneavauskohdassa RAKL4 havaittiin eristetilässä vanhaa vaurioitunutta pakkausmateriaalia.





*Kuva 2. Rakenneavaus RAKS1 liikuntasalin ulkoseinärakenteeseen.*



*Kuva 3. Sokkelin sisäpinnassa havaittiin kalkkihärmekertymiä.*



*Kuva 4. Sokkelin sisäpinnassa havaittiin kalkkihärmekertymiä.*



*Kuva 5. Rakenneavauskohdassa, RAKL4, havaittiin eristetilassa vanhaa pakkausmateriaalia.*





*Kuva 6. Vanhat pakkausmateriaalit ovat aistinvaraisesti vaurioituneet.*

Liikuntasalin alapohjarakenteisiin suoritettiin kuusi rakenneavausta ja kahden rakenneavauksen kohdalta tarkastettiin betonilaatan alapuoleiset rakenteet.

Rakenneavaukset RAKL1, RAKS3, RAKS4 ja RAKS5 liikuntasalin alapohjarakenteeseen:

- |             |                                  |
|-------------|----------------------------------|
| 1. 8 mm,    | liikuntasalimatto/liima          |
| 2. 15 mm,   | vanerilevy/liima                 |
| 3. 2 mm,    | vanha vinyylimatto/liima         |
| 4. 18 mm,   | pinnoitettu lastulevy (pontattu) |
| 5. 15 mm,   | tuulettuva lattialevy            |
| 6. 0,02 mm, | muovikalvo                       |
| 7.          | betonilaatta                     |





*Kuva 7. Rakenneavauksen RAKL1 rakenteet.*



*Kuva 8. Rakenneavauksen RAKL1 rakenteet.*

Rakenneavaus RAKL2 liikuntasalin alapohjarakenteeseen:

- |                |                                  |
|----------------|----------------------------------|
| 1. 8 mm,       | liikuntasalimatto/liima          |
| 2. 15 mm,      | vanerilevy/liima                 |
| 3. 2 mm,       | vanha vinyylimatto/liima         |
| 4. 18 mm,      | pinnoitettu lastulevy (pontattu) |
| 5. 15 mm,      | tuulettuva lattialevy            |
| 6. 0,02 mm,    | muovikalvo                       |
| 7. 130 mm,     | betonilaatta                     |
| 8. 0,02 mm,    | muovikalvo                       |
| 9. 70...80 mm, | EPS-eriste                       |
| 10.            | Sekamaa-aines                    |

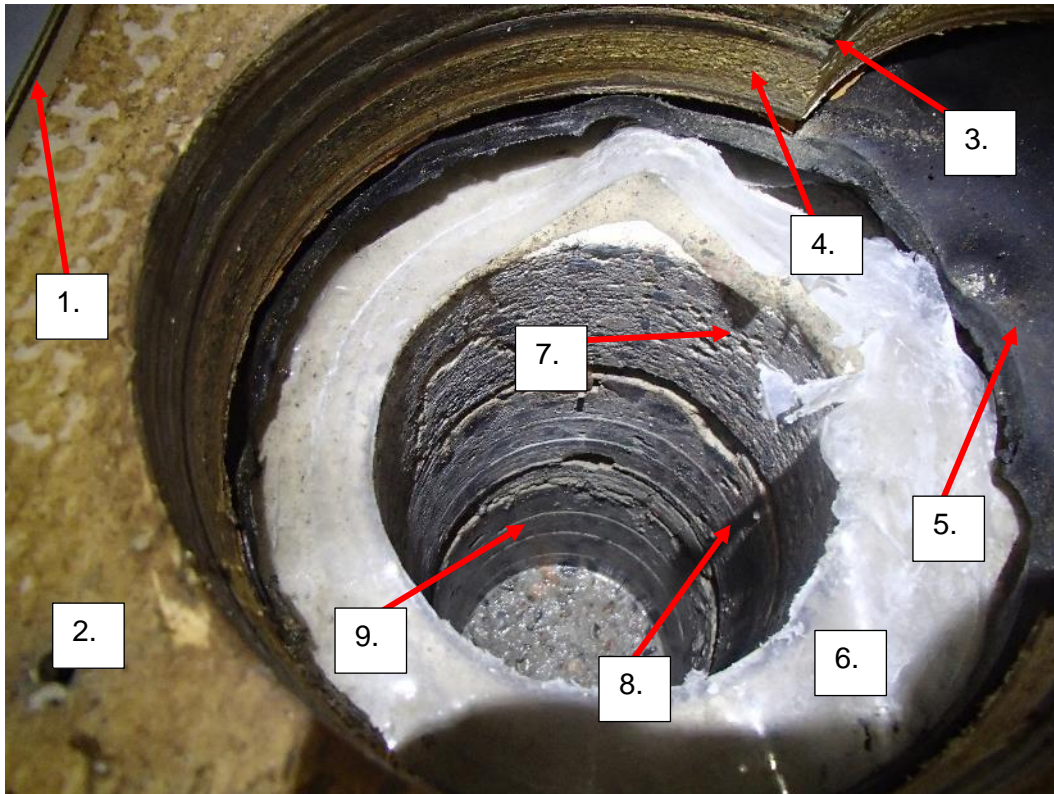


Kuva 9. Rakenneavauksen RAKL2 rakenteet.



Rakenneavaus RAKL6 liikuntasalin alapohjarakenteeseen:

- |             |                                  |
|-------------|----------------------------------|
| 1. 8 mm,    | liikuntasalimatto/liima          |
| 2. 15 mm,   | vanerilevy                       |
| 3. 2 mm,    | vanha vinyylimatto/liima         |
| 4. 18 mm,   | pinnoitettu lastulevy (pontattu) |
| 5. 15 mm,   | tuulettuva lattialevy            |
| 6. 0,02 mm, | muovikalvo                       |
| 7. 60 mm,   | pintavalu                        |
| 8. 68 mm,   | betonivalu                       |
| 9.          | betoniantura                     |



Kuva 10. Rakenneavauksen RAKL6 rakenteet.

Rakenneavausten perusteella vanhan liikuntasalin pintamateriaalien päälle on asennettu liimaamalla vanerilevy ja uusi liikuntasalimatto. Vanhan vinyylimaton liima oli tahmeaa ja aistinvaraisesti havainnoituna vanhan vinyylimaton liima haisi voimakkaasti kemikaalimaiselle ja pistävälle. Alapohjan alkuperäinen betonivalu on kahden muovikalvon välissä ja anturoiden kohdalla alapohjan betonivalu on valettu suoraan betonianturan päälle. Betonianturan ja lattiatavalun välissä ei havaittu kapilaarikatkoa.



*Kuva 11. Vanhan vinyylimaton liima oli tahmeaa ja tuoksui voimakkaasti.*

### 3 MITTAUKSET JA TUTKIMUSTULOKSET SEKÄ KÄSITTEET

#### 3.1 Suoramikroskopointi materiaalinäytteestä

Mikroskopointitutkimuksella selvitetään materiaalinäytteessä sieni-itiöiden ja rihmaston esiintymistä sekä voidaan arvioida niiden määrää. Mikäli suoramikroskopoinnissa havaitaan sienirihmastoja, tämä voi viitata homekasvustoon tai lahovaurioon näytteessä. Pelkkien itiöiden havaitseminen voi viitata kontaminaatioon muusta lähteestä. Menetelmällä voidaan havaita myös muun muassa lahovaurioita.

Tutkimus ei sovellu bakteerikasvuston havainnointiin, joka on tehtävä viljelymenetelmällä. Mikroskopoinnilla havaitut sienirihmastot ja -itiöt voivat olla peräisin vanhasta jo kuivuneesta kosteusvauriosta, joka voi olla seurausta rakennusaikaisesta kosteusvauriosta esimerkiksi puutavaraa on säilytetty ulkona suojaamatta tai materiaalina on käytetty vanhaa betonimuotitavaraa.



*Taulukko 1. 22.2.2019 otettujen näytteiden aistinvarainen arviointi ja suoramikroskopointi.*

| Näyte  | Lab   | villa            | paperi | Mikroskopointi                                 |
|--------|-------|------------------|--------|--|
| RAKS 1 | 10961 | hieman tummahkoa | -      | -  |
| RAKS 2 | 10962 | hieman tummahkoa | -      | -  |
| RAKS 3 | 10963 | hieman tummahkoa | tummaa | Kohtalaisesti sienirihmastoja ja sieni-itiöitä |
| RAKS 4 | 10964 | hieman tummahkoa | -      | -  |

## 3.2 Mikrobinäytteiden viljelytutkimukset

### Laimennossarjamenetelmä

Mikrobikasvu rakennusmateriaalissa todetaan mikrobien kasvatukseen perustuvalla laimennossarjamenetelmällä tehdyillä tutkimuksilla. Näytteestä tutkitaan mikrobipitoisuus sekä tunnistetaan siinä esiintyvät mikrobisuvut. Sosiaali- ja terveysministeriö on listannut mikrobit, jotka ovat kosteusvaurioon viittaavia indikaattorisukuja sekä ne suvut, joiden aineenvaihduntatuotteiden tiedetään aiheuttavan terveyshaittaa.

Mikrobinäytteistä tutkitaan bakteerit, aktinomykeetit, sieni-itiöpitoisuus (THG-alusta bakteereille, M2A-alusta hiivoille ja homeille sekä DG-18-alusta kuivissa oloissa viihtyville hiivoille ja homeille). Tulokset ilmoitetaan yksikkönä pmy (kpl)/ g.

Rakennusmateriaalinäytteissä on aina mikrobeja. Maaperän kanssa kosketuksissa olevissa alapohjan ja ulkoseinän materiaaleissa voi esiintyä mikrobeja suurinakin pitoisuuksina. Erityisesti rakennuksen uloimmissa rakenteissa olevissa materiaaleissa, kuten lämmöneristeissä ja tuloilmakanavien suodattimissa on luonnostaan ulkoilmasta peräisin olevia mikrobeja. Terveyshaittana edellä mainittua kasvustoa voidaan pitää siinä tapauksessa, jos itiöt ja mikrobien aineenvaihduntatuotteet pääsevät kulkeutumaan sisälle.

Jos mikrobikasvusto esiintyy kosteusvaurion seurauksena alapohjan tai ulkoseinärakenteen materiaalissa, vaurion syy tulee korjata ja mikrobikasvusto poistaa.

Rakennusmateriaalinäytteiden mikrobituloksien tulkinta perustui *Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) asumisterveysasetukseen 545/2015 ja sen soveltamisohjeeseen (Osa 4, 8/2016)*:

*Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun näytteen home- ja hiivasienten pitoisuus on laimennossarjamenetelmällä tutkittuna vähintään 10 000 pmy/g tai aktinomykeettien pitoisuus 3 000 pmy/g. Näytteen bakteeripitoisuus vähintään 100 000 pmy/g viittaa bakteerikasvuun näytteessä.*

Kun sieni-itiöpitoisuus jää alle 10 000 pmy/g, kosteusvaurion tulokinnassa tarkastellaan suvutojen esiintymistä ja jakaantumista asetuksen 545/2015 tulkintaohjeiden mukaisesti.

Taulukko 2. 22.2.2019 otettujen materiaalinäytteiden mikrobitulokset (pmy/g) laimennossarjamenetelmällä.

| Näyte  | Lab   | Aktinomykeetit | THG   | DG-18 | M2A  | Indikaattorimikrobit   | Tulkinta              |
|--------|-------|----------------|-------|-------|------|--|-----------------------|
| RAKS 1 | 10961 | <100           | <100  | 8100  | 9900 | <i>Aspergillus penicillioides/restrictus</i> ,<br><i>Aspergillus sydowii/versicolor</i><br><i>Acremonium</i><br><i>Phialophora</i> | Vahva viite vauriosta |
| RAKS 2 | 10962 | <100           | 19000 | 810   | 450  | <i>Aspergillus sydowii/versicolor</i><br><i>Acremonium</i>   | Ei viitettä vauriosta |
| RAKS 3 | 10963 | <100           | 100   | 270   | 270  | <i>Aspergillus penicillioides/restrictus</i>   | Ei viitettä vauriosta |
| RAKS 4 | 10964 | <100           | 270   | <100  | <100 |  | Ei viitettä vauriosta |

### 3.3 VOC-yhdisteiden määrittäminen materiaalinäytteestä

Materiaalinäytteen VOC-pitoisuus ilmoitetaan yksikkönä ng/(g h). Näytteiden emissiot tutkitaan mikrokammion menetelmällä ja analysoidaan kaasukromatografisesti. Menetelmä ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu koeolosuhteissa. Näyte otetaan muovimatosta leikkaamalla noin 10 x 10 cm:n kokoinen pala mattoveitsellä siten, että alla olevaa liimaa saadaan myös näytteen mukaan. Näytteenoton yhteydessä tehdään havaintoja liiman laadusta ja maton kiinnityksestä, betonipinnan kosteudesta sekä hajuhavaintoja maton alla.

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

Taulukko 3. VOC-tulokset mattonäytteestä. 2-Etyyli-Heksanolipitoisuuden suhteellinen osuus kokonaispitoisuudesta on ilmoitettu suluissa.

| Tunnus     | Materiaalin VVOC-pitoisuus, ng/(m <sup>3</sup> h) | 2-Etyyli-heksanoli, ng/(m <sup>3</sup> h) |
|------------|---|---|
| FG1, RakL1 | 3900  | 2295 (59%)                                |
| FG2, RakL6 | 5700  | 2619 (46%)                                |

Tutkimuksessa havaituista yksittäisistä yhdisteistä 2-Etyyli-1-Heksanolin suhteellinen osuus kokonais-VOC-pitoisuudesta oli korkea molempien näytteen osalta.

## 4 YHTEENVETO

Rakennevausten perusteella ulkovaipparakenne on riskirakenteeksi määritelty betoni/tiili – villa – tiili -rakenteeseen. Sokkelin sisäpinnassa havaittiin kalkkihärmekertymiä, jotka viittaavat eristetilan kosteusrasitukseen. Kosteus on kulkeutunut todennäköisesti betonisokkelin läpi rakennuksen ulkopuolelta ja maanpinnan alapuoleisista maa-aineksista. Eristetilan alapinta oli tarkastuksen perusteella 270...400 mm maanpinnan alapuolella. Tarkastuksen yhteydessä ulkovaipparakenteen eristemateriaaleissa havaittiin lievää tummentumaa ja rakennevausten yhteydessä havaittiin maakellarimainen haju.

Alapohjarakenteiden rakenneavauksessa maanvastainen betonilaatta on kahden muovikalvon välissä sekä vanhan vinyylimaton liima oli tahmeahkoa sekä liiman haju oli pistävä ja kemikaalimainen. Anturoiden kohdalla pintavalut on valettu betonianturan päälle, jolloin alapohjan kosteasta sekamaa-aineksesta nousee kosteus kapilaarisesti ylöspäin.

Näytteen RAKS3 mikroskooppisessa tutkimuksessa havaittiin kohtalaisesti sienirihmastoja ja sieni-itiöitä. Aistinvaraisesti havainnoituna näytteiden eristevillat ja paperi olivat tummuneet.

Rakennusmateriaalien laimennossarjaviiljelyssä asumisterveysasetuksen (545/2015) toimenpiderajoja ei ylitetty. Rakennusmateriaalinäytteen RAKS1 mikrobimäärät ovat korkeat (hieman alle toimenpiderajan) ja näytteessä on useita kosteusvaurioihin viittaavia mikrobeja, jonka seurauksena näytteen osalta näyte on tulkittu vahvaksi viitteeksi vauriosta. Muiden näytteiden osalta mikrobimäärät ovat matalia, mutta näytteissä on kosteusvaurioihin viittaavia mikrobilajikkeita.

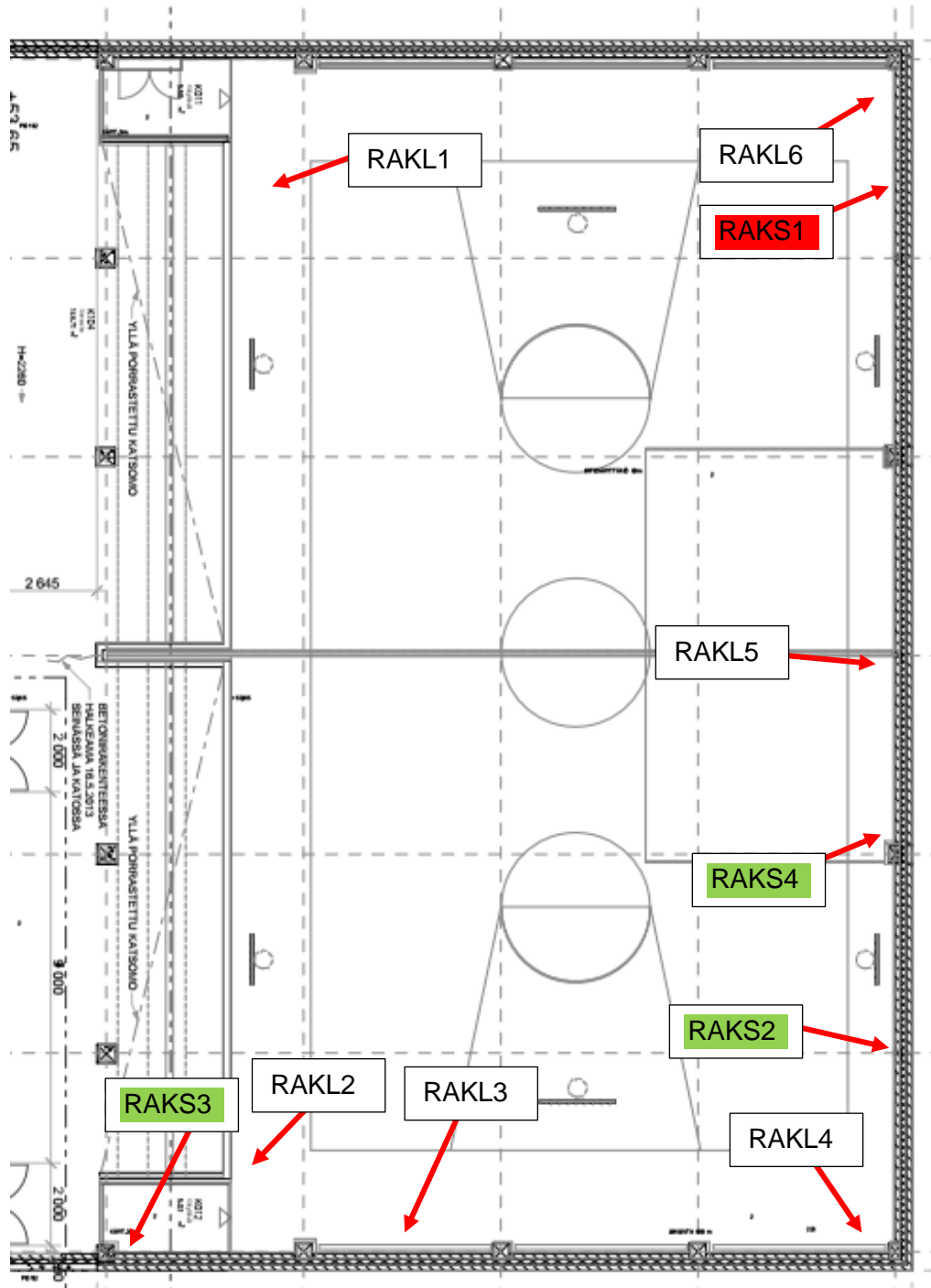
BULK-tutkimuksessa havaituista yksittäisistä yhdisteistä 2-Etyyli-1-Heksanolin suhteellinen osuus kokonais-VOC-pitoisuudesta oli korkea molempien näytteen osalta.

Helsingissä 1.4.2019



Pasi Tuuvanen  
Insinööri, (YAMK), Korjausrakentaminen  
Rakennusterveysasiantuntija  
VTT-C-23271-26-17  
Rakenteiden kosteuden mittaaja  
VTT-C-21806-24-1

Näytteidenottokartta:







Analyysivastaus 2895119  
VVOC- ja VOC -yhdisteet, FLEC (massa)

|                   |  |
|-------------------|--|
| Tilaaaja          | PH Ympäristötekniikka Oy, Paula Helmi, Puusepänkatu 5, 13110 Hämeenlinna |
| Tutkimuskohde     | Riihikallion koulu, liikuntasali, Tuusula                                |
| Näytteenottaja    | Pasi Tuuvanen  |
| Näytteenottopäivä | 20.2.2019  |
| Vastaanotettu     | 25.2.2019  |
| Viitteenne        |  |

|               |   |         |                  |
|---------------|---|---------|------------------|
| Laboratorio   | Ositum Oy, Perintötie 8 C 4, 01510 VANTAA | Puhelin | +358 10 425 2610 |
| Yhteyshenkilö | FT, kemisti Juhani Kronholm               |         | +358 50 350 9880 |
| Analysoija    | FT, kemisti Juhani Kronholm               |         |                  |
| Raportoija    | FT, kemisti Juhani Kronholm               |         |                  |

### Analyysimenetelmä

Materiaalin emissionäytteiden ottoon on käytetty näytteenottovälineitä, jotka eivät kontaminoi näytteitä. Muiden kuin Ositum Oy:n ottamista näytteistä vastaa tilaaja.

Materiaalien emissionäytteet on käsitelty standardin ISO 16000-10 mukaan. Materiaalien emissiot määritetään ja ilmoitetaan joko pinta-alaa kohden tunnissa,  $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ h})$ , tai painoa kohden tunnissa,  $\text{ng}/(\text{g h})$ . Materiaalien pintaemissiot voidaan mitata joko laboratorioon toimitetusta näytteestä tai kohteessa paikanpäällä.

Materiaalinäytteestä emittoituvat haihtuvat orgaaniset yhdisteet on kerätty adsorbenttiputkeen vakioidussa olosuhteissa The Field and Laboratory Emission Cell (FLEC) FL-0001 näytteenkeräyslaitteistolla. Näytteen keräämiseen on käytetty kantokaasuna typpikaasua (instrument-laatu, 5.0-luokka, puhtausaste 99.999 %). Typpikaasu on kostutettu 50 % ilmankosteuteen ja sen virtausnopeus on säädetty 150 ml minuutissa FLEC Air Control FL-1000-laitteella. Kostutetun typpikaasun virtausnopeus on tarkastettu Agilent Flow Tracker 2000-virtausmittarilla ennen FLEC-keräyskammiota. Näytteenotto on aloitettu FLEC-keräyskammion saavutettua typpi-ilmakehän. Näytettä on kerätty 4500 ml adsorbentti-putkeen käyttäen FL-1001 FLEC Air-pump 1001-tarkkuuspumpua.

Näytteet on analysoitu standardien ISO 16000-6 ja SFS-EN 16017-1 mukaisesti käyttäen termodesorptiota, kaasukromatografiaa ja massaselektiivistä detektoria (Agilent TD-GC-MS-laitteisto). Analyysimenetelmässä GC:n lähtölämpötila on  $+10 \text{ }^\circ\text{C}$  ja analyysissa käytetään erityisipitkää 60 metrin kolonnaa, jotta näytteen sisältämät yhdisteet saadaan eroteltua tarkasti. Menetelmä mahdollistaa erittäin haihtuvien, tavanomaisissa sisälämpötiloissa esiintyvien, yhdisteiden havainnoinnin. Menetelmällä voidaan mitata erittäin haihtuvia (VVOC) ja haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) kiehumispistealueella  $> 0 - 260 \text{ }^\circ\text{C}$ . Tällä menetelmällä saatu tulos poikkeaa havaittujen yhdisteiden lukumäärän suhteen muilla menetelmillä tehdyistä analyyseistä.

Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on laskettu tolueeniekvivalenttina, eli vertaamalla niiden vastetta tolueenin vasteesta muodostettuun nollan kautta kulkevaan kalibrointisuoraan. Yhdisteet on tunnistettu vertaamalla niiden massaspekttriä Wiley- ja NIST-kirjastojen mallimassaspektreihin ja niiden pitoisuudet on ilmoitettu mikrogrammoina yhtä kuutiometriä ilmaa kohden ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Analyysituloksessa ilmoitettu TVOC (Total Volatile Organic Compounds) on sisäilmanäytteestä analysoitujen yksittäisten haihtuvien orgaanisten yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus välillä *n*-heksaani – *n*-heksadekaani.

FLEC-laboratorioanalyysin mittausepävarmuus TVOC:lle on  $< 45 \text{ } \%$  ja määrittäjäraja on  $< 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tolueeniekvivalenttina määritetyille yksittäisille yhdisteille mittausepävarmuudet ovat yllä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Toistettavuus on määritetty yhdisteryhmäkohtaisesti.

| Yhdisteryhmä  | Toistettavuus (%) |
|---|-------------------|
| Aldehydit, alkaanit, alkeenit, fenolit, esterit, ketonit ja terpeenit | 30                |
| Alkoholit   | 20                |
| Aromaattiset yhdisteet ja typpiyhdisteet                              | 50                |
| Eetterit  | 40                |
| Halogenoidut yhdisteet ja orgaaniset hapot                            | 60                |

Yksittäisten yhdisteiden yli  $500 \text{ ng}/(\text{g h})$ :n pitoisuudet ovat suuntaa-antavia ja tällöin myös analyysissä saatu TVOC ja kyseisen yhdisteryhmän pitoisuus ovat suuntaa-antavia. Alle  $100 \text{ ng}/(\text{g h})$ :n TVOC on ilmoitettu yhden merkitsevän numeron ja yli  $100 \text{ ng}/(\text{ng h})$ :n TVOC kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.



Ositum Oy:n kemian laboratorion Vantaan toimipiste on akkreditoitu testauslaboratorio T261 (FINAS-akkreditointipalvelu, (SFS-EN ISO/IEC 17025:2005). Akkreditointi kattaa sisäilman VVOC- ja VOC-analyysin kokonaispitoisuuden (TVOC) ja FLEC-analyysin näytteenoton.

**Näytteet VVOC- ja VOC-yhdisteet, FLEC (massa)**

| Näyte | Selite              | Massa    | Näyteputki          |
|-------|---------------------|----------|---------------------|
| FG1   | Liikuntasali, RakL1 | 14.484 g | 117421 <sup>c</sup> |
| FG2   | Liikuntasali, RakL6 | 13.879 g | 181741 <sup>d</sup> |

<sup>c</sup> Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1000, kerättyjen yhdisteiden koko ~ C<sub>3/4</sub> – C<sub>20</sub>
<sup>d</sup> Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1003, kerättyjen yhdisteiden koko ~ C<sub>2/3</sub> – C<sub>20</sub>
**Tulos VVOC- ja VOC-yhdisteet, FLEC (massa)**

Pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalenttina (ng/(g h)). Toteamisrajan ylittävät, mutta määrittämissä rajoissa olevat pitoisuudet on merkitty lyhenteellä ND. Tällöin yhdiste on havaittu analysissä, mutta sen pitoisuus on niin pieni, ettei sitä voida määrittää.

| Ryhmä                 | Yhdiste                                      | FG1               | FG2               |
|-----------------------|--|-------------------|-------------------|
| <b>Aldehydit</b>      |  |                   |                   |
|                       | heksanaali                                   | 8                 | 15                |
|                       | <b>Yhteensä</b>                              | 8                 | 15                |
| <b>Alkoholit</b>      |  |                   |                   |
|                       | 1-butanoli                                   | 17                |                   |
|                       | 1-pentanoli                                  |                   | 6                 |
|                       | 2-butoksietanoli                             |                   | 18                |
|                       | 2-etyyliheksanoli                            | 2295 <sup>1</sup> | 2619 <sup>1</sup> |
|                       | 3-heptanoli                                  | 6                 | 7                 |
|                       | isoborneoli                                  | 11                | 32                |
|                       | <b>Yhteensä</b>                              | 2329 <sup>2</sup> | 2682 <sup>2</sup> |
| <b>Aromaattiset</b>   |  |                   |                   |
|                       | 1,2,3-trimetyylibentseeni                    |                   | 8                 |
|                       | oktahydro-1,4-metano-1h-indeeni              |                   | 17                |
|                       | <b>Yhteensä</b>                              |                   | 25                |
| <b>Atsoryhmät</b>     |  |                   |                   |
|                       | dekahydro-1,2,4-metanoatsuleeni              | 22                | 55                |
|                       | <b>Yhteensä</b>                              | 22                | 55                |
| <b>Eetterit</b>       |  |                   |                   |
|                       | 2-pentyyliifuraani                           | 5                 |                   |
|                       | <b>Yhteensä</b>                              | 5                 |                   |
| <b>Esterit</b>        |  |                   |                   |
|                       | 2-butoksietyyliasettaatti                    | 5                 |                   |
|                       | 2-etyyliheksyyliakrylaatti                   |                   | 50                |
|                       | butyyliasettaatti                            | 8                 |                   |
|                       | dietyleeniglykolimonobutyylieetteriasetaatti | 302               | 669 <sup>1</sup>  |
|                       | etikahapon 2-etyyliheksyyliesteri            | 347               | 262               |
|                       | pentyyliasettaatti                           | 7                 |                   |
|                       | <b>Yhteensä</b>                              | 669               | 981 <sup>2</sup>  |
| <b>Fenolit</b>        |  |                   |                   |
|                       | fenoli                                       | 35                | 115               |
|                       | <b>Yhteensä</b>                              | 35                | 115               |
| <b>Glykoleetterit</b> |  |                   |                   |
|                       | dietyleeniglykolibutyylieetteri              | 158               | 322               |
|                       | <b>Yhteensä</b>                              | 158               | 322               |

| Ryhmä                   | Yhdiste               | FG1 | FG2              |
|-------------------------|-----------------------|-----|------------------|
| <b>Ketonit</b>          |                       |     |                  |
|                         | 3-heptanoni           | 18  | 25               |
|                         | <b>Yhteensä</b>       | 18  | 25               |
| <b>Orgaaniset hapot</b> |                       |     |                  |
|                         | 2-etyyliheksaanihappo | 60  | 80               |
|                         | etikkahappo           | 84  | 171              |
|                         | <b>Yhteensä</b>       | 144 | 251              |
| <b>Terpeenit</b>        |                       |     |                  |
|                         | alfa-pineeni          | 9   | 17               |
|                         | longifoleeni          | 280 | 666 <sup>1</sup> |
|                         | trans-karyofyleeni    | 23  | 10               |
|                         | <b>Yhteensä</b>       | 312 | 693 <sup>2</sup> |
| <b>Tunnistamattomat</b> |                       |     |                  |
|                         | <b>Yhteensä</b>       | 180 | 567              |

|        |  |                   |                   |
|--------|--|-------------------|-------------------|
| TVOC * |  | 3900 <sup>2</sup> | 5700 <sup>2</sup> |
|--------|--|-------------------|-------------------|

\* Ositum Oy:n kemian laboratorion Vantaan toimipiste on akkreditoitu testauslaboratorio T261 (FINAS-akkreditointipalvelu, (SFS-EN ISO/IEC 17025:2005). Akkreditointi kattaa sisäilman VVOC- ja VOC-analyysin kokonaispitoisuuden (TVOC) ja FLEC-analyysin näytteenoton.

<sup>1)</sup> Pitoisuus on suuntaa antava arvio, koska menetelmän lineaarisuusalue ylittyy yhdisteen pitoisuuden osalta.

<sup>2)</sup> Pitoisuus on suuntaa antava arvio, koska menetelmän lineaarisuusalue ylittyy yhden tai useamman lukuarvoon vaikuttavan yhdisteen pitoisuuden osalta.

VANTAA 28.2.2019

Ositum Oy



Juhani Kronholm

FT, kemisti

Jakelu 1 kpl tilaaja  
1 kpl Ositum Oy:n arkisto

Analyyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Ositum Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

Toimeksiannossa noudatetaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen (KSE) mukaisia ehtoja.



PH Ympäristötekniikka Oy  
 Puusepänkatu 5  
 13110 HÄMEENLINNA

 Tilausno 354317 (7PHYMPÄR/rakmat), saapunut 26.2.2019, näytteet otettu 22.2.2019  
 Näytteenottaja: Pasi Tuuvanen

**NÄYTTEET**

| Lab.nro | Näytteen kuvaus  |
|---------|--|
| 10961   | Riihikallion koulu, Tuusula<br>RAKS 1, Julkisivueriste |
| 10962   | RAKS 2, Julkisivueriste                                |
| 10963   | RAKS 3, Julkisivueriste                                |
| 10964   | RAKS 4, Julkisivueriste                                |

**MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET**

| Määrittäminen                  | Yksikkö | 10961      | 10962      | 10963      | STM Asumis |
|--------------------------------|---------|------------|------------|------------|------------|
| *Aktinomykeetit <sup>oo</sup>  | pmy/g   | <100       | <100       | <100       | <3000 (s)  |
| *Bakteerit                     | pmy/g   | <100       | 19000      | 100        |            |
| *Sieni-itiöpit., DG-18 alusta  | pmy/g   | 8100       | 810        | 270        | <10000 (s) |
| *Sieni-itiöpit., M2A alusta    | pmy/g   | 9900       | 450        | 270        | <10000 (s) |
| *Sieni-itiöiden sukum. (M2A)   |         | kts. laus. | kts. laus. | kts. laus. |            |
| *Sieni-itiöiden sukum. (DG-18) |         | kts. laus. | kts. laus. | kts. laus. |            |
| *Mikroskooppinen tutkimus      |         |            |            | Kts. laus. |            |

| Määrittäminen                  | Yksikkö | 10964 | STM Asumis |
|--------------------------------|---------|-------|------------|
| *Aktinomykeetit <sup>oo</sup>  | pmy/g   | <100  | <3000 (s)  |
| *Bakteerit                     | pmy/g   | 270   |            |
| *Sieni-itiöpit., DG-18 alusta  | pmy/g   | <100  | <10000 (s) |
| *Sieni-itiöpit., M2A alusta    | pmy/g   | <100  | <10000 (s) |
| *Sieni-itiöiden sukum. (M2A)   |         |       |            |
| *Sieni-itiöiden sukum. (DG-18) |         |       |            |
| *Mikroskooppinen tutkimus      |         |       |            |

Merkintöjen selityksiä: P = määrittäminen kesken, E = ei tehty, ~ = noin, &lt; = pienempi kuin, « = pienempi tai yhtäsuuri kuin, &gt; = suurempi kuin, » = suurempi tai yhtäsuuri kuin.

STM Asumis = Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016 osa IV

\*-merkitty on akkreditoitu menetelmä.

**LAUSUNTO**

Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetus (545/2015 ) ja sen soveltamisohje (8/2016)

 Mikrobin määrittämiss raja 100 pmy/g.  
 Aistinvaraiset havainnot ja mikrobisukujen tunnistus:

Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

 Katuosoite  
 Patamäenkatu 24  
 33900 TAMPERE

 Postiosoite  
 PL 265  
 33101 TAMPERE

 Puhelin  
 \*(03) 2461 111

 Sähköposti  
 laboratorio@kvvy.fi

 Alv.rek./enn.pid.rek  
 2823750-1

LAUSUNTO (jatkoa edelliseltä sivulta)

Näyte 10961 RAKS 1, Julkisivueriste

Aistinvaraiset havainnot: villa hieman tummahkoa

THG: aktinomykeetit<sup>oo</sup> alle määrittäysrajan

DG18: 76% *Aspergillus sydowii*<sup>oo</sup>/*versicolor*<sup>oo</sup>, 11% steriili home, 8% muu home, 4% *Acremonium*<sup>oo</sup>, 1% *Aspergillus penicillioides*<sup>o</sup>/*restrictus*<sup>o</sup>

M2A: 85% *Aspergillus sydowii*<sup>oo</sup>/*versicolor*<sup>oo</sup>, 8% *Phialophora*<sup>o</sup>, 5% *Acremonium*<sup>oo</sup>, 3% muu home

Näyte 10962 RAKS 2, Julkisivueriste

Aistinvaraiset havainnot: villa hieman tummahkoa

THG: aktinomykeetit<sup>oo</sup> alle määrittäysrajan

DG18: 56% muu home, 22% *Acremonium*<sup>oo</sup>, 11% *Aspergillus sydowii*<sup>oo</sup>/*versicolor*<sup>oo</sup>, 11% *Aspergillus penicillioides*<sup>o</sup>/*restrictus*<sup>o</sup>

M2A: 80% muu home, 20% *Aspergillus sydowii*<sup>oo</sup>/*versicolor*<sup>oo</sup> (1 pesäke)

Näyte 10963 RAKS 3, Julkisivueriste

Näytteen mikroskooppisessa tutkimuksessa havaittiin kohtalaisesti sienirihmastoja ja sieni-itiöitä.

Aistinvaraiset havainnot: villa hieman tummahkoa, paperi tummaa

THG: aktinomykeetit<sup>oo</sup> alle määrittäysrajan

DG18: 67% *Aspergillus penicillioides*<sup>o</sup>/*restrictus*<sup>o</sup>, 33% *Penicillium*<sup>ooo</sup>

M2A: 67% *Penicillium*<sup>ooo</sup>, 33% *Aspergillus penicillioides*<sup>o</sup>/*restrictus*<sup>o</sup> (1 pesäke)

Näyte 10964 RAKS 4, Julkisivueriste

Aistinvaraiset havainnot: villa hieman tummahkoa

THG: aktinomykeetit<sup>oo</sup> alle määrittäysrajan

DG18: alle määrittäysrajan

M2A: alle määrittäysrajan

Merkintöjen selitykset:

<sup>o</sup>Mikrobisuku/-laji/-ryhmä on kosteusvaurioon viittaava.

<sup>oo</sup>Mikrobisuku/-laji/-ryhmä on kosteusvaurioon viittaava ja mahdollisesti toksiineja tuottava.

<sup>ooo</sup>Mikrobisuku on mahdollisesti toksiineja tuottava.



Meija Kivisaari  
Mikrobiologi

**TIEDOKSI**

Etelä-Suomen Rakennuskonsultit Oy/pasi.tuuvan@esrk.fi

Helmi Meri/meri.helmi@phyt.fi

Helmi Paula/paula.helmi@phyt.fi

PH Ympäristötekniikka Oy, 0 kpl.

*Akkreditointi ei koske lausuntoa.*

*Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.*

**MENETELMÄTIEDOT**

| Määrittäminen                  | Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (suluissa)                      |
|--------------------------------|---|
| *Aktinomykeetit <sup>oo</sup>  | STMasetus 545/2015 ja Asumisterv.as. sovelt.ohje IV 8/2016 (TL25) |
| *Bakteerit                     | STMasetus 545/2015 ja Asumisterv.as. sovelt.ohje IV 8/2016 (TL25) |
| *Sieni-itiöpit., DG-18 alusta  | STMasetus 545/2015 ja Asumisterv.as. sovelt.ohje IV 8/2016 (TL25) |
| *Sieni-itiöpit., M2A alusta    | STMasetus 545/2015 ja Asumisterv.as. sovelt.ohje IV 8/2016 (TL25) |
| *Sieni-itiöiden sukum. (M2A)   | STMasetus 545/2015 ja Asumisterv.as. sovelt.ohje IV 8/2016 (TL25) |
| *Sieni-itiöiden sukum. (DG-18) | STMasetus 545/2015 ja Asumisterv.as. sovelt.ohje IV 8/2016 (TL25) |
| *Mikroskooppinen tutkimus      | STMasetus 545/2015 ja Asumisterv.as. sovelt.ohje IV 8/2016 (TL25) |

**TUTKIMUSLAITOSTIEDOT**

| Tunnus | Tutkimuslaitoksen nimi    |
|--------|---------------------------|
| TL25   | KVYY/Tampere (FINAS T064) |

**MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT**

| Määrittäminen                  | Näyte      | Tuloksen epävarmuus       | Määrittämisspvm. |
|--------------------------------|------------|---------------------------|------------------|
| *Aktinomykeetit <sup>oo</sup>  | 2019/10961 | Määrittämissrajien alitus | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10962 | Määrittämissrajien alitus | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10963 | Määrittämissrajien alitus | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10964 | Määrittämissrajien alitus | 26.2.2019        |
| *Bakteerit                     | 2019/10961 | Määrittämissrajien alitus | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10962 | ±15 %                     | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10963 |                           | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10964 | ±50 %                     | 26.2.2019        |
| *Sieni-itiöpit., DG-18 alusta  | 2019/10961 | ±15 %                     | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10962 | ±50 %                     | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10963 | ±50 %                     | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10964 | Määrittämissrajien alitus | 26.2.2019        |
| *Sieni-itiöpit., M2A alusta    | 2019/10961 | ±15 %                     | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10962 | ±50 %                     | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10963 | ±50 %                     | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10964 | Määrittämissrajien alitus | 26.2.2019        |
| *Sieni-itiöiden sukum. (M2A)   | 2019/10961 |                           | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10962 |                           | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10963 |                           | 26.2.2019        |
| *Sieni-itiöiden sukum. (DG-18) | 2019/10961 |                           | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10962 |                           | 26.2.2019        |
|                                | 2019/10963 |                           | 26.2.2019        |
| *Mikroskooppinen tutkimus      | 2019/10963 | Määrittämissrajien alitus | 1.3.2019         |