

**RIIHIKALLION KOULU
PELLAVAMÄENTIE 15
04320 Tuusula**



SISÄILMATUTKIMUSRAPORTTI

21.6.2017

Sisällysluettelo

1	KOHTEEN YLEISTIEDOT	3
2	KOHTEEN PERUSTIEDOT	3
3	TOIMEKSIANNON YLEISTIEDOT	4
3.1	Tutkimuksen tavoite.....	4
3.2	Tutkimussuunnitelma.....	4
4	TIIVISTELMÄ JA JOHTOPÄÄTÖKSET	4
5	KOSTEUSMITTAUKSET	5
5.1	Pintakosteusmittaus	5
5.1.1	Mittalaitteisto.....	5
5.1.2	Tulokset	5
5.2	Viiltomittaukset	7
5.2.1	Mittalaitteisto.....	7
5.2.2	Tulokset	7
5.3	Poranreikämittaus	8
5.3.1	Mittalaitteisto.....	8
5.3.2	Tulokset	8
5.4	Kosteusmittausten johtopäätökset	9
6	TEOLLISET MINERAALIKUIDUT.....	10
6.1	Yleistä tutkimuksesta.....	10
6.1.1	Teolliset mineraalikulidut, pitoisuus.....	10
6.2	Tulokset.....	10
7	VOC-MITTAUKSET SISÄILMANÄYTTEISTÄ.....	11
7.1	Yleistä tutkimuksesta.....	11
7.2	Tulokset.....	11
8	VOC-MITTAUKSET MATERIAALINÄYTTEISTÄ.....	12
8.1	Yleistä tutkimuksesta.....	12
8.2	Tulokset.....	12
8.3	VOC-tutkimuksen johtopäätökset	12
9	ALLEKIRJOITUS.....	12

1 KOHTEEN YLEISTIEDOT

KOHDE	Riihikallion koulu Pellavamäentie 15 04320 TUUSULA
TILAAJA	Tuusulan kunta / Tilapalvelu Rakennusmestari Pertti Elg +358 40314 555 pertti.elg@tuusula.fi
TUTKIMUKSEN LAATIJA	 Insinööritoimisto Tähtiranta Oy Vanajantie 10 B 13110 Hämeenlinna
YHTEYSHENKILÖ JA SUORITTAJA	Pasi Tuuvanen +358 45 773 31006 pasi.tuuvanen@tahtiranta.fi Paula Helmi +358 40 450 1834 paula.helmi@tahtiranta.fi
KENTTÄTYÖT SUORITETTIIN VIIKOILLA 10 – 24/17	

2 KOHTEEN PERUSTIEDOT

NIMI	Riihikallion yläkoulu
RAKENNUSTYYPPI	Koulurakennus
KÄYTETTÄVISSÄ OLLEET ASIAKIRJAT	Pohjapiirustus Vanhat tutkimusraportit
KORJAUSTYÖT	Vanhan osan kunnostus 2006 Liikuntasalin peruskorjaus 2016 – 2017
TUTKIMUSMENETELMÄT	Sisäilmatutkimus rakenteita rikkomattomin menetelmin

Tutkimukset ja johtopäätökset perustuvat seuraaviin julkaisuihin:

- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015
- Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Osat 1 – 4 (8/2016).
- Asumisterveysohje, 2003. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1. Edita Prima Oy, Helsinki 2003.
- Asumisterveysopas, 2009. Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö- ja terveys -lehti, Pori 2009.

- Kansanterveyslaitos, Meklin T.; Putus T.; Hyvärinen A.; Haverinen-Shaughnessy U.; Lignell U.; Nevalainen A., Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot: opas ongelmien selvittämiseen, Kansanterveylaitokset julkaisuja. C 2/2008

3 TOIMEKSIANNON YLEISTIEDOT

3.1 Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli lisätutkimuksin selvittää sisäilman laatua ja syitä käyttäjien oireiluihin.

3.2 Tutkimussuunnitelma

Tutkimussuunnitelma perustui aiempiin tutkimustuloksiin ja käyttäjien haastatteluihin.

Tutkimuksessa olevat kohteet:

- Luokka 51
- Luokka 54
- Luokka 57
- Luokka 61
- Luokka 63
- Luokka 65
- Luokka 67
- Luokka 69
- Luokka 68/käytävä
- Ruokasali
- Koulusihteerin huone

Tehdyt tutkimukset:

- Pintakosteuskartoitus ja viiltomittaukset tutkimuskohteista
- Poranreikämittaukset rakenteesta
- Kuitupitoisuus kahden viikon laskeumasta
- VOC-määritykset ilmanäytteestä
- VOC-määritys mattonäytteestä

4 TIIVISTELMÄ JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen perusteella teollisten mineraalikulitujen pitoisuus luokassa 68 alitti asetuksen toimenpiderajan.

Luokassa 65 ja koulusihteerin huoneessa otettujen näytteiden sisäilman VOC- pitoisuudet olivat alhaiset. VOC-yhdisteet eivät tutkimuksen perusteella emittoidu sisäilmaan ja heikennä sisäilman laatua haihtuvien orgaanisten yhdisteiden osalta.

Luokan 69 mattonäytteessä esiintyneistä VOC - yhdisteistä 2-Etyyli-1-Heksanolin suhteellinen osuus oli yksittäisistä yhdisteistä korkein.

Pintakartoituksen ja viiltomittausten perusteella lattian kosteus on osassa luokkahuoneissa ja ruokasalissa koholla.

Porareikämittausten perusteella betonirakenteiden kosteusjakauma on mitatuissa luokkahuoneissa normaali ja kosteuspitoisuudet eivät ole koholla. Ruokasalin alapohjan betonirakenteiden kosteuspitoisuudet ovat selvästi koholla.

Suosittelimme kosteuskartoituksen jatkamista porareikämittauksin luokkahuoneissa, joissa on pintaosoittimella ja viiltomittauksin havaittu kohonneita kosteuspitoisuuksia. Ruokasalissa suosittelimme suoritettavaksi alapohjarakenteeseen rakenneavauksia kohonneiden kosteuspitoisuuksien syiden selvittämiseksi.

Suosittelimme laajentamaan pintakosteuskartoituksen aluetta ruokasalista eteenpäin.

Suosittelimme jatkamaan VOC-tutkimuksia alueilla, joissa kosteusmittausten perusteella on kohonneita kosteusarvoja.

5 KOSTEUSMITTAUKSET

5.1 Pintakosteusmittaus

Pintakosteusmittauksessa saatu mittaustulos on yksikötön ja yhdestä tilasta mitattuja arvoja verrataan keskenään, jotta saadaan suuntaa-antava käsitys tutkitavan alueen kosteustilanteesta.

Pintakosteusmittauksen lukemiin vaikuttavat oleellisesti mitattavat pintamateriaalit ja rakennetyyppi. Tuloksia voidaan pitää siitä syystä vain viitteellisinä.

5.1.1 Mittalaitteisto

Pintakosteusmittaukset suoritettiin Gann Hydrotest LG2 -kosteusmittarilla ja siihen liitetyllä pinta-anturilla B50. Mittalaitteisto on kalibroitu 10/2016.

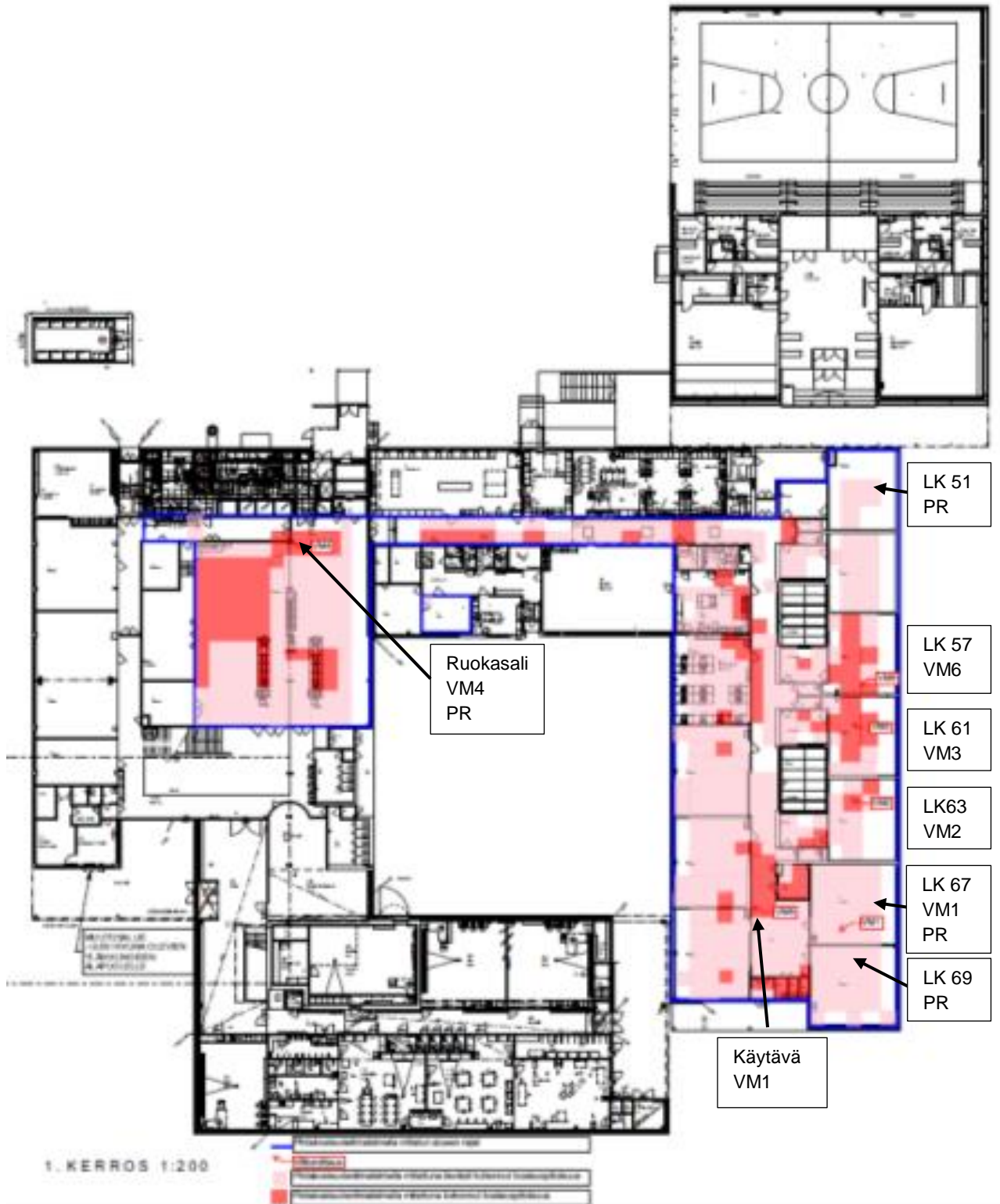
5.1.2 Tulokset

Riihikallion koululla suoritettiin tutkimussuunnitelmassa olevien luokkien lattiapinnoille pintakosteuskartoitus.

Pintakosteusmittauksen tulokset on koottu pohjakuvaan, kuva 1. Lievästi kohonneet pintakosteudet (ero ympäröivään lattiapintaan 5 – 10 mittayksikköä) on merkitty pohjakuvaan vaaleanpunaisella rasterilla ja selvästi kohonneet (ero ympäröivään lattiapintaan > 10 mittayksikköä) pintakosteudet punaisella rasterilla.

Kohonneisiin kosteuspitoisuuksiin viittavia arvoja saatiin tutkitun alueen eri osissa. Laajimmat kohonneisiin kosteuspitoisuuksiin viittaavat alueet ovat ruokalassa ja käytävillä. Myös

muutamissa luokkahuoneissa sekä wc-tiloissa havaittiin kohonneisiin kosteuspitoisuuksiin viittavia arvoja.



Kuva 1. Pintakosteus- ja viiltomittauskohdat.

5.2 Viiltomittaukset

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.

5.2.1 Mittalaitteisto

Viiltomittauksen mittalaitteistona käytettiin Vaisalan HM40-näyttöpäätettä ja siihen liitettyä HM42PROBE-mittausanturia. Anturi on kalibroitu 04/2016.

5.2.2 Tulokset

Pintakosteuskartoituksen perusteella suoritettiin täydentäviä viiltomittauksia luokahuoneissa ja ruokasalissa, jolla saatiin selvitettyä muovimaton alapinnalla vallitsevia olosuhteita.

Taulukko 1. Viiltomittausten tulokset.

Sijainti	RH %	Abs g/m ³	T °C	Liima
VM1 (LK67)	69,1	12,3	20,4	Hyvä
VM2 (LK63)	85,9	17,09	22,4	Hyvä
VM3 (LK61)	90,8	18,16	22,5	Tyydyttävä/Huono
VM4 (Ruokasali)	97	19,17	22,3	Huono/Irti
VM5 (Käytävä, siipi)	91,5	17,22	21,4	Hyvä
VM6 (LK57)	93,8	19,23	22,9	Hyvä
VM7 (Ruokasali)	93,4	17,68	21,5	Huono, kumimainen
VM8 (LK 69)	64,0	11,52	20,6	Hyvä
Sisäilma	18,3	3,72	22,8	
Ulkoilma	32,3	3,66	13	

Viiltomittausten perusteella kosteuspuiteosuudet ovat koholla lattiamaton alapuolella ruokasalissa, luokahuoneessa 63, luokahuoneessa 61, luokahuoneessa 57 ja käytävässä. Lattiapäällysteiden kriittinen kosteusraja-arvo on 85...90 % RH riippuen lattiamateriaalista.

5.3 Poranreikämittaus

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” -julkaisun mukaisesti porareikämittauksena. 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.

5.3.1 Mittalaitteisto

Poranreikämittaukset suoritettiin käyttäen Vaisalan HM40-näyttöpäätettä ja siihen liitettyjä HMP110-mittausantureita. Mittalaitteet on kalibroitu 04/2016.

5.3.2 Tulokset

Porareikämittauksia tehtiin pintakosteuskartoituksen ja viiltomittausten perusteella. Tarkoituksena oli selvittää alapohjan betonilaatan kosteusilannetta.

Taulukko 2. Luokkahuone 69, porareikämittaukset.

Mittapiste	Mittaussyvyys	Lämpötila °C	RH %	Abs.kost g/m ³
1	20	20,3	77,1	13,59
2	40	20,2	77,9	13,70
3	60	20,1	79,0	13,78
4	80	20,1	76,7	13,36
5	100	20,1	92,1	16,05
6	Läpi	21,5	100	18,92
7	Sisäilma	20,4	31,8	5,97

Alapohjarakenteiden kosteuspitoisuudet olivat mittaushetkellä erittäin lievästi koholla.

Taulukko 3. Luokkahuone 67, porareikämittaukset.

Mittapiste	Mittaussyvyys	Lämpötila °C	RH %	Abs.kost g/m ³
1	25	19,5	65,4	11,00
2	50	19,3	67,6	11,18
3	75	19,1	69,8	11,45
4	100	19,1	72,4	11,90
5	Läpi	19,1	74,0	12,05
6	Sisäilma	20,4	33,2	

Alapohjarakenteiden kosteuspitoisuudet ovat normaalilla tasolla.

Taulukko 4. Luokkahuone 51, porareikämittaukset.

Mittapiste	Mittaussyvyys	Lämpötila °C	RH %	Abs.kost g/m ³
1	20	20,2	69,8	12,21
2	40	19,9	78,2	13,45
3	60	19,6	80,7	13,65
4	80	19,4	85,4	14,30
5	100	19,4	84,1	14,09
6	Läpi	18,5	95,0	15,08
7	Sisäilma	20,4	36,2	6,45

Alapohjarakenteiden kosteuspitoisuudet ovat erittäin lievästi koholla.

Taulukko 5. Ruokasalin, porareikämittaukset.

Mittapiste	Mittaussyvyys	Lämpötila °C	RH %	Abs.kost g/m ³
1	20	21,2	89,2	16,56
2	40	21,0	92,7	17,06
3	60	21,2	92,0	17,07
4	80	21,1	90,2	16,63
5	Läpi	21,2	97,8	18,13
6	Sisäilma	21,0	35,8	0

Ruokalan osalta alapohjarakenteiden kosteuspitoisuudet ovat koholla porareikämittausten perusteella.

Mitattujen kohtien vallitsevat betonirakenteiden kosteuspitoisuudet olivat ruokasalissa selvästi koholla ja luokkahuoneissa 69 sekä 51 erittäin lievästi koholla. Yleensä vähimmäiskosteus homekasvulle rakennusmateriaaleilla on noin RH 75 ... 80 %. Lyhytaikainen korkea kosteus (esimerkiksi pesutiloissa muutaman tunnin korkea kosteus vuorokaudessa) ei aiheuta homehtumisriskiä rakenteelle, kunhan materiaali pääsee kuivumaan nopeasti ja pitkäaikainen kosteustaso pysyy alle 70–75 % RH. Lattiapäällysteiden kriittinen kosteusraja-arvo on 85...90 % RH riippuen lattiamateriaalista.

5.4 Kosteusmittausten johtopäätökset

Pintakartoituksen ja viiltomittausten perusteella betonirakenteiden kosteus on osassa luokkahuoneissa ja ruokasalissa koholla.

Porareikämittausten perusteella betonirakenteiden kosteusjakauma on mitatuissa luokkahuoneissa normaali ja kosteuspitoisuudet eivät ole koholla. Ruokasalin alapohjan betonirakenteiden kosteuspitoisuudet ovat selvästi koholla.

Suosittelimme kosteuskartoituksen jatkamista porareikämittauksin luokkahuoneissa, joissa on pintaosoittimella ja viiltomittauksin havaittu kohonneita kosteuspitoisuuksia. Ruokasalissa suosittelimme suoritettavaksi alapohjarakenteeseen rakenneavauksia kohonneiden kosteuspitoisuuksien syiden selvittämiseksi.

6 TEOLLISET MINERAALIKUIDUT

6.1 Yleistä tutkimuksesta

Teollisten mineraalikuitujen esiintymistä on aiheellista tutkia tuloilmakanavien suilta ja tasopinnoilta, jos kiinteistössä epäillään sisäilmaongelmaa. Teollisia mineraalikuituja ovat yli 20 µm:n pituiset kuidut, joita esiintyy mm. eriste- tai akustiikkamateriaaleissa.

Altistuminen kuiduille sisäilmassa voi aiheuttaa mm. silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytysoireita sekä äänenkäytön ongelmia.

6.1.1 Teolliset mineraalikuidut, pitoisuus

Teollisten mineraalikuitujen pitoisuutta sisäympäristössä arvioidaan geeliteippinäytteiden avulla. Geeliteippiin kerätään tasopinnalle kahden viikon aikana laskeutunutta pölyä, josta valomikroskooppia käyttämällä lasketaan yli 20 mikrometrin pituiset teolliset mineraalikuidut. Analyysin tulos ilmoitetaan kuitujen lukumääränä pinta-alaa kohden (kuitua/cm²).

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 19 §:

- *Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua / cm².*

6.2 Tulokset

Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus määritettiin kahden viikon laskeumasta luokassa 68.

Taulukko 6. Mineraalikuitupitoisuus kahden viikon aikana laskeutuneessa pölyssä.

	Teolliset mineraalikuidut pitoisuus >20 µm kuitua / cm ²
Luokka 68	0,1

Tutkitun näytteen perusteella kuitupitoisuus alitti asetuksen toimenpiderajan.

7 VOC-MITTAUKSET SISÄILMANÄYTTEISTÄ

7.1 Yleistä tutkimuksesta

Sisäilmassa esiintyvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärää tutkitaan keräämällä sisäilmaa Tenax-hartsiputkeen pumpulla noin puolen tunnin ajan ja tutkimalla näyte kaasukromatografilla. VOC-pitoisuus ilmoitetaan TVOC-tuloksena (Total Volatile Organic Compounds). Näytteestä analysoidaan sisäilman yksittäisten haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet välillä n-heksaani – n-heksadekaani. Sisäilmaan voi emittoitua haihtuvia kemiallisia yhdisteitä lukuisista eri syistä.

Tyypillisiä VOC-päästöihin liittyviä oireita voivat olla erilaiset ärsytysoireet, kuten nenä-, kurkku-, silmä- tai iho-oireet. VOC-yhdisteiden esiintyminen huoneilmassa voi aiheuttaa myös mm. hajutuntemuksia ja päänsärkyä.

Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus 545/2015 15 §:

- Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Poikkeuksena ovat yhdisteet 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyraatti, 2-etyyli 1-heksanoli ja naftaleeni, joiden toimenpideraja on $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sekä styreeni, jonka toimenpideraja on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vaikka yhteispitoisuus olisi pieni, mutta yksittäisen yhdisteen pitoisuus on tuloksissa selvästi vallitseva, $20\text{--}30 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n tasolla, on yhdisteen päästölähde syytä jäljittää tarkemmin ja ryhtyä korjaaviin toimenpiteisiin. (Työterveyslaitos)

7.2 Tulokset

Näytteet otettiin luokassa 65 ja koulusihteerin huoneessa.

Taulukko 7. VOC-ilmanäytteiden tulokset.

	Kokonais-VOC-pitoisuus	Nonanaalit $\mu\text{g}/(\text{m}^3)$ / (% kok.pitoisuudesta)
Yleisiä lähteitä		Hajusteet
Luokka 65	6	
Koulusihteerin huone	72	10,0 (14%)

8 VOC-MITTAUKSET MATERIAALINÄYTTEISTÄ

8.1 Yleistä tutkimuksesta

Materiaalinäytteen VOC-pitoisuus ilmoitetaan yksikkönä ng/(m³ g). 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.

8.2 Tulokset

Näytteet otettiin muovimatosta leikkaamalla pala mattoveitsellä siten, että alla olevaa liimaa saatiin myös näytteen mukaan. Ennen näytteenottoa ja näytepalan irrottamisen jälkeen mitattiin alla olevan betonin pintakosteus.

Näytteet tutkittiin Ositum Oy:n laboratoriossa. Tutkimusseloste on raportin liitteenä.

Taulukkoon 8 on koottu yhdisteet, joiden osuudet olivat yli 10 % TVOC-pitoisuudesta.

Taulukko 8. VOC-tulokset mattonäytteistä.

	Lähteitä	Luokka 69 µg/(m ³ g)
Kokonais- VOC-pitoisuus		110
2-etyyliheksanoli	Kosteusvaurio	19 (17%)

8.3 VOC-tutkimuksen johtopäätökset

Näytteissä esiintyi 2-etyyliheksanolia, joka voi ilmaista kosteuden aiheuttamaa muutosta muovimattojen liimassa ja pehmittimissä tai mikrobivauriota.

9 ALLEKIRJOITUS

Hämeenlinnassa 21.6.2017
Insinööritoimisto TähtiRanta Oy



Paula Helmi
Insinööri AMK, Ympäristöteknologia
Sisäilmatutkija



Pasi Tuuvan
Insinööri, AMK
Kuntotutkija

Rakenteiden kosteuden mittaaja
sertifikaatti
VTT-C-21806-24-16

LIITTEET:

AHA-LAB, Analyysivastaus 201704121227
Metropolilab, Testausseloste 2017-8927
Ositum, Analyysivastaus 2292917