

# Jatkotutkimusraportti

<b>Asiakas</b>	Keravan kaupunki Kaupunkitekniikan toimiala Kiinteistöpalvelut Kultasepätkatu 7 04250 Kerava	
<b>Kohde ja osoite</b>	Kalevan koulu Kalevankatu 66 04230 Kerava	
<b>Yhteyshenkilö</b>	Ulla Lignell Sisäympäristöasiantuntija p. 040 318 2871 s-posti: ulla.lignell@kerava.fi	
<b>Kartoittajat</b>	Elli Laine (alkukartoitus ja raportointi), Sami Isberg (porareiät), Elisa Keto (VOC-ilmanäyte tutkimusinsinööri) RTA C-21621-26-15 RKM Group Oy p. 0400 477 623 s-posti: elli.laine@rkmgroup.fi	
<b>Kartoituspäivät</b>	7.11.2018 viiltomittaukset 14-17.12.2018 porareikämittaukset 2.1.2019 VOC-ilmanäytteenotto	
<b>Tarkastuksen syy</b>	Kohteena olevassa musiikkiluokassa on esiintynyt kemikaalimaista hajua, jonka syytä selvitettiin. Aiemmissä viiltomittauksissa havaittiin lattiamaton alla kosteutta.	
<b>Kuvaus rakennuksesta</b>		
<b>Rakennustyyppi</b>	koulurakennus	
<b>Rakennusvuosi</b>		
<b>Rakenteet ja pintamateriaalit</b>	ulkoseinät: betoni, julkisivupaneli alapohja: betoni	
<b>Havainnot kohteesta ja tehdyt tutkimukset</b>		
<b>Lähtötiedot</b>	Tutkittavat tilat sijaitsevat koulun väestösuojassa. Rakennuksessa on vain yksi kerros.	

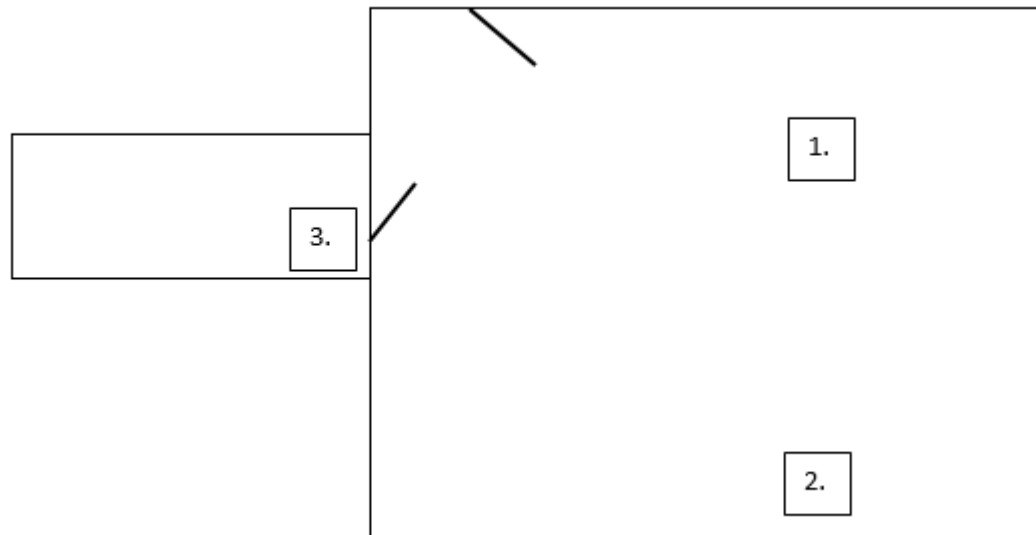
## Tutkimukset

Kosteuspitoisuutta mitattiin tarkemmin porareikämittauksilla, jotka tehtiin samoihin kohtiin kuin aiemmat viiltomittaukset. Betonilaatan kokonaisvahvuus oli 210 mm. Porareiät porattiin perjantaina 14.12. ja niiden annettiin tasaantua 3 vrk. Mittaukset suoritettiin ma 17.12.2018. Mittaukset mitattiin HM40-päätelaitteella ja HMP40S-antureilla, jotka on kalibroitu kuluvan vuoden aikana.

Rakennekosteudet olivat kaikissa pisteissä ja kaikilla syvyyksillä korkeat 88-93 RH-%. Alla olevassa taulukossa on esitetty rakenteelliset kosteudet tarkemmin ja mittauspaikat on esitetty kuvassa 1.

*Taulukko 1. Tilan kosteusmittaukset kolmesta eri kohtaa 7.11.2018 (viillot) ja 17.12.2018 (porareiät).*

Tila, mittauskohta	Syvyys	Suhteellinen kosteus (%)	Lämpötila (°C)	Absol. kosteus (g/m <sup>3</sup> )
Musiikkiluokka, pianon vierestä (piste 1)	viilto	89,7	21,1	16,5
	35 mm	91,2	20,9	16,7
	84 mm	92,9	20,9	17,0
Musiikkiluokka, ulkoseinän vierestä (piste 2)	viilto	90,9	19,7	15,4
	34 mm	90,1	19,4	15,1
	84 mm	91,3	19,4	15,3
Varasto B136, hyllyn alta (piste 3)	viilto	88,2	19,9	15,2
	34 mm	87,9	20,0	15,2
	85 mm	87,9	19,9	15,2
sisäilma		21	22,6	4,2
ulkoilma		100	-2	4,2



*Kuva 1. Mittauspisteet pohjakuvassa.*

VOC-ilmanäyte otettiin tilan keskivaiheilta 2.1.2019 45 minuutin ajan. Ilmanäytteen tarkempi analysointitapa on selostettu laboratorion analyysivastauksessa (liite 1).

<b>Johtopäätökset</b>	<p>Alapohja havaittiin tasaisesti märeksi lattiamaton alla musiikkiluokassa ja viereisessä varastossa B136. Uudisrakennus on pääosin tuuletetulla alapohjalla, mutta musiikkiluokan kohdalla on suunnitelmien mukaan maanvastainen alapohja. Ulkopuoliset havainnot rakennuksesta tukevat suunnitelmien mukaisuutta, sillä väestönsuojan kohdalla ei ole tuulettuvan alapohjaan kuuluvia tuuletusputkia.</p> <p>Suunnitelmien mukaan alapohjan alla on vähintään 300 mm salaojitettu alussorastus, minkä pitäisi estää kapillaarinen vedennousu maaperästä. Todennäköisempi vaihtoehto kosteudelle on liian aikainen lattiapinnoitteen laitto. Nykyrakenne ei juuri pääse kuivumaan kumpaankaan suuntaan.</p> <p>Aiemmin otetussa materiaalinäytteessä esiintyi myös muovimaton hajoamistuotteita, joita on voinut imeytyä betoniin.</p> <p>VOC-ilmanäytteessä oli jonkun verran kostuneesta lattiamatosta peräisin olevia 2-etyyli-1-heksanolia (<math>2 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>) ja TXIB (<math>2 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>), mutta pitoisuudet eivät ylitä toimenpiderajaa (<math>10 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>).</p>
<b>Korjaustoimenpide-ehdotukset</b>	<p>Korjaustoimenpiteinä suositellaan seuraavaa:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• lattiamattojen ja tasoitekerroksen poistaminen</li><li>• ennen uudelleenpinnoitusta betonilaatan kuumennuskäsittely, jolla poistetaan betoniin mahdollisesti imeytyneet VOC-yhdisteet, sekä tilan tuuletus</li><li>• uuden kosteutta kestävämmän pinnoitteen asennus<ul style="list-style-type: none"><li>○ kosteuden kapseloiva pinnoitemateriaali tai</li><li>○ vesihöyryä läpäisevä pinnoitemateriaali ja maanvaraiselle betonilaatalle soveltuva tasoite</li></ul></li></ul>
<b>Vastuunvapaus</b>	<p>Tämän raportin tiedot ja johtopäätökset perustuvat saatuihin lähtötietoihin, kohdekäynnin aikana tehtyihin havaintoihin ja otettujen näytteiden analyysituloksiin. Työ on tehty ammattimaisten palvelustandardien mukaisesti sekä tarkastusryhmän ammattitaidon, kokemuksen ja ammattimaisen harkintakyvyn perusteella.</p> <p>RKM Group Oy / RKM Engineering ei ota mitään taloudellista vastuuta mistään tämän raportin sisällön aiheuttamista seuraamuksista, suorista tai epäsuorista, millekään kolmansille osapuolille. Raportti ja RKM Group Oy:n / RKM Engineeringin vastuu raportista ovat RKM Group Oy:n / RKM Engineeringin ja yleisten konsulttitoiminnan sopimusehtojen KSE 2013 sekä sopimuksen mukaiset rajoittuen raportointipalkkioon.</p>



<b>Tilaaaja:</b>	RKM Group Oy
<b>Yhteyshenkilö:</b>	Elli Laine
<b>Kohde:</b>	Kalevan koulu, Kerava
<b>Työmääräin:</b>	WO-00734514
<b>Näytteenottaja:</b>	Elisa Keto
<b>Näytteenottopäivä:</b>	2.1.2019
<b>Näytteet vastaanotettu:</b>	2.1.2019

#### Analyysit:

Aktiivisesti yhdistelmäkeräinputkiin (kvartsililla-Tenax TA-Carbograph 5TD) kerätyt huoneilman näytteet tutkitaan käyttämällä termodesorptioon perustuvaa näytteensyöttöä, kromatografista erottelua ja massaselektiivistä ilmaisinta. Menetelmä pohjautuu standardiin ISO 16000-6:2011. Yhdisteiden pitoisuudet määritetään kvantitatiivisesti niiden omilla standardivasteilla tai semikvantitatiivisesti tolueeniekvivalenteina. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet määritetään kattaen 1-40 kpl yhdisteitä tai vähintään 2/3 TVOC-alueen (n-heksaanista n-heksadekaaniin) kokonaispinta-alasta. TVOC-alueen ohella ilmoitetaan myös VVOC- tai SVOC-alueilla esiintyviä yhdisteitä, kuten etikkahappo ja TXIB. Tulokset ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään. Tulosten tarkastelu pohjautuu Asumisterveysasetuksessa 545/2015 annettuihin toimenpiderajoihin. Näytteenotto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.

#### Huoneilman näytteet:

Näyte	Tila	Aika	Mittausolosuhteet	Tulosten tarkastelu
1.	Musiikkiluokka	14:19-15:06	-	Tulokset tavanomaisia toimenpiderajoihin nähden

Tulos kertoo hetkellisestä sisäilman laadusta. Tavanomainen tulos ei poissulje mahdollista sisäilmaongelman aiheuttajaa eikä tilassa havaittava VOC-yhdisteen lähde välttämättä tarkoita sisäilmaongelmaa.

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty

#### Kiwalab

Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu  
Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa  
Puh. 010 521 600  
kiwalab@inspecta.com

#### Inspecta Oy

PL1000  
00581 Helsinki  
www.inspecta.fi

#### Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab

**Sisäilman VOC-analyysi**  
**VOC0817a, korvaa raportin VOC0817**  
 Kiwalab, 16.1.2019



**Tulokset**

<b>Pitoisuus / näyte</b>	1.
<b>Kerätty ilmamäärä (dm<sup>3</sup>)</b>	9,41
<b>Yhdiste ja -ryhmä</b>	<b>µg/m<sup>3</sup></b>
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>	
Bentseeni	0,6
m/p-Ksyleeni	0,6
<b>ALKOHOLIT</b>	
1-Butanoli	0,7
2-Etyyli-1-heksanoli	3
2-Etyyli-1-heksanoli <sup>(1)</sup>	2
Nonanoli	3
<b>ALDEHYDIT</b>	
Bentsaldehydi	0,7
Nonanaali	2
<b>KETONIT</b>	
Asetofenoni	0,7
<b>ESTERIT JA LAKTONIT</b>	
TXIB**	2
TXIB <sup>(1,**)</sup>	2
<b>GLYKOLIT JA GLYKOLIEETTERIT</b>	
2-Butoksietanoli	1
<b>TVOC</b>	20

<sup>(\*)</sup> Puolihaihtuvat SVOC-yhdisteet.

<sup>(1)</sup> Yhdisteen pitoisuus laskettu toluueeniekvivalenttina

Kiwalab

**Arttu Harmaala**  
 Laboratorioanalyytikko, AMK

**Henri Hakala**  
 Asiantuntija, AMK

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty

**Kiwalab**

Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu  
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa  
 Puh. 010 521 600  
 kiwalab@inspecta.com

**Inspecta Oy**

PL1000  
 00581 Helsinki  
 www.inspecta.fi

**Y-tunnus**

1787853-0



**Kiwalab**



## LIITE: Sisäilman VOC-analyysit ja tulosten tarkastelu

### 1. YLEISTÄ

Huoneilman näytteillä tutkitaan sisäilmassa näytteenottohetkellä esiintyvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) määrää ja laatua. Sisäilman VOC-pitoisuuteen vaikuttavat tilan käyttö ja sijainti, materiaaliratkaisut, huolto- ja ylläpitohistoria sekä ilmanvaihdolliset, huoneilman lämpötilaan ja suhteelliseen kosteuteen liittyvät olosuhteet. VOC-analyysi on yksittäinen osa kiinteistön kokonaistutkimusta ja johtopäätöksiin tarvittavaa aineistoa. Tavanomainen tulos ei poissulje jatkotutkimusten tarvetta, mikäli tilassa havaitaan poikkeavaa hajua tai käyttäjillä esiintyy sisäilmaongelmaan viittaavia oireita. Sisäilman laatua voivat heikentää monet tekijät, kuten ilmanvaihdon toiminnan puutteet, materiaaleista erittyvät muut yhdisteet, mikrobit ja niiden erittämät toksiinit.

### 2. TOIMENPIDERAJAT JA MITTAUSEPÄVARMUUS

Sosiaali- ja terveysministeriön asetukseen 545/2015 perustuvat VOC-yhdisteiden toimenpiderajat asunnoille ja muille oleskelutiloille, eivät ole terveysperusteisia. Epätavanomaisen korkeat VOC-pitoisuudet voivat kuitenkin toisinaan heikentää sisäilman laatua. Toimenpiderajaa vastaavat tulokset viittaavat tilassa esiintyvään altistukseen, minkä perusteella vastuullisen tahon tulee ryhtyä terveydensuojelulain 27 §:n tai 51 §:n mukaisiin toimenpiteisiin terveyshaitan selvittämiseksi ja tarvittaessa sen poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Toimenpideraja katsotaan ylittyneeksi, kun tulos yhdistettynä mittausepävarmuuteen ylittää kyseiselle yhdisteelle asetetun raja-arvon. Toimistotyöpaikoilla sisäilman kemiallinen laatu on tehokkaan ilmanvaihdon vuoksi suhteellisen puhdasta ja ongelmakohteidenkin emissiotasot asetettuihin toimenpidearvoihin nähden huomattavasti alhaisempia (Valtanen A *et al.* 2016).

Menetelmän laajennettu mittausepävarmuus näytteenoton epävarmuus huomioituna on keskimäärin 19-32 % yhdisteestä riippuen. Mittausepävarmuus raportoidaan yhdistekohtaisesti testausselosteen tulostaulukossa toimenpiderajan ylittävien tai sen läheisyydessä olevien tulosten osalta, ilmoittamalla yhdisteen keskimääräinen pitoisuus  $\pm$  virherajat 95 % luottamusvälillä.

Taulukko 1. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden toimenpiderajat huoneilmassa (STM:n asetus 545/2015).

Tarkasteltava osatulos	Toimenpideraja <sup>*)</sup>
TVOC	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Yksittäinen yhdiste	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
TXIB <sup>**)</sup>	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2-etyyli-1-heksanoli	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Naftaleeni	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (hajua ei saa esiintyä)
Styreeni	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

<sup>\*)</sup> Tolueenivasteena määritettynä. <sup>\*\*)</sup> 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyyraatti

### 3. KIRJALLISUUS

**Suomen säädöskokoelma 545/2015** Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista.

**Valtanen A et al.** (2016) Työpaikkojen sisäilman VOC-viitearvojen päivitys. Sisäilmastoseminaari 2016. Sisäilmayhdistys ry, Aalto-yliopisto, Energiatekniikan laitos. SIY Raportti 34. s. 359-363.

**Valvira** Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osat I ja III, ohje 8/2016

**Ympäristö ja Terveys** (2009) Asumisterveysopas. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (STM:n oppaita 2003:1) soveltamisopas.

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty

#### Kiwalab

Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu  
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa  
 Puh. 010 521 600  
 kiwalab@inspecta.com

#### Inspecta Oy

PL1000  
 00581 Helsinki  
 www.inspecta.fi

#### Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab