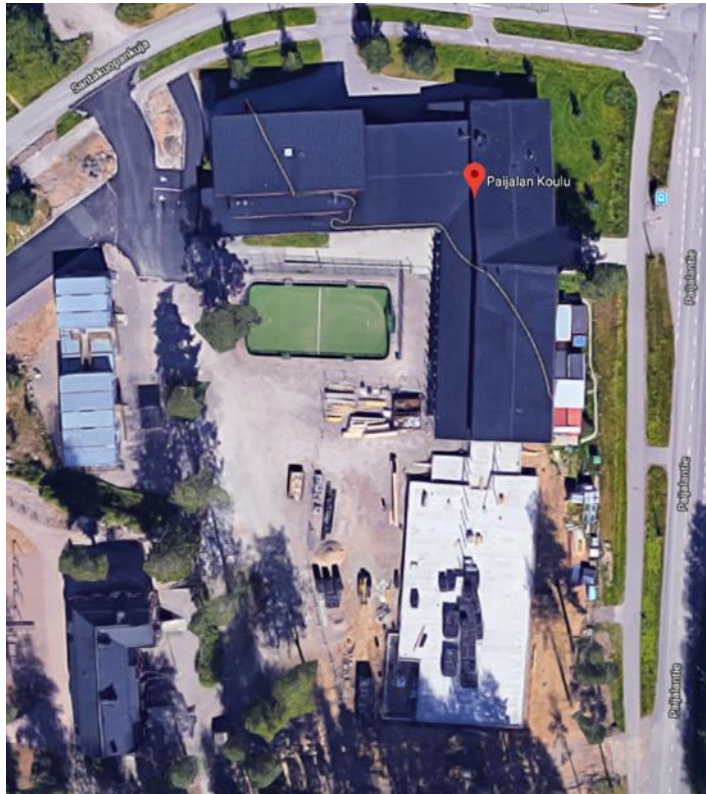


RAKENNETEKNINENTUTKIMUS, LUOKKA 4

26.4.2019



PAIJALAN KOULU

PAIJALANTIE 44

04300 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	RAKENNEAVAUKSET	4
3	MITTAUKSET JA TUTKIMUSTULOKSET SEKÄ KÄSITTEET	13
3.1	Suoramikroskopointi materiaalinäytteestä ja aistinvaraiset havainnot.....	13
3.2	Mikrobinäytteiden viljelytutkimukset.....	14
3.3	Porareikämittaus	15
3.3.1	Mittalaitteisto ja tulokset.....	16
3.4	VOC-yhdisteiden määrittäminen materiaalinäytteestä (Bulk-menetelmä).....	16
3.4.1	Tulokset	17
4	YHTEENVETO	17

1 KUNTOTUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT

1.1 Kohdetiedot ja tilaaja

Kohde	Paijalan koulu Paijalantie 44 04300 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

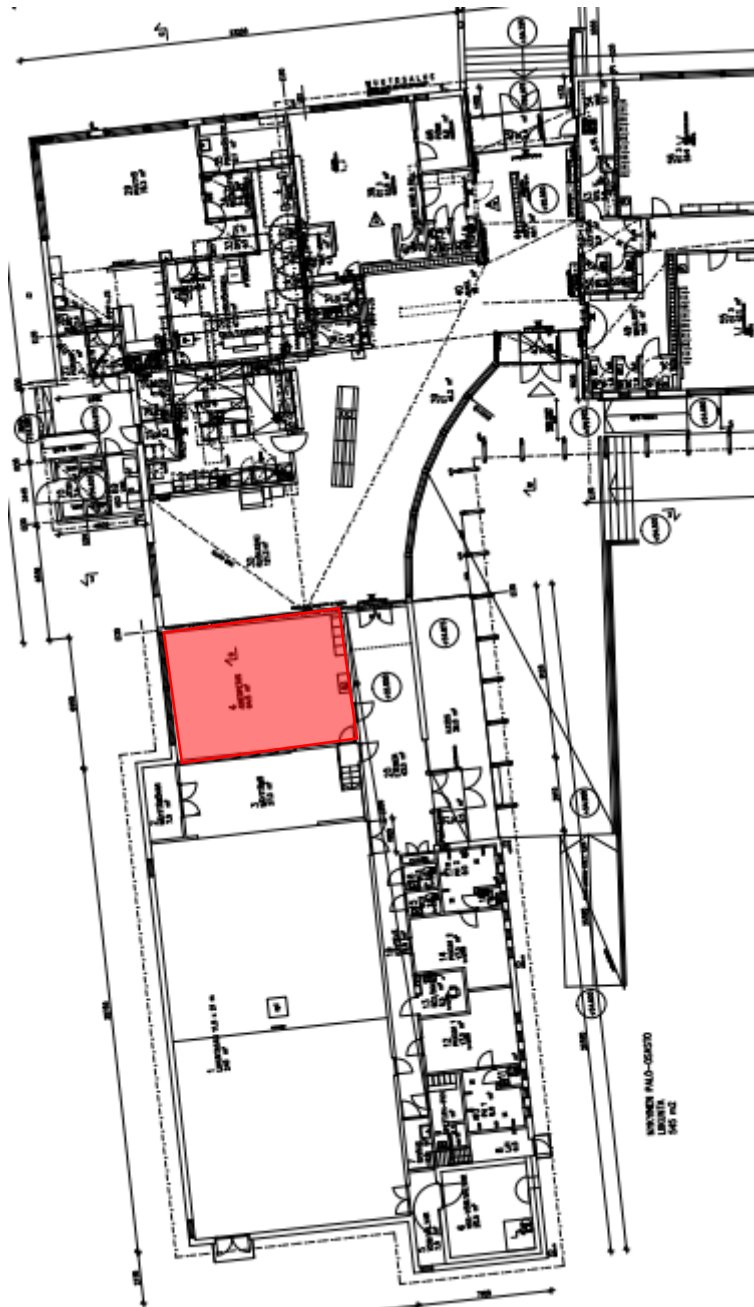
- Rakennuksia, 1 kpl
- Kerroksia, 2 kpl

Tutkimuksen kohteena on Paijalan koulun luokkahuone 4, joka sijaitsee liikuntasalin vieressä. Luokan ulkovaippa- ja väliseinärakenteisiin tehtiin yhteensä 10 rakenneavausta sisäkautta. Rakenneavauksista tarkastettiin rakennekerrokset ja vauriot sekä jokaisesta rakenneavauksesta otettiin materiaalinäytteitä mikrobimääritykseen laimennossarjamenetelmällä.

Luokkahuoneen alapohjan betonilaattaan suoritettiin porareikämittaukset kuuteen eri syvyyteen ja porareikämittauspaikka määritettiin pintakosteusmittarilla valitsemalla korkeimman kosteuden alue.

Lattian pintamateriaalista toimitettiin yksi näyte VOC-määritykseen BULK-menetelmällä.

Kaikki rakenneavaus-, mittaus- ja näytepaikat on esitetty näytteidenottokartassa.



Kuva 1. Tutkittava alue on merkitty punaisella varjostuksella.

1.4 Tutkimuksen ajankohta

Kenttätutkimukset suoritettiin 22.3.2019 ja 25.3.2019.

2 RAKENNEAUKSET

Luokkahuoneen 4 rakenteisiin suoritettiin kymmenen rakenneavausta. Ulkovaipparakentteeseen suoritettiin viisi rakenneavausta ja väliseiniin viisi rakenneavausta. Rakenneavauspaikat on esitetty näytteenotto- ja rakenneavauskartassa.

Rakenneavaukset RAK1A, RAK2A ja RAKS7 luokkahuoneen ulkoseinärakenteeseen (alaosa):

- | | | |
|----|--------------------|----------------------------|
| 1. | 12 mm, | maalattu kipsilevy |
| 2. | 0,02 mm, | höyrinsulkumuovi |
| 3. | 50 mm, | paperipintainen XPS-eriste |
| 4. | | betonisokkeli |
| 5. | 44 mm (2 x 22 mm), | laudat (ristiinkoolaus) |
| 6. | | pystypanelointi |



Kuva 2. Rakenneavaus RAK1A luokkahuoneen 4 ulkoseinärakenteeseen (alaosa).



Kuva 3. Luokkahuoneen 4 ulkoseinärakenteen alaosan rakennusmateriaalit.

Rakenneavaukset RAK3A ja RAK4 luokkahuoneen 4 väliseinärakenteeseen (alaosa):

- | | | |
|----|----------|----------------------------|
| 1. | 12 mm, | maalattu kipsilevy |
| 2. | 10 mm, | vanerilevy |
| 3. | 0,02 mm, | höyrinsulkumuovi |
| 4. | 50 mm, | paperipintainen XPS-eriste |
| 5. | | betoni |



Kuva 4. Rakenneavaus RAK4 luokkahuoneen 4 väliseinärakenteeseen.

Rakenneavaukset RAK1Y ja RAK2Y luokkahuoneen 4 ulkoseinärakenteeseen (yläosa):

- | | | |
|----|----------|-------------------------------|
| 1. | 12 mm, | maalattu kipsilevy |
| 2. | 0,02 mm, | höyrinsulkumuovi |
| 3. | 200 mm, | mineraalivillaeriste/puurunko |
| 4. | | kipsilevy (tuulesuojalevy) |



Kuva 5. Rakenneavaus RAK2Y luokkahuoneen 4 ulkovaipparakenteen yläosaan.

Rakenneavaus RAK3Y luokkahuoneen väliseinärakenteeseen (yläosa):

1. 12 mm, maalattu kipsilevy
2. 10 mm, vanerilevy
3. 0,02 mm, höyrinsulkumuovi
4. 200 mm, mineraalivillaeriste/puurunko
5. kipsilevy (tuulensuojalevy)



Kuva 6. Rakenneavaus RAK3Y luokkahuoneen 4 väliseinärakenteen yläosaan.

Rakenneavaukset RAK5 ja RAK6 luokkahuoneen 4 väliseinärakenteeseen (alaosa):

1. 12 mm, maalattu kipsilevy
2. 10 mm, vanerilevy
3. 200 mm, puurunko (100 mm tyhjä /100 mm mineraalivillaeriste)
4. vanerilevy



Kuva 7. Rakenneavaus RAK5 luokkahuoneen 4 väliseinärakenteen alaosaan.

Aistinvaraisten havaintojen perusteella rakenneavauksissa ei havaittu kosteusvaurioihin viittaavia tekijöitä eikä rakenneavausten yhteydessä aistittu ylimääräisiä hajuja. Rakennusmateriaaleissa ei havaittu mikrobikasvustoa eikä muutoksia, jotka viittaisivat rakenteissa olevaan ylimääräiseen kosteuskuormaan.

Yläpohjan ja ulkoseinärakenteen höyrynsulkumuovien liitoskohdat eivät ole tiiviitä eikä liitoskohtaa ole teipattu höyrynsulkuteipillä. Ikkunakarmien liitokset höyrynsulkumuoviin olivat tiivistämättä.

Lattian muovimaton kiinnitys alustaan oli heikko ja muovimaton alapuoleinen tasoite oli vaurioitunut.



Kuva 8. Rakenneavaus RAK5 luokkahuoneen 4 väliseinärakenteen alaosaan. Rakennusmateriaaleissa ei havaittu vaurioita.



Kuva 9. Yläpohjan höyrynsulkumuovia ei ole asennettu tiiviisti ulkoseinärakenteen höyrynsulkumuoviin.



Kuva 10. Ikkunarakenteiden liitos höyrynsulkumuoviin ei ole tiivis.



Kuva 11. Lattian muovimaton kiinnitys alustaan oli heikko ja muovimattojen alapuoleinen taasoite oli vaurioitunut.

3 MITTAUKSET JA TUTKIMUSTULOKSET SEKÄ KÄSITTEET

3.1 Suoramikroskopointi materiaalinäytteestä ja aistinvaraiset havainnot

Mikroskopointitutkimuksella selvitetään materiaalinäytteessä sieni-itiöiden ja rihmaston esiintymistä sekä voidaan arvioida niiden määrää. Mikäli suoramikroskopoinnissa havaitaan sienirihmasto, 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. 27.3.2019 otettujen näytteiden aistinvarainen arviointi ja suoramikroskopiointi.

Näyte	Lab	puu	villa	uretaani	paperi	Mikroskopiointi
RAK 1A, LK4	18348	-	-	hieman tummahkoa	ei huomauttamista	Ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmasta
RAK 2A	18349	-	-	ei huomauttamista	ei huomauttamista	Ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmasta
RAK 3A	18350	ei huomauttamista	-	ei huomauttamista	ei huomauttamista	Ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmasta
RAK 1Y	18351	ei huomauttamista	ei huomauttamista	-	ei huomauttamista	Vähän sienirihmastoja ja sieni-itiöitä
RAK 2Y	18352	-	ei huomauttamista	-	ei huomauttamista	Ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmasta
RAK 3Y	18353	ei huomauttamista	ei huomauttamista	-	ei huomauttamista	Ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmasta
RAK 4	18354	ei huomauttamista	-	-	ei huomauttamista	Ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmasta
RAK 5	18355	ei huomauttamista	hieman tummahkoa	-	ei huomauttamista	Kohtalaisesti sienirihmastoja ja sieni-itiöitä
RAK 6	18356	ei huomauttamista	ei huomauttamista	-	ei huomauttamista	Ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmasta
RAK 7	18357	ei huomauttamista	-	ei huomauttamista	ei huomauttamista	Ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmasta

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 tulkinnaissa tarkastellaan suvustojen esiintymistä ja jakaantumista asetuksen 545/2015 tulkintaohjeiden mukaisesti.

Taulukko 2. 27.3.2019 otettujen materiaalinäytteiden mikrobitulokset (pmy/g) laimennossarjamenetelmällä.

Näyte	Lab	Aktinomykeetit	THG	DG-18	M2A	Indikaattorimikrobit	Tulkinta
RAK 1A, LK4: uretaani, paperi	18348	<100	2100	<100	<100		Ei viitettä vauriosta
RAK 2A: uretaani, paperi	18349	<100	1300	<100	100		Ei viitettä vauriosta
RAK 3A: uretaani, paperi, puu	18350	<100	450	<100	<100		Ei viitettä vauriosta
RAK 1Y: villa, paperi, puu	18351	<100	<100	<100	<100		Ei viitettä vauriosta
RAK 2Y: villa, paperi	18352	<100	270	<100	<100		Ei viitettä vauriosta
RAK 3Y: villa, paperi, puu	18353	<100	540	<100	<100		Ei viitettä vauriosta
RAK 4: paperi+kipsi, puu	18354	<100	180	<100	<100		Ei viitettä vauriosta
RAK 5: villa, paperi, puu	18355	<100	990	<100	<100		Ei viitettä vauriosta
RAK 6: villa, paperi, puu	18356	<100	450	<100	<100		Ei viitettä vauriosta
RAK 7: uretaani, paperi, puu	18357	<100	100	<100	<100		Ei viitettä vauriosta

Laimennossarjajiljelyssä rakenteiden materiaaleissa ei havaittu viitteitä vaurioista.

3.3 Porareikämittaus

Porareikämittausmenetelmällä voidaan selvittää tutkittavan rakenteen kosteusprofiili. Menetelmä on tarkimmillaan rakenteen lämpötilan ollessa + 15 – + 25 °C. Rakenteeseen porataan valituille syvyyksille mittausreiät, jotka putkitetaan, puhdistetaan imuroimalla ja tiivistetään huolellisesti vesihöyrytiivistä elastista massaa käyttäen.

Mittauksissa on mitattu betonirakenteiden suhteellista kosteutta. Mittaukset on suoritettu RT kortin 14-10984 "betonin suhteellisen kosteuden mittaus" -ohjeiden ja "Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet" -julkaisua mukaillen. Mittausreikien tasaantumisaika on ollut poraamisen jälkeen vähintään 3 vuorokautta ja antureiden tasaantumisaika on ollut vähintään 1 tuntia. Mittaukset on suoritettu SHM40 mittalaitteella ja HMP40S mittausanturilla.

3.3.1 Mittalaitteisto ja tulokset

Porareikämittaukset suoritettiin käyttäen Vaisalan HM40-näyttöpäätettä ja siihen liitettyjä HMP40S-mittausantureita. Porareikämittaus valittiin määrittämällä pintakosteusosoittimella alapohjan korkeimman arvon alue.

Taulukko 3. Luokkahuoneen 4 porareikämittaukset mittauskohdassa 1.

Mitta-piste	Mittaus-syvyys	Lämpötila °C	RH %	Abs.kost g/m ³	Kyl.kosteus g/m ³
1	10	17,7	63,0	9,51	15,11
2	20	17,5	62,2	9,32	14,93
3	40	17,4	64,3	9,54	14,84
4	60	17,2	66,7	9,78	14,67
5	80	17,1	63,7	9,28	14,58
7	EPS/Yläpinta	16,9	62,2	8,96	14,41
8	Sisäilma	18,2	50,8	7,92	15,56
9	Ulkoilma	3,0	65,0	3,89	5,98

Porareikämittausten perusteella alapohjan betonilaatan kosteuspitoisuudet olivat mittaushetkellä normaalilla tasolla.

Maanvastaisen betonilaatan yläosissa ei sallita korkeita kosteuspitoisuuksia, jos laatan päällä on vaurioherkkiä materiaaleja. Samoin kosteusvaurioituvat lattian pintamateriaalit, kuten muovimatot, rajoittavat betonilaatan yläosassa sallituksi katsottavaa kosteustasoa. Useimpien mattoliimojen kriittisenä suhteellisen kosteuden arvona pidetään 85 % RH, mikä tarkoittaa, että suhteellinen kosteus mattopäällysteen alla liimassa ei saa pitkäksi aikaa nousta yli tämän arvon. Hyvin toimivissa maanvastaisissa rakenteissa kosteus tasaantuu muovimaton alla tason 80 % RH alapuolelle.

Betonirakenteen normaali kosteuspitoisuus nuoren rakenteen sisäosissa voi normaalilämpötilassa olla yli 90 %RH ja vasta joskus hyvinkin monen vuoden kuluttua esimerkiksi välipohjan sisäosissa suhteellinen kosteuspitoisuus lähestyy normaalia huoneilman keskimääräistä kosteuspitoisuutta, n. 50 %. Vastaavasti esimerkiksi maanvaraiseen betonilaattaan pitkän ajan kuluessa tasaantuva kosteuspitoisuus millä tahansa mittausyvyvyydellä voi olla noin 80 %RH.

3.4 VOC-yhdisteiden määrittäminen materiaalinäytteestä (Bulk-menetelmä)

Materiaalinäytteen VOC-pitoisuus ilmoitetaan tolueeniekvivalenteina ng/(g h). Näytteiden emissiot tutkitaan mikrokammimenetelmällä ja analysoidaan kaasukromatografisesti. Menetelmällä ei määritellä kvantitatiivista VOC-yhdisteiden pitoisuutta, vaan se 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.

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

3.4.1 Tulokset

Materiaalinäytteet VOC-yhdisteiden määrittämiseksi otettiin 22.3.2019 luokkahuoneen 4 lattian pintamateriaalista.

Taulukko 4. VOC-tulokset mattonäytteestä. Taulukkoon on merkitty yksittäiset yhdisteet, joiden suhteellinen osuus kokonais-VOC-pitoisuudesta on yli 10%.

Tila	Materiaalin VVOC-pitoisuus, ng/(g h)	1,2-dimetyylisyklopentaani, ng/(g h)	6-metyyli-1-oktanolin, ng/(g h)
Luokka 4, muovimatto	280	57 (20%)	57 (20%)

Luokkahuoneen 4 näytteessä esiintyvien 1,2-dimetyylisyklopentaanin ja 6-metyyli-1-oktanolin suhteellinen pitoisuus ylitti 10% kokonais-VOC-pitoisuudesta.

4 YHTEENVETO

Luokkahuoneen 4 rakenneavauksissa ei havaittu kosteusvaurioihin viittaavia tekijöitä. Rakenneavausten yhteydessä ei havaittu vaurioituneita materiaaleja ulko- ja väliseinärakenteen rungossa tai levytavarassa.

Ulkovaipparakenteiden höyrynsulkumuovien liitokset eivät olleet tiiviitä suhteessa ikkunoihin eikä yläpohjan höyrynsulkumuoviin.

Muovimattojen kiinnitys alustaan oli heikko ja muovimattojen alapuoleinen tasoite oli vaurioitunut.

Näytteiden mikroskooppisessa tutkimuksessa havaittiin näytteen RAK1Y osalta vähän sienirihmastoja ja sieni-itiöitä puun ja paperin pinnassa. Näytteen RAK5 suoramikroskopoinnissa havaittiin kohtalaisesti sienirihmastoja ja seini-itiöitä paperin ja puun pinnassa.

Rakennusmateriaalien laimennossarjaviljelyssä ei havaittu viitteitä materiaalien vaurioitumisesta.

Porareikämittausten perusteella alapohjan betonilaatan kosteuspitoisuudet ovat normaalilla tasolla.

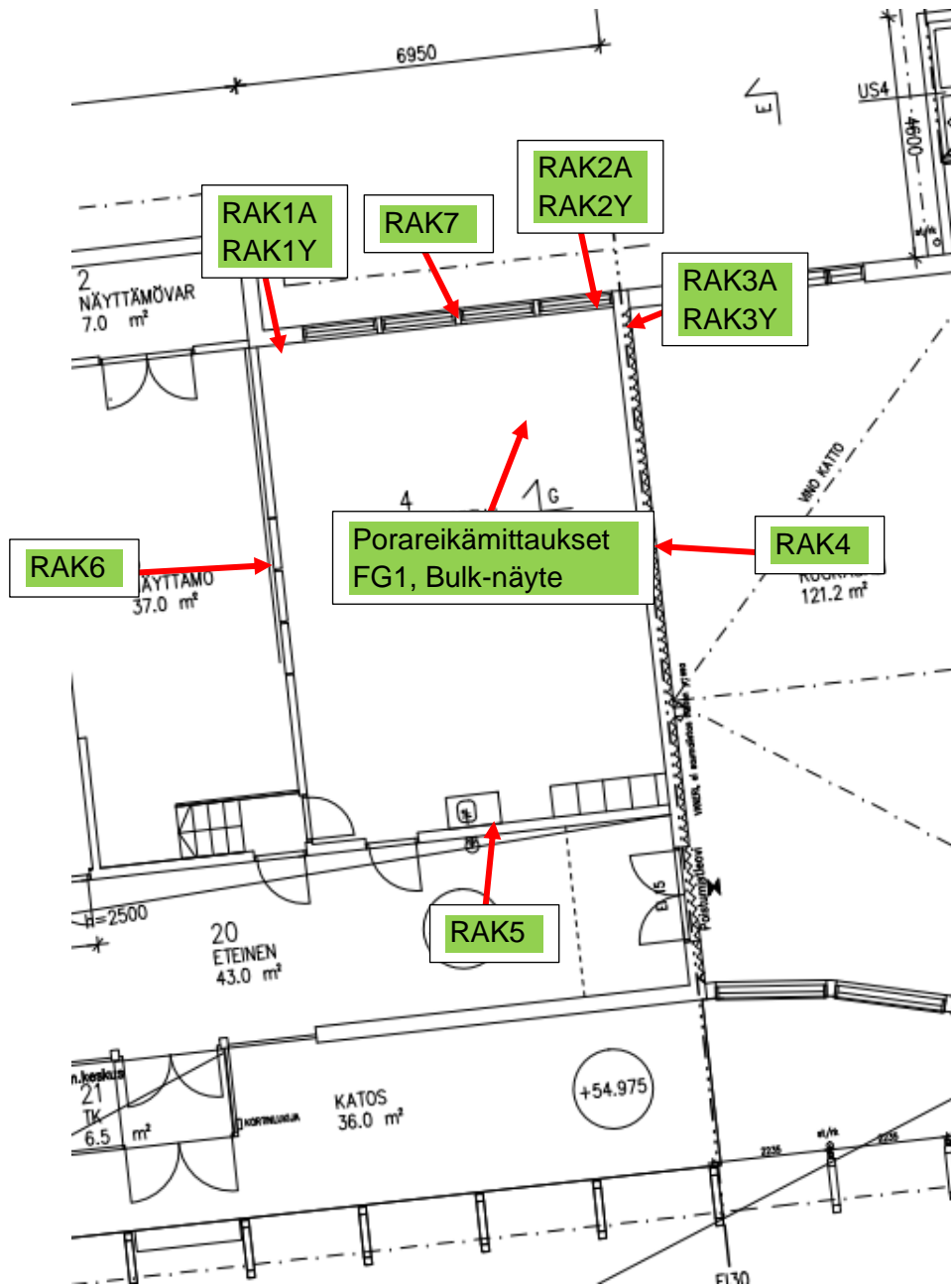
Luokkahuoneen 4 mattonäytteessä esiintyvien 1,2-dimetyylisyklopentaanin ja 6-metyyli-1-oktanolin suhteellinen pitoisuus ylitti 10% kokonais-VOC-pitoisuudesta BULK-analyysissä. Kosteusvaurioihin viittaavia VOC-yhdisteitä ei havaittu merkittäviä määriä BULK-analyysin perusteella.

Helsingissä 26.4.2019



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

Rakenneavaus- ja näytteidenottokartta:



PH Ympäristötekniikka Oy
 Puusepänkatu 5
 13110 HÄMEENLINNA

 Tilausno 356978 (7PHYMPÄR/rakmat), saapunut 27.3.2019, näytteet otettu 27.3.2019
 Näytteenottaja: Pasi Tuuvanen

NÄYTTEET

Lab.nro	Näytteen kuvaus
18348	Pajalan koulu, luokka 4 RAK 1A
18349	RAK 2A
18350	RAK 3A
18351	RAK 1Y
18352	RAK 2Y
18353	RAK 3Y
18354	RAK 4
18355	RAK 5
18356	RAK 6
18357	RAK 7

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	18348	18349	18350	STM Asumis
*Aktinomykeetit ^{oo}	pmy/g	<100	<100	<100	<3000 (s)
*Bakteerit	pmy/g	2100	1300	450	
*Sieni-itiöpit., DG-18 alusta	pmy/g	<100	<100	<100	<10000 (s)
*Sieni-itiöpit., M2A alusta	pmy/g	<100	100	<100	<10000 (s)
*Sieni-itiöiden sukum. (M2A)			kts. laus.		
*Mikroskooppinen tutkimus		Kts. laus.	Kts. laus.	Kts. laus.	

Määrittäminen	Yksikkö	18351	18352	18353	STM Asumis
*Aktinomykeetit ^{oo}	pmy/g	<100	<100	<100	<3000 (s)
*Bakteerit	pmy/g	<100	270	540	
*Sieni-itiöpit., DG-18 alusta	pmy/g	<100	<100	<100	<10000 (s)
*Sieni-itiöpit., M2A alusta	pmy/g	<100	<100	<100	<10000 (s)
*Sieni-itiöiden sukum. (M2A)					
*Mikroskooppinen tutkimus		Kts. laus.	Kts. laus.	Kts. laus.	

Määrittäminen	Yksikkö	18354	18355	18356	STM Asumis
*Aktinomykeetit ^{oo}	pmy/g	<100	<100	<100	<3000 (s)
*Bakteerit	pmy/g	180	990	450	
*Sieni-itiöpit., DG-18 alusta	pmy/g	<100	<100	<100	<10000 (s)
*Sieni-itiöpit., M2A alusta	pmy/g	<100	<100	<100	<10000 (s)
*Sieni-itiöiden sukum. (M2A)					
*Mikroskooppinen tutkimus		Kts. laus.	Kts. laus.	Kts. laus.	

 Akkreditointi ei koske lausuntoa.
 Tutkimustodistuksen saa kopioida vain kokonaan.

MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET (jatkoa ed. sivulta)

Määritys	Yksikkö	18357	STM Asumis
*Aktinomykeetit ^{oo}	pmy/g	<100	<3000 (s)
*Bakteerit	pmy/g	100	
*Sieni-itiöpöt., DG-18 alusta	pmy/g	<100	<10000 (s)
*Sieni-itiöpöt., M2A alusta	pmy/g	<100	<10000 (s)
*Sieni-itiöiden sukum. (M2A)			
*Mikroskooppinen tutkimus		Kts. laus.	

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 18348 RAK 1A

Näytteen mikroskooppisessa tutkimuksessa ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmastoja.

Aistinvaraiset havainnot: paperi ei huomauttamista, uretaani hieman tummakoja

THG: aktinomykeetit^{oo} alle määrittämiss rajan

DG18: alle määrittämiss rajan

M2A: alle määrittämiss rajan

Näyte 18349 RAK 2A

Näytteen mikroskooppisessa tutkimuksessa ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmastoja.

Aistinvaraiset havainnot: ei huomauttamista

THG: aktinomykeetit^{oo} alle määrittämiss rajan

DG18: alle määrittämiss rajan

M2A: 100% hiiva

Näyte 18350 RAK 3A

Näytteen mikroskooppisessa tutkimuksessa ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmastoja.

Aistinvaraiset havainnot: ei huomauttamista

THG: aktinomykeetit^{oo} alle määrittämiss rajan

DG18: alle määrittämiss rajan

M2A: alle määrittämiss rajan

Näyte 18351 RAK 1Y

Näytteen (paperi, puu) mikroskooppisessa tutkimuksessa havaittiin vähän sienirihmastoja.

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 18352 RAK 2Y

Näytteen (paperi) mikroskooppisessa tutkimuksessa ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmastoja.

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

Näyte 18353 RAK 3Y

Näytteen (paperi, puu) mikroskooppisessa tutkimuksessa ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmastoja.

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

Näyte 18354 RAK 4

Näytteen mikroskooppisessa tutkimuksessa ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmastoja.

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

Näyte 18355 RAK 5

Näytteen (paperi, puu) mikroskooppisessa tutkimuksessa havaittiin kohtalaisesti sienirihmastoja ja sieni-itiöitä.

Aistinvaraiset havainnot: paperi ja puu ei huomauttamista, villa hieman tummahkoa
THG: aktinomykeetit^{oo} alle määrittäysrajan
DG18: alle määrittäysrajan
M2A: alle määrittäysrajan

Näyte 18356 RAK 6

Näytteen (paperi, puu) mikroskooppisessa tutkimuksessa ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmastoja.

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

Näyte 18357 RAK7

Näytteen mikroskooppisessa tutkimuksessa ei havaittu sieni-itiöitä tai sienirihmastoja.

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

LAUSUNTO (jatkoa edelliseltä sivulta)

Merkintöjen selitykset:

°Mikrobisuku/-laji/-ryhmä on kosteusvaurioon viittaava.

°°Mikrobisuku/-laji/-ryhmä on kosteusvaurioon viittaava ja mahdollisesti toksiineja tuottava.

°°°Mikrobisuku on mahdollisesti toksiineja tuottava.



Meija Kivisaari
Mikrobiologi

TIEDOKSI

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

Helmi Meri/meri.helmi@phyt.fi

Helmi Paula/paula.helmi@phyt.fi

PH Ympäristötekniikka Oy, 0 kpl.

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)
*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}	2019/18348	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18349	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18350	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18351	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18352	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18353	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18354	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18355	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18356	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18357	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
*Bakteerit	2019/18348	±23 %	28.3.2019
	2019/18349	±23 %	28.3.2019
	2019/18350	±50 %	28.3.2019
	2019/18351	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18352	±50 %	28.3.2019
	2019/18353	±50 %	28.3.2019
	2019/18354	±50 %	28.3.2019
	2019/18355	±50 %	28.3.2019
	2019/18356	±50 %	28.3.2019
	2019/18357		28.3.2019
*Sieni-itiöpit., DG-18 alusta	2019/18348	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18349	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18350	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18351	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18352	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18353	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18354	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18355	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18356	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18357	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
*Sieni-itiöpit., M2A alusta	2019/18348	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18349		28.3.2019
	2019/18350	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18351	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18352	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18353	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
2019/18354	Määrittysrajan alitus	28.3.2019	

MITTAUSEPÄVARMUUSTIEDOT (jatkoa edelliseltä sivulta)

Määrittys	Näyte	Tuloksen epävarmuus	Määrittyspvm.
*Sieni-itiöpit., M2A alusta	2019/18355	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18356	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
	2019/18357	Määrittysrajan alitus	28.3.2019
*Sieni-itiöiden sukum. (M2A)	2019/18349		28.3.2019
*Mikroskooppinen tutkimus	2019/18348	Määrittysrajan alitus	4.4.2019
	2019/18349	Määrittysrajan alitus	4.4.2019
	2019/18350	Määrittysrajan alitus	4.4.2019
	2019/18351	Määrittysrajan alitus	4.4.2019
	2019/18352	Määrittysrajan alitus	4.4.2019
	2019/18353	Määrittysrajan alitus	4.4.2019
	2019/18354	Määrittysrajan alitus	4.4.2019
	2019/18355	Määrittysrajan alitus	4.4.2019
	2019/18356	Määrittysrajan alitus	4.4.2019
	2019/18357	Määrittysrajan alitus	4.4.2019

Analyysivastaus 2922919
VVO- ja VOC -yhdisteet, FLEC (massa)

Tilaaaja	PH-Ympäristötekniikka Oy, Paula Helmi, Puusepänkatu 5, 13110 Hämeenlinna		
Tutkimuskohde	Paijalan koulu		
Näytteenottaja	Pasi Tuuvanen		
Näytteenottopäivä	22.3.2019		
Vastaanotettu	25.3.2019		
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 (VVO) 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 VVO- ja VOC-analyysin kokonaispitoisuuden (TVOC) ja FLEC-analyysin näytteenoton.

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

Näyte	Selite	Massa	Näyteputki
FG1	Luokka 4, muovimatto	34.858 g	84331 ^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 määritysrajan 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		
	heksanaali	ND
	Yhteensä	ND
Alkaanit		
	1,2-dimetyylisyklopentaani	57
	2,2,4,4,6,8,8-heptametyylinonaani	ND
	2,2-dimetyylidekaani	ND
	3,3,4-trimetyyliheksaani	1
	Yhteensä	58
Alkoholit		
	1-butanoli	4
	1-nonanoli	16
	2-etyylibutanoli	4
	2-etyyliheksanoli	2
	6-metyyli-1-oktanoli	57
	Yhteensä	83
Aromaattiset		
	2-propenylibentseeni	ND
	etylibentseeni	ND
	isopropylibentseeni	ND
	o-ksyleeni	ND
	p-ksyleeni	ND
	styreeni	4
	tolueeni	1
	Yhteensä	5
Esterit		
	dietyyliftalaatti	8
	Yhteensä	8
Halogenoidut		
	dikloorimetaani	2
	Yhteensä	2
Ketonit		
	2-heksanoni	ND
	5-metyyli-2-heptanoni	ND
	3-heptanoni	2
	5-metyyli-3-heptanoni	ND
	asetoni	ND

Ryhmä	Yhdiste	FG1
	Yhteensä	2
Orgaaniset hapot		
	etikkahappo	ND
	Yhteensä	ND
Siloksaanit		
	heksametyylisyklotrisiloksaani	ND
	Yhteensä	ND
Terpeenit		
	longifoleeni	5
	Yhteensä	5
Tunnistamattomat		
	Yhteensä	102
TVOC *		280

* 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 1.4.2019

Ositum Oy



Juhani Kronholm
FT, kemisti

Jakelu 1 kpl tilaaja
1 kpl Ositum Oy:n arkisto

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