

RAKENNETEKNINENTUTKIMUS

10.5.2019



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.....	5
2	LUOKKASIIVEN RAKENTEET JA RAKENNEAVAUKSET	5
2.1	Sisätilojen silmämääräinen tarkastelu.....	8
3	MITTAUKSET JA TUTKIMUSTULOKSET SEKÄ KÄSITTEET	14
3.1	Rakenteiden kosteusmittaus.....	14
3.2	Suoramikroskopointi materiaalinäytteestä	15
3.3	Mikrobinäytteiden viljelytutkimukset	16
3.4	VOC-yhdisteiden määrittäminen materiaalinäytteestä	17
3.5	Ilmavuotojen määrittäminen merkkiainekokeella.....	18
3.6	Materiaalinäytteiden asbestitutkimus	25
4	YHTEENVETO	26
	MITTAUS- JA NÄYTTEIDEN OTTOKARTTA.....	28
	LUOKKAHUONEIDEN 7, 4 JA 3 MERKKIAINETUTKIMUKSET TESTAUSPAIKAT.....	29

LIITTEET:

KVVY, Testausseloste 19-8617

Ositum, Analyysivastaus 2957119

Ositum, Analyysivastaus 2945719

1 KUNTOTUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT

1.1 Kohdetiedot ja tilaaja

Kohde	Riihikallion koulu Pellavamäentie 15 04320 Tuusula
Tilaaja	Tuusulan kunta/tilapalvelu Rakennusmestari Pertti Elg +358 40 314 555 pertti.elg@tuusula.fi

1.2 Tutkimuksen toteuttaja

	PH Ympäristötekniikka Oy Puusepänkatu 5 13110 Hämeenlinna
Yhteyshenkilö	Paula Helmi +358 50 468 8448 paula.helmi@phyt.fi
Tutkija	Pasi Tuuvanen Etelä-Suomen Rakennuskonsultit Oy, ESRK Oy +358 400 247 015 pasi.tuuvanen@esrk.fi

1.3 Kohteen yleistiedot, tutkimuksen laajuus sekä tutkimusmenetelmät

- Rakennuksia, 1 kpl
- Kerroksia, 2 kpl + kellari
- Rakennusvuosi:1967

Tutkimuksen kohteena on Riihikallion koulun terveydenhoitajan, kuraattorin ja lääkärin huoneet. Huoneista tutkittiin alapohja- ja ulkoseinärakenteet sekä tutkimuksen yhteydessä tarkastettiin alaslasketun katon yläpuoleiset alueet sekä ulkovaipparakenteille suoritettiin merkikainetutkimukset.

Koulusiiven ulkovaipparakenteisiin on aikaisemmin suoritettu rakenneavauksia ja rakenteista otettiin materiaalinäytteitä 15 kappaletta (Rakennuksen sisäilma- ja rakennetekninen kunto-tutkimus, 28.5.2018). Tutkimuksen perusteella koulusiiven ulkovaipparakenteissa otetuissa materiaalinäytteissä esiintyi kolmen (3) näytteen osalta vahva viite vauriosta laimennossarjaviljelyssä, viite vauriosta kahden (2) materiaalinäytteen osalta, heikko viite vauriosta kahden (2) näytteen osalta ja kahdeksassa (8) näytteessä ei havaittu laimennossarjaviljelyssä viit-

teitä vauriosta. 28.5.2018 kirjatun kuntotutkimuksen perusteella luokkahuonesiiven rakenteissa havaittiin vaurioita ulkovaipparakenteiden osalta. Ulkovaipparakenteet ovat riskirakenteeksi luokiteltuja tiili-villa-tiili -rakenteita ja rakennuksen sokkelissa on eristehalkaisu, jossa on kova mineraalivillaeriste eristehalkaisussa. Tiilimuurauksen ja betonisokkelin välissä on bitumikermi kapilaarikatkona. Tiilimuurauksen alarivillä olevat korvausilmakanavat ovat osittain tukittu muurauksen yhteydessä laastilla. Tiilimuurauksessa havaittiin halkeilua ja paikoin julkisivutiilien pinnasta on irronnut levymäisiä kappaleita kuten myös paikoin betonirakenteissa havaittiin halkeilua ja irtoavia betonipalasia. Rakennukseen on vuonna 2003 tehty uudet räystäsrakenteet jatkamalla lippaa rakennuksesta ulospäin noin 600 mm ja ikkunoiden yläosaan on vanhan julkisivupaneloinnin päälle asennettu profiilipellitukset. Muutostyö on vähentänyt merkittävästi julkisivuille ja ikkunoille aiheutuvaa kosteusrasitusta. Rakenneavauksen yhteydessä havaittiin yläkerroksen ikkunoiden välisten pellitysten takana pellityksien liitostokhissa lievää rakennusmateriaalien kostumista. Julkisivujen rakenneavausten yhteydessä eristetilassa havaittiin paikallisesti lahonnutta puutavaraa sekä paikoin mineraalivillaeristeet olivat rakenneliitostokhista tummentuneet. Lahonnutta puutavaraa havaittiin lähinnä ikkunoiden ja julkisivujen rajapinnoilla. Ulkopuolelta tarkastettuna havaittiin vesipeltien ja julkisivupellitusten rajapinnoilla rakoja rakenteisiin. Luokkahuoneiden puolelta havaittiin suorat ilmayhteydet ulkovaipparakenteiden ja ikkunarakenteiden rajapinnasta eristetilaan sekä paikoin villakuidut ovat kulkeutuneet luokkahuoneiden sisälle. Tiilipinnoilla kasvaa paikallisesti jäkälää korkeimman kosteusrasituksen alueilla. Rakenneavauksen yhteydessä havaittiin kantavien pilareiden ja julkisivumuurausten välissä alueita, joilla ei ollut lämmöneristeitä. Erityisesti 2. kerroksen luokkien ikkunoiden ylä- ja alaosissa havaittiin myös eristevajavuuksia. Julkisivupellituksesta on paikoin irronnut kiinnitysruuveja. Ikkunoiden maalipinnat ovat ikäänntyneet sekä ikkunoiden puumateriaali on halkeillut sekä peitelistat ovat paikoin irronneet kiinnityksestään UV-säteilyn vaikutuksesta. Savupiipun betonirakenteissa on havaittavissa pakasrapautumiseen viittaavia vaurioita.

Rakennuksen sokkelit ovat paikoin erittäin matalat. Sokkelissa havaittiin maalipintojen irtoilua ja betonirakenteiden halkeilua sekä betoniteräskorroosion aiheuttamia vaurioita. Sokkelin ja tiilimuurauksen välissä havaittiin bitumikermikaistale, joka ohjaa eristetilaan kulkeutuneen kosteuden ulos rakenteista. Sokkelin eristehalkaisussa havaittiin kova mineraalivillaeristys. Rakenneavausten yhteydessä sokkelirakenteen eristehalkaisun eristeissä ei havaittu aistinvaraisesti merkittäviä vaurioita.

Luokkahuonesiiven jatkotutkimuksessa ulkovaipparakenteisiin suoritettiin kolme (3) rakenneavausta. Ulkovaipparakenteista otettiin kolme (3) materiaalinäytettä mikrobiutkimuksiin ja ikkunoiden tilkettelasta otettiin kolme (3) materiaalinäytettä sekä kuraattorin huoneen putkikulusta otettiin kaksi (2) materiaalinäytettä mikrobiutkimuksiin. Tutkittujen tilojen alapohjasta toimitettiin kolme (3) mattonäytettä VOC-määrittämiseen BULK-menetelmällä. Rakenneavauksista tarkastettiin rakennekerrokset ja vauriot sekä sisätilat tarkastettiin aistinvaraisesti. Sisätiloihin suoritettiin kosteusmäärittäykset pintaosoittimella sekä kuusi (6) viiltomittaus.

Ulkovaipparakenteiden ilmapuotopaikat testattiin merkkiaineella pistokoeluoitoisesti ja ilmapuotauksien suuntia varmistettiin merkkisavulla.

Kaikki näytteenotto-, rakenneavauspaikat ja mittaukset on esitetty mittaus- ja näytteenotto-kartassa.

1.4 Tutkimuksen ajankohta

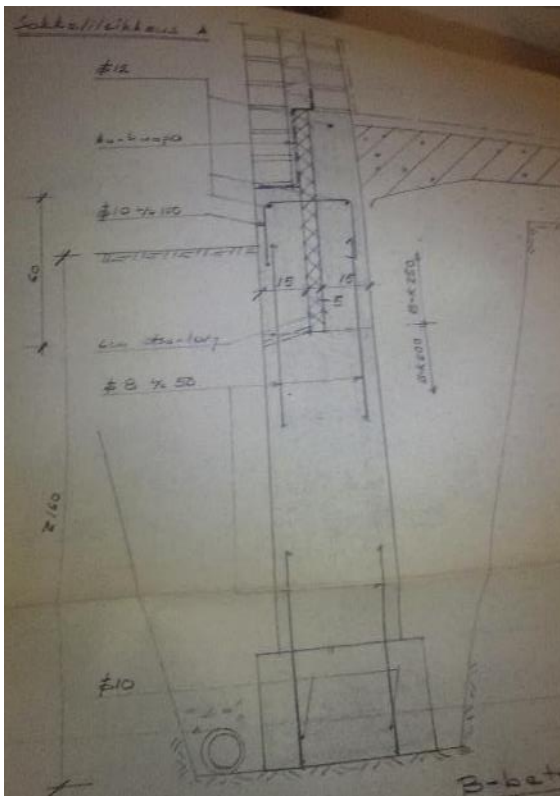
Kenttätutkimukset suoritettiin 15.4.2019 – 17.4.2019 sekä 6.5.2019.

2 LUOKKASIIVEN RAKENTEET JA RAKENNEAVAUKSET

Alkuperäisten suunnitelmien mukaan luokkasiiven kantavana rakenteena toimii pilari- ja palkkirakenteet. Luokkasiiven julkisivut ovat pääosin ovat puhtaaksimuurattuja tiilipintoja. Tiilimuurauksen taustalla on suunnitelmien mukaan lämmöneristeenä 100 mm vahvuinen mineraalivillaeristys. Sisäpinnat ovat tiilimuurattuja ja maalattuja.

Rakennuksen sokkelit ovat paikallaan valettuja maalattuja betonisokkeleita, joiden eristeenä on kova mineraalivillaeristys. Suunnitelmien mukaan, ulkopäin lähtien, rakenteet ovat seuraavat: 150 mm vahvuinen betonivalu, 50 mm mineraalivillaeriste ja 150 mm betonivalu.

Suunnitelmien mukaan rakennuksen alapohjarakenteet ovat maanvastaisia eristettyjä betonirakenteita. Lattian pintamateriaalien alapuolella on ohut tasoitekerros, betonivalu, kevytsora-betoni-valu, muovikalvo ja sekamaa-aines. Alapohjassa kulkee putkistolinjoja kevytsora-betonivalun sisällä.



Kuva 1. Luokkahuonesiiven ulkovaippa- ja alapohjarakenteiden rakenteet.

Luokkahuonesiiven ulkovaipparakenteisiin suoritettiin kolme rakenneavausta. Rakenneavauspaikat on esitetty liitteenä olevassa rakenneavauskartassa.

Rakenneavaukset J1, J2 ja J3 ulkoseinärakenteeseen ulkokautta suoritettuna (tiilimuuraus):

1. 130 mm, punatiili
2. 100 mm, mineraalivillaeriste (J1 apukarmit)
3. 130 mm, punatiili

Rakenneavaukset J2 ja J3 ulkoseinärakenteeseen ulkokautta suoritettuna (sokkeli):

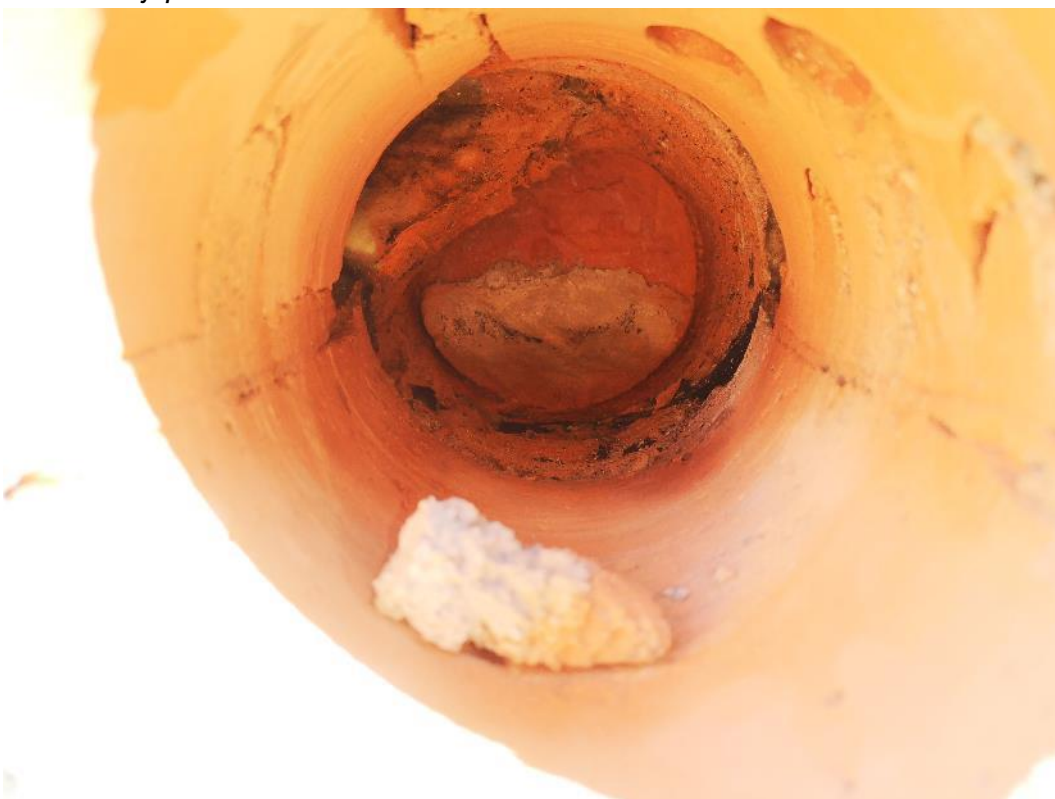
1. 160 mm, betonisokkeli
2. 30...80 mm, mineraalivillaeriste
3. betonisokkeli



Kuva 2. Rakenneavaus J1 kuraattorin huoneen ulkoseinärakenteeseen ikkunan alapuolelta.



Kuva 3. Rakenneavaus J2 kuraattorin huoneen ulkoseinärakenteeseen sokkelin ja tiilimuurauksen rajapinnasta.



Kuva 4. Rakenneavaus J3 terveydenhoitajan huoneen ulkoseinärakenteeseen sokkelin ja tiilimuurauksen rajapinnasta.

2.1 Sisätilojen silmämääräinen tarkastelu

Koulukuraattorin huoneessa on putkikuilu, jonka sisällä on viemäri- ja vesiputkia. Putket nousevat ylös alapohjasta ja ne jatkuvat rakennuksen toiseen kerrokseen alaslasketun katon yläpuolella. Avattaessa putkikuilun tarkastusluukku havaittiin kuilussa mikrobiperäistä hajua ja merkisavulla testattaessa ilmavirtauksien suunta oli putkikuilusta huoneen sisäilmaan. Putkikuilussa havaittiin puumateriaalia ja putkieristeitä, mutta kosteusvaurioita ei havaittu tarkastusluukun läheisyydessä. Mikrobiperäinen haju kulkeutuu huoneen sisäilmaan todennäköisesti rakennuksen alapohjasta.

Alaslasketun katon yläpuolella havaittiin paikoin vanhoja muottilautoja, avoimia läpivientejä 2.kerrokseen, jotka on tukittu mineraalivillalla sekä alaslasketun katon yläpuolella on avoin ilmayhteys putkikuiluun.

Koulukuraattorin ja terveydenhoitajan huoneiden pienten ikkunoiden tilkitilat ovat tiivistämättä. Tilkemateriaalina on tummentunutta mineraalivillaa ja orgaanista tilkemateriaalia. Mattonäytteenoton yhteydessä kuraattorin huoneen lattiamatto oli heikosti kiinni alustassa, sekä näytteenoton yhteydessä tasoitteet lähtivät irti pohjastaan. Tasoitteen alapuolella havaittiin vanha musta bitumiliima. Terveydenhoitajan huoneen muovimatto oli myös heikosti kiinni alustassaan ja liima tuoksui hieman kemikaalimaiselle.



Kuva 5. Kuraattorin huoneen putkikuilu tarkastusluukun takaa.



Kuva 6. Alaslasketunkaton yläpuolella havaittiin vanhoja muottilautoja.



Kuva 7. Alaslasketun katon yläpuolella havaittiin läpivientejä, jotka on tukittu mineraalivillalla.



Kuva 8. Alaslasketun katon yläpuolella havaittiin suora ilmayhteys putkikuiluun.



Kuva 9. Kuraattorin huoneen tilketilat ovat tiivistämättä ja tilketilan mineraalivillat ovat tummentuneet.



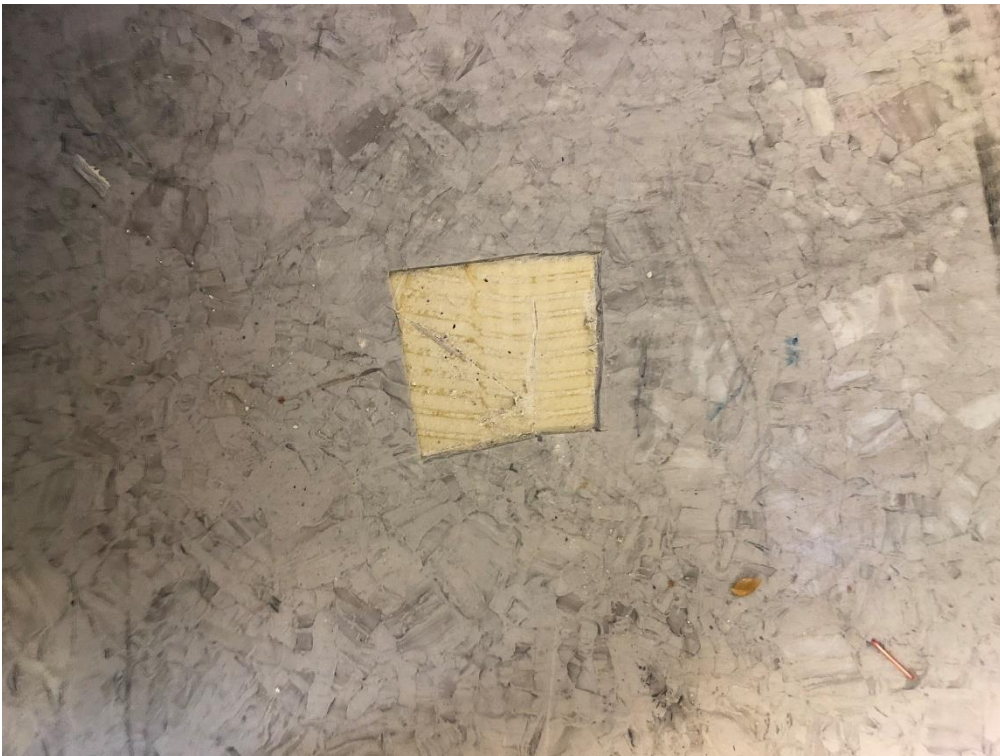
Kuva 10. Terveystoimijan huoneen tilkkeitilat ovat tiivistämättä ja tilkkeitilassa on eristeenä orgaanista tilkemateriaalia.



Kuva 12. Koulukuraattorin huoneen lattiamaton alapuoleiset tasoitteet irtosivat näytteenoton yhteydessä ja tasoitteen alapuolella on musta bitumiliima.



*Kuva 12. Terveystoimijan huoneen matto oli heikosti kiinni pohjassaan ja liima tuoksui hie-
man kemikaalimaiselle.*



*Kuva 13. BULK-näytteen ottokohdassa (VM1) luokassa 21 matto oli hyvin kiinnittynyt alus-
taansa.*



Kuva 14. Luokassa 21 matto oli hyvin kiinnittynyt alustaansa.



Kuva 15. Luokassa 22 matto oli hyvin kiinnittynyt alustaansa. Liimassa havaittiin lievä kemikaalimainen haju.

3 MITTAUKSET JA TUTKIMUSTULOKSET SEKÄ KÄSITTEET

3.1 Rakenteiden kosteusmittaus

Viiltomittaus

Viiltomittauksella voidaan selvittää liimattavan lattiapäällysteen, kuten muovi- ja linoleumimaton 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 HM42PROBE-mittausanturia.

Taulukko 1. Viiltomittaukset

Mittapiste	Sijainti	Lämpötila °C	Suht. kosteus, %RH	Kosteussisältö g/m ³	Liiman kiinnitys
VM1	Terveystajon huone	22,4	71,2	14,17	kiinnitys heikko, vähän hajua
VM2	Kuraattorin huone	20,7	55,6	10,04	tasoite irti, hajua
VM3	Odotushuone	21,6	60,5	11,49	kiinnitys heikko, vähän hajua
VM4	Lääkärin huone	21,2	55,6	10,33	kiinnitys heikko, vähän hajua
	Sisäilma	24,1	16,6	3,64	
	Ulkoilma	10,0	35,0	3,31	

Lattiapäällysteiden kriittinen kosteusraja-arvo on 85...90 % RH riippuen lattiamateriaalista. Lattiamaton ja alustan välinen kosteus ei ollut mittaushetkellä kriittisellä kosteuspitoisuudella.

Maton kiinnitys alustaan oli heikko kaikissa viiltomittauskohdissa ja niissä esiintyi lievästi poikkeavaa hajua.

Luokahuoneessa 21 tehtiin kaksi rakennekosteusmittausta maton alta viiltomittausmenetelmällä. Lisäksi tehtiin visuaalista tarkastelua yhdestä kohdasta luokassa 21 ja yhdessä kohdassa luokassa 22.

Taulukko 2. Viiltomittaukset (VM) luokassa 21 ja maton ja liiman kunnon tarkastelu ilman kosteusmittausta (V) luokissa 21 ja 22.

Mittapiste	Sijainti	Lämpötila °C	Suht. kosteus, %RH	Kosteussisältö g/m ³	Liiman kiinnitys
VM1	Luokka 21	22,1	23,4	4,58	kiinnitys hyvä, ei hajua
VM2	Luokka 21	21,2	21,7	4,02	kiinnitys hyvä, ei hajua
	Sisäilma	23,1	20,6	4,29	
	Ulkoilma	10,3	44,8	4,32	

Pintakosteustasot olivat tasaiset ja alhaiset. Maton kuntoa tarkasteltiin luokahuoneiden eri kohdissa. Kosteusrasitus maton alla oli alhainen luokassa 21

3.2 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 betonimuotittavaraa.

Taulukko 3. 15.4.2019 otettujen näytteiden aistinvarainen arviointi ja suoramikroskopointi.

Näyte	Lab	villa	paperi	puu	Mikroskopointi
JS1	23873	ei huomauttamista	-	-	-
JS2	23874	ei huomauttamista	-	-	-
JS3	23875	ei huomauttamista	-	-	-
Tilke 1	23876	tummaa	-	-	-
Tilke 2	23877	ei huomauttamista	-	-	-
Tilke 3	23878	ei huomauttamista	-	-	-
Putkikanaali, yläosa	23879	ei huomauttamista	-	-	-
Putkikanaali, alaosa	23880	-	paperin ala- osassa tummentumaa	puun pinta harmaa	runsaasti (osittain kuivunutta) sienirihmastoja ja sieni-itiöitä.

3.3 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 tulkinnassa tarkastellaan suvutojen esiintymistä ja jakaantumista asetuksen 545/2015 tulkintaohjeiden mukaisesti.

Taulukko 4. 15.4.2019 otettujen materiaalinäytteiden mikrobitulokset (pmy/g) laimennossarjamenetelmällä.

Näyte	Lab	Aktinomyketit	THG	DG-18	M2A	Indikaattorimikrobit	Tulkinta
JS1	23873	<100	<100	270	360	<i>Wallemia</i>	Ei viitettä vauriosta
JS2	23874	<100	<100	100	<100	-	Ei viitettä vauriosta
JS3	23875	100	12000	450	540	<i>Geomyces</i>	Ei viitettä vauriosta
Tilke 1	23876	<100	180	<100	100	-	Ei viitettä vauriosta
Tilke 2	23877	<100	<100	<100	<100	-	Ei viitettä vauriosta
Tilke 3	23878	<100	36000	180	<100	-	Ei viitettä vauriosta
Putkikanaali, yläosa	23879	<100	<100	<100	<100	-	Ei viitettä vauriosta
Putkikanaali, alaosa	23880	<100	100	<100	100	-	Ei viitettä vauriosta

Rakennusmateriaalien mikrobitutkimuksissa ei havaittu viitteitä kosteusvaurioista.

3.4 VOC-yhdisteiden määrittäminen materiaalinäytteestä

Materiaalinäytteen VOC-pitoisuus ilmoitetaan yksikkönä ng/(g h). Näytteiden emissiot tutkitaan mikrokammimenetelmällä 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 5. VOC-tulokset mattonäytteestä. 2-Etyyli-Heksanolipitoisuuden suhteellinen osuus kokonaispitoisuudesta on ilmoitettu suluissa.

Tunnus	Materiaalin VVOC-pitoisuus, ng/(m ³ h)	2-Etyyli-heksanoli, ng/(m ³ h)	6-metyyli-1-oktanolin, ng/(m ³ h)	Dietyyli glykolibutyylieetteri, ng/(m ³ h)
FG1, TH-huone, M1	84	14 (10%)	23 (15%)	
FG2, Psykologin huone, M2	68	3 (3%)	19 (17%)	
Luokka 21	200	8 (4%)		28 (14%)

Tutkimuksessa havaituista yksittäisistä yhdisteistä 2-Etyyli-1-Heksanolin suhteellinen osuus kokonais-VOC-pitoisuudesta oli 10% terveydenhoitajan huoneessa, 3% kuraattorin huoneessa ja luokkahuoneessa 21 4%.

Lisäksi näytteiden kokonaispitoisuudesta 6-Metyyli-1-oktanolin ja Dietyyli glykolibutyylieetterin suhteelliset osuudet olivat yli 10% kokonais-VOC-pitoisuudesta.

3.5 Ilmavuotojen määrittäminen merkkiainekokeella

Terveydenhoitajan ja kuraattorin huoneiden ulkovaipparakenteiden ilmavuotopaikat määritettiin merkkikaasulla alipaineissa tilassa. Merkkikaasuna kokeessa käytettiin vuotomäärittelyssä typpi-vety-seosta (N₂ 95%, H₂ 5%) ja rikkiheksafluoridia (SF₆). Merkkiainekokeet suoritettiin RT-kortin ” RT 14-11197, Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein” ohjeistusta mukailten.

Taulukko 6. Merkkiainetutkimus huoneiden sisäilman ja ulkoilman välillä.

NMR	TILA	Paineero (Pa)	RAKENNE	ILMAVUODOT MERKKIAINEKAASULLA
1	Kuraattorin huone	0 Pa	Ulko-vaippa	Vahva viite vuodosta ikkunoiden rajapinnasta. Heikko viite vuodosta lattiamaton ja seinän rajapinnasta.
2	Terveydenhoitajan huone	0 Pa	Ulkoseinä	Vahva viite vuodosta päätyikkunoiden rajapinnasta. Vahva viite pitkän julkisivun ikkunoiden, ikkunalaudan ja seinän rajapinnasta. Heikko viite vuodosta lattiamaton ja seinän rajapinnasta. Paikallisesti heikko viite vuodosta ikkunakarmien ympäriltä.

Merkkiainetestin perusteella havaittiin vuotopaikkoja ikkunoiden rajapinnoista sekä heikosti lattiamattojen ja seinien rajapinnasta.



Kuva 16. Pienten ikkunoiden ja rajapinnoissa havaittiin ilmavuotoa.



Kuva 17. Ikkunalaudan ja seinän rajapinnassa havaittiin ilmavuotoa.



Kuva 18. Ikkunalaudan ja ikkunakarmin rajapinnassa havaittiin ilmavuotoa.



Kuva 19. Tiivistettyjen tilkkelojen rei'istä havaittiin paikallista ilmavuotoa.



Kuva 20. Lattiamattojen ja seinien rajapinnoissa havaittiin paikallisesti heikko viite vuodosta.

Luokkahuoneiden 7(3C), 4(6A) ja 3(5A) ulkovaipparakenteiden ilmapuotopaikat määritettiin merkkikaasulla alipaineissa tilassa. Merkkikaasuna kokeessa käytettiin vuotomäärityksissä tyyppi-vety-seosta (N₂ 95%, H₂ 5%) ja rikkiheksafluoridia (SF₆). Merkkiainekokeet suoritettiin RT-kortin ” RT 14-11197, Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein” ohjeistusta mukailleen.

Taulukko 7. Merkkiainetutkimus luokkahuoneiden sisäilman ja ulkoilman välillä.

NMR	TILA	Paine-ero (Pa)	RA-KENNE	ILMAVUODOT MERKKIAINEKAASULLA
1	Luokka 7, (3C)	-1 Pa	Ulko-vaippa	Vahva viite pitkän julkisivun ikkunoiden, ikkunalaudan ja seinän rajapinnasta. Viite vuodosta lattiamaton ja seinän rajapinnasta paikallisesti. Vahva viite vuodosta ikkunoiden ja katon rajapinnasta paikallisesti. Paikallisesti heikko viite vuodosta ikkunakarmien ympäriltä.
2	Luokka 7, (3C)	-1 Pa	Ulko-vaippa	Vahva viite pitkän julkisivun ikkunoiden, ikkunalaudan ja seinän rajapinnasta. Viite vuodosta lattiamaton ja seinän rajapinnasta paikallisesti. Vahva viite vuodosta ikkunoiden ja katon rajapinnasta paikallisesti. Paikallisesti heikko viite vuodosta ikkunakarmien ympäriltä.
3	Luokka 4, (6A)	-2 Pa	Ulko-vaippa	Vahva viite pitkän julkisivun ikkunoiden, ikkunalaudan ja seinän rajapinnasta. Viite vuodosta lattiamaton ja seinän rajapinnasta paikallisesti. Viite vuodosta ikkunoiden ja katon rajapinnasta paikallisesti. Paikallisesti heikko viite vuodosta ikkunakarmien ympäriltä, mutta pilarin ja ikkunan rajapinnasta vahva viite vuodosta.
4	Luokka 3, (5A)	0 Pa	Ulko-vaippa	Vahva viite pitkän julkisivun ikkunoiden, ikkunalaudan ja seinän rajapinnasta. Viite vuodosta lattiamaton ja seinän rajapinnasta paikallisesti. Viite vuodosta ikkunoiden ja katon rajapinnasta paikallisesti. Paikallisesti heikko viite vuodosta ikkunakarmien ympäriltä.

Merkkiainetestin perusteella havaittiin vuotopaikkoja ikkunoiden rajapinnoista sekä heikosti lattiamattojen ja seinien rajapinnasta.



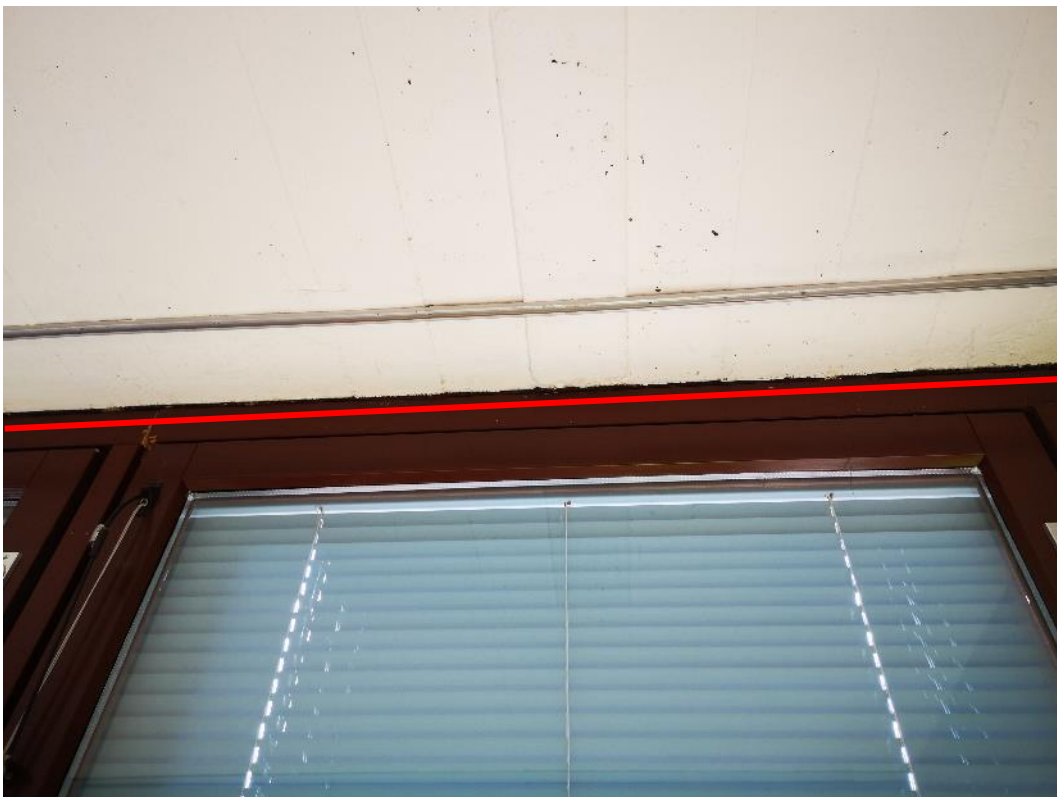
Kuva 21. Ikkunalautojen ja seinien rajapinnoissa havaittiin vahva viite vuodosta.



Kuva 22. Ikkunoiden ja ikkunalautojen rajapinnoissa havaittiin vahva viite vuodosta sekä ikkunoiden ja pilareiden rajapinnoilla havaittiin paikallista vuotoa.



Kuva 23. Ikkunalautojen ja seinien rajapinnoissa havaittiin vahva viite vuodosta.



Kuva 24. Ikkunarakenteiden ja katon rajapinnassa havaittiin paikallisesti vahva viite vuodosta.



Kuva 25. Muovimaton ja seinän rajapinnassa havaittiin paikallisesti heikko viite vuodosta.

Rakenteiden rajapinnoista havaittiin paikoin vahva viite vuodosta ja paikoin heikko viite ilma-
vuodosta.

3.6 Materiaalinäytteiden asbestitutkimus

Asbesti tutkitaan mahdollisen purkutyön työturvallisuusvaikutusten arvioimiseksi.

Rakennusmateriaalinäytteet tutkitaan optisella analyysillä käyttäen polarisaatiomikroskooppia sekä stereomikroskooppia ja/tai alkuaineanalyysillä käyttäen pyyhkäisyelektronimikroskoop-
pia sekä alkuaine-analysointia.

Taulukko 8. Asbestinäytetulokset rakenneavausten yhteydessä otetuista materiaalinäytteistä.

Näyte	Kohde	Rakenneosa	Asbestipitoisuus
Asb1	Terveydenhoitajan ja kuraattorin hu- oneet.	Lattialiima, vanha	Sisältää asbestia, an- tofylliitti

Näyte sisältää asbestia ja purkutyöt on tehtävä asbestipurkutyönä.

4 YHTEENVETO

Rakenneavausten perusteella ulkovaipparakenne on riskirakenteeksi määritelty betoni/tiili – villa – tiili/betoni -rakenne. Ulkovaipparakenteiden yhteydessä ei havaittu merkittäviä kosteusvaurioihin viittaavia tekijöitä uusien rakenneavausten yhteydessä, mutta aikaisemmin suoritetussa kuntotutkimuksessa havaittiin ulkovaipparakenteiden sisällä lahonnutta puuta ja paikoin kosteutta.

Koulukuraattorin huoneessa havaittiin putkikuilu, jossa havaittiin mikrobiperäistä hajua ja merkkisavulla testattaessa ilmapirtauksien suunta oli putkikuilusta huoneen sisäilmaan. Mikrobiperäinen haju kulkeutuu huoneen sisäilmaan todennäköisesti rakennuksen alapohjasta. Putkikuilun sisällä havaittiin puumateriaalia ja putkieristeitä, mutta kosteusvaurioihin viittaavia tekijöitä ei havaittu tarkastusluukun läheisyydessä.

Alaslasketunkaton yläpuolella havaittiin muutamia vanhoja muottilautoja, mineraalivillalla tu-
kittuja läpivientejä 2.kerrokseen sekä alaslasketun katon yläpuolella on avoin ilmayhteys put-
kikuiluun.

Koulukuraattorin ja terveydenhoitajan huoneiden pienten ikkunoiden tilketilat ovat tiivistä-
mättä. Tilkemateriaalina on tummentunutta mineraalivillaa ja orgaanista tilkemateriaalia. Kuraattorin huoneen lattiamatto oli heikosti kiinni alustassa, sekä näytteenoton yhteydessä tasoitteet lähtivät irti pohjastaan. Tasoitteen alapuolella havaittiin vanha musta bitumiliima. Terveydenhoitajan huoneen muovimatto oli myös heikosti kiinni alustassaan ja liima tuoksui hieman kemikaalimaiselle.

Viiltomittausten perusteella muovimaton ja tasoitteen välissä ei havaittu korkeita kosteuspitoi-
suuksia. Terveydenhoitajan huoneessa maton ja tasoitteen välinen kosteuspitoisuus oli
71,2%, joka ei ole lähellä kriittistä kosteuspitoisuutta, mutta kosteuspitoisuutta voidaan pitää
hieman kohonneena huomioiden rakennuksen ikä.

Näytteen Tilke1 aistinvaraisessa tutkimuksessa havaittiin tummentumaa. Näytteen, Putkika-
naali; alaosa, aistinvaraisessa tutkimuksessa havaittiin paperissa tummentumaa ja puun
pinta oli harmaa sekä näytteen mikroskooppisessa tutkimuksessa havaittiin runsaasti (osit-
tain kuivunutta) sienirihmastoja ja sieni-itiöitä.

Rakennusmateriaalien laimennossarjaviiljelyssä asumisterveysasetuksen (545/2015) toimen-
piderajoja ei ylitetty. Näytteiden osalta mikrobipitoisuudet ovat matalia eikä mikrobitutkimuk-
sen perusteella ole viitteitä kosteusvaurioista. Näytteissä J1 ja J3 esiintyi vähän kosteusvau-
rioihin viittaavia mikrobilajikkeita.

Mattonäytteiden VOC-tutkimuksessa BULK-menetelmällä näytteissä esiintyi 2-Etyyli-hek-
sanolia, mutta näytteiden 2-Etyyli-heksanolin suhteellinen osuus kokonais-VOC-pitoisuu-
desta ei ylittänyt 10% suhteellista osuutta.

Näytteiden kokonaispitoisuudesta 6-metyyli-1-oktanolin suhteelliset osuudet olivat yli 10%
kokonais-VOC-pitoisuudesta.

Terveydenhoitajan ja kuraattorin huoneiden merkkiainetutkimuksessa havaittiin pienten ikkunoiden rajapinnoilta vahva viite ilmavuodosta sekä lattiamaton ja seinän rajapinnasta heikko viite ilmavuodosta paikallisesti. Terveydenhoitajan huoneen isojen ikkunoiden rajapinnoilta havaittiin paikallisesti heikko viite vuodosta, mutta ikkunalaudan rajapinnoilta havaittiin vahva viite ilmavuodosta.

Luokkahuoneiden 7, 4 ja 3 merkkiainetutkimuksessa havaittiin vahva viite ilmavuodosta ikkunoiden, ikkunalaudan ja seinän rajapinnasta sekä paikallisesti ikkunoiden ja katon rajapinnasta. Lattiamaton ja seinän rajapinnasta havaittiin paikallisesti heikko viite ilmavuodosta, kuten myös paikallisesti ikkunoiden tiivistettyjen tilketojen osalta.

Terveydenhoitajan ja kuraattorin huoneiden lattiamaton ja tasoitteen alapuoleinen vanha bitumiliima sisältää asbestia, antofylliitti.

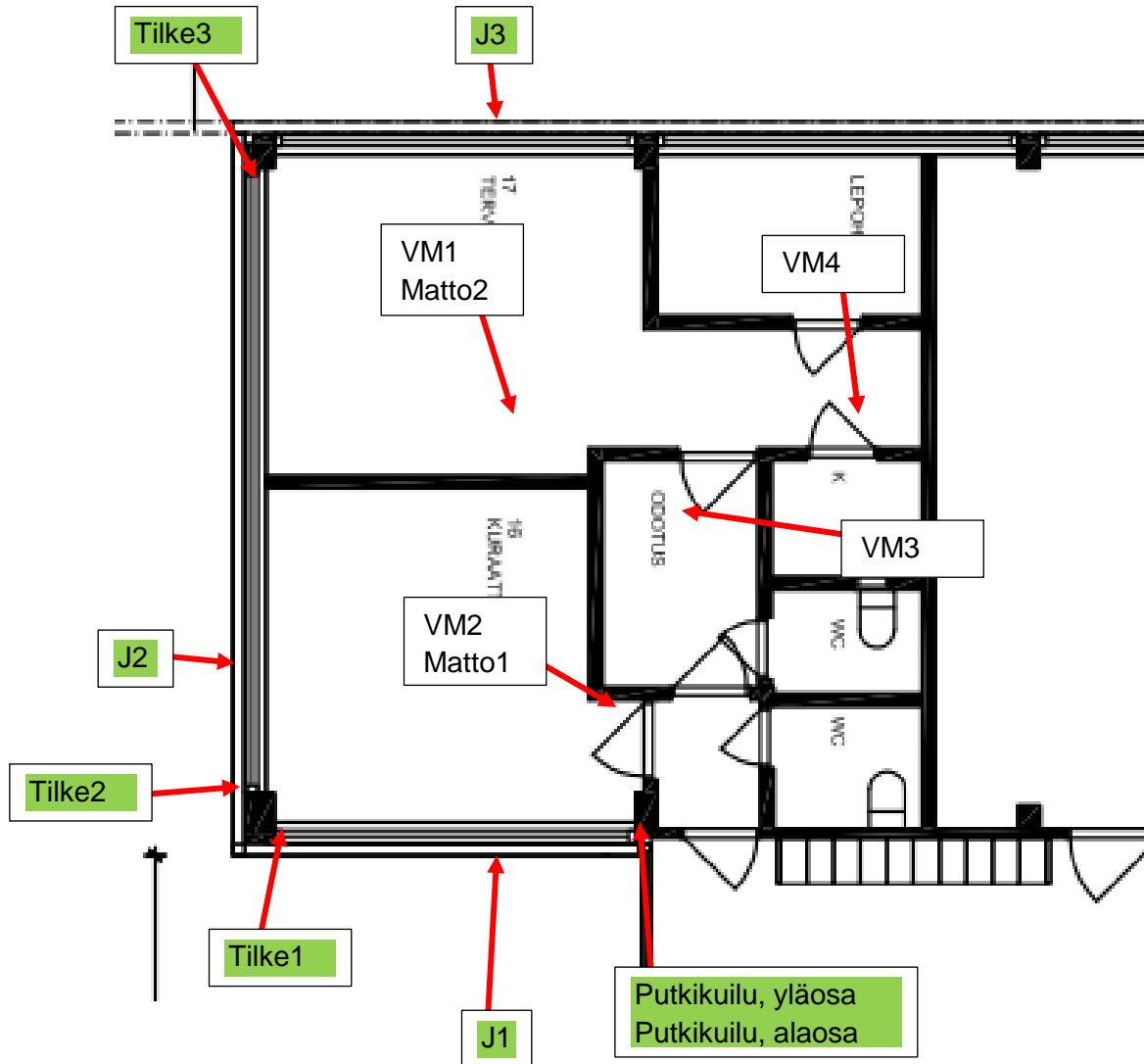
Helsingissä 10.5.2019



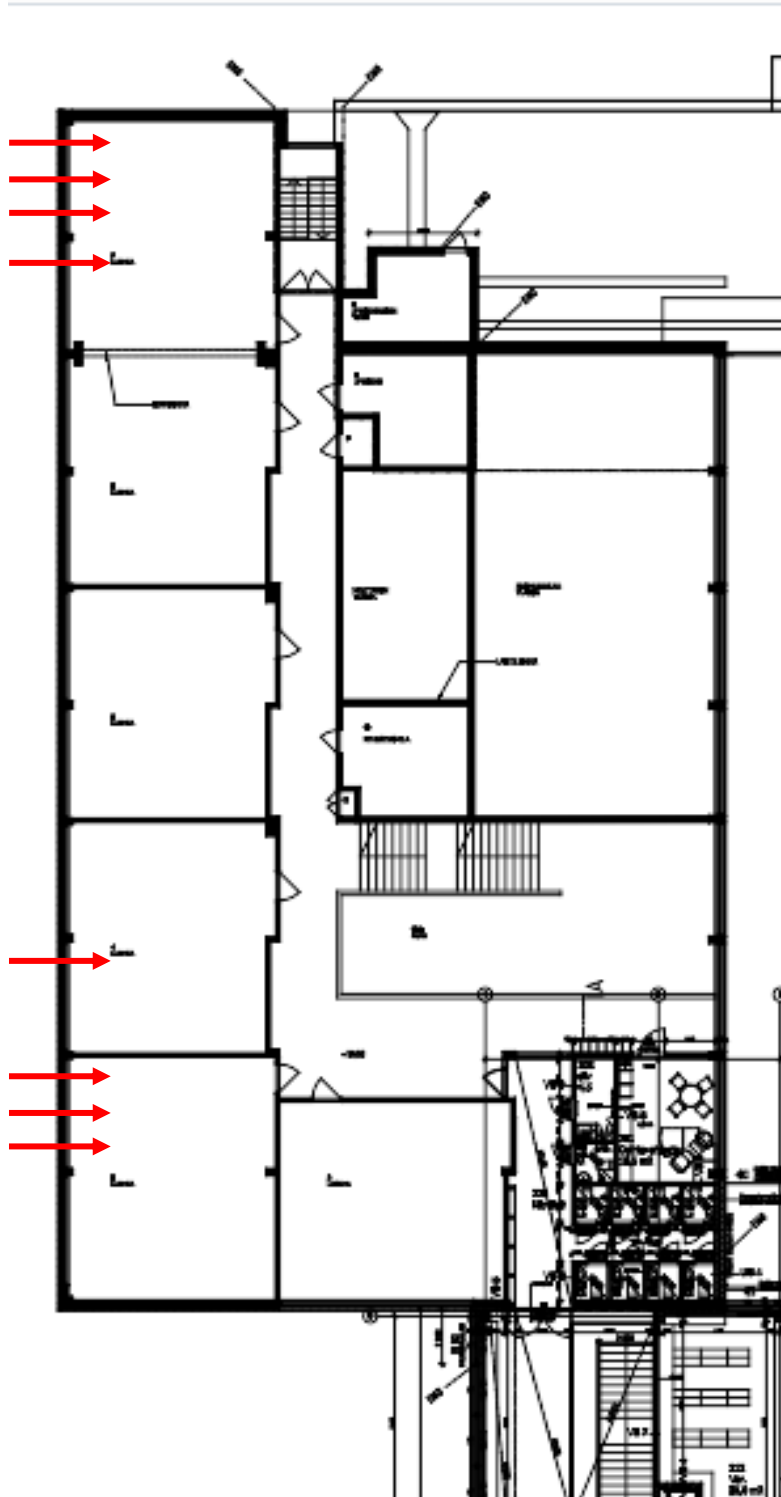
Pasi Tuuvanén
Insinööri, (YAMK), Korjausrakentaminen
Rakennusterveysasiantuntija
VTT-C-23271-26-17
Rakenteiden kosteuden mittaaja
VTT-C-21806-24-1

Paula Helmi
Insinööri AMK, Ympäristötekniologia
Sisäilmatutkija

MITTAUS- JA NÄYTTEIDENOTTOKARTTA



LUOKKAHUONEIDEN 7, 4 JA 3 MERKKIAINETUTKIMUKSET TESTAUSPAIKAT



PH Ympäristötekniikka Oy
 Puusepänkatu 5
 13110 HÄMEENLINNA

 Tilausno 359443 (7PHYMPÄR/rakmat), saapunut 17.4.2019, näytteet otettu 15.4.2019
 Näytteenottaja: Pasi Tuuvanen

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
23873	Riihikallion koulu JS 1, villa
23874	JS 2, villa
23875	J S3, villa
23876	Psykologin huone, Tilke 1, villa
23877	Tilke 2, villa
23878	Tilke 3, rive
23879	Putkikanaali yläosa, villa
23880	Putkikanaali alaosa, paperi, puu

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	23873	23874	23875	STM Asumis
*Aktinomykeetit ^{oo}	pmy/g	<100	<100	100	<3000 (s)
*Bakteerit	pmy/g	<100	<100	12000	
*Sieni-itiöpit., DG-18 alusta	pmy/g	270	100	450	<10000 (s)
*Sieni-itiöpit., M2A alusta	pmy/g	360	<100	540	<10000 (s)
*Sieni-itiöiden sukum. (M2A)		kts. laus.		kts. laus.	
*Sieni-itiöiden sukum. (DG-18)		kts. laus.	kts. laus.	kts. laus.	
*Mikroskooppinen tutkimus					

Määrittäminen	Yksikkö	23876	23877	23878	STM Asumis
*Aktinomykeetit ^{oo}	pmy/g	<100	<100	<100	<3000 (s)
*Bakteerit	pmy/g	180	<100	36000	
*Sieni-itiöpit., DG-18 alusta	pmy/g	<100	<100	180	<10000 (s)
*Sieni-itiöpit., M2A alusta	pmy/g	100	<100	<100	<10000 (s)
*Sieni-itiöiden sukum. (M2A)		kts. laus.			
*Sieni-itiöiden sukum. (DG-18)				kts. laus.	
*Mikroskooppinen tutkimus					

Määrittäminen	Yksikkö	23879	23880	STM Asumis
*Aktinomykeetit ^{oo}	pmy/g	<100	<100	<3000 (s)
*Bakteerit	pmy/g	<100	100	
*Sieni-itiöpit., DG-18 alusta	pmy/g	<100	<100	<10000 (s)
*Sieni-itiöpit., M2A alusta	pmy/g	<100	100	<10000 (s)
*Sieni-itiöiden sukum. (M2A)			kts. laus.	
*Sieni-itiöiden sukum. (DG-18)				
*Mikroskooppinen tutkimus			Kts. laus.	

 Akkreditointi ei koske lausuntoa.
 Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET (jatkoa ed. sivulta)

Merkintöjen selityksiä: P = määrittäminen kesken, E = ei tehty, ~ = noin, < = pienempi kuin, « = pienempi tai yhtäsuuri kuin, > = 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)

SUORITETTUJEN TUTKIMUSTEN PERUSTEELLA:

Mikrobien määrittämiss raja 100 pmy/g.

Aistinvaraiset havainnot ja mikrobisukujen tunnistus:

Näyte 23873 JS 1, villa

Aistinvaraiset havainnot: ei huomauttamista

THG: aktinomykeetit^{oo} alle määrittämiss rajan

DG18: 67% Penicillium^{ooo}, 33% Wallemia^o (1 pesäke)

M2A: 100% Penicillium^{ooo}

Näyte 23874 JS 2, villa

Aistinvaraiset havainnot: ei huomauttamista

THG: aktinomykeetit^{oo} alle määrittämiss rajan

DG18: 100% Cladosporium^{ooo}

M2A: alle määrittämiss rajan

Näyte 23875 JS 3, villa

Aistinvaraiset havainnot: ei huomauttamista

THG: aktinomykeetit^{oo} 100 pmy/g

DG18: 60% hiiva, 40% Geomyces^o

M2A: 67% Aureobasidium, 17% hiiva, 17% muu home

Näyte 23876 Psykologin huone, Tilke 1, villa

Aistinvaraiset havainnot: villa tummaa

THG: aktinomykeetit^{oo} alle määrittämiss rajan

DG18: alle määrittämiss rajan

M2A: 100% Penicillium^{ooo}

Näyte 23877 Tilke 2, villa

Aistinvaraiset havainnot: ei huomauttamista

THG: aktinomykeetit^{oo} alle määrittämiss rajan

DG18: alle määrittämiss rajan

M2A: alle määrittämiss rajan

Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

LAUSUNTO (jatkoa edelliseltä sivulta)

Näyte 23878 Tilke 3, villa

Aistinvaraiset havainnot: ei huomauttamista
THG: aktinomykeetit^{oo} alle määrittäysrajan
DG18: 100% muu home (Aureobasidium)
M2A: alle määrittäysrajan

Näyte 23879 Putkikanaali yläosa, villa

Aistinvaraiset havainnot: ei huomauttamista
THG: aktinomykeetit^{oo} alle määrittäysrajan
DG18: alle määrittäysrajan
M2A: alle määrittäysrajan

Näyte 23880 Putkikanaali alaosa, paperi, puu

Näytteen mikroskooppisessa tutkimuksessa havaittiin runsaasti (osittain kuivunutta) sienirihmastoja ja sieni-itiöitä.

Aistinvaraiset havainnot: paperin alaosassa tummentumaa, puun pinta harmaa
THG: aktinomykeetit^{oo} alle määrittäysrajan
DG18: alle määrittäysrajan
M2A: 100% Penicillium^{ooo}

Merkintöjen selitykset:

^oMikrobisuku/-laji/-ryhmä on kosteusvaurioon viittaava.

^{oo}Mikrobisuku/-laji/-ryhmä on kosteusvaurioon viittaava ja mahdollisesti toksiineja tuottava.

^{ooo}Mikrobisuku on mahdollisesti toksiineja tuottava.



Meija Kivisaari
Mikrobiologi

TIEDOKSI

Helmi Meri/meri.helmi@phyt.fi
Helmi Paula/paula.helmi@phyt.fi

MENETELMÄTIEDOT

Määrittys	Menetelmän nimi ja tutkimuslaitos (suluissa)
*Aktinomykeetit ^{oo}	STM asetus 545/2015 ja Asumisterv.as. sovelt.ohje IV 8/2016 (TL25)
*Bakteerit	STM asetus 545/2015 ja Asumisterv.as. sovelt.ohje IV 8/2016 (TL25)
*Sieni-itiöpit., DG-18 alusta	STM asetus 545/2015 ja Asumisterv.as. sovelt.ohje IV 8/2016 (TL25)
*Sieni-itiöpit., M2A alusta	STM asetus 545/2015 ja Asumisterv.as. sovelt.ohje IV 8/2016 (TL25)
*Sieni-itiöiden sukum. (M2A)	STM asetus 545/2015 ja Asumisterv.as. sovelt.ohje IV 8/2016 (TL25)
*Sieni-itiöiden sukum. (DG-18)	STM asetus 545/2015 ja Asumisterv.as. sovelt.ohje IV 8/2016 (TL25)
*Mikroskooppinen tutkimus	STM asetus 545/2015 ja Asumisterv.as. sovelt.ohje IV 8/2016 (TL25)

TUTKIMUSLAITOSTIEDOT

Tunnus	Tutkimuslaitoksen nimi
TL25	KVVOY/Tampere (FINAS T064)

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT

Määrittys	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittyspvm.
*Aktinomykeetit ^{oo}	2019/23873	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23874	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23875		18.4.2019
	2019/23876	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23877	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23878	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23879	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23880	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
*Bakteerit	2019/23873	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23874	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23875	±15 %	18.4.2019
	2019/23876	±50 %	18.4.2019
	2019/23877	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23878	±15 %	18.4.2019
	2019/23879	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23880		18.4.2019
*Sieni-itiöpit., DG-18 alusta	2019/23873	±50 %	18.4.2019
	2019/23874		18.4.2019
	2019/23875	±50 %	18.4.2019
	2019/23876	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23877	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23878	±50 %	18.4.2019
	2019/23879	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23880	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
*Sieni-itiöpit., M2A alusta	2019/23873	±50 %	18.4.2019
	2019/23874	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23875	±50 %	18.4.2019
	2019/23876		18.4.2019
	2019/23877	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23878	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23879	Määrittysrajan alitus	18.4.2019
	2019/23880		18.4.2019
*Sieni-itiöiden sukum. (M2A)	2019/23873		18.4.2019
	2019/23875		18.4.2019
	2019/23876		18.4.2019
	2019/23880		18.4.2019

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT (jatkoa edelliseltä sivulta)

Määrittäminen	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittäminen
	2019/23873		18.4.2019
	2019/23874		18.4.2019
	2019/23875		18.4.2019
	2019/23878		18.4.2019
*Mikroskooppinen tutkimus	2019/23880	Määrittämissärajien alitus	26.4.2019

Analyysivastaus 2945719
VVOC- ja VOC -yhdisteet, FLEC (massa)

Tilaaaja	PH Ympäristötekniikka Oy, Paula Helmi, Puusepänkatu 5, 13110 Hämeenlinna
Tutkimuskohde	Riihikallion koulu, Tuusula
Näytteenottaja	Tuuvanan Pasi
Näytteenottopäivä	
Vastaanotettu	18.4.2019
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-tarkkuuspumppua.

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 erityispitkää 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 merkitsevä 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.

Ositum Oy
www.ositum.fi

Perintötie 8 C 4
01510 Vantaa
Puh 010 425 2610

Kiilakiventie 1
90250 Oulu
Puh 010 425 2600

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

Näyte	Selite	Massa	Näyteputki
FG1	TH-huone, Riihikallio, M1	35,302 g	40249 ^c
FG2	Psykologin huone, Riihikallio, M2	36,263 g	84346 ^c

^c Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1000, kerättyjen yhdisteiden koko ~ C_{3/4} – C₂₀

^d Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1003, kerättyjen yhdisteiden koko ~ C_{2/3} – C₂₀

Tulos VVOC- ja VOC-yhdisteet, FLEC (massa)

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

Ryhmä	Yhdiste	FG1	FG2
Aldehydit			
	bentsaldehydi	ND	
	dekanaali	ND	ND
	heksanaali	ND	ND
	oktanaali	ND	ND
	Yhteensä	ND	ND
Alkaanit			
	dekaani	ND	ND
	heptaani	ND	ND
	undekaani	2	2
	Yhteensä	2	2
Alkoholit			
	1-butanoli	ND	ND
	1-nonanoli	5	4
	2-butoksietanoli		ND
	2-etyyliheksanoli	14	3
	6-metyyli-1-oktanoli	23	19
	Yhteensä	42	26
Aromaattiset			
	p-ksyleeni	ND	ND
	tolueeni	1	1
	Yhteensä	1	1
Halogenoidut			
	2,2-dikloori-1,1,1-trifluorimetaani	ND	
	dikloorimetaani	9	4
	Yhteensä	9	4
Ketonit			
	2-butanoni	ND	
	2-heksanoni	ND	ND
	5-metyyli-2-heptanoni	ND	1
	3-heptanoni	ND	ND
	4-metyyli-2-pentanoni	ND	ND
	5-metyyli-3-heptanoni		ND
	6-metyyli-1-okteeni	12	11
	6-metyyli-5-hepten-2-oni	ND	ND
	asetoni	ND	1
	Yhteensä	12	13

Ryhmä	Yhdiste	FG1	FG2
Siloksaanit			
	heksametyylisyklotrisiloksaani	ND	ND
	oktametyylisyklotetrasiloksaani	ND	ND
	Yhteensä	ND	ND
Terpeenit			
	alfa-pineeni	ND	ND
	isolongifoleeni	ND	
	Yhteensä	ND	ND
Tunnistamattomat			
	Yhteensä	84	68

TVOC *		150	110
--------	--	-----	-----

* 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.

VANTAA 29.4.2019

Ositum Oy



Juhani Kronholm
FT, kemisti

Jakelu 1 kpl tilaaja
1 kpl Ositum Oy:n arkisto

Analysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Ositum Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.
Toimeksiannossa noudatetaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen (KSE) mukaisia ehtoja.

Analyysivastaus 2957119
VVOC- ja VOC -yhdisteet, FLEC (massa)

Tilaaaja	PH Ympäristötekniikka Oy, Paula Helmi, Puusepänkatu 5, 13110 Hämeenlinna	
Tutkimuskohde	Riihikallion koulu, Tuusula	
Näytteenottaja	PH Ympäristötekniikka Oy Paula Helmi 050 468 8448	
Näytteenottopäivä	6.5.2019	
Vastaanotettu	6.5.2019	
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 erityispiikkää 60 metrin kolonna, 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 $< 45 \%$ 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 merkitsevä 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	Luokka 21	7,7905 g	84333 ^c

^c Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1000, kerättyjen yhdisteiden koko ~ C_{3/4} – C₂₀
^d Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1003, kerättyjen yhdisteiden koko ~ C_{2/3} – C₂₀
Tulos VVOC- ja VOC-yhdisteet, FLEC (massa)

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

Ryhmä	Yhdiste	FG1
Aldehydit		
	dekanaali	7
	nonanaali	8
	Yhteensä	15
Alkaanit		
	2-metyyliheksaani	1
	3-metyyliheksaani	2
	heptaani	1
	Yhteensä	4
Alkoholit		
	1-nonanoli	7
	2-etyyliheksanoli	8
	6-metyyli-1-oktanoli	18
	Yhteensä	33
Aromaattiset		
	bentsotiatsoli	ND
	tolueeni	27
	Yhteensä	27
Glykolieetterit		
	dietyleeniglykolibutyylieetteri	28
	Yhteensä	28
Halogenoidut		
	dikloorimetaani	9
	Yhteensä	9
Orgaaniset hapot		
	bentsoehappo	3
	etikkahappo	16
	Yhteensä	19
Siloksaanit		
	heksametyylisyklotrisiloksaani	4
	Yhteensä	4
Tunnistamattomat		
	Yhteensä	64

TVOC *	200
--------	-----

* 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.

VANTAA 8.5.2019

Ositum Oy



Juhani Kronholm
FT, kemisti

Jakelu	1 kpl tilaaja
	1 kpl Ositum Oy:n arkisto

Analysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Ositum Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.
Toimeksiannossa noudatetaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen (KSE) mukaisia ehtoja.