

MITTAUSRAPORTTI

GESTERBYN KOULUALUE, RAKENNUS C, LIIKUNTASALI
SISÄILMASELVITYS

13.9.2017



Sisällysluettelo

1	YLEISTIEDOT	3
2	LÄHTÖTIEDOT	4
3	TUTKIMUSMENETELMÄT	5
4	SISÄILMAMITTAUKSET	6
4.1	Sisäilman lämpötila ja kosteus	6
4.2	Huonepölyn koostumus	6
4.3	Sisäilman mikrobimittaukset	6
4.4	Sisäilman VOC-mittaus	8
4.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	9
5	MUUT HAVAINNOT	10
5.1	Havainnot	10
5.2	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	11
6	YHTEENVETO JOHTOPÄÄTÖKSISTÄ JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSISTA	12



1 YLEISTIEDOT

Tutkimuskohde

Gesterbyn koulualue, rakennus C, liikuntasali
Gesterbynkaari 3
02400 Kirkkonummi

Tutkimuksen tilaaja

Kirkkonummen kunta
Ervastintie 4
02400 Kirkkonummi

Yhteyshenkilö: Benny Vilander, p. 040 8425412

Tehtävä

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää mittauksin väistötilana toimivan liikuntasalin, jonne on rakennettu neljä luokkatilaa, tämän hetkistä sisäilman laatua. Tiloihin ollaan lisäämässä lähiaikoina tilaajan toimesta olosuhtemittalaitteet eikä jatkuvakestoisia olosuhtemittauksia sisältynyt tutkimuslaajuuteen.

Tutkimusajankohta

Kohteen tutkimukset tehtiin 22.8.2017. Koko rakennus oli tyhjiällä tutkimuksen ajan ja käyttäjät palasivat tiloihin tutkimusten päätyttyä.

Tutkimuksen tekijät

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Linnoitustie 5
02600 ESPOO

Titta Manninen (Rakennusterveysasiantuntija, mikrobiologi)
Terhi Markkula (Asiantuntija).

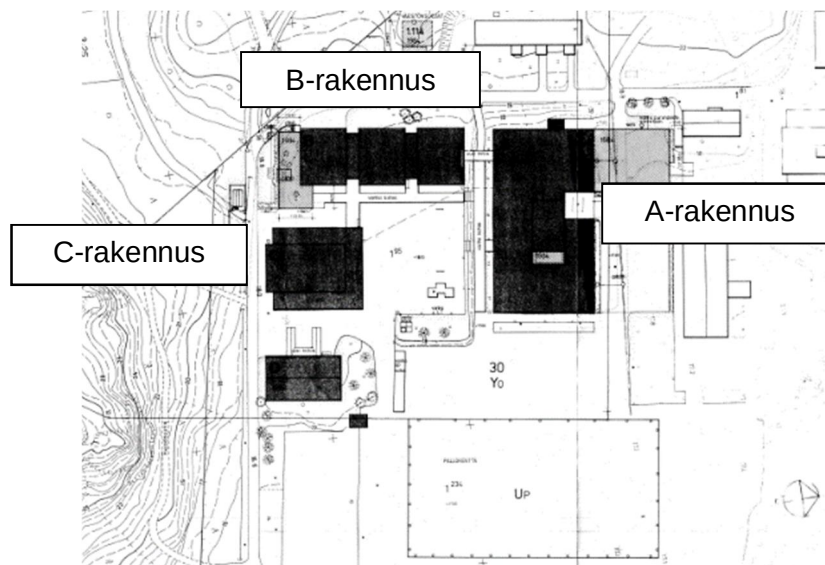
Projekti: RAFY1472



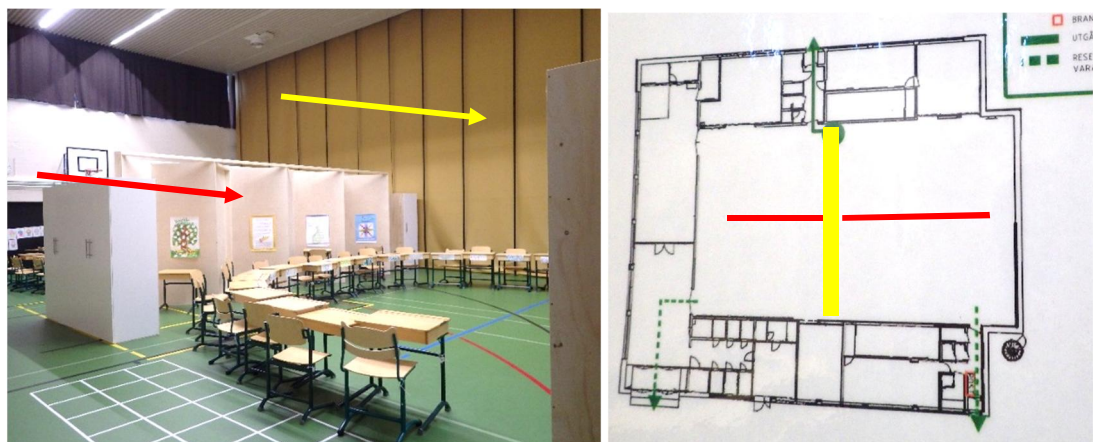
2 LÄHTÖTIEDOT

Tutkittava rakennus C on yksikerroksinen (Kuva 1). Vanhimmat piirustukset ovat vuodelta 1968. Rakennuksen pinta-ala on arviolta 1000 m². Rakennuksen kantavat rakenteet ovat betonia, julkisivut ovat poltettua punaista tiiltä. Vesikatteena on bitumikermikate. Liikuntasaliin on tehty vuonna 2016 lattiaremontti, jossa lattian pinnoite on uusittu. Myös pääaulan viereiset WC-tilat (mm. pinnat, kalusteet ja lattiapäällysteet) on uusittu.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää sisäilman laatua liikuntasaliin tehdyissä väliaikaisissa luokkatiloissa. Liikuntasali on jaettu neljään luokkatilaan, joissa on opetuskäyttöä. Luokkatilat on erotettu toisistaan haitariväliseinällä sekä vanerirakenteisilla sermeillä, jotka eivät ulotu kattopintaan asti (kuva 2). Väistötiloina toimiminen johtuu rakennus B:ssä todetuista sisäilmaongelmista, jonka johdosta rakennus B:n toimintaa on siirretty väistötiloihin kuten liikuntasaliin.



Kuva 1. Kuvassa on esitetty Liikuntasalin (C-rakennus) sijainti muihin Gesterbyn koulualueella sijaiseviin rakennuksiin nähden.



Kuva 2. Liikuntasali on jaettu kahtia korkealla haitariovella (keltainen nuoli ja keltainen viiva pohjakuvassa) ja matalalla puurakenteisella sermillä (punainen nuoli ja punaiset viivat pohjakuvassa).

3 TUTKIMUSMENETELMÄT

Katselmointi ja pintakosteuskartoitus

Tilat katselmointiin aistinvaraisesti poikkeavien hajujen ja yleisen ilmanlaadun, sekä kosteusvauriojälkien ja muiden sisäilmanlaatuun liittyvien tekijöiden osalta. Aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä käytettiin pintakosteusilmaisinta Gann Hydrotest LB70 teleskooppipinta-anturi ja LG1 -lukulaiteyhdistelmää, asteikko 0-174.

Sisäilman mikrobianalyysi

Sisäilman elinkykyisten mikrobien pitoisuudet ja suvusto määritettiin akkreditoidussa laboratoriossa STMa 545/2015 (asumisterveysasetus) mukaisella viljelyanalyysillä Asumisterveysohjeen ja -oppaan (STM, 2003 ja Ympäristö ja terveys -lehti, 2009) ohjeistusten mukaisesti. Sisäilman mikrobiinäytteiden tulosten analysointi sekä tulosten tulkinta tehtiin Asumisterveysasetuksen (STMa 545/2015) ja sen soveltamisohjeen (Valvira 2016) sekä Työterveyslaitoksen julkaisun Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen (2016) mukaisesti. Vuodenajasta johtuen, otettiin myös ulkoilman vertailunäyte.

Sisäilman mikrobiinäytteenotossa käytetään kuusivaiheimpaktoria eli Andersen-keräintä. Keräimeen imetään ilmaa 28,3 l/min 12-15 minuutin ajan. Keräimen avulla ilmasta saadaan kerättyä ilmassa leijuvat bakteerit sekä sieni-itiöt ja ilman sisältämä elinkykyisten mikrobien määrä voidaan mitata. Ilmanäyte kuvaa tilannetta tutkitussa tilassa näytteenottoajankohtana. Ilmanäytteen tulos on suuntaa-antava, eikä tuloksen perusteella voida täysin luotettavasti poissulkea rakenteiden kosteus- ja mikrobivaurioiden mahdollisuutta. Tutkimustulos ilmoitetaan mikrobiryhmittäin muodossa pmy/m³. Mikrobioni Oy:n analyysivastaus on esitetty liitteessä 1.

Sisäilman VOC-analyysi

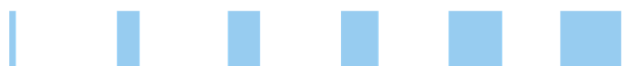
Sisäilmasta kerättiin aktiivisella keräyksellä n. 10 l näyte VOC-analyysiin. Keräimenä käytettiin Tenax TA-adsorptioputkia. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Laboratorio raportoi yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet ns. yhdisteen omalla vasteella määritettynä, sekä lisäksi ns. tolueenivasteella määritettynä, mikäli yhdisteen pitoisuus on lähellä asumisterveysasetuksessa (STMa 545/2015) yhdisteelle annettua toimenpiderajaa. Kaikki asetuksen toimenpiderajat on esitetty tolueenivasteella lasketuille pitoisuuksille. Yksittäisten yhdisteiden hajukynnyksen ylitykset raportoitiin kirjallisuudesta kerätyn hajukynnystietokannan perusteella. Analyysivastaus on esitetty liitteessä 3.

Huonepölyanalyysit

Pölyn koostumuksen arvioimiseksi otettiin kaksi pintapölynäytettä tilojen yläpölyistä. Pölyn koostumus analysoitiin Työterveyslaitoksella elektronimikroskooppinnilla. Analyysissä nähdään esim. asbesti, mineraalivillakuidut, homeitiöt ja metalliepäpuhtaudet. Analyysivastaus on esitetty liitteessä 2.

Sisäilmaolosuhteet

Luokkatiloista mitattiin sisäilman lämpötila ja kosteus Vaisalan HMP42-mittapäillä.



4 SISÄILMAMITTAUKSET

4.1 Sisäilman lämpötila ja kosteus

Aistinvaraisesti arvioituna liikuntasalin sisäilma oli viileä ja raikas.

Olosuhteet mitattiin klo 9:00 ja 11:00 hetkellisinä mittauksina neljässä luokkahuoneessa (1-4) ja tulokset on esitetty taulukoissa 1 ja 2. Luokkatilat on numeroitu kuvassa 3. Sisäilman lämpötilat olivat välillä +18,9°C...+19,5°C ja sisäilmasta mitatut suhteelliset kosteuspitoisuudet välillä 62,0%RH...66,7 %RH. Ulkoilman lämpötila oli noin +14 °C ja kosteuspitoisuus 90 %RH.

Taulukko 1. Sisäilman hetkelliset lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaustulokset luokkahuoneissa 22.8.2017 klo 9. Taulukossa on esitetty lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) lisäksi ilman kosteussisällöt (abs).

Mittauskohta		Mittaustulos			Abs. (g/m ³)
		anturi nro	t (°C)	RH (%)	
1	sisäilma	H4	19,1	62,9	10,3
2	sisäilma	H2	19,1	62,0	10,2
3	sisäilma	H1	18,9	64,6	10,5
4	sisäilma	H3	19,2	64,0	10,6
5	ulkoilma	H1	14,4	90,2	11,1

Taulukko 2. Sisäilman hetkelliset lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaustulokset luokkahuoneissa 22.8.2017 klo 11. Taulukossa on esitetty lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) lisäksi ilman kosteussisällöt (abs).

Mittauskohta		Mittaustulos			Abs. (g/m ³)
		anturi nro	t (°C)	RH (%)	
1	sisäilma	H1	19,5	66,7	11,1
2	sisäilma	H2	19,3	65,9	11,0
3	sisäilma	H1	19,5	65,6	11,0
4	sisäilma	H3	19,5	66,6	11,2

4.2 Huonepölyn koostumus

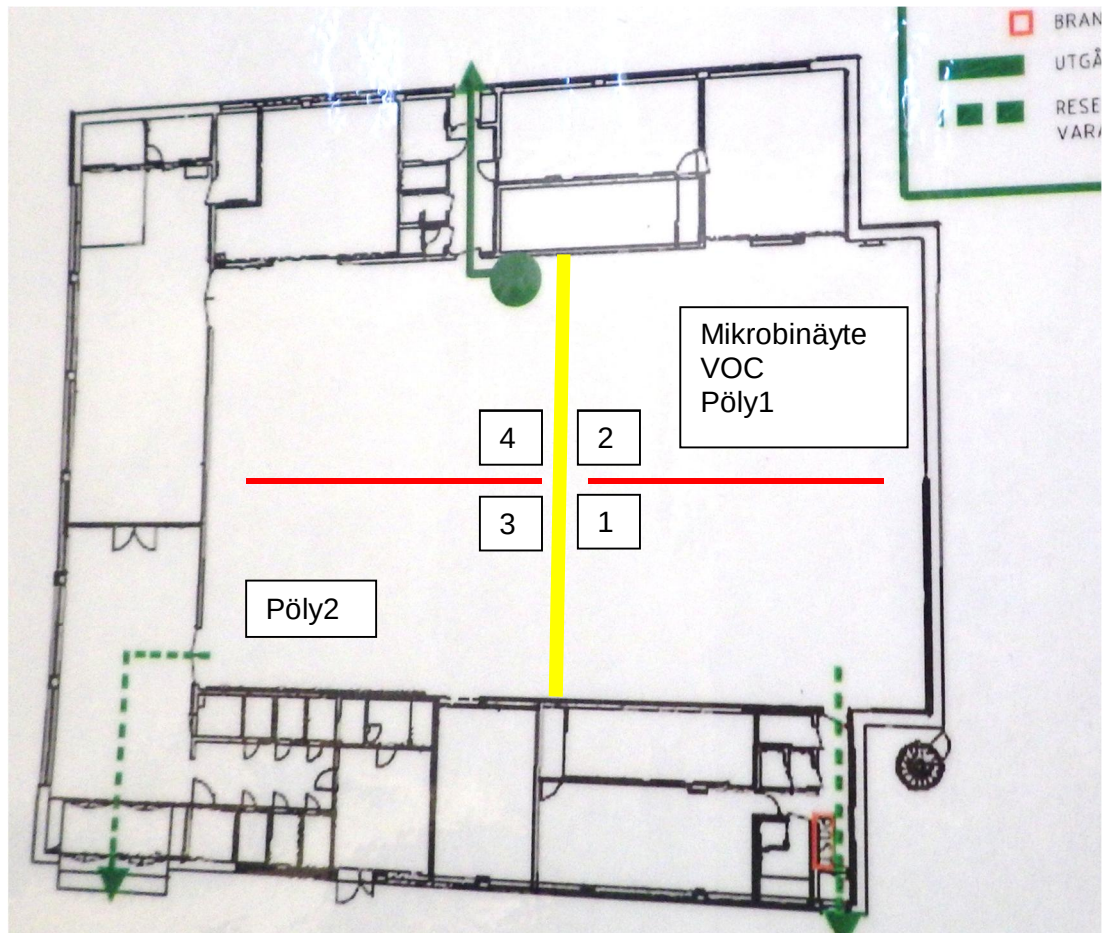
Kuvassa 3 on esitetty pyyhintäpölynäytteiden näytteenottokohdat. Pölyn koostumus määritettiin kahdesta eri luokasta. Näytteet otettiin tilojen tasopinnoilta.

- Tila 2 / Pölynäyte 1 sisälsi tavanomaista huonepölyä
- Tila 3 / Pölynäyte 2 sisälsi tavanomaista huonepölyä.

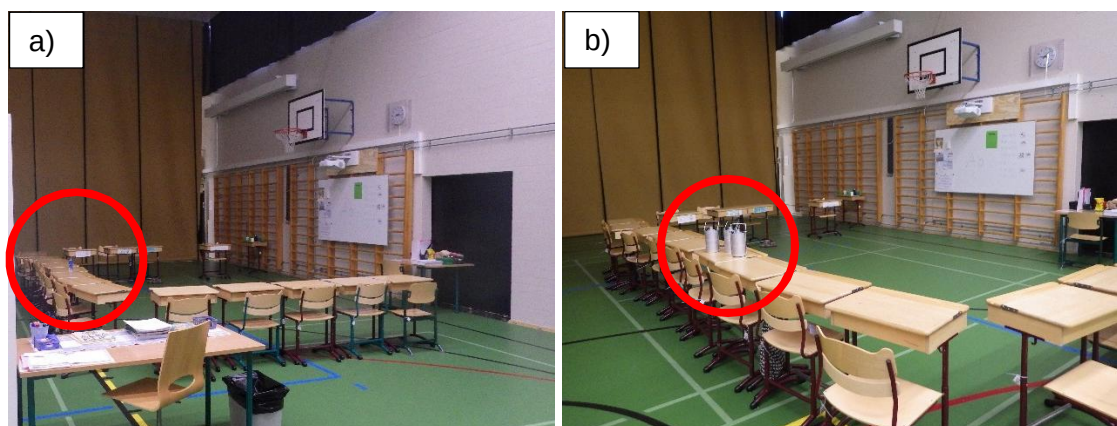
Pölynäytteistä ei tunnistettu teollisia mineraalikuuita, siitepölyä, kiviaines- tai rakennusmateriaalipölyä, metallihiukkasia, asbestikuuita tai homeitiötä.

4.3 Sisäilman mikrobimittaukset

Kuvissa 3 ja 4 on esitetty luokkatilojen sijainti ja näytteenottopaikat luokkatilassa. Lisäksi ulkoilmasta kerättiin vertailunäyte.



Kuva 3. Liikuntasali on jaettu neljään luokkatilaan (1-4). Keltaisella on merkitty haitariväliseinä ja punaisella vanerilevyrakenteiset sermit. Sisäilman VOC-mittauksen (VOC), mikrobimittauksen (Mikrobinäyte) ja pyyhintäpölynäytteiden (Pöly1 ja Pöly2) ottopaikat on esitetty kuvassa.



Kuvat 4 ja b. Sisäilman VOC-näytteenotto (kuva a) ja mikrobinäytteenotto (kuva b).

Analyysivastauksen perusteella on selkeästi nähtävissä ulkoilman merkittävä vaikutus sisäilmanäytteessä. Sädesienipitoisuus sisäilmassa on hieman suurempi kuin ulkoilmassa. Ns. sulan maan aikaan eli kevät-, kesä- ja syysaikaan ulkoilman mikrobivaihtelut ovat verrattain suuret ja vaikeuttavat sisäilmanäytteen tulkintaa. Nyt mitatut tulokset ovat ainoastaan suuntaa-antavat.

4.4 Sisäilman VOC-mittaus

Taulukossa 3 on esitetty kohteessa kerätyn VOC-yhdisteiden sisäilma-analyysin tulokset. Näytteenkeräykseen tutkimuksissa käytettiin Tenax TA-adsorbenttia. Taulukossa 3 tulokset on esitetty yhdisteen omalla vasteella laskettuina. Erikseen tolueeniekvivalentteina raportoidut yksittäiset pitoisuudet on esitetty taulukossa sulkujen sisällä. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden summakonsentraatiot (TVOC) on laskettu tolueeniekvivalentteina.

Tuloksia verrataan Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 545/2015 annettuihin toimenpideraja-arvoihin sekä Työterveyslaitoksen käyttämiin viitearvoihin ”Työterveyslaitos, Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasosta (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin, 27.2.2017”. Taulukon vihreä väri tarkoittaa TTL:n käyttämän viitearvon ylitystä ja harmaa väri tarkoittaa tieteellisessä julkaisussa yhdisteelle raportoidun hajukynnyksen ylitystä.

Kaikille tutkituista näytteistä analysoiduille haihtuville orgaanisille yhdisteille ei ole kirjallisuudessa määritetty hajukynnystä. Analyysissä mitattiin kuitenkin hajukynnyksen ylittäviä yhdistepitoisuuksia, joten tutkitussa tilassa on selvästi mitattavia hajuja.

Taulukko 3. Tunnistettujen VOC-yhdisteiden sisäilma-analyysin tulokset.

Yhdiste	VOC liikuntasali [µg/m³]
Aromaattiset hiilivedyt	
tolueeni	2
m-/p-ksyleenit	1
Terpeenit ja niiden johdannaiset	
α-pineeni	3
β-pineeni	0,8
limoneeni	1
3-kareeni	2
Alkoholit	
etanoli	120 (9)
1-butanoli	1
2-etyyli-1-heksanoli	0,5
bentsyylialkoholi	4
propyleeniglykoli	20
fenoli	0,8
Alkoholi- ja fenolieetterit	
tunnistamattomat alkoholieetterit	5
Aldehydit	
n-pentanaali	1
n-heksanaali	4
n-nonanaali	0,6
bentsaldehydi	3
Esterit ja laktonit	
n-butyylasetaatti	0,9
Orgaaniset hapot	
etikkahappo	18
Piiyhdisteet	
dekametyylisyklopentasiloksaani	17
dodekametyylisykloheksasiloksaani	2
TVOC	70

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 545/2015 mukaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m³. Vastaavasti yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja-arvo huoneilmassa on 50 µg/m³.

Yksittäisistä havaituista yhdisteistä STMa 545/2015:ssa on erikseen asetettu toimenpideraja-arvoksi 2-etyyli-1-heksanolille $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Analyysilaboratorion (TTL) suosituksen mukaan mittausepävarmuuden määrittämisessä aktiivinäytteille käytetään $\pm 19\%$ mittausepävarmuutta. Mittausepävarmuus huomioiden:

- liikuntasalin sisäilmanäytteen etanolipitoisuus on tolueeniekvivalenttina $7,3\text{--}10,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja siten se alittaa STMa 545/2015:ssa sille asetetun toimenpideraja-arvon $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tutkitun tilan sisäilmanäytteen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden yksittäiset pitoisuudet ja niiden summakonsentraatio (TVOC) alittaa STMa 545/2015:ssa niille asetetut toimenpideraja-arvot.

TTL:n käyttämät viitearvot ylittivät seuraaville yhdisteille:

- bentsaldehydinin viitearvo $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi liikuntasalin sisäilmanäytteessä
- dekametyylisyklopentasiloksaanin viitearvo $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi liikuntasalin sisäilmanäytteessä

Bentsaldehydinin pääasiallisia lähteitä sisäilmaan ovat hajusteet sekä tupakan savu. Dekametyylisyklopentasiloksaanin eli D5:n pääasiallisia lähteitä sisäilmaan ovat lakat ja vahat.

Muutoin sisäilmanäytteestä analysoitiin pieniä pitoisuuksia tavanomaisia sisäilmassa esiintyviä yhdisteitä. Haihtuvien yhdisteiden summakonsentraatio (TVOC) on tutkitussa tilassa normaalilla tasolla.

4.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Sisäilman lämpötila ja kosteus

Sisäilman lämpötila on keskeinen viihtyvyystekijä. Korkea lämpötila ja ulkoilman pitkäaikaisempi pakkasjakso laskevat lämmityskausina sisäilman suhteellista kosteutta, jolloin liiallinen kuivuus voi rasittaa ihoa ja hengityselimiä. Lisäksi korkea lämpötila lisää materiaalien pinnoilta haihtuvien yhdisteiden määrää. Alhainen lämpötila taas voi olla epämukavuustekijä käyttäjälle. Palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa huonetilan lämpötilan tulee olla Sosi- ja terveysministeriön asetuksen (545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista) mukaan lämmityskaudella $+20 \text{ °C} \dots +26 \text{ °C}$ välillä. Lämmityskauden ulkopuolella lämpötilan tulee olla $+20 \text{ °C} \dots +30 \text{ °C}$ välillä.

Sisäilmasta mitatut lämpötilat olivat hieman alhaisia. Suosittelemme lisäämään sisäilman lämpötilaa, mikäli käyttäjät kokevat sen liian kylmäksi. Sisäilman kosteuspitoisuudet olivat tavanomaisia vuodenaikaan nähden.

Huoneilman suhteellisen kosteuspitoisuuden suosituksena pidetään noin $20 \dots 60 \% \text{RH}$ kosteuspitoisuutta. Tämän saavuttaminen ei ole aina mahdollista, sillä sisäilman suhteellinen kosteus määräytyy suurelta osin ulkoilman kosteuden mukaan, kun rakennuksessa ei ole kostutusta. Kesällä ja alkusyksystä ulkoilman kosteuspitoisuus on korkeimmillaan, kun taas talvella sisäilman suhteellinen kosteus on Suomessa alhainen, mikä kuivattaa limakalvoja ja voi aiheuttaa ärsytysoireita. Mittausajankohtana sisäilman kosteuspitoisuus oli suositusten mukainen.

Pölyn koostumus

Tiloista kerätyt pölynäytteet sisälsivät tavanomaista huonepölyä. Pölyjen siivoamisesta tulee huolehtia säännöllisesti. Pöly liikkuu ilmapvirtausten mukana. Voimakkaat ilmapvirtaukset kierrättävät pölyistä sisäilmaa, joka voi ärsyttää silmiä ja limakalvoja.

Sisäilman mikrobipitoisuus

Sisäilmanäytteessä havaittiin selkeästi ulkoilman vaikutus. Kesäaikana poikkeamien havaitseminen on talviaikaa epäluotettavampaa. Näytteiden kokonaispitoisuudet ovat useimmiten suuremmat johtuen ulkoilman mikrobeista (esim. oppilaiden liikkuminen ulkoa sisälle). Nyt mitatut tulokset ovat ainoastaan suuntaa-antavat. Uusintanäytteet voidaan ottaa talviaikaan, jolloin ulkoilman mikrobipitoisuudet ovat pienimmillään.

Lisäksi tulee huomioida, että pelkästään ilmanäytteiden tavanomaisten tulosten perusteella ei voida poissulkea rakenteiden mikrobivaurion mahdollisuutta. Toisaalta myös ilman mikrobipitoisuuden lisäksi on oltava muuta näyttöä toimenpiderajan ylittymisestä, kuten kosteus- tai lahovaurio tai aistinvaraisesti todettu ja tarvittaessa materiaali- tai pintanäytteistä analyysillä varmistettu mikrobikasvu.

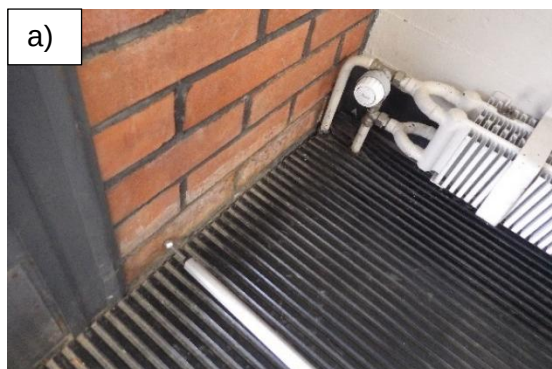
Sisäilman VOC

Tutkitun tilan sisäilmanäytteen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden yksittäiset pitoisuudet ja niiden summakonsentraatio (TVOC) alittaa STMa 545/2015:ssä niille asetetut toimenpideraja-arvot ollen näin normaalilla tasolla. Toimenpidetarvetta ei ole.

5 MUUT HAVAINNOT

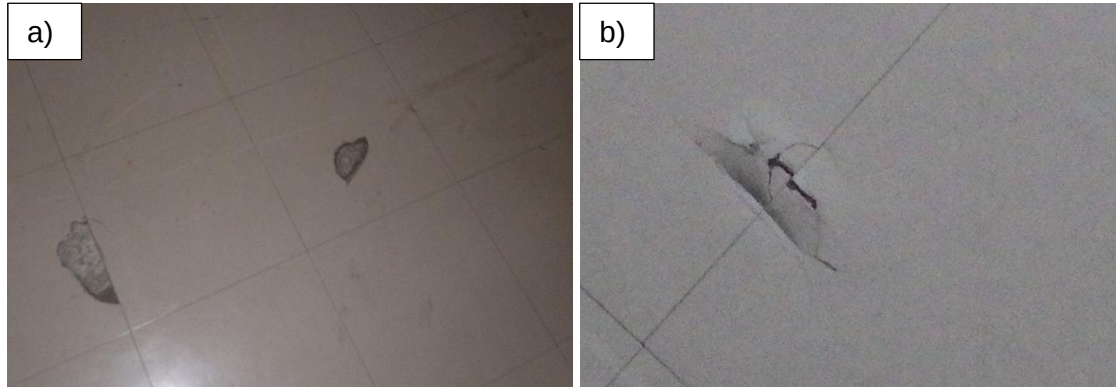
5.1 Havainnot

Rakennuksessa C tehtiin pintakosteuskartoitus. Pintakosteusilmaisimen lukemat vaihtelivat pääasiassa välillä 55...65. Pintakosteusilmaisimella todettiin kahdessa paikassa hieman kohonneita lukemia. Toinen sijaitsi ulko-oven vieressä ulkoseinän alaosassa (kuva 5a), jossa pintakosteusilmaisimen lukema oli tilliseinän alaosassa 88 (ylempänä 57). Toinen kohta oli kuntosalin takana olevassa pienen pukuhuoneen suihkutilan lattiasa (kuva 5b), jossa pintakosteusilmaisimen lukema oli 84 (muualla 55-65). Lattian vedeneristeenä on märkätilan muovimatto. Kohdassa oli myös kopoa, eli vedeneriste on irti alustasta.



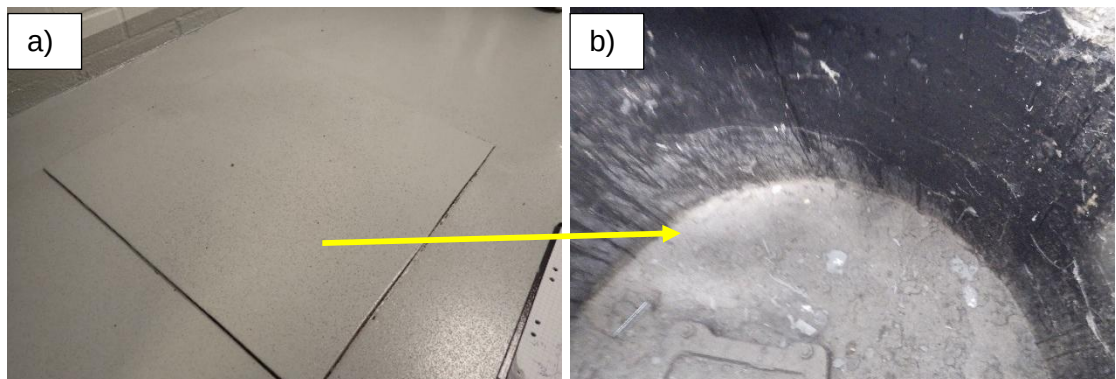
Kuvat 5 a ja b. Rakennuksessa havaittiin kaksi hieman kohonnutta pintakosteusilmaisimen lukemaa. Eteisessä (a) ja kuntosalin suihkutilassa (b). Eteisen maton alla ei havaittu vaurioitumista eikä kohdassa ollut mikrobiperäistä hajua.

Kuntosalin ja eteistilan vinyylilaattalattiat sisältävät asbestia (Tutkimusselostus, Haitta-ainetutkimus, 20.1.2017, Vahanen Rakennusfysiikka Oy). Eteistilan ja liikuntasalin kynnyksen kohdalla ollut rikkoontunut pinta oli pinnoitettu ehjäksi. Kuntosalissa havaittiin pinnoittamattomia, rikkoontuneita vinyylilaattapintoja (kuva 6), jotka on suositeltavaa paikata.



Kuvat 6 a ja b. Kuntosalissa on pinnoittamattomia, rikkoontuneita vinyylilaattapintoja.

Remontoitujen WC-tilojen edustalla on tiivistämätön lattialuukku (kuva 7).



Kuvat 7 a ja b. WC-tilojen edessä on tiivistämätön lattialuukku (a), jonka sisällä on vähäisiä epäpuhtauksia kuten pölyä (b). Luukusta havaittiin ummehtunutta hajua.

Luokissa koetaan käyttäjien mukaan jonkin verran meluhaittaa, sillä luokkatiloja erottavat puolikorkeat sermit eivät estä äänien siirtymistä luokkatilasta toiseen.

5.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Kohonneet pintakosteuslukemat olivat hyvin paikallisia, eikä ulkoisia merkkejä kosteuden aiheuttamista vaurioista havaittu. Kuntosalin takana olevassa suihkutilassa lattian vedeneriste on irti alustasta, joten vedeneristeen alle on todennäköisesti kulkeutunut kosteutta. Suihku vaikutti olevan vähäisellä käytöllä. Mikäli suihkutila halutaan ottaa käyttöön, tulee rakenteen kosteuspitoisuudet selvittää tarkemmin rakennekosteusmittauksin ja tarvittaessa kuivattaa rakenteita ennen uuden vedeneristeen asentamista.

Kuntosalin rikkiäisille vinyylilaatoille suositellaan paikkakorjausta esimerkiksi juotettavalla muovimattokorjausmassalla. Kuntosalin ja eteistilan lattiapäällysteiden kuntoa tulee seurata ja jos niissä ilmenee uusia pintaosien rikkoontumisia, suositellaan ne korjattavaksi.

Tiivistämättömän lattialuukun kautta voi sisäilmaan kulkeutua epäpuhtauksia. Kansi suositellaan vaihtamaan kaasutiiviksi viimeistään seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Väliaikaisesti kannen ilmatiiviyttä voi parantaa esimerkiksi liimaamalla kansi kiinni joustavalla tiivistysmassalla.

Matala puusermi luokkatilojen välissä ei estä äänien kantautumista luokkatilojen välillä mikä ajoittain häiritsee opetusta. Tilojen välisen ääneneristävyyden parantaminen ilman sermien korottamista kattopintaan asti on mahdotonta. Kaiuntaa voi yrittää vähentää pehmeillä akustoivilla pintamateriaaleilla, jotka imevät ääntä.

6 YHTEENVETO JOHTOPÄÄTÖKSISTÄ JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSISTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää väistötilana toimivan liikuntasalin tämän hetkistä sisäilman laatua. Sali on jaettu neljään luokkatilaan, joissa on opetuskäyttöä. Tehyjen mittauksen perusteella sisäilman VOC-pitoisuudet ovat matalat eikä toimenpide-tarvetta ole. Sisäilman olosuhteet olivat hetkellisissä mittauksissa tavanomaisella tasolla ja vuodenaikalle tyypilliset. Lämpötila oli mittaushetkellä hieman matala, joten talvikaudella saattaa lämpötilan nostamiselle olla tarvetta. Jos viileyttä ilmenee, suosittelemme myös tarkastamaan ilmanvaihtojärjestelmän ja tuloilman lämpötilan. Pölynäytteet koostuivat tavanomaisesta huonepölystä. Sisäilman mikrobinäytteenotossa näkyi ulkoilman vaikutus, minkä vuoksi tulokset ovat suuntaa-antavat. Näytteenotto voidaan haluttaessa uusida talvikaudella, jolloin ulkoilman vaikutusta ei ole. Väistötilassa ei havaittu mittauksissa sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä.

Suosittellemme seuraavia toimenpiteitä:

- Kuntosalin rikkiäisten vinyylilaattojen paikkaus.
- WC-tilojen yhteydessä olevan lattialuukun tiivistäminen kaasutiiviiksi
- Kuntosalin takana olevan suihkutilan korjaaminen tilan jatkokäyttö huomioiden

Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Espoossa 13.9.2017

Tarkastanut:



Terhi Markkula, RI AMK
Asiantuntija



Katariina Laine, DI,
Rakennusterveysasiantuntija

Liitteet

- Liite 1. Sisäilman mikrobinäyte, IA2017-278, Mikrobioni Oy 5.9.2017.
Liite 2. Pölyn koostumus, Analyysivastaus 362501, Työterveyslaitos 25.8.2017.
Liite 3. Sisäilman VOC-analyysi, Analyysivastaus 362034, Työterveyslaitos 24.8.2017.

Hanna Keinänen
Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Linnoitustie 5
02600 Espoo



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Gesterbyn koulukeskus, liikuntasali

NÄYTTEET:

Ilmanäytteet on ottanut Terhi Markkula, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 22.8.2017. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 24.8.2017.

ANALYYSIT:

Näytteet otettiin Andersen 6-vaihekeräimellä käyttäen mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustoja homeille ja tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustaa (THG) bakteereille. Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskoipimalla suku- tai lajitasolle.

TULOKSEN TULKINTA:

Koulurakennuksista otettujen ilmanäytteiden tulkintaohjeet koskevat vain kivirakenteisia kouluja. Ilmanäytteitä ei suositella käytettäväksi puurakenteisen koulun mikrobivaurion toteamiseen (Meklin ym. 2008).

Kivirakenteisissa kouluissa sisäilman sieni-itiöpitoisuudet ovat yleensä pienempiä kuin asuntojen sisäilman pitoisuudet ja yleensä alle 50 pmy/m³ (Meklin ym. 2008). Yksittäisten, 1-2 näytteen suurempi pitoisuus voi viitata kyseisessä tilassa olevaan poikkeukselliseen mikrobilähteeseen ja vaurioon tai muuhun ns. normaalilähteeseen. Vauriutiloissa talviaikaiset pitoisuudet ovat usein 50-500 pmy/m³. Kun rakennuksessa otetaan useita näytteitä, vauriottomien rakennusten näytteiden sienien (homeet ja hiivat) mediaanipitoisuus on alle 12 pmy/m³ ja näytteistä saadaan useita tuloksia, joissa pitoisuudet ovat alle menetelmän määritysrajan. Vaurioituneissa koulurakennuksissa sienien mediaanipitoisuus on yleensä yli 20 cfu/m³ (Meklin ym. 2008). Bakteeripitoisuus yli 4 500 pmy/m³ viittaa tilan käyttöön nähden riittämättömään ilmanvaihtoon. Tuloksia tarkasteltaessa mikrobipitoisuustasojen ohella kiinnitetään huomiota myös lajistoon. Ns. kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja voi esiintyä pieninä pitoisuuksina tavanomaisestikin huoneilmassa. Sädesienet huomioidaan kosteusvaurioindikaattoreina.

Mikrobihaittaa ei voida todentaa yksinomaan ilmanäytteiden perusteella.

MÄÄRITYSRAJA:

Näytteenottoaika vaikuttaa määritysrajaan. Esimerkiksi 10 minuutin näytteenottoajalla määritysraja on 4 pmy/m³ ja 15 minuutin näytteenottoajalla määritysraja on 2 pmy/m³.

MITTAUSEPÄVARMUUS:

Laboratorion menetelmäkohtainen mittausepävarmuus on homeille 12 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä muille bakteereille 9 % (THG-alusta). Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa.

YHTEENVETO TULOKSISTA:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Tarkemmat analyysitulokset on esitetty raportin lopussa.

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
epäily mikrobilähteestä rakennuksessa
vahva viite mikrobilähteestä rakennuksessa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	1, liikuntasali	homepitoisuus pienempi kuin ulkoilmassa. Sädesienipitoisuus hieman suurempi kuin näytteenottohetkellä ulkoilmassa. Pieni bakteeripitoisuus	epäily mikrobilähteestä rakennuksessa
	2, ulkoilma	homepitoisuus suurempi, kuin sisäilmanäytteissä. Pääasiassa hiivoja ja steriilejä. Sisäilman indikaattorimikrobeista Aspergillus fumigatus ja sädesieniä. Ulkoilma voi vaikuttaa sisäilman mikrobipitoisuuksiin ja lajistoon.	

Lisätietoja:

On hyvä huomioida, että sisäilmanäytteitä suositellaan otettavaksi talviaikaan, jolloin maa on lumen peitossa. Tällöin ulkoilman mikrobipitoisuudet ovat pienimmillään. Sulan maan aikaan ulkoilman suuret mikrobipitoisuudet voivat vaikuttaa sisäilman mikrobipitoisuuksiin ja lajistoon.

Yksittäiset pesäkehavainnot indikaattorimikrobeista voivat olla tavanomaisia missä tahansa huoneilmassa. Ulkoilma ja monet tavanomaiset toiminnot (esimerkiksi oppilaiden liikkuminen ulkoa sisälle) voivat tilapäisesti kohottaa sisäilman mikrobipitoisuutta tai muuttaa mikrobilajistoa. Johtopäätös mahdollisesta rakennuksessa olevasta mikrobilähteestä voidaan tehdä, jos taustalähteiden vaikutus voidaan pois sulkea. Johtopäätökset kosteus- ja mikrobivauriosta eivät voi perustua ainoastaan ilmanäytteiden tuloksiin, vaan tueksi tarvitaan aina myös rakennustekniset selvitykset.

Kuopiossa, 5.9.2017

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

Yksittäisten mikrobisukujen ja/tai lajien osuudet lasketaan osuuksina kokonaispitoisuudesta, joten alla olevassa taulukossa esitetty todellinen kokonaispitoisuus voi laskennallisista syistä poiketa hieman yksittäisten sukujen summasta. Tulokset ilmoitetaan kahden merkitsevän numeron tarkkuudella. Mikroilähteeseen viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna ja kosteusvaurioindikaattorimikrobit tähdellä.

Lyhenteiden selitykset:

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen mikrobi, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut mahdolliset pesäkkeet helposti alleen

< mr = alle määritysrajan

* = kosteusvaurioindikaattori

Näyte: 1, liikuntasali (tutkimustunnus: IA171162)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/m³)	(pmy/m³)	BAKTEERIT	(pmy/m³)
Kokonaispitoisuus	3700	3100	Kokonaispitoisuus	62
hiivat	2900	2600	muut bakteerit	44
steriilit	330(YK)	60	*sädesienet	18
Acrodontium sp.	140	220		
Cladosporium sp.	60	150		
Thysanophora sp.	100	54		
Geotrichum sp.	66(YK)			
Penicillium sp.	33	27		
Aureobasidium sp.	5			

Tulokset M2- ja DG18-alustoilla arvioita.

Näyte: 2, ulkoilma (tutkimustunnus: IA171163)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/m³)	(pmy/m³)	BAKTEERIT	(pmy/m³)
Kokonaispitoisuus	3100	1900	Kokonaispitoisuus	190
hiivat	1200	1000	muut bakteerit	180
steriilit	1100	200	*sädesienet	6
Cladosporium sp.	580	450		
Acrodontium sp.	100	89		
Thysanophora sp.	27	62		
Penicillium sp.	46	46		
Verticillium sp.	9	31		
Geotrichum sp.	23			
*Aspergillus fumigatus	5			

Tulokset M2- DG18-alustoilla ovat arvioita.

VIITTEET:

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV Asumisterveysasetus § 20. Valvira ohje 8/2016.

Meklin, Putus, Hyvärinen, Haverinen-Shaughnessy, Lignell, Nevalainen. Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja 2/2008.



Vahanan Rakennusfysiikka Oy

Terhi Markkula

Linnoitustie 5

02600 ESPOO

Pölyn koostumus

Analyysin kuvaus:

Pölyn koostumuksen määrittäminen elektronimikroskooppilla

Käsittelijä(t):

Sampsa Törmänen

Asiakkaan viite:

Gesterbyn koulukeskus

Analysointimenetelmä

Muovipussiin pyyhintämenetelmällä kerätty pölynäyte tai edustava osa siitä suodatettiin tislattulla vedellä kalvosuodattimelle, joka päällystettiin kullalla ja analysoitiin elektronimikroskooppilla ja siihen liitettyllä energiadiispersiivisellä spektrometrillä (EDS). Suodattimelta tutkittiin seuraavien hiukkastyypin esiintyminen näytteessä: tavanomainen huonepöly, karkea ulkoilmapöly, teolliset mineraalikuidut, rakennusmateriaalipöly, puupöly, metallipöly ja homeitiöt (ilman lajimäärittäystä). Analyysiin voitiin analysoida harkinnan mukaan sisällyttää myös muita hiukkastyyppejä, mikäli kyseisiä hiukkasia esiintyi enemmän kuin vähäisiä määriä ja/tai niillä voi olla vaikutusta ilmanvaihtojärjestelmän toimintaan tai tilojen käyttäjien terveyteen. Hiukkastyypit tunnistettiin hiukkasten ulkomuodon ja/tai alkuainekoostumuksen perusteella. Menetelmä ei sovellu sellaisten orgaanisten hiukkasten analysointiin, joilla ei ole tunnusomaista muotoa.

Pintapölynäytteen analyysituloksissa ilmoitetaan näytteen sisältämät hiukkastyypit siltä osin kun näytteen koostumus poikkeaa tavanomaisen huonepölyn koostumuksesta. Tuloilmakanavanäytteen tuloksissa ilmoitetaan näytteen sisältämät hiukkastyypit. Kunkin hiukkastyypin osuus näytteessä on arvioitu silmämääräisesti kolmiportaisella asteikolla (sisältää vähäisiä määriä/sisältää/sisältää runsaasti), poikkeuksena teolliset mineraalikuidut joiden osuus on arvioitu painoprosentteina.

Tulokset**AE17-00360**

Mittauspaikka: Gesterbyn koulukeskus
Näytteenottoaika: 22.8.2017

Mittauskohde 1: liikuntasali

Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.

Mittauskohde 2: liikuntasali

Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.

Tavanomainen huonepöly koostuu lähinnä tekstiili- ja paperikuiduista sekä hilsehiukkasista.

Tulosten tarkastelu

Näytteet sisälsivät vain yksittäisiä teollisia mineraalikuituja.

Työympäristön kehittämispalvelut

Mauri Mäkelä
vanhempi asiantuntija
Oulu

Sampsa Törmänen
erikoismittaushygieenikko
Oulu

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Terhi Markkula
Linnoitustie 5
02600 ESPOO



VOC-analyysi ilmanäytteestä

Asiakasviite:	Gesterbyn koulukeskus
Näytteen kerääjät:	Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Analyysin kuvaus:	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet; ATD-GC-MS,
Tulopvm.:	22.08.2017
Käsittelijä(t):	Sari Snell, Kim Kuusisto

Analysointimenetelmä

Näytteet on kerätty Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 1-40 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 9-59 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 19 %. Passiivinäytteille mittausepävarmuus on vastaavasti 13-68 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 24 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittämisraja on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 10 dm³:n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 362034

24.08.2017

CK17-04687-1

Mittauspaikka:

Mittauskohde:

Analysointipvm.:

Näytteenottoaika:

Ilmamäärä:

Näyte/keräin: 358694

Gesterbyn koulukeskus

Liikuntasali

230817/KKU

22.08.2017 07:35 - 22.08.2017 09:05

8,97 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Ksyleenit (p,m)	1	µg/m ³
Tolueeni	2	µg/m ³
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
3-Kareeni	2	µg/m ³
Limoneeni	1	µg/m ³
a-Pineeni	3	µg/m ³
b-Pineeni	0,8	µg/m ³
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
Bentsyylialkoholi	4	µg/m ³
1-Butanoli	1	µg/m ³
2-Etyyli-1-heksanoli	0,5	µg/m ³
Etanoli 1)	120	µg/m ³
MONIARVOISET ALKOHOLIT		
1,2-Propaanidioli eli propyleeniglykoli	20	µg/m ³
FENOLIT		
Fenoli	0,8	µg/m ³
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
Tunnistamattomat alcoholieetterit**	5	µg/m ³
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	3	µg/m ³
Heksanaali	4	µg/m ³
Nonanaali	0,6	µg/m ³
Pentanaali	1	µg/m ³
HAPOT		
Etikkahappo 2)	18	µg/m ³
ESTERIT JA LAKTONIT		
n-Butyyliasetaatti	0,9	µg/m ³
PIIYHDISTEET		
Dodekametyylisykloheksasiloksaani**	2	µg/m ³
Dekametyylisyklopentasiloksaani	17	µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	70	µg/m ³

- 1) Tolueeniekvivalenttina 9 µg/m³
TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

Tulosten tarkastelu

Näytteet on kerätty Tenax TA-adsorptioputkiin.

Kahdella tähdellä (**) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn tai NISTin massaspektritietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

ISO 16000-6 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Näytteestä ilmoitetaan yhdisteen omalla vasteella lasketun pitoisuuden lisäksi pitoisuus tolueeniekvivalenttina niille yhdisteille, joiden pitoisuus tolueeniekvivalenttina määritettynä on lähellä tai ylittää ns. asumisterveysasetuksen [1] toimenpiderajan.

[1] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista.

Työterveyslaitos Laboratoriotoiminta on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013 , SFS-EN ISO/IEC 17025.
Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristölaboratoriot

Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki

Kim Kuusisto
laboratorioanalyttikko
Helsinki

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.