

**Nummelan koulu, huoneet 210, 255, 259a,
sisäilmamittaukset (VOC, VVOC, H₂S)**

1 YLEISTIEDOT

Tilaaja	Vihdin kunta Kjell Gröning
Yhteyshenkilö	Eurofins Expert Services Oy Risto Koivusaari Kemistintie 3, 02151 Espoo (PL47) ristokoivusaari@eurofins.fi
Tehtävä	Huoneiden 210, 255 ja 259a sisäilman ja tuloilman mittaukset. Sisäilmasta ja tuloilmasta mitattiin huoneessa 210 haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), puoli haihtuvat (SVOC) ja erittäin haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VVOC) sekä rikkivedyt (H_2S). Huoneissa 255 ja 259a mitattiin SVOC, VVOC ja H_2S ja lisäksi tehtiin vertailumittaus siivouskomerossa 157
Kohde ja tausta	<p>Nummelan koulun huoneet 210, 255 ja 259a, Väinämöisentie 9, 03100 Nummela.</p> <p>Huone 210 sijaitsee koulun 1980-luvulla rakennetussa laajennusosassa ja huoneet 255 sekä 259a (ja siivouskomero 157) vanhalla peruskorjatulla osalla 2. kerroksessa (kuva 1). Mittauksilla selvitettiin sisäilman laatua ja pyrittiin selvittämään koulussa ajoittain havaitun viemärihajun kulkeutumista huone- ja tuloilmaan.</p> <p>Huoneessa 210 oli myös aiemmin vuodenvaihteessa 2019 mitattu sisäilman haihtuvia yhdisteitä (VOC, raportti EUFI29-19000338).</p>

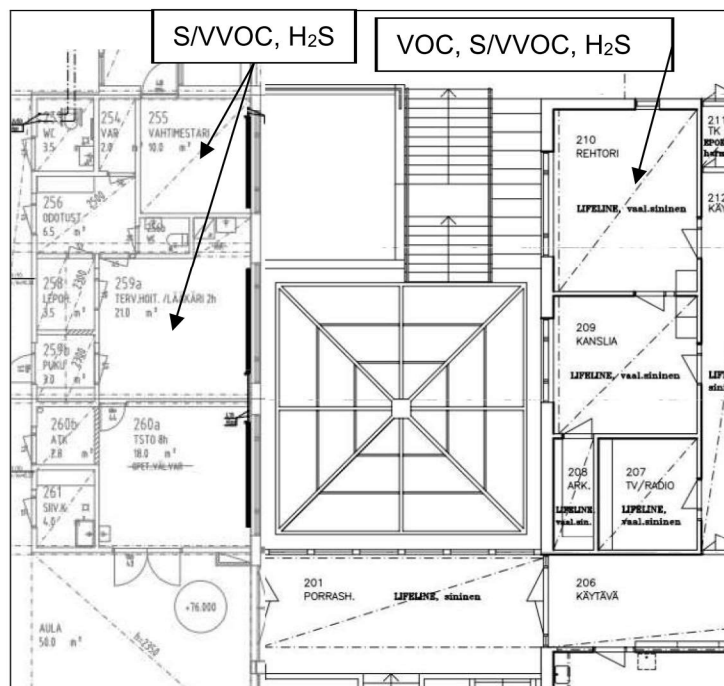


Kuva 1. Koulun rakennukset nimettynä karttakuvassa. Valkoisella katkoviivalla merkitty huoneiden sijainnit.

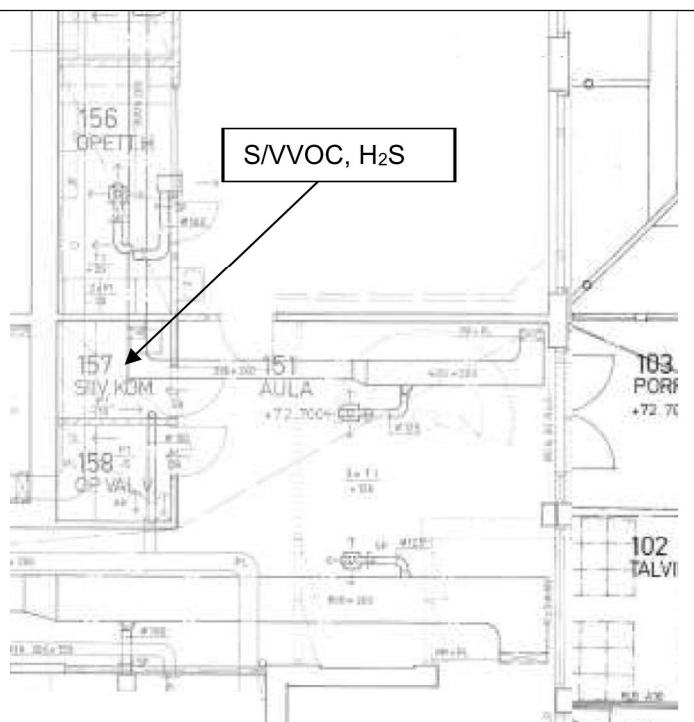
2 SISÄILMAMITTAUKSET

2.1 Mittauspisteet

Sisäilmamittaukset tehtiin 30.10.2019 ja 1.11.2019. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 2 ja mittauspisteiden tiedot on esitetty taulukossa 1.



Kuva 2. Mittauspisteiden sijainnit pohjapiirroksessa (2.krs).



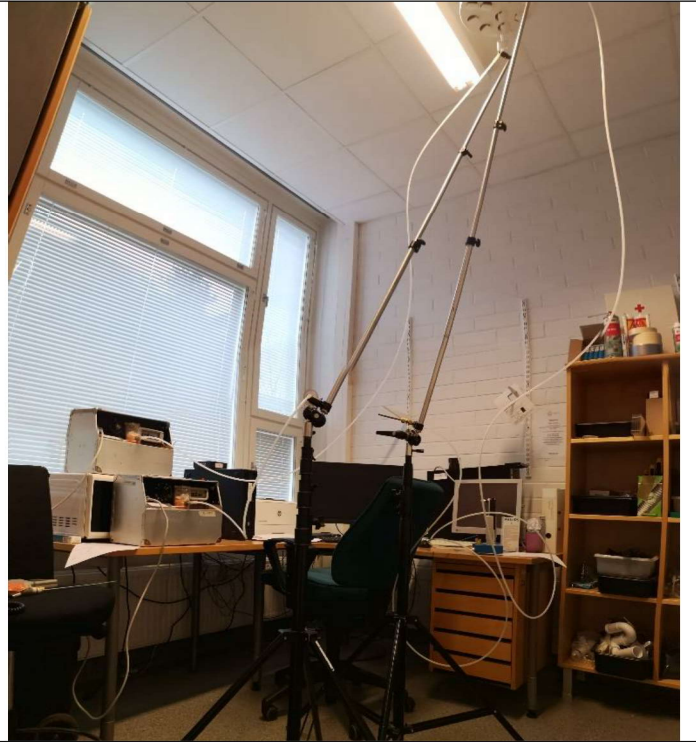
Kuva 3. Vertailumittaus tehtiin siivouskomerossa 157.

Taulukko 1. Mittauspisteiden tiedot.

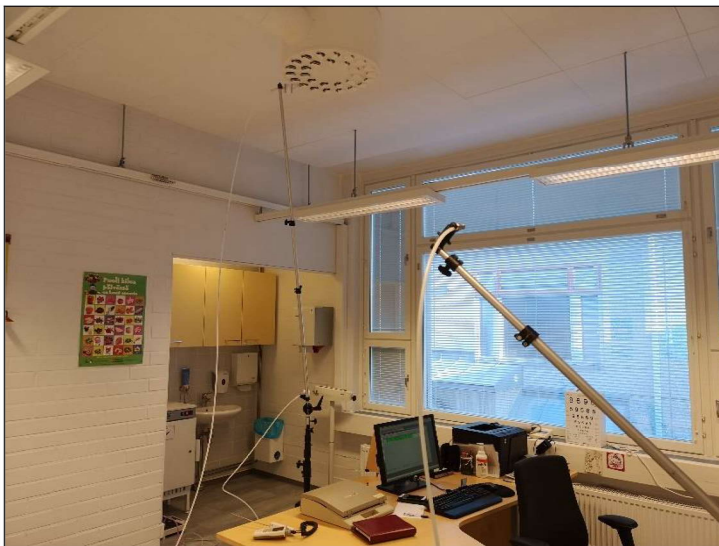
Mittauspiste	Havainnot	Lämpötila, kosteus
Rehtorin huone 210 (kuva 4)	Ei viemärin hajua	19,8 °C, 32 RH-%
Vahtimestarin huone 255 (kuva 5)	Ei viemärin hajua	21,1 °C, 31 RH-%
Terveystenhoitajan huone 259a (kuva 6)	Ei viemärin hajua	21,5 °C, 25 RH-%
Siivouskomo 157 (kuva 7)	Siivouskomerossa tyhjennettiin pesualtaan hajulukko, jolloin viemärin ilmaa pääsi siivouskomereroon mittauksen aikana 15 minuutin ajan. Tuona aikana siivouskomerossa ollut viemärin haju oli hyvin voimakas ja levisi myös siirtoilmaventtiilin kautta lievästi käytävään.	-



Kuva 4. Rehtorin huone 210.



Kuva 5. Vahtimestarin huone 255.



Kuva 6. Terveystieteiden huone 259a.



Kuva 7. Siivoustila 157.

2.2 Menetelmät

Sisäilman ja tuloilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet adsorboitiin VVOC/SVOC spesifiseen keräimeen, rikkispesifiseen keräimeen sekä Tenax TA adsorbenttiin. Näytteet analysoitiin kaasukromatografisesti käyttäen näytteensyöttöön termodesorptiotekniikkaa /1, 2/.

VVOC/SVOC yhdisteet analysoitiin menetelmien ISO 16000-6 ja ISO 16017-1 mukaisesti käyttäen VVOC/SVOC kylmäloukkua. Menetelmän määrittäjäerilaisille VOC yhdisteille on 2 µg/m³ ja mittausepävarmuus 20 %.

Rikkivety määritettiin sisäisen menetelmän 71M544450 (MEL-23:2014, VDI 3486m, EPA 11) mukaan. Menetelmän määrittäjäerilaisilla on 5 µg/näyte ja mittausepävarmuus 30 %.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä, TVOC, on laskettu liekki-ionisaatiodektektorin kromatogrammin kokonaispinta-alasta väliltä heksaani-heksadekaani tolueenin vastetekijän avulla. Näytteissä esiintyneet yksittäiset VOC-yhdisteet tunnistettiin massaselektiivisen detektorin kokonaisioni-kromatogrammista spektrikirjaston perusteella (NIST/WILEY). Yksittäisten VOC-yhdisteiden pitoisuudet on laskettu yhdisteen FID-grammista piikin pinta-alan ja tolueenin vastetekijän perusteella. Yksittäisten VOC-yhdisteiden alin määrittäjäerilaisella on yhdisteestä ja näytemäärästä riippuen tasolla 1 µg/m³. Mittausepävarmuus on alueella < 20 µg/m³ yli ± 22 %, ja alueella > 20 µg/m³ ± 22 %.

2.3 Tulokset

Sisäilman ja tuloilman TVOC-, VVOC/SVOC- ja rikkivetytulokset on esitetty taulukossa 2. Huoneesta 210 Tenax TA adsorbenttiin otetuista näytteistä tunnistetut yksittäiset VOC-yhdisteet on esitetty taulukossa 3. Taulukossa 4 on esitetty VVOC/SVOC adsorbenttiin otettujen näytteiden tunnistetut yhdisteet (> 1 µg/m³ tolueeniekvivalenttina).

Sisäilman TVOC-pitoisuus oli huoneessa 210 (rehtorin huone) 22 µg/m³. Eurofins Expert Services Oy:n ja Työterveyslaitoksen kokemuksen mukaan toimistorakennuksissa mitattu TVOC- pitoisuus on tavanomaisesti tasolla alle 100 µg/m³ /3 ,4/. Asumisterveysasetuksessa annettu toimenpideraja-arvo sisäilman TVOC-pitoisuudelle on 400 µg/m³ (oleskelutilat) /5/.

Yksittäisten VOC-yhdisteiden pitoisuudet huoneessa 210 olivat alle 10 µg/m³.

2-etyyliheksanolin pitoisuus oli < 1 µg/m³ (tolueeniekvivalenttina). Asumisterveysasetuksessa annettu toimenpideraja-arvo 2-etyyliheksanolin pitoisuudelle on 10 µg/m³ (tolueeniekvivalenttina) /5/.

Siivouskomerossa rikkivetypitoisuus oli 146 µg/m³ ja TVOC pitoisuus 345 µg/m³.

VVOC ja SVOC tulokset olivat alle määrittäjäerilaisajan kaikissa näytteissä.

Taulukko 2. Sisäilman rikkivety-, TVOC-, VVOC ja SVOC-tulokset (tolueeniekvivalenttina).

Mittauspiste	Näyte	Rikkivety * H ₂ S, µg/m ³	TVOC µg/m ³	TVOC * µg/m ³	VVOC * µg/m ³	SVOC * µg/m ³
			Tenax TA	VVOC/SVOC keräin		
Huone 259a	tuloilma	<mr	-	<mr	<mr	<mr
	sisäilma	<mr	-	<mr	<mr	<mr
Siivouskomero	sisäilma	146	-	345	<mr	<mr
Huone 210	sisäilma	<mr	22	<mr	<mr	<mr
	tuloilma	<mr	20	3	<mr	<mr
Huone 255	sisäilma	<mr	-	<mr	<mr	<mr
	tuloilma	<mr	-	<mr	<mr	<mr

< mr = alle määrittäysrajan

* määrittäys tehty Eurofins Product Testing Denmark

Taulukko 3. Huone 210. Tunnistetut VOC-yhdisteet, adsorbentti Tenax TA (> 1 µg/m³ tolueeniekvivalenttina).

Yhdiste	CAS	Sisäilma µg/m ³	Tuloilma µg/m ³
Orgaaniset hapot			
Etikkahappo	000064-19-7	1.0	1.1
Alkoholit			
1-Butanoli	000071-36-3	2.2	1.2
1-Hexanoli, 2-etyyli-	000104-76-7	<1	
Aldehydit			
Bentsaldehydi	000100-52-7	1.3	1.4
Dekanaali	000112-31-2	1.0	<1
Heksanaali	000066-25-1	1.3	<1
Nonanaali	000124-19-6	1.3	<1
Pentanaali	000110-62-3	2.0	<1
Aromaattiset hiilivedyt			
Bentseeni, 1,2-dimetyyli-	000095-47-6	<1	<1
Bentseeni, 1,4-dimetyyli-	000106-42-3	1.5	1.6
Bentseeni, etyyli-	000100-41-4	<1	
Glykolit			
1,3-Butaanidioli	006290-03-5	<1	
1,2-Propaanidioli	000057-55-6	5.8	3.4
2,4,7,9-Tetrametyyli-5-dekyyni-4,7-dioli	000126-86-3	<1	
Ketonit			
2-Butanoni	000078-93-3		<1
Siloksaanit			
Syklopentasiloksaani, dekametyyli-	000541-02-6	1.7	1.9
Terpeenit			
alfa-Pinene	000080-56-8	<1	
d-Limoneeni	005989-27-5	1.7	<1
Mentoli	000089-78-1		<1
TVOC		21	14

Taulukko 4. Tunnistetut VOC-yhdisteet, VVOC/SVOC adsorbentti (> 1 µg/m³ tolueeniekvivalenttina)

Tila	Yhdiste	CAS	Tulos µg/m ³
Siivouskomero	Tolueeni	108-88-3	345
H210, tuloilma	Etikkahappo	64-19-7	<1
	Tunnistamaton	-	<1
	Bentseeni	71-43-2	<1
	m/p Ksyleeni	179601-23-1	<1
H255, sisäilma	1-Metoksi-2-propanoli	107-98-2	2.2
H259a, sisäilma	1-Metoksi-2-propanoli	107-98-2	3.0

3 TULOSTEN TARKASTELUA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Sisäilman kokonais-VOC-pitoisuus (TVOC) sekä yksittäisten yhdisteiden pitoisuus huoneen 210 sisäilmassa ja tuloilmassa oli pieni tavanomaisesti käytössä olevalla (ja asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisella) näytteenottokeräimellä (Tenax TA). Rikkivetykeräimissä kaikki sisäilman ja tuloilman tulokset toimistohuoneissa 210, 255 ja 259a olivat alle määritysrajan. Puolihaihtuvien (SVOC) ja erittäin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VVOC) tulokset olivat sisäilmassa ja tuloilmassa yhtä poikkeusta lukuun ottamatta alle määritysrajan. Huoneen 210 tuloilmassa VVOC/SVOC -spesifisessä keräimessä havaittiin juuri määritysrajan ylittävä määrä ($3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (TVOC).

Mittausten perusteella viemärikaasuille tyypillistä rikkivetyä ei havaittu toimistotilojen sisäilmassa tai tuloilmassa. Ihmisen hajukynnys voi kuitenkin olla viemärikaasujen osalta matalampi kuin kaasumittausten määritysrajat. Mittaustuloksissa on otettava huomioon, että rakennusten katolla viemärituuletusputkien päissä olevat aktiivihilisuodattimet oli joitakin viikkoja ennen mittauksia vaihdettu.

Espoossa 20.12.2019

Risto Koivusaari
Rakennustekniikan asiantuntija, DI

Viitteet

1. ISO 16 000-6 menetelmää soveltava sisäilman orgaanisten haihtuvien yhdisteiden näytteenotto.
2. ISO 16 000-6 menetelmää soveltava sisäilman orgaanisten haihtuvien yhdisteiden analysointi.
3. Eurofins Expert Services Sisäilma- ja materiaalitietopankki.
4. Työterveyslaitos, www.ttl.fi.
5. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsinki, 23.4.2015.