

**HYRYLÄN KOULUKESKUS**

**Sahatie 1**

**04300 Tuusula**



**SISÄILMATUTKIMUSRAPORTTI**

**30.1.2017**

**Sisällysluettelo**

1	KOHTEEN YLEISTIEDOT .....	4
2	KOHTEEN PERUSTIEDOT .....	4
3	TOIMEKSIANNON YLEISTIEDOT .....	5
3.1	Tutkimuksen tavoite.....	5
3.2	Tutkimussuunnitelma.....	5
4	TIIVISTELMÄ JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	5
5	OLOSUHDEMITTAUKSET .....	6
5.1	Yleistä tutkimuksesta.....	6
5.1.1	Hiilidioksidi .....	6
5.1.2	Huoneilman lämpötila .....	7
5.1.3	Huoneilman suhteellinen kosteus.....	7
5.2	Mittalaitteisto .....	7
5.3	Tulokset.....	7
5.3.1	Luokka 60 .....	8
5.3.2	Luokka 44 .....	8
5.3.3	Luokka 25 .....	9
5.3.4	Kanslia.....	10
5.4	Olosuhdemittausten johtopäätökset.....	10
6	KOSTEUSMITTAUKSET .....	11
6.1	Yleistä tutkimuksesta.....	11
6.1.1	Mittalaitteisto.....	11
6.1.2	Tulokset .....	11
7	SISÄILMAN MIKROBITUTKIMUS .....	12
7.1	Yleistä tutkimuksesta.....	12
7.2	Tulokset.....	13
8	TEOLLISET MINERAALIKUIDUT.....	13
8.1	Yleistä tutkimuksesta.....	13
8.1.1	Teolliset mineraalikulidut, pitoisuus.....	13
8.1.2	Pölyn koostumus ja teollisten mineraalikulitujen esiintyminen .....	14
8.2	Tulokset.....	14
8.2.1	Teolliset mineraalikulidut, pitoisuus.....	14

---

8.2.2	Pölynkoostumusanalyysit.....	15
9	VOC-MITTAUKSET SISÄILMANÄYTTEISTÄ.....	15
9.1	Yleistä tutkimuksesta.....	15
9.2	Tulokset.....	16
10	ALLEKIRJOITUS.....	16

**Liitteet:**

- Pohjapiirustus, Pintakosteuskartoitus
- Asynea, Analyysivastaus 201609131976
- Asynea, Analyysivastaus 201609262067
- Ositum, Analyysivastaus 2221517
- KVVY, testausseleste 17 - 1346

**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, Kansanterveyslaitokset julkaisuja. C 2/2008
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, 2010. Osa D, LVI ja energiatalous.

**1 KOHTEEN YLEISTIEDOT**

KOHDE	Hyrylän koulukeskus Sahatie 1 04300 TUUSULA
TILAAJA	Tuusulan kunta / Tilapalvelu Rakennusmestari Pertti Elg +358 40314 555 <a href="mailto:pertti.elg@tuusula.fi">pertti.elg@tuusula.fi</a>
TUTKIMUKSEN LAATIJA	 <b>TÄHTIRANTA</b>  Insinööritoimisto Tähtiranta Oy Vanajantie 10 B 13110 Hämeenlinna
YHTEYSHENKILÖ JA SUORITTAJA	Paula Helmi +358 40 450 1834 <a href="mailto:paula.helmi@tahtiranta.fi">paula.helmi@tahtiranta.fi</a>
KENTTÄTYÖT SUORITETTIIN VIIKOILLA 36/16 – 1/17	

**2 KOHTEEN PERUSTIEDOT**

NIMI	Hyrylän koulukeskus
RAKENNUSTYYPPI	Koulurakennus
KÄYTETTÄVISSÄ OLLEET ASIAKIRJAT	Pohjapiirustus
TUTKIMUSMENETELMÄT	Sisäilmatutkimus rakenteita rikkomattomin menetelmin

### 3 TOIMEKSIANNON YLEISTIEDOT

#### 3.1 Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli selvittää sisäilman laatua ja syitä käyttäjien oireiluihin. Sisäilmatutkimukset tehtiin rakenteita rikkomattomin sisäilman tutkimusmenetelmin. Selvitys ei käsittänyt taloteknisiä tutkimuksia.

#### 3.2 Tutkimussuunnitelma

Tutkimussuunnitelma perustui käyttäjien haastatteluihin ja visuaalisiin havaintoihin.

Tutkimuksessa olevat kohteet:

- Luokka L 43
- Luokka L 44
- Luokka L 60
- Luokka L 25
- Luokka L 1
- Luokka L 3
- Kanslia

Tehdyt tutkimukset:

- Pintakosteuskartoitus tutkimuskohteissa
- Pölyn koostumusmäärittämiä
- Kuitupitoisuusmäärittämiä kahden viikon laskeumasta
- Rakennuksen olosuhdemittaukset tallentavalla laitteella
- Sisäilman mikrobimäärittämiä
- VOC- määrittämiä ilmanäyttestä

### 4 TIIVISTELMÄ JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Olosuhdemittausten perusteella tutkittujen luokkien ilmanvaihdon toimivuutta syytä selvittää. Kuormituksen aikana kohonneet hiilidioksidipitoisuudet aiheuttavat tunkkaisuutta huoneilmassa. Korkeiden hiilidioksidipitoisuuksien perusteella huoneilma ei täytä RT-ohjeen mukaista sisäilmaluokituksen määrittelemää hyvän sisäilman (S2) laatuluokan vaatimuksia, osittain myöskään S 3 luokituksen laatua ei tavoiteta. Kansliassa ilmanvaihto oli riittävällä tasolla.

Pintakosteuskartoituksen perusteella pohjakerroksen käytävän lattialla oli selvästi kohonneita pintakosteuksia. Pohjakerroksessa luokkien ulkoseinän tuntumassa havaittiin kohonneita pintakosteuksia.

Ensimmäisessä kerroksessa tutkituissa luokissa 1 ja 3 pintakosteustasot olivat tasaiset. Hieman kohonneita arvoja löytyi ulkoseinän lähellä.

Luokassa 25 havaittiin kohonneita ja selvästi kohonneita pintakosteuksia siten, että kosteustaso nousi edetessä ikkunaseinältä kohti käytävän vastaista väliseinää.

Sisäilmasta otetun VOC-näytteen kokonaispitoisuus täytti asetuksen (545/2015) toimenpiderajalle asetetut vaatimukset. Yksittäisen yhdisteen, 2-metyylibutaanin, pitoisuus ylitti asetuksen toimenpiderajan ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ollen  $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Sisäilmasta otettujen mikrobinäytteiden perusteella sisäilman mikrobiologinen laatu on hyvä. Sieni-itiöpitoisuudet ovat hyvin alhaiset. Näytteissä ei ole kosteusvaurioon viittaavia mikrobisukuja.

Teollisten mineraalikuitujen pitoisuudet kahden viikon laskeumanäytteissä täyttivät asetuksen 545/2015 vaatimukset.

Tutkimuksen perusteella koulun tuloilmakanavien päissä havaittiin suhteessa muuhun pölyyn merkittävästi karkeaa ulkoilmapölyä, joka saattaa johtua kanavien puhdistustarpeesta ja suodattimien uusimistarpeesta. Tuloilmakanavissa esiintyi pieniä määriä teollisia mineraalikuituja.

## 5 OLOSUHDEMITTAUKSET

### 5.1 Yleistä tutkimuksesta

#### 5.1.1 Hiilidioksidi

Ihmisen aineenvaihdunta tuottaa sisäilmaan hiilidioksidia ja muita epäpuhtauksia. Hiilidioksidin määrää sisäilmassa voidaan pitää ihmisestä peräisin olevien sisäilman epäpuhtauksien indikaattorina. Hiilidioksidi tulisi mitata sisäilmasta, jos sisäilma tuntuu tunkkaiselta tai ilmanvaihdon riittävyttä on syytä epäillä.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 8 §:

- *Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on  $2100 \text{ mg}/\text{m}^3$  ( $1150 \text{ ppm}$ ) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Rakennuksen käyttöajan ulkopuolella ilmanvaihdon tulee olla sellainen, ettei rakennus- ja sisustusmateriaaleista tai muista lähteistä vapautuvien ja kulkeutuvien epäpuhtauksien kertyminen sisäilmaan aiheuta käyttöaikana tiloissa oleskeleville terveyshaittaa.*

Sisäilmaluokituksen 2008 ja Suomen Rakentamismääräyskokoelman D2 mukaisesti vähimmäisvaatimukset sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle on  $1200 \text{ ppm}$ , joka vastaa tyydyttävää luokkaa S 3. Tavoiteltavana olevan hyvän sisäilman (S2) hiilidioksidipitoisuuden enimmäisarvo on  $900 \text{ ppm}$ .

### 5.1.2 Huoneilman lämpötila

Ihmisen kokemaan lämpöaistimukseen vaikuttavat huoneilman lämpötila, lämpösäteily, ilman virtausnopeus ja kosteus sekä vaatetus ja ihmisen toiminnan laatu. Lämpöaistimukset ovat yksilöllisiä ja ihmiset kokevat samat olosuhteet eri tavoin. Korkea lämpötila aiheuttaa huoneilman kuivumista.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 6 §:

- *Huoneilman lämpötila voidaan mitata oleskeluvyöhykkeeltä, mikä on tarpeen terveyshaitan selvittämiseksi. Huoneilman lämpötila mitataan noin 1,1 metrin korkeudelta. Huoneilman toimenpiderajaksi oppilaitoksissa on määritetty lämmityskaudella +20 – 26 °C.*

### 5.1.3 Huoneilman suhteellinen kosteus

Huoneilman suhteellinen kosteus tulisi olla noin 20 – 60 %, jonka saavuttaminen ei läheskään aina ole mahdollista ilmastollisista syistä. Suomessa ilma on talvella lähes aina kuivaa. Näistä arvoista poikkeamista ei voida kuitenkaan pitää terveyshaittana, jos muut asumisen terveydelliset edellytykset täyttyvät.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 5 §:

- *Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä.*

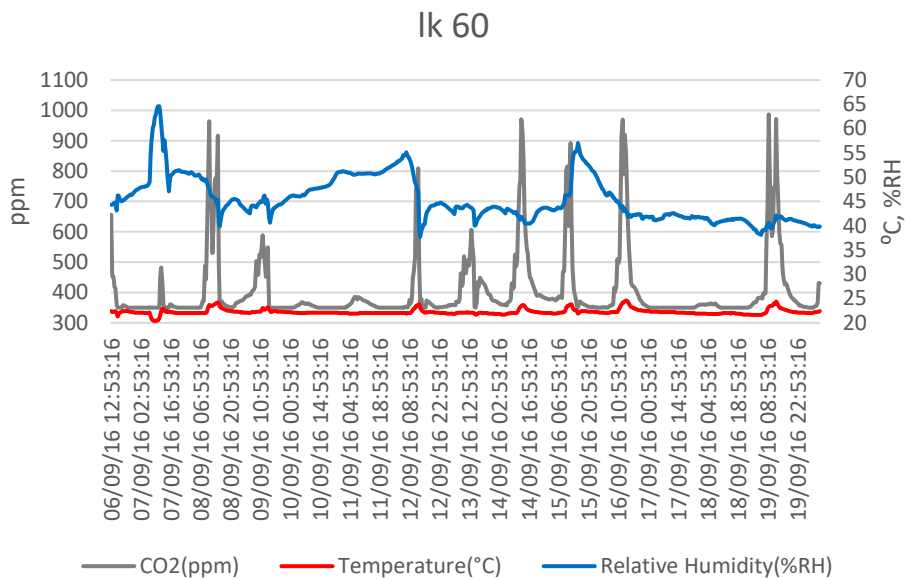
## 5.2 Mittalaitteisto

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden tasoja ja niiden vaihteluja mitattiin tallentavaa Trotec BZ 30 hiilidioksidiloggeria käyttäen. Mittaussyklinä käytettiin 30 minuuttia. Mittauksen aikana mitataan lisäksi huoneilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta.

## 5.3 Tulokset

Olosuhdemittauksia tehtiin luokissa 1, 19, 25 ja 30 noin kahden viikon aikana.

### 5.3.1 Luokka 60

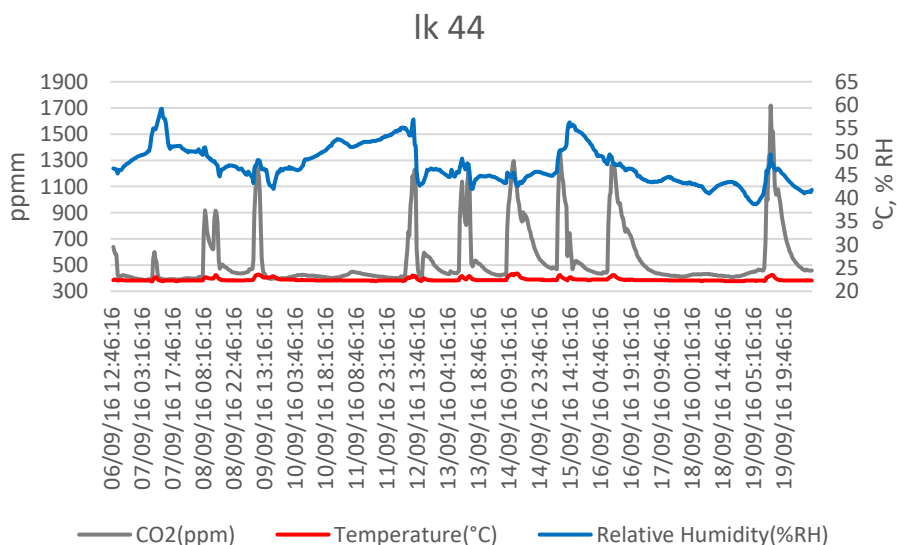


Kuva 1. Olosuhteet luokassa 60 6.9. – 19.9.2016 välisenä aikana.

Taulukko 1. Minimi- ja maksimiarvot luokassa 60.

	Maks	Pvm	Min	Pvm	Ka
CO2(ppm)	987	19.9.2016	350	6.9.2016	403,9
Lämpötila(°C)	24,6	16.9.2016	20,4	7.9.2016	22,2
Suht. Kosteus (%RH)	64,6	7.9.2016	37,7	12.9.2016	45,5

### 5.3.2 Luokka 44



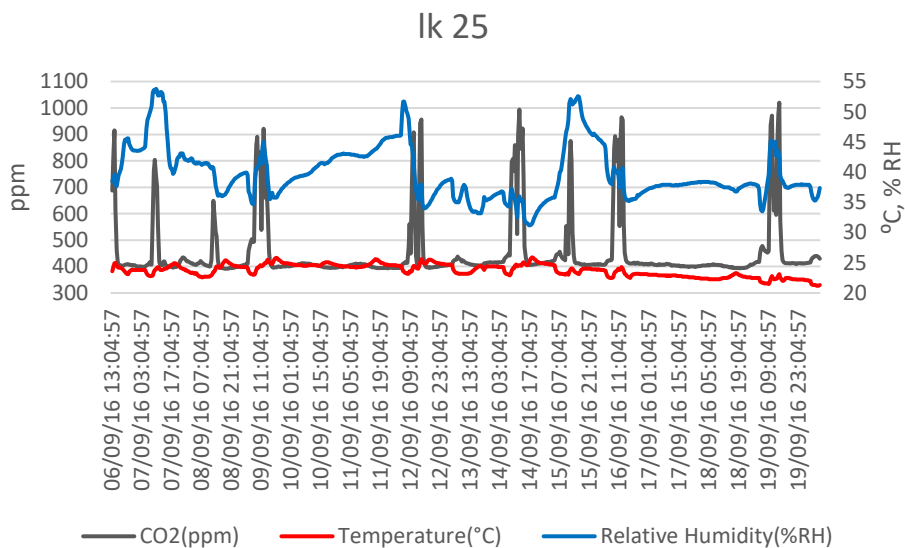
Kuva 2. Olosuhteet luokassa 44 6.9. – 19.9.2016 välisenä aikana.



Taulukko 2. Minimi- ja maksimiarvot luokassa 44.

	Maks	Pvm	Min	Pvm	Ka
CO2(ppm)	1719	19.9.2016	380	7.9.2016	541,5
Lämpötila(°C)	23,8	14.9.2016	22,1	7.9.2016	22,5
Suht. Kosteus (%RH)	59,2	7.9.2016	38,7	19.9.2016	47,0

## 5.3.3 Luokka 25

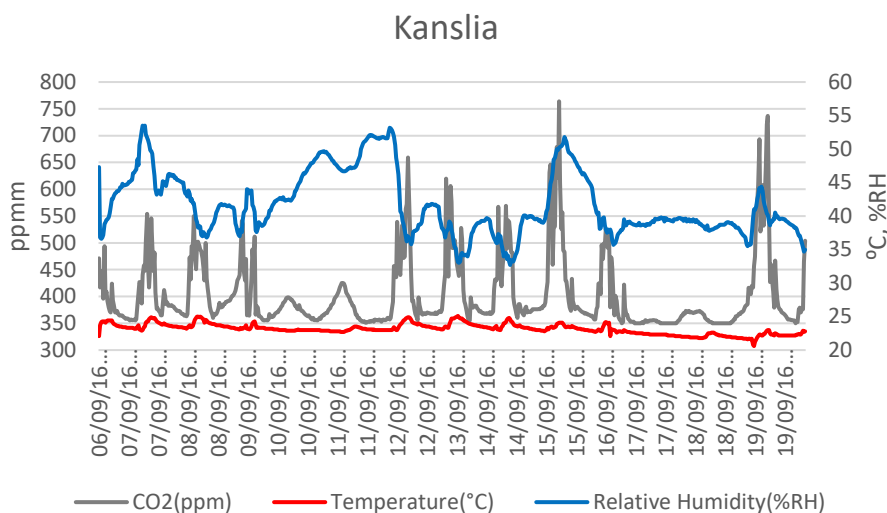


Kuva 3. Olosuhteet luokassa 25 6.9. – 19.9.2016 välisenä aikana.

Taulukko 3. Minimi- ja maksimiarvot luokassa 25.

	Maks	Pvm	Min	Pvm	Ka
CO2(ppm)	1020	19.9.2016	392	8.9.2016	451,3
Lämpötila(°C)	25,9	14.9.2016	21,2	20.9.2016	23,7
Suht. Kosteus (%RH)	53,8	7.9.2016	31,2	14.9.2016	39,8

### 5.3.4 Kanslia



Kuva 4. Olosuhteet kansliassa 6.9. – 19.9.2016 välisenä aikana.

Taulukko 4. Minimi- ja maksimiarvot kansliassa.

	Maks	Pvm	Min	Pvm	Ka
CO2(ppm)	764	15.9.2016	350	16.9.2016	401,5
Lämpötila(°C)	25,1	13.9.2016	20,6	19.9.2016	23,2
Suht. Kosteus (%RH)	53,5	7.9.2016	32,7	14.9.2016	41,8

## 5.4 Olosuhdemittausten johtopäätökset

Musiikkiluokassa 60 hiilidioksidipitoisuudet nousevat kuormituksen aikana 900 – 1000 ppm. Myös kellarikerroksessa sijaitsevassa luokassa 44 hiilidioksidipitoisuudet nousevat kuormituksen aikana korkeiksi ollen 1300 ppm:n tasolla. Luokkien sisäilma on koulupäivien aikana tunkkainen. Lämpötilat ja kosteudet pysyvät suositelluilla ja vuodenaikaan nähden tyypillisellä tasolla.

Myös luokassa 25 nähdään kuormituksen vaikutukset hiilidioksidipitoisuuksien nousuna 900 – 1000 ppm:n tasolle ja ilma tuntuu silloin tunkkaiselta. Lämpötila oli hieman korkeahko ja voi talviaikana kuivattaa sisäilmaa.

Kanslian ilmanvaihto on riittävä. Lämpötila ja suhteellinen kosteus ovat vuodenaikaan nähden tyypillisellä tasolla.

## 6 KOSTEUSMITTAUKSET

### 6.1 Yleistä tutkimuksesta

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

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

#### 6.1.1 Mittalaitteisto

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

#### 6.1.2 Tulokset

Hyrylän koulukeskuksessa suoritettiin tutkimussuunnitelmassa olevien luokkien lattiapinnoille pintakosteuskartoitus.

Pintakosteuksia mitattiin luokkien 1, 3, 43, 44, 60, 25 ja kanslian lattioista ja pistokokein seinistä.

Pintakosteusmittauksen tulokset on koottu liitteessä olevaan pohjakuvaan. Lievästi kohonneet pintakosteudet (ero ympäröivään lattiapintaan 5 – 10 mittayksikköä) on merkitty pohjakuvaan oranssilla rasterilla ja selvästi kohonneet (ero ympäröivään lattiapintaan > 10 mittayksikköä) pintakosteudet punaisella rasterilla. Vihreällä rasterilla on merkitty huoneet, joissa pintakosteustasot olivat tasaiset ja ympäröivien olosuhteiden tasolla.

Luokkien 1 ja 3 pintakosteustasot olivat tasaiset ja viittaavat lattian olevan kuivan. Pintakosteudet olivat hiukan kohollaan ulkoseinällä.

Luokassa 25 pintakosteus kohosi edetessä ulkoseinältä kohti käytävän vastaista väliseinää. Luokan takaosassa väliseinän lähellä kosteustaso oli selvästi kohonnut.

Pohjakerroksessa luokissa 44 ja 45 pintakosteustasot olivat melko tasaiset. Ulkoseinän lähellä kosteustasot nousivat pienellä alueella. Luokassa 60 oli selvästi kohonnut alue käytävän vastaisen seinän tuntumassa ja ulkoseinällä pienellä alueella.

Luokkien ulkopuolisella käytäväalueella kosteudet olivat selvästi kohollaan. Pintakosteus oli osittain 95 - 106.

## 7 SISÄILMAN MIKROBITUTKIMUS

### 7.1 Yleistä tutkimuksesta

Mittausten tarkoituksena on selvittää, ovatko sisäilman mikrobipitoisuudet ja -suvusto tavanomaisia sijaintiin, ikään ja vuodenaikaan nähden.

Mittaukset tehdään talviaikaan, kun maa on jäässä ja/tai lumen peitossa, jolloin sisäilmassa esiintyvien mikrobin voidaan olettaa olevan peräisin lähes yksinomaan rakennuksen sisälähteistä.

Ilmanäytteiden avulla arvioidaan sisäilman laatua mm. silloin, kun on tarpeen selvittää mikrobin leviämistä sisäilmaan muualta rakenteissa mahdollisesti sijaitsevasta vauriosta tai ilmavuotona esimerkiksi ulkoilmasta tai kellarista. Kosteusvaurion varmistamiseksi tarvitaan lisäksi aina myös rakennusteknisiä selvityksiä.

Sisäilman mikrobipitoisuudet vaihtelevat yleensä voimakkaasti ja tästä syystä näytteenotto suositellaan toistettavaksi vähintään kaksi – kolme kertaa.

Kosteusvauriomikrobit voivat aiheuttaa sisäilmassa hyvin monenlaisia oireita. Tyypillisiä oireita ovat silmien, ihon ja limakalvojen ärsytysoireet, kuten nenän tukkoisuus ja nuha, äänenkähäys, yskä ja limannousu keuhkoista, toistuvat nenäverenvuodot, hengenahdistus ja hengitysvaikeudet. Yleisoireina voi olla mm. selittämätöntä päänsärkyä ja kuumeilua. Näiden oireiden syyt voivat johtua myös muista sisäilmatekijöistä. Oireiden liittyminen sisäilman laatuun on todennäköistä, jos oireet lievittyvät tai poistuvat, kun ollaan rakennuksesta poissa.

Tulokset ilmoitetaan yksikkönä pmy (kpl)/m<sup>3</sup>. Mikrobisuvustot tunnistetaan mikroskooppisesti tutkimalla.

*Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Osa IV, Asumisterveysasetus § 20. Valvira, Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto. 8/2016.*

- *Sieni-itiöt, 100 – 500 pmy/m<sup>3</sup>  
Sieni-itiöpitoisuus on poikkeavan suuri talviaikana. Tulkinnessa huomioidaan myös muut tekijät, kuten poikkeava suvusto ja muut mahdolliset mikrobilähteet. Alle 100 pmy/m<sup>3</sup> mikrobipitoisuus voi viitata mikrobikasvustoon, mikäli näytteessä esiintyy kosteusvaurioindikaattoreita.  
Yli 500 pmy/m<sup>3</sup> pitoisuus viittaa mikrobikasvustoon.*
- *Bakteerit 4500 pmy/m<sup>3</sup>  
Viitearvon ylittävä bakteeripitoisuus viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon tai sisäilman epätavanomaiseen mikrobilähteeseen.*

*Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjeen (2003) ja sen soveltamisoppaan (2009) mukaiset viitearvot taajamassa sijaitsevien asuntojen sisäilman aktinomykeettipitoisuudet.*

- *Aktinomykeetit 10 pmy/m<sup>3</sup>  
Viitearvon ylittävä kohonnut pitoisuus viittaa sisäilman epätavanomaiseen mikrobilähteeseen.*

## 7.2 Tulokset

Sisäilman mikrobinäytteet otettiin 2.1.2017 kansliassa ja luokissa 3, 25, 44 ja 60. Näytteiden ottoaikana ulkoilman lämpötila oli - 3 astetta ja maassa oli lumipeite.

*Taulukko 5. Sisäilman mikrobinäytteiden tulokset. Taulukossa on korostettu näytteissä esiintyvät indikaattorimikrobit.*

	Kanslia	Luokka 03	Luokka 25	Luokka 44	Luokka 60
	pmy/m <sup>3</sup>	pmy/m <sup>3</sup>	pmy/m <sup>3</sup>	pmy/m <sup>3</sup>	pmy/m <sup>3</sup>
Aktinomykeetit	<4	<4	<4	<4	<4
DG-18 alusta	7	<4	<4	<4	<4
MUA - alusta	4	<4	4	<4	<4
<i>Oldiodentron</i>			x (1 pmy)		

Näytteiden mikrobipitoisuudet olivat erittäin alhaiset. Indikaattorimikrobeja ei esiintynyt näytteissä lukuun ottamatta yhtä yksittäistä pesäkettä. Yksi yksittäinen mikrobipesäke ei ole tavanomaisesta poikkeavaa.

Näytteiden sieni-itiöpitoisuuksien mediaani on <4, kun vaurioitumattoman koulurakennuksen mediaanin katsotaan olevan alle 12.

## 8 TEOLLISET MINERAALIKUIDUT

### 8.1 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.

#### 8.1.1 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/cm<sup>2</sup>).

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 19 §:

- *Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua / cm<sup>2</sup>.*

### 8.1.2 Pölyn koostumus ja teollisten mineraalikuitujen esiintyminen

Kun pölyn koostumusta tutkitaan tuloilmakanavan päätelaitteesta, jolloin voidaan selvittää ilmanvaihdon kautta leviävän pölyn vaikutus sisäilman laatuun. Tämän menetelmän avulla voidaan arvioida kanavien puhdistustarvetta tai puhdistuksen ja korjauksen onnistumista.

Pölyn koostumusta ja teollisten mineraalikuitujen esiintymistä tutkitaan myös tasopinnoille laskeutuneesta pölystä, jolloin voidaan muiden tutkimusten kanssa tehdä johtopäätöksiä pölyssä mahdollisesti esiintyvien mineraalikuitujen lähteestä.

Laboratorio tunnistaa pölystä valomikroskoopilla ja tarvittaessa elektronimikroskoopilla ulkomuodon ja/tai alkuainekoostumuksen perusteella muun muassa seuraavia pölyhiukkasia:

- teolliset mineraalikuidut (vuorivilla, lasivilla, lasikuidut, keraamiset kuidut)
- kiviainespöly
- siitepöly
- rakennusmateriaalipöly
- metallihiukkaset
- asbestikuidut
- homeitiöt

Näytteessä havaittujen pölyhiukkasten suhteellista määrää arvioidaan kolmiasteisella asteikolla perustuen silmämääräiseen arvioon: sisältää vähäisiä määriä (+), sisältää kohtalaisesti (++) ja sisältää runsaasti (+++).

Pölynkoostumustutkimuksella ei määritetä pölyn määrää, vaan menetelmä on kvalitatiivinen. Laboratorio arvioi lausunnossaan näytteessä olevien pölyhiukkasten suhteellisen määrän.

## 8.2 Tulokset

### 8.2.1 Teolliset mineraalikuidut, pitoisuus

Laskeumanäytteet tutkittiin kansliassa sekä luokissa 01, 43 ja 60. Näytteet kerättiin 20.9.2016.

*Taulukko 6. Mineraalikuitupitoisuudet kahden viikon aikana laskeutuneessa pölyssä.*

	Teolliset mineraalikuidut pitoisuus >20 µm kuitua / cm <sup>2</sup>
Kanslia	< 0,1
Luokka 43	<0,1
Luokka 60	<0,1
Luokka 01	0,1

Tutkittujen näytteiden perusteella tasopinnoille laskeutuneen pölyn teollisten mineraalikulitujen pitoisuus alittaa asetuksen toimenpiderajan pitoisuuden.

## 8.2.2 Pölynkoostumusanalyysit

Näytteet pölynkoostumustutkimuksiin otettiin 1.9.2016 tuloilmakanavien päistä luokissa 43, 44, 60, 25 ja 01 sekä kansliassa.

*Taulukko 7. Pölyn koostumus tuloilmakanavien päissä.*

	Homeitiöitä	Teollisia mineraalikulituja	Tavanomaista huonepölyä	Karkeaa ulkoilmapölyä	Metalli- ja metallioksidipölyä	Rakennusmateriaalipölyä
Lk 43		< 1 p-% lasivillaa		+++	+++	
Lk 44	+	1 – 5 p-% vuorivillaa		+++	+++	
Lk 60	+	< 1 p-% vuorivillaa		+++	+	
Lk 25		Ei havaittu	+++	+++	+	+
Lk 1		< 1 p-% lasikuitua, lasi- ja vuorivillaa	+	+++		
Kanslia		< 1 p-% lasikuitua, vuorivillaa		+++		+

Tutkittujen näytteiden perusteella ilmanvaihtokanavissa havaittiin pieniä määriä kuituja luokkaa 25 lukuun ottamatta.

Karkean ulkoilmapölyn suhteellinen osuus kaikissa näytteissä korkea, joka voi viitata tuloilmakojeen suodattimien ohivuotoihin.

## 9 VOC-MITTAUKSET SISÄILMANÄYTTEISTÄ

### 9.1 Yleistä tutkimuksesta

Sisäilmassa esiintyvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärää tutkitaan keräämällä sisäilmaa Tenax-hartsiputkeen 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 terveysministeriön asetus 545/2015 15 §:

- *Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m<sup>3</sup>. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m<sup>3</sup>.*
- *Poikkeuksena ovat yhdisteet 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyraatti, 2-etyyli 1-heksanoli ja naftaleeni, joiden toimenpideraja on 10 µg/m<sup>3</sup> sekä styreeni, jonka toimenpideraja on 40 µg/m<sup>3</sup>.*

*Vaikka yhteispitoisuus olisi pieni, mutta yksittäisen yhdisteen pitoisuus on tuloksissa selvästi vallitseva, 20–30 µg/m<sup>3</sup>:n tasolla, on yhdisteen päästölähde syytä jäljittää tarkemmin ja ryhtyä korjaaviin toimenpiteisiin. (Työterveyslaitos)*

## 9.2 Tulokset

*Taulukko 8. VOC-ilmanäytteiden tulokset.*

	<b>Kokonais- pitoisuus</b>	<b>VOC- pitoisuus</b>	<b>2-Metyylibutaani µg/(m<sup>3</sup>) / (% kok.pitoisuudesta)</b>
Luokka 25	160		<b>61 (38 %)</b>

Alkaaneihin kuuluvan 2-metyylibutaanin osuus, jonka pitoisuus on 61 µg/(m<sup>3</sup>), 38%. 2-Metyylibutaania esiintyy muun muassa liuottimissa, liimoissa ja voitelu- ja polttoaineissa sekä jäähdytys-, punne- ja uutosaineissa.

## 10 ALLEKIRJOITUS

Hämeenlinnassa 30.1.2017  
Insinööritoimisto TähtiRanta Oy



Paula Helmi  
Insinööri AMK, Ympäristötekniologia  
Sisäilmatutkija