
SISÄILMA- JA RAKENNETEKNISIÄ TUTKIMUKSIA

22705476

HOVIRINNAN KOULUN SIIRTOKELPOISET RAKENNUKSET C, E JA F



10.8.2018
R003

Sweco Rakennetekniikka Oy

Johanna Mäkelä

Sisältö

1	HANKKEEN YLEISTIEDOT	3
1.1	KOHDE JA SIJAINTI	3
1.2	HANKKEEN OSAPUOLET	3
1.3	KOHTEEN YLEISKUVAUS	4
1.4	TUTKIMUKSEN SISÄLTÖ JA AJANKOHTA	5
1.5	TUTKIMUSMENETELMÄT	5
1.6	LÄHTÖTietoaineistot.....	6
2	TUTKITUT RAKENTEET JA NIIDEN OMINAISUUDET.....	7
2.1	RAKENNUKSEN ULKOPUOLI, VIERUSTA, KORKEUSASEMA JA VEDENOHAUS	7
2.2	ALAPOHJA	8
2.3	ULKOSEINÄ.....	13
2.4	VÄLISEINÄ	14
2.5	YLÄPOHJA.....	14
3	NÄYTTEET	17
3.1	MATERIAALINÄYTTEIDEN MIKROBIANALYYSITULOKSET	17
3.2	SISÄILMANÄYTTEEN VOC-ANALYYSITULOS	18
3.3	PYYHINTÄNÄYTTEET PÖLYN KOOSTUMUKSEN ARVIOIMISEKSI	18
4	ILMANVAIHDON RIITTÄVYYS JA PAINESUHTEET	21
5	MUITA SISÄILMAN LAATUUN VAIKUTTAVIA ASIOITA	24
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	24
7	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	26
LIITTEET	LIITE 1	NÄYTTEENOTTOPAIKAT JA MITTAPISTEET
	LIITE 2	MATERIAALINÄYTTEIDEN MIKROBIANALYYSI
	LIITE 3	MATERIAALINÄYTTEEN VOC-ANALYYSI
	LIITE 4	PÖLYNKOOSTUMUSNÄYTTEIDEN TULOKSET

1 HANKKEEN YLEISTIEDOT

1.1 KOHDE JA SIJAINTI

Tutkimusten kohteena on Kaarinassa sijaitsevat Hovirinnan siirtokelpoiset koulurakennukset C, E ja osa rakennusta F.

Kohteen osoite:
Päiväläisenkatu 1
20780 Kaarina

1.2 HANKKEEN OSAPUOLET

Tilaaaja:

Cramo Adapteo Oy

Tomi Salonen

tomi.salonen@cramoadapteo.com

040 663 2809

Tutkimusten suorittaja:

Sweco Rakennetekniikka Oy

Hatanpään valtatie 11

33100 Tampere

Yhteyshenkilöt:

Ins.(YAMK) Janne Mäcklin

janne.macklin@sweco.fi

040 821 9018

Ins.(AMK) Johanna Mäkelä

johanna.makela@sweco.fi

040 757 2605

Rakenteiden kosteuden mittaaja VTT-C-23202-24-17

DI Anne-Mari Kaukola

anne-mari.kaukola@sweco.fi

040 575 1165

Rakenteiden kosteuden mittaaja VTT-C-24205-24-18

1.3 KOHTEEN YLEISKUVAUS

Hovirinnan koulun siirtokelpoiset koulurakennukset on rakennettu/siirretty Hovirinnan koulun pihaan väistötilaksi vuoden 2017 syksyllä. Rakennukset koostuvat 3000...3300 mm leveistä moduuleista, joita yhdistelemällä on rakennettu luokka-, toimisto- ja wc-tiloja. Yläpohja on puurunkoinen ja lämmöneristeenä on käytetty uretaanieristettä. Vesikatteena on profiilipelti. Vesikatoilla on ulkopuolinen vedenpoisto räystäskouruilla ja syöksytorvilla. Ulko- ja väliseinät ovat puurunkoisia uretaanieristeellä. Yhdistettyjen moduulien väleissä kantavina rakenteina toimii teräspilarit. Alapohja on puurakenteinen uretaani- tai mineraalivillaeristeellä. Moduulit nojautuvat puurakenteisten perustuspalkkien päällä oleviin teräspalkkeihin ja niiden alla on hyvin tuulettuva ryömintätila. Luokkatiloissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.



Kuva 1. Tutkimuksen kohteena olevat rakennukset merkittynä asemapiirustukseen.

1.4 TUTKIMUKSEN SISÄLTÖ JA AJANKOHTA

Toimeksiantona oli tehdä rakenne- ja sisäilmateknisiä tutkimuksia rakennuksiin C, E ja F tiloissa koetun sisäilmahaitan selvittämiseksi. Rakennukset ovat siirtokelpoisia koulurakennuksia ja niissä on koettu sisäilmaongelmaan viittaavaa oireilua mm. hengitystieoireita. Tiloihin tehtiin katselmuskäynti 18.7.2018 ja tutkimukset suoritettiin 18. - 26.7.2018 välisenä aikana. Tutkimukset suoritettiin sovitusti erillisen tutkimussuunnitelman mukaisesti. Tilojen tulo- ja poistoilmamäärät oli mitattu kesän 2018 aikana.



Kuva 2. Yleiskuva luokkatilasta.

1.5 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimusmenetelminä käytettiin aistinvaraisia havaintoja, rakenneavauksia sekä kosteusmittauksia ja näytteenottoa. Näytteet lähetettiin analysoitavaksi Työterveyslaitoksen laboratorioon.

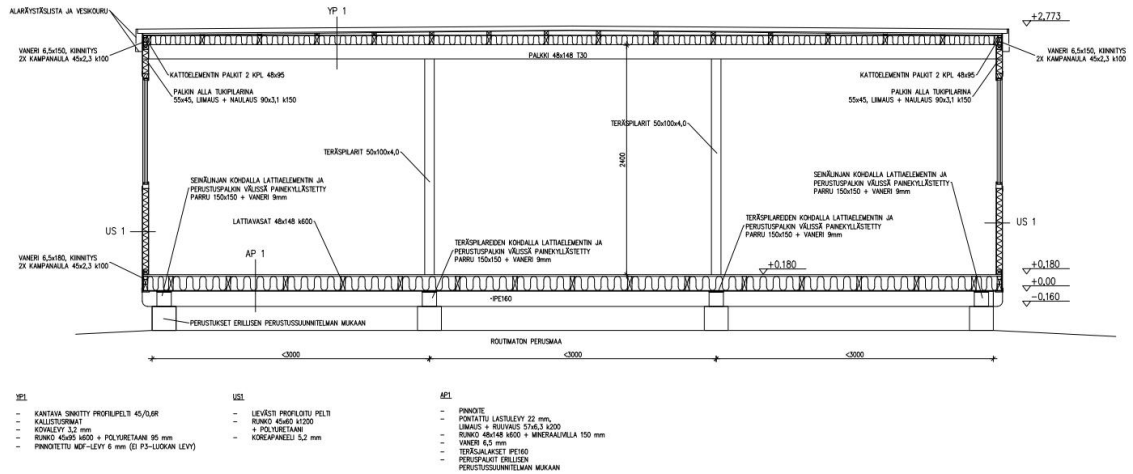
Mittalaitteina käytettiin

- Gann Hydrotest LG 2 -mittari
- Gann LB70 -teleskooppipinta-anturi
- Gann RH-T 37 EL -anturit

Käytetty laitteisto (mittari ja anturit) on kalibroitu J.H Laaksonen Oy:ssä 10/2017.

1.6 LÄHTÖTIETOAINIESTOT

Lähtötietoina oli kohteen pää- ja rakennepiirustukset.



Kuva 3. Alkuperäinen rakenneleikkauskuva.

2 TUTKITUT RAKENTEET JA NIIDEN OMINAISUUDET

2.1 RAKENNUKSEN ULKOPUOLI, VIERUSTA, KORKEUSASEMA JA VEDENOHJAUS

Katolta tulevat sadevedet on johdettu räystäskouruja- ja -putkia pitkin rakennuksen vierelle. Räystäskouruja- ja putkia ei ole mitoitettu suurille vesimäärille, eikä rakennuksissa ole räystäitä, minkä vuoksi ulkoseiniin saattaa kohdistua ajoittain voimakasta kosteusrasitus. Maanpinta rakennuksen vierellä on pääosin muotoiltu kohti sadevesiviemäreitä, joillakin kohdin maanpinta on tasainen. Maanpinta rakennuksen vierellä on pääosin asfalttia ja sepeiliä/hiekkaa. Rakennuksien lattian pinta on reilusti maanpinnan yläpuolella.



Kuvat 4 a-d. Yleiskuvia rakennuksien ulkopuolelta.

2.2 ALAPOHJA

Tutkimuksessa tehtyjen rakenneavausten perusteella alapohjarakenne on ylhäältä alaspäin seuraava (AP1, AP3):

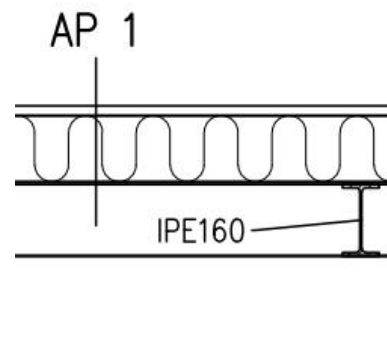
- | | |
|------------------------------------|-------------------|
| - muovimatto | |
| - vaneri | 13 mm |
| - polyuretaani | 100 mm |
| - vaneri | (ei porattu läpi) |
| - ilmatila (+teräsjalakset 160 mm) | noin 400 mm |
| - perusmaa | |

TAI (AP2, AP4 ja AP5)

- | | |
|------------------------------------|-------------------|
| - muovimatto | |
| - vaneri | 18 mm |
| - mineraalivilla | 145 mm |
| - vaneri | (ei porattu läpi) |
| - ilmatila (+teräsjalakset 160 mm) | noin 400 mm |
| - perusmaa | |

AP1

- PINNOITE
- PONTATTU LASTULEVY 22 mm,
LIIMAUS + RUUVAUS 57x6,3 k200
- RUNKO 48x148 k600 + MINERAALIVILLA 150 mm
- VANERI 6,5 mm
- TERÄSJALAKSET IPE160
- PERUSPALKIT ERILLISEN
PERUSTUSSUUNNITELMAN MUKAAN



Kuva 5. Alapohjan rakenne rakennepiirustusten perusteella.

Alapohjiin tehtiin viisi rakenneavausta rakenteen tyyppin ja kunnan arvioimiseksi. C- ja E-rakennuksiin tehtiin kaksi avausta ja F-rakennukseen yksi avaus. Avausten perusteella osassa moduuliyksiköitä on rakennesuunnitelmien mukainen alapohjarakenne ja osassa on suunnitelmista poiketen eristeenä polyuretaani mineraalivillan sijasta. Alapohjarakenteen alla on joka puolelta erittäin hyvin tuulettuva ilmatila.

Alapohjasta kartoitettiin pintakosteuksia pistokoeluontoisesti pintakosteusilmmaisimella, eikä niissä havaittu poikkeavaa. Rakenneavausten yhteydessä tarkistettiin kosteusolosuhteet piikkimittarilla alapohjan puurakenteista ja ne olivat kaikki normaalilla tasolla. Alapohjaan

tehtiin myös viiltomittauksia, joissa tarkasteltiin muovimaton alapuolisia kosteusolosuhteita sekä kuntoa aistinvaraisesti. Viiltomittausten tuloksissa tulee huomioida suuri mittauserävarmuus tutkimushetkellä vallinneiden olosuhteiden vuoksi. Tutkimushetkellä rakenteen ja sisäilman lämpötila oli noin +30 °C ja viiltomittaus on tarkimmillaan +20 °C:een lämpötilassa. Aistinvaraisten havaintojen, pintakosteuskartoituksen ja puun kosteuspitoisuuden määrittämisellä perusteella voidaan kuitenkin tehdä päätelmä, ettei alapohjassa ole kohonneita kosteuspitoisuuksia.

Tutkimusten perusteella alapohjarakenteessa ei havaittu poikkeavaa hajua tai kohonneita kosteuspitoisuuksia. Mineraalivillasta otetuissa näytteissä yhdessä kolmesta todettiin viite vauriosta ks. kohta 3.1. (C-rakennus, luokka 4). Ko. kohdassa havaittiin paikallisesti homepilkkua alapohjan reunimmaisessa puuvasassa, puu oli tarkastushetkellä kuiva (12,4 paino-%). Todennäköisesti ko. kohtaan on päässyt jossain vaiheessa kosteutta joko ulkopuolen mahdollisen epätiiviyyskohdan kautta tai esim. liiallisen pesuvedenkäytön seurauksena. Eristetilasta on todennäköisesti ilmayhteys sisätilaan alapohjan ja ulkoseinän liitoskohdasta ja moduulivälillä. Joissakin tiloissa alapohjan muovimatto on käännetty ulkoseinää vasten, jolloin eristetilan epäpuhtaudet eivät pääse kulkeutumaan sisäilmaan. Tutkimusten perusteella vauriokohta on paikallinen, eikä ole viitteitä alapohjien laaja-alaisesta vaurioitumisesta.

Ryömintätila tuulettuu hyvin joka puolelta. Ryömintätilan pohjalla oleva hiekka oli tutkimushetkellä kostea. Ryömintätilan maapohjassa on ajoittain otolliset olosuhteet mikrobikasvustolle, minkä vuoksi on tärkeää, ettei sisätiloihin tule korvausilmaa ryömintätalasta mahdollisten epätiiviyyskohtien kautta rakennuksen ollessa alipaineinen. Moduulien välit on havaintojen perusteella tiivistetty uretaanilla.

Rakenneausten paikat ja näytteenotokohdat on merkitty liitteen 1 pohjakuvaan ja kosteusmittausten tulokset ovat seuraavassa taulukossa.

Taulukko 1. Kosteusmittausten tulokset.

Mittapiste	T (°C)	RH (%)	Abs (g/m ³)	Huomiot
VM1	28.7	51.7	14.6	viiltomittaus lattian muovimaton alle
VM2	29.9	51.6	15.6	
VM3	30.4	50.7	15.7	
KM1	12.4 paino-%			puun kosteuden mittausta piikkimittarilla (puu alkaa vaurioitua, jos kosteuspitoisuus pysyy pitkään yli 20-paino-%)
KM2	14.9 paino-%			
KM3	13.1 paino-%			
SISÄILMA	30.7	40.7	12.8	



Kuva 6. Havaintojen perusteella moduuliyksiköissä, joissa on teräslista (punainen nuoli), on mineraalivillaeristeinen alapohja ja muissa moduuliyksiköissä on uretaanieristeinen alapohja (vihreä nuoli).



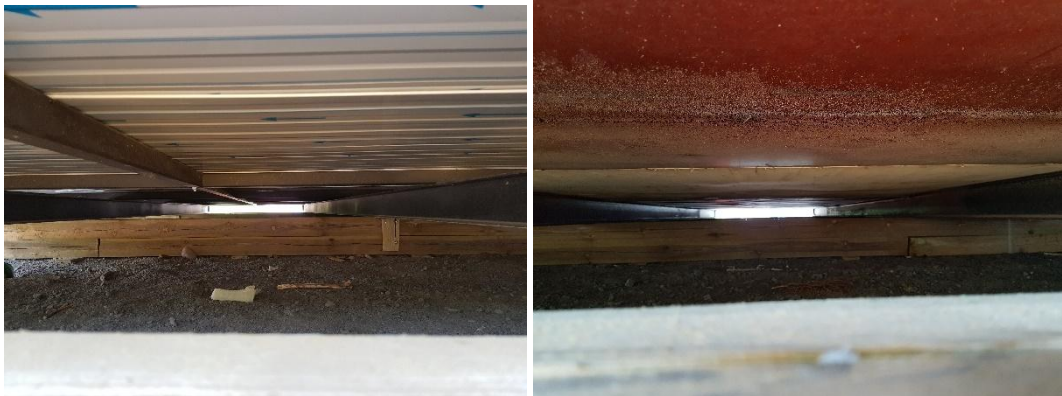
Kuva 7. Osassa moduuliyksiköiden alapohjissa on eristeenä polyuretaani.



Kuvat 8 a ja b. Alapohjan puurakenteet ja mineraalivilla olivat hyväkuntoisia.



Kuva 9. Yhdessä kohdassa havaittiin tummaa pilkkua lattiapalkissa (AP4). Rakenteessa ei ollut koholla olevaa kosteuspitoisuutta.



Kuvat 10 a ja b. Maapohjan ja alapohjarakenteen välissä on hyvin tuulettuva ilmatila.



Kuvat 11 a-c. Moduulien välit on peitetty sisäpuolelta metallilistoilla (a). Alapuolelta tarkasteltuna moduulivälejä on tiivistetty uretaanilla.



Kuvat 12 a ja b. Osassa moduuleja alapohjan muovimatto on nostettu ulkoseinälle (a) ja osassa on puinen jalkalista (b).

2.3 ULKOSEINÄ

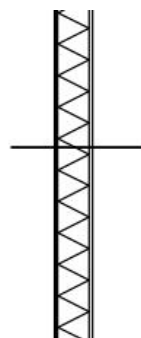
Tutkimuksessa tehtyjen rakenneavausten perusteella ulkoseinärakenne on ulkoa sisälle päin seuraava:

- pelti
- puurunko/polyuretaani 55 mm
- koreapaneeli 5 mm

Rakenne vastasi alkuperäisiä suunnitelmia, eikä siinä havaittu viitteitä vaurioista. Rakennearauskohdat on merkitty liitteen 1 pohjakuvaan tunnuksilla US1-US4.

US1

- LIEVÄSTI PROFILOITU PELTI US 1
- RUNKO 45x60 k1200
- + POLYURETAANI
- KOREAPANEELI 5,2 mm



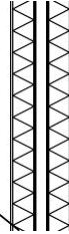
Kuva 13. Ulkoseinän rakenne rakennepiirustusten perusteella.



Kuva 14. Kuvia ulkoseinän rakennearauksista.

2.4 VÄLISEINÄ

LIEVÄSTI PROFILOITU PELTI
RUNKO 45x60k1200 + PUR-ERISTE
KOREAPANEELI 5,2mm



Kuva 15. Moduulien välisen väliseinän rakenne rakennepiirustusten perusteella.

Rakenne vastasi alkuperäisiä suunnitelmia, eikä siinä havaittu viitteitä vaurioista. Rakennepiirustusten perusteella on merkitty liitteen 1 pohjakuvaan tunnuksella VS1.

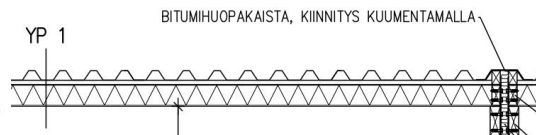
2.5 YLÄPOHJA

Tutkimuksessa tehtyjen rakennepiirustusten perusteella yläpohjarakenne on ulkoa sisälle päin seuraava:

- | | |
|-------------------------|------------------|
| - peltikate+rimat | (ei tarkastettu) |
| - kovalevy | (ei avattu) |
| - puurunko/polyuretaani | 90 mm |
| - vaneri | 18 mm |

YP1

- KANTAVA SINKITTY PROFILIPELTI 45/0,6R
- KALLISTUSRIMAT
- KOVALEVY 3,2 mm
- RUNKO 45x95 k600 + POLYURETAANI 95 mm
- PINNOITETTU MDF-LEVY 6 mm (EI P3-LUOKAN LEVY)



Kuva 16. Yläpohjan rakenne rakennepiirustusten perusteella.

Rakenne vastasi pääosin alkuperäisiä suunnitelmia, eikä siinä havaittu viitteitä vaurioista. Rakennepiirustusten perusteella on merkitty liitteen 1 pohjakuvaan tunnuksilla YP1-YP3.



Kuva 17. Kuva yläpohjan rakenneavauksesta.



Kuva 18. Ulkoseinän ja yläpohjan liitos on tiivistetty uretaanilla.



Kuva 19. Vesikatolla moduulien välissä on bitumihuopakaista.

3 NÄYTTEET

3.1 MATERIAALINÄYTTEIDEN MIKROBIANALYYSITULOKSET

Mikrobinäytteiden tutkimusmenetelmä oli suoraviljely, jossa on viljelyyn perustuva suku/lajitason tunnistus ja suuntaa antava määräraivo. Analyysissä käytettiin neljää (4) eri kasvatusalustaa: Hagem-agar, DG18-agar, M2-agar ja THG-agar. Analyysi teetettiin työterveyslaitoksen laboratoriossa.

Suoraviljelymenetelmässä elinkykyisten mikrobien määrä esitetään suhteellisella asteikolla seuraavasti:

- = ei kasvua
- + = vähän (suluissa ilmoitetaan yksittäisten pesäkkeiden määrä, jos kyseessä kosteusvaurioon viittaava tai sellaiseksi epäilty lajike)
- ++ = kohtalaisesti
- +++ = runsaasti
- ++++ = erittäin runsaasti

Kohteen tiloista otettiin yhteensä 3 kpl (M1-M3) materiaalinäytteitä. Näytteiden ottoapaikat on merkitty liitteen 1 pohjakuvaan ja analyysivastaukset ovat liitteessä 2.

Yleisesti voidaan näytteiden tulkinnasta todeta suuntaa-antavasti seuraavaa:

- materiaalin toteaminen vaurioituneeksi riippuu sekä mikrobien kokonaismäärästä, että lajiketyypeistä
- määrällisesti mikrobeja ollessa runsaasti tai erittäin runsaasti lajistosta riippumatta, materiaali todetaan pääsääntöisesti vaurioituneeksi = vahva viite vauriosta
- useampia epätavanomaisia lajikkeita (kosteusvauriota indikoivia lajikkeita) ollessa samassa näytteessä kohtalaisesti tai runsaasti, materiaali todetaan pääsääntöisesti vaurioituneeksi
- jos samassa näytteessä on useita epätavanomaisia lajikkeita (kosteusvauriota indikoivia lajikkeita), vaikkakaan määrät eivät olisi runsaita, on yleensä silloin epäily vaurioista olemassa (tai heikko viite vaurioista)
- yksittäiset pesäkkeet epätavanomaisista lajikkeista (kosteusvauriota indikoivia lajikkeita) eivät useimmiten viittaa vaurioon

Seuraavassa on esitetty tiedot näytemateriaaleista, näytteenottokohdasta sekä esitetty näytteen tulosten tulkintaa:

- Näyte M1:
 - mineraalivillaa alapohjarakenteesta luokahuoneesta 12 (rakennus E)
 - mineraalivillassa ei havaittu poikkeavaa hajua
 - mikrobikasvustoa oli niukasti lajina ns. normaalisti esiintyvä *Penicillium*, jonka runsas esiintyminen viittaa kosteusvaurioon
 - mikrobilajien määrän ja laadun perusteella **ei viitettä vauriosta**

- Näyte M2:
 - mineraalivillaa alapohjarakenteesta luokkahuoneesta 4 (rakennus C)
 - mineraalivillassa ei havaittu poikkeavaa hajua
 - mikrobikasvustoa oli kohtalaisesti lajina ns. normaalisti esiintyvä *Penicillium*, jonka runsas esiintyminen viittaa kosteusvaurioon
 - kosteusvaurioindikoivia lajeja oli yksittäisiä pesäkkeitä lajina *Fusarium* ja viisi pesäkettä lajina *P. variotii*
 - mikrobilajien määrän ja laadun perusteella **viite vauriosta**

- Näyte M3:
 - mineraalivillaa alapohjarakenteesta luokkahuoneesta 1 (rakennus C)
 - mineraalivillassa ei havaittu poikkeavaa hajua
 - mikrobikasvustoa oli niukasti lajina ns. normaalisti esiintyvä *Penicillium*, jonka runsas esiintyminen viittaa kosteusvaurioon
 - kosteusvaurioindikoivia lajeja oli yksittäisiä pesäkkeitä lajina *P. variotii*
 - mikrobilajien määrän ja laadun perusteella **ei viitettä vauriosta**

3.2 SISÄILMANÄYTTEEN VOC-ANALYYSITULOS

Luokista 3 (C-rakennus) ja 12 (E-rakennus) otettiin ilmanäyte sisäilman VOC-pitoisuuden määrittämistä varten. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa. VOC-analyysi ilmanäytteestä on esitetty liitteessä 3.

Analyysivastauksen perusteella sisäilman VOC-pitoisuudet ovat normaalilla tasolla:

- Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä (TVOC) oli alhainen ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Asumisterveysasetuksen toimenpideraja TVOC:lle $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Yksittäisistä yhdisteistä etikkahappo nousi muita korkeammaksi ($61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $96 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Syynä on todennäköisesti rakennuksen puumateriaalit, mutta ko. arvoja ei kuitenkaan kokonaisuudessaan voida pitää erityisen merkittävänä, eikä haittana sisäilman kannalta.
- Yksittäisistä yhdisteistä esim. a-pineenin ja heksanaalin arvot viittaavat myös puurakenteista kuumassa ja kosteassa ilmassa irtoaviin päästöihin. Ko. arvot eivät kuitenkaan ole poikkeavia tai merkittäviä sisäilman kannalta
- Yksittäisistä yhdisteistä mm. ihmisten hengityksestä muodostuvan asetonin arvo oli $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja sitä voidaan pitää normaalina arvona.

3.3 PYYHINTÄNÄYTTEET PÖLYN KOOSTUMUKSEN ARVIOIMISEKSI

Tuloilmakanavista ja pinnoilta otettiin pyyhintänäytteitä pölyn koostumuksen arvioimiseksi ja muiden mahdollisten sisäilman laatuun vaikuttavien epäpuhtauksien määrittämiseksi. Näytteillä voidaan havaita vanhasta pölystä homeitiöiden lisäksi mm. karkea ulkoilmapöly,

teolliset mineraalikuidut, asbestikuidut ja rakennusmateriaalipöly, jotka saattavat myös aiheuttaa sisäilmaongelmaan viittaavaa oireilua.

Näytteitä otettiin kaikista tutkimuksen kohteena olevista rakennuksista yhteensä kolmesta eri tilasta. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa. Liitteessä 4 on esitetty analyysivastaus ja liitteen 1 pohjakuvissa näytteenotto- ja -paikat on merkitty tunnuksilla PN1-PN6.

Tuloilmakanavista otettujen pölynkoostumusnäytteiden perusteella tuloilmakanavissa on runsaasti metalli-/ruostepölyä. Kanavissa oli aistinvaraisestikin havaittavissa runsaasti purnertavaa irtoainesta, joka sisälsi metallipaloja. Pinnoilta otetuissa näytteissä ei kuitenkaan havaittu metallipölyä, mikä viittaa siihen, ettei pölyä kulkeudu sisäilmaan ainakaan jatkuvasti. Metallipöly on todennäköisesti peräisin ilmanvaihtoputkiston asennusvaiheen rei'ityksistä.

Pinnoilta otetut näytteet sisälsivät pääasiassa tavanomaista huonepölyä, yhdessä näytteessä oli lisäksi mineraalikuituja 1-5 paino-%. Koska mineraalivillakuituja esiintyi yhdessä kolmesta tasopinnalta otetussa näytteessä, eikä tuloilmakanavistosta otetuissa näytteissä esiintynyt mineraalikuituja, on epätodennäköistä, että tiloissa olisi kuitulähteitä, joista tahtuu aktiivista kuitujen irtoamista sisäilmaan.

Taulukko 2. Pinnoilta otettujen pyyhintänäytteiden pölyn koostumus.

Näyte	Rakennus	Tila	Näytteen-otto- paikka	Huomiot
PN1	F	17	hyllyn päältä	sisältää tavanomaisen huonepölyn lisäksi teollisia mineraalikuituja 1-5 paino-%
PN2	F	17	tuloilmakanava	sisältää karkean ulkoilmapölyn lisäksi runsaasti metallipölyä (ruoste)
PN3	E	9	hyllyn päältä	sisältää tavanomaista huonepölyä
PN4	E	9	tuloilmakanava	sisältää karkean ulkoilmapölyn lisäksi runsaasti metallipölyä (ruoste)
PN5	C	4	hyllyn päältä	sisältää tavanomaista huonepölyä
PN6	C	4	tuloilmakanava	sisältää karkean ulkoilmapölyn lisäksi runsaasti metallipölyä (ruoste)



Kuva 20. Tuloilmaputkien pohjalla on punertavaa irtoainesta/ruostepölyä.

4 ILMANVAIHDON RIITTÄVYYS JA PAINESUHTEET

Luokahuoneissa ja opettajien työtiloissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla. Wc- ja siivoustiloissa on koneellinen poistopuhallus kanavapuhaltimella. Muissa tiloissa on painovoimainen ilmanvaihto. Saadun tiedon mukaan koneita ei ole ohjelmoitu käymään kellonaikojen mukaan ja ne ovat pääsääntöisesti päällä koko ajan ja tilojen käyttäjillä on mahdollisuus säätää koneiden tehoa.

Tyypillisessä luokahuoneessa on yhdistetty kaksi siirtokelpoista moduulia ja niiden ilmanvaihtoa palvelee yksi pakettikone (ks. KUVAT 21). Suunnitelmien mukaiset pakettikoneen suunnitellut ilmamäärät ovat +140 / -140 l/s ja tilojen maksimi käyttäjämäärä 22 henkilöä. Tällöin suunnitellut ilmamäärät ovat 6,3 l/s/hlö. Asumisterveysasetuksen perusteella tuloilmamäärä kouluissa pitäisi olla vähintään 6 l/s/hlö.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin pistokoeluentoisesti neljää luokkatilaa pitkäaikaisten painesuhteiden ja ilmamäärien osalta. Ilmamäärät on mitattu heinäkuun alussa. Ilmastoinnin mittauspöytäkirjan perusteella (LVI-KARTOITUS WESTERHOLM, 3.7.2018) osassa tiloissa ilmamäärät eivät ole suunnitellulla tasolla ja alimmillaan ilmamäärät olivat koetiloissa 4,4 l/s/hlö. Lisäksi osassa tiloja ilmamäärät ovat epätasapainossa, jolloin tilaan muodostuu alipaineisuutta. Alipaineisuus lisää ilmapuotoja ja sitä kautta mahdollisten epätiiviyskohtien kautta sisäilmaan kulkeutuvia epäpuhtauksia mm. alapohjarakenteesta ja ryömintätilasta heikentäen sisäilman laatua. Tosin ryömintätila tuulettuu erittäin hyvin joka puolelta, eikä täten vastaa perinteistä ryömintätilaa ja sen kaikkia riskejä.



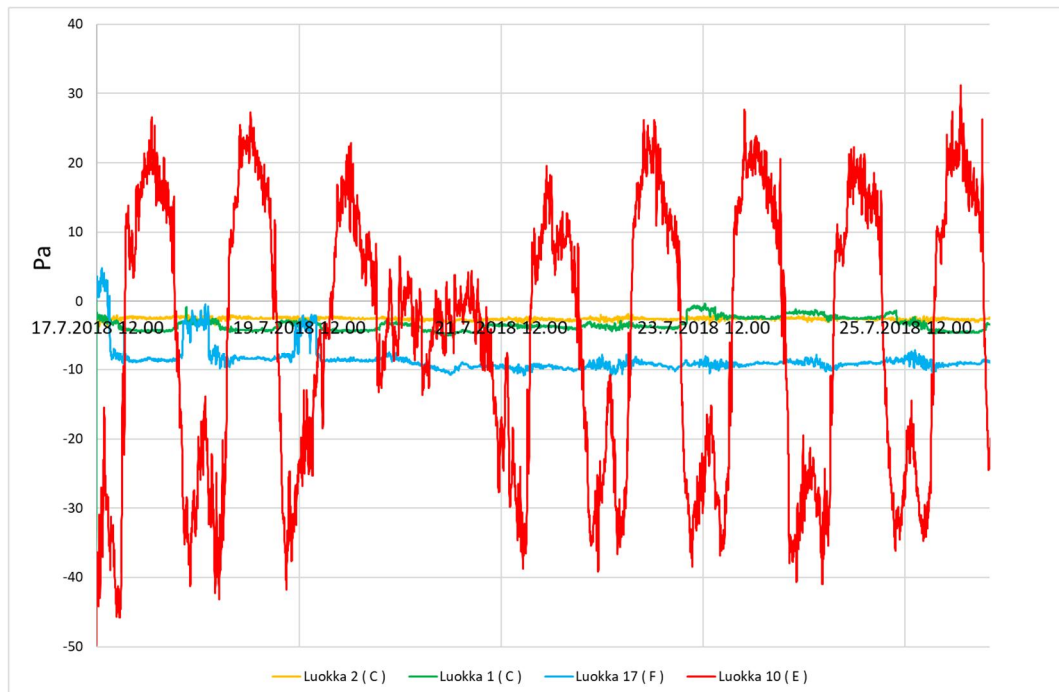
Kuvat 21 a ja b. Luokkatilojen ilmanvaihdon kone.

Rakennukseen tehtiin pitkäaikainen painesuhdemittaus neljästä erillisestä tilasta. Painesuhdemittauksessa mitataan tilan ja ulkovaipan välistä paine-eroa. Painesuhteiden muodostumiseen vaikuttaa ilmanvaihdon toiminnan lisäksi myös ulkoilman olosuhteet (tuuli ja lämpötila). Tavoitteellinen paine-ero ulkoilmaan nähden on 0...-2 Pa.

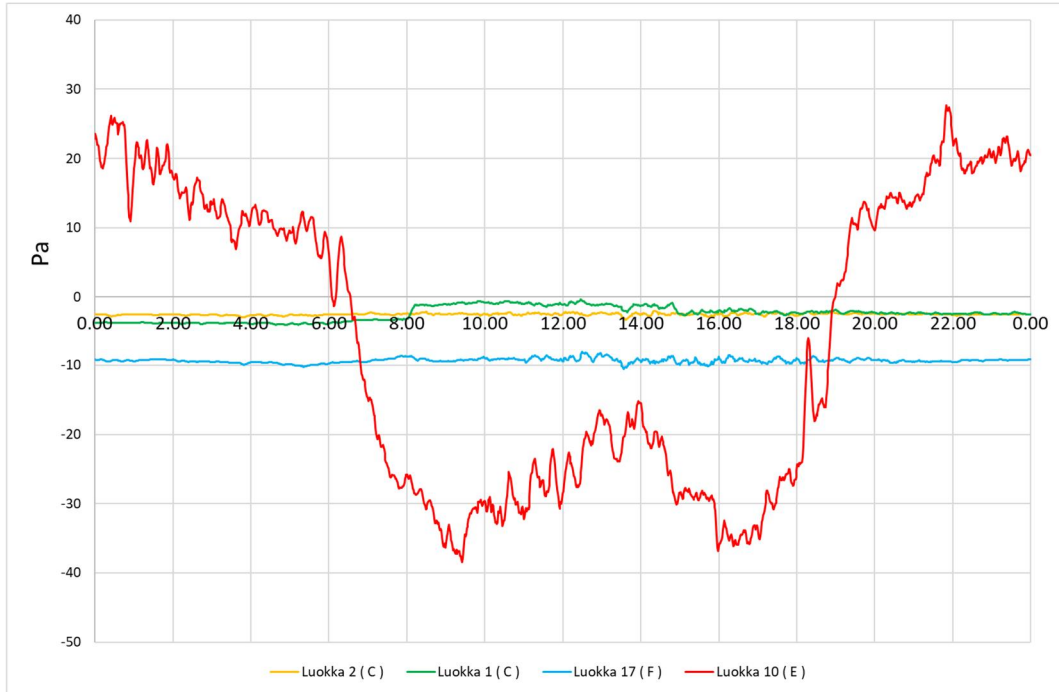
Seuraavissa kuvaajissa on esitetty 10 minuutin keskiarvokäyrä loggaavista mittauksista. Kuvaajasta nähdään, että rakennus on kahdessa tilassa pääsääntöisesti 0...-5 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden. Yhdessä tilassa painesuhteet ovat lähellä -10 Pa koko mittauksen ajan. E- rakennuksessa tehdyn mittauksen perusteella painesuhteet vaihtelevat korkeasta yöaikaisesta yli 20 Pa ylipaineesta merkittävän korkeaan jopa -40 Pa päiväaikaiseen alipaineeseen. Päiväaikaisen alipaineisuuden aiheuttaa merkittävän vajaa tuloilmamäärä. Yöaikainen ylipaineisuus voi mahdollisesti johtua koneen käyntihäiriöstä, jos esim. poistopuhallin sammuu yön ajaksi.

Taulukko 3. Ilmamäärämittaustuloksia neljästä tilasta.

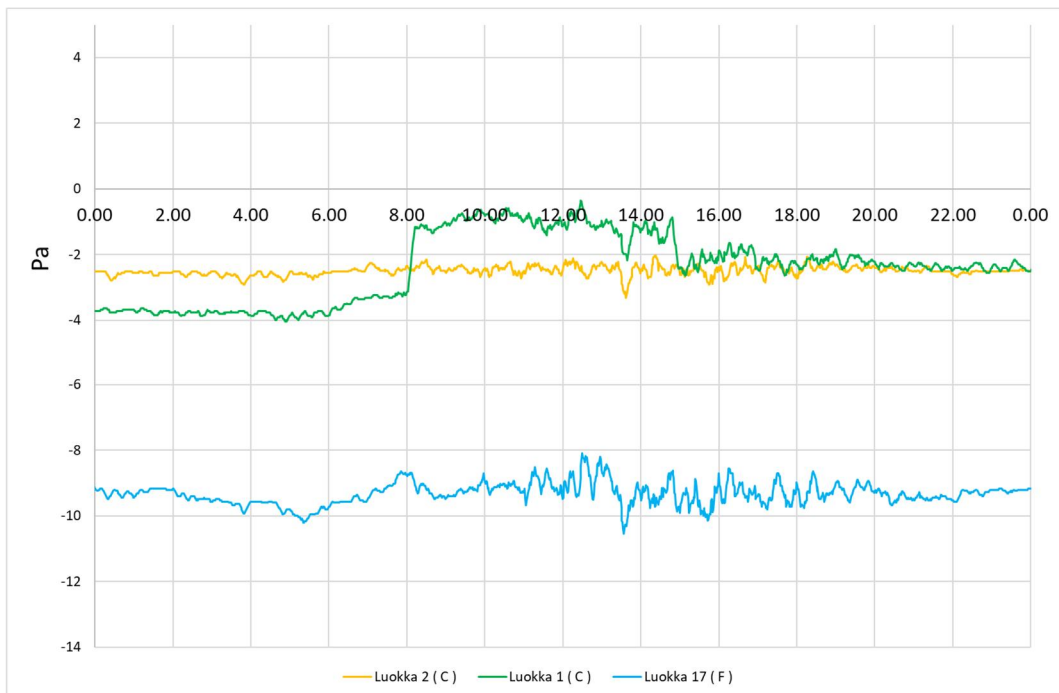
Rakenus/luokka	Mitattu/suunniteltu tuloilmamäärä (l/s)	Mitattu/suunniteltu poistoilmamäärä (l/s)	Ilmamäärä (l/s/hlö) (22 hlöä)	Laskennallinen paine-ero (Pa)
C / 1	+106 / +140	-116 / -140	4,8	-10
C / 3	+136 / +140	-140 / -140	6,2	-4
E / 10	+96 / +140	-129 / -140	4,4	-33
F / 17	+62 / +70	-66 / -70	6,2	-4



Kuva 22. Kohteen pitkäaikainen painesuhdemittaus ajalta 17.7. – 26.7.2018.



Kuva 23. Kohteen pitkäaikainen painesuhdemittaus yhden vuorokauden ajalta.



Kuva 24. Kohteen pitkäaikainen painesuhdemittaus yhden vuorokauden ajalta.

5 MUITA SISÄILMAN LAATUUN VAIKUTTAVIA ASIOITA

Huonepöly saattaa heikentää sisäilman laatua.



Kuva 25. Kaappien päällä havaittiin paikoin runsaasti yläpölyjä.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Hovirinnan koulun siirtokelpoisiin rakennuksiin C, E ja F tehtyjen tutkimusten perusteella havaittiin joitakin asioita, jotka vaikuttavat heikentävästi sisäilman laatuun. Merkittävämpanä asiana voidaan pitää ilmanvaihdon riittämättömyyttä ja epätasapainoa. Osassa tiloissa ilmamäärät eivät ole suunnitellulla tasolla, eivätkä täytä Asumisterveysasetuksen vähimmäisvaatimusta 6 l/s/hlö. Osassa tiloista ilmanvaihto on epätasapainossa aiheuttaen tilaan merkittävää alipainetta, minkä seurauksena rakenteista saattaa kulkeutua sisäilmaan epäpuhtauksia heikentäen sisäilman laatua.

Tuloilmanvaihtokanavissa havaittiin metallipölyä / -kertymää, joka osoittautui ruostepölyksi pölynkoostumusanalyysin perusteella. Vaikka sisätilojen pinnoilla ei pölynkoostumusnäytteiden perusteella ruostepölyä havaittukaan, on mahdollista, että pölyä kulkeutuu ajoittain sisäilmaan esim. koneen käynnistyessä.

Rakennukset on alun perin suunniteltu väliaikaiseen käyttöön ja sen vuoksi mm. sadevedenohjaus ei vastaa pidemmän elinkaaren rakennuksia ja tästä johtuen rakenteille koituu ajoittain rajuakin ulkopuolista kosteusrasitusta. Kosteus saattaa tunkeutua puurakenteisiin vesikatolta moduulien välistä tai muista liitoskohdista esim. ikkunat ja nurkat, jolloin rakenteisiin saattaa syntyä vaurioita tulevaisuudessa. Moduuleja liikuteltaessa polyuretaanieriste saattaa irrota puurungosta, jolloin rakenteeseen syntyy ilmavuotoreittejä. Kosteaa sisäilma saattaa kulkeutua epätiivetyksien kautta, kondensoitua kylmään rakenteeseen ja aiheuttaa paikallisia vaurioita. Kun nämä kohdat vuosien saatossa lisääntyvät, on mahdollista,

että ne vaikuttavat sisäilman laatuun heikentävästi. Laaja-alaista vaurioitumista ei ollut havaittavissa, mutta ottaen huomioon em. asiat, on suositeltavaa, että puurungon ja vanereiden kuntoa tarkastellaan laajemmin esim. vuosi-/siirtohuoltojen yhteydessä.

Osassa tutkituista moduuleista on alapohjan eristeenä mineraalivillaa ja osassa uretaania. Yhdessä alapohjan mineraalivillanäytteessä todettiin viite vauriosta mikrobianalyyseissä. Ko. kohtaan on saattanut päästä ulkopuolinen kosteus mahdollisista epätiiviyskohdista tai sisältä esim. runsas siivousveden käyttö. Vaurioitunut kohta oli tutkimushetkellä kuiva. Alapohjarakenteissa ei havaittu laaja-alaisia vaurioita tai kohonneita kosteuspitoisuuksia. Moduulien liitoskohdissa sekä alapohjan- ja ulkoseinän liitoskohdissa havaittiin mahdollisia epätiiviyskohtia (tiivistys uretaanilla), joiden kautta voi kulkeutua epäpuhtauksia alapohjan eristetilasta tai ryömintätilasta tilojen ollessa alipaineisia.

Tiloihin tehtyjen VOC-mittausten perusteella, kokonais-VOC pitoisuudet tai mikään yksittäinen yhdiste ei noussut merkittävän korkeaksi. Muutamassa yhdisteessä oli hieman koholla olevia arvoja, mutta nämä viittasivat siihen, että mittaukseen aikaan ilmasto oli kuuma ja kostea, mikä voimistaa esim. puurakenteiden materiaalipäästöjä sisäilmaan.

Pinnoilla havaittiin paikoin runsaasti yläpölyjä, jotka osaltaan vaikuttavat heikentävästi sisäilman laatuun.

7 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- luokkien riittävän ilmamäärän varmistaminen min. 6 l/s/hlö
 - § ilmanvaihtokoneiden ilmamäärien nostaminen suunnitellulle tasolle ja ilmamäärien tasapainoitus (alipaineisuuden vähentäminen/tulo- ja poistoilmamäärät samalle tasolle)
 - § ilmanvaihtokoneiden toimivuuden varmistaminen (yöaikainen ylipaineisuus / päiväaikainen alipaineisuus)
 - § suositellaan ohjeistamaan käyttäjiä ilmanvaihtokoneiden käyttöön liittyen
- tuloilmakanavien puhdistaminen
- moduulien alapohjan liitoskohtien (moduulien välit sekä ulkoseinän/alapohjan liitoskohdat) ilmatiivyyden varmistaminen esim. merkkiainekoikeella ja tarvittaessa tiivyyden parantaminen
- C-rakennuksen vaurioituneen alapohjaeristeen ja puurakenteiden uusiminen (luokkahuone 4)
- puurakenteiden kunnan laaja-alaisempi tarkastaminen vuosi-/siirtohuoltojen yhteydessä tai mikäli sisäilmaan liittyvä oireilu jatkuu tehdyistä toimenpiteistä huolimatta
- sisäilman olosuhdemittaukset (lämpötila, suhteellinen kosteus ja hiilidioksidi) kun tilojen normaali käyttäjämäärä on paikalla
- yläpölyjen säännöllinen puhdistaminen



Ins.(AMK) Johanna Mäkelä

DI Anne-Mari Kaukola

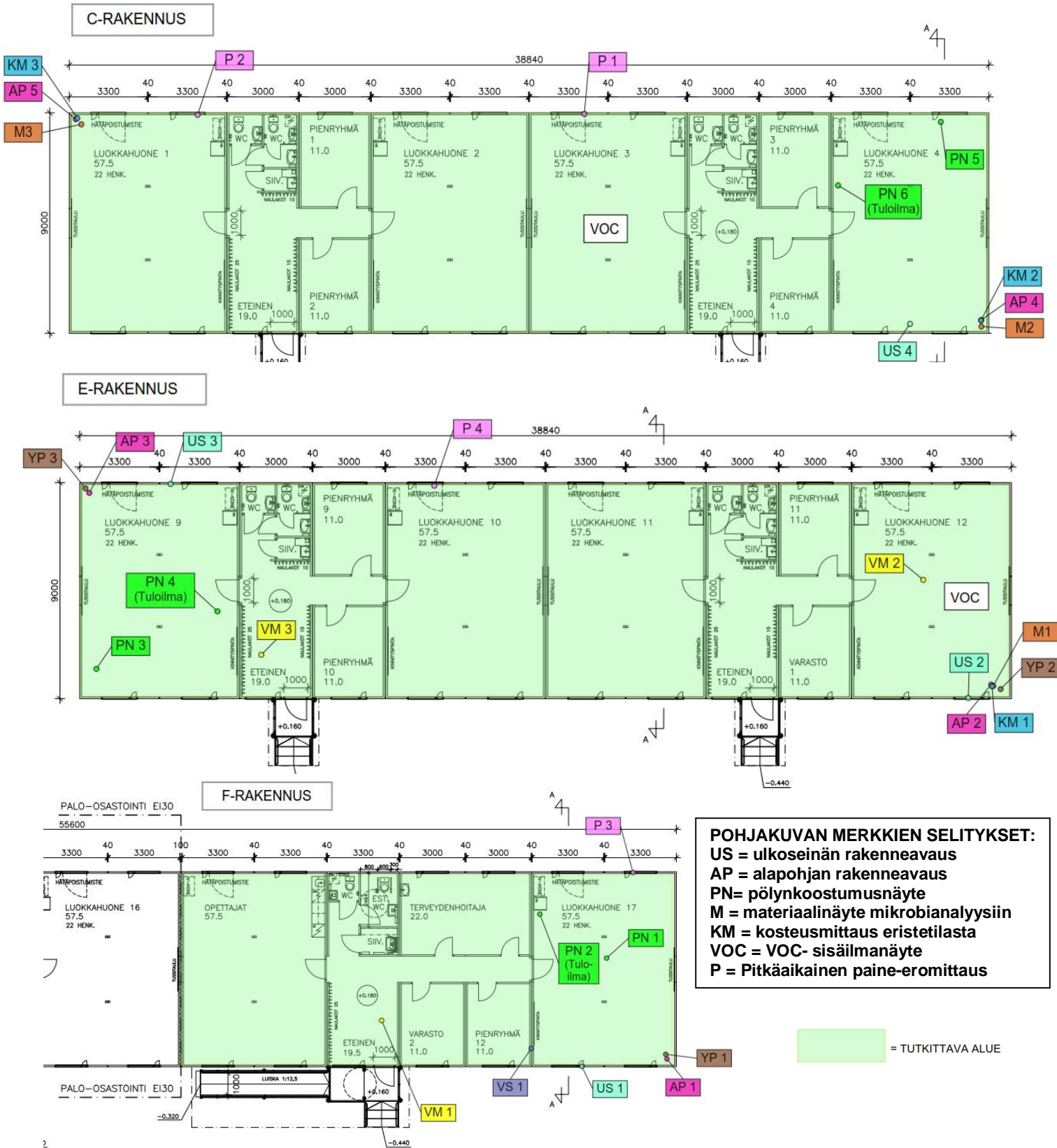
Liite 1: Pohjakuvat tutkimuskohtineen, 1 sivu

Liite 2: Materiaalinäytteiden mikrobianalyysi työterveyslaitoksen laboratorio, näytteet M1-M3, 2 sivua

Liite 3: Sisäilmanäytteen voc-analyysi työterveyslaitoksen laboratorio, 6 sivua

Liite 4: Pölynkoostumusnäytteiden tulokset työterveyslaitoksen laboratorio, 3 sivua

POHJAKUVAT TUTKIMUSKOHTINEEN



Sweco Rakennetekniikka Oy
Johanna Mäkelä
Hatanpään valtatie 11
33100 TAMPERE



Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Johanna Mäkelä
Näytteenottoaika: Hovirinnan koulu
Näytteenottopäivämäärä: 17.7.2018
Vastaanottoaika: 19.7.2018
Näytemäärä: 3 kpl

Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-031) Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ = runsaasti (50-200 pmy/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 pmy/malja).
Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

Mikrobiryhmät

Mesofiilliset sienet
Mesofiilliset sienet
Mesofiilliset sienet
Mesofiilliset bakteerit ja aktinobakteerit

Kasvatusalustat

Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)
Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)
2% mallasuuteagar (M2-agar)
Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)

Kasvatus- lämpötila

25 °C
25 °C
25 °C
25 °C

Kasvatus- aika

7 vrk
7 vrk
7 vrk
7-14 vrk

Tutkitut näytteet

1. M1, alapohja, mineraalivilla
2. M2, alapohja, mineraalivilla
3. M3, alapohja, mineraalivilla

Tulosten tulkinta

ei viitettä vauriosta
viittaa vaurioon
ei viitettä vauriosta

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit THG-agar
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	
1.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
2.	Yhteensä ++ <i>Fusarium</i> * +(1) <i>P. variotii</i> * +(5) <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + <i>P. variotii</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>Fusarium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
3.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä + <i>P. variotii</i> * +(1)	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, P. = Paecilomyces, Streptomyces = aktinobakteeri (sädesieni), pesäkemäärä ilmoitettu suluissa

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Työympäristölaboratoriot



Maija Kirsi
tuotepäällikkö
Kuopio



Maija-Liisa Lyytinen
laboratoriomestari
Kuopio

Sweco Rakennetekniikka Oy
Johanna Mäkelä
Hatanpään valtatie 11
33100 TAMPERE



VOC-analyysi ilmanäytteestä

Asiakasviite: Hovirinnan koulu 22705476
Näytteen kerääjät: Johanna Mäkelä
Analyysin kuvaus: Haihtuvat orgaaniset yhdisteet; ATD-GC-MS,
Tulopvm.: 19.07.2018
Käsittelijä(t): Susanna Viitasaari, Helinä Hämäläinen

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 mittaasepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 15-40 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 30 %. Passiivinäytteille mittaasepävarmuus on vastaavasti 20-50 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 35 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittaasepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittämissä raja-arvo 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: 380357

25.07.2018

CK18-03051-1 Näyte/keräin: 253199
 Mittauspaikka: Hovirinnan koulu
 Mittauskohde: luokkahuone 3
 Analysointipvm.: 20.07.2018/SMA
 Näytteenottoaika: 17.07.2018 10:15 - 17.07.2018 11:00
 Ilmamäärä: 9,19 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Dodekaani	0,4	µg/m ³
2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	0,4	µg/m ³
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
1-Metyyli-4-isopropenylibentseeni**	1	µg/m ³
Ksyleenit (p,m)	0,4	µg/m ³
Tolueeni	0,5	µg/m ³
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
Kamfeeni**	2	µg/m ³
3-Kareeni	4	µg/m ³
Limoneeni	4	µg/m ³
a-Pineeni	12	µg/m ³
b-Pineeni	1	µg/m ³
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	2	µg/m ³
2-Etyyli-1-heksanoli	3	µg/m ³
Etanoli	1) 4	µg/m ³
2-Metyyli-1-propanoli	1	µg/m ³
1-Pentanoli	2	µg/m ³
MONIARVOISET ALKOHOLIT		
1,2-Propaanidioli eli propyleeniglykoli	4	µg/m ³
FENOLIT		
Fenoli	0,9	µg/m ³
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	2	µg/m ³
2-Butoksietanoli	2	µg/m ³
2-(2-Etoksietoksi)etanoli	5	µg/m ³
2-Fenoksietanoli	1	µg/m ³
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	1	µg/m ³
Dekanaali	1	µg/m ³
Heksanaali	10	µg/m ³
Heptanaali	0,7	µg/m ³
Nonanaali	3	µg/m ³
Oktanaali	1	µg/m ³
Pentanaali	3	µg/m ³

Työterveyslaitos

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 380357

25.07.2018

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
KETONIT		
Asetoni 2)	15	µg/m ³
HAPOT		
Butaanihappo eli voihappo	0,8	µg/m ³
Etikkahappo 3)	61	µg/m ³
Heksaanihappo, kapronihappo	5	µg/m ³
Pentaanihappo, valeriaanahappo	1	µg/m ³
Propaanihappo	3	µg/m ³
ESTERIT JA LAKTONIT		
n-Butyyliasettaatti	0,5	µg/m ³
2-(2-Butoksietoksi)etyyliasettaatti	0,7	µg/m ³
TXIB 4)	0,4	µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	70	µg/m ³

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 3) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
Tolueeniekvivalenttina 10 µg/m³
- 4) 2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyyraatti

CK18-03051-2

Näyte/keräin: 253185

Mittauspaikka:

Hovirinnan koulu

Mittauskohde:

luokkahuone 12

Analysointipvm.:

20.07.2018/SMA

Näytteenottoaika:

17.07.2018 11:10 - 17.07.2018 11:55

Ilmamäärä:

9,19 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Dekaani	0,6	µg/m ³
Dodekaani	0,5	µg/m ³
Heptaani	0,4	µg/m ³
Undekaani	0,7	µg/m ³
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Ksyleenit (p,m)	0,7	µg/m ³
Tolueeni	0,7	µg/m ³
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
Kamfeeni**	1	µg/m ³
3-Kareeni	3	µg/m ³
Limoneeni	1	µg/m ³
a-Pineeni	6	µg/m ³
b-Pineeni	0,4	µg/m ³

Työterveyslaitos

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 380357

25.07.2018

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	4	µg/m ³
2-Etyyli-1-heksanoli	3	µg/m ³
2-Metyyli-1-propanoli	3	µg/m ³
1-Pentanoli	3	µg/m ³
MONIARVOISET ALKOHOLIT		
1,2-Propaanidioli eli propyleeniglykoli	2	µg/m ³
FENOLIT		
Fenoli	1	µg/m ³
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	4	µg/m ³
2-Butoksietanoli	5	µg/m ³
2-(2-Etoksietoksi)etanoli	11	µg/m ³
2-Fenoksietanoli	0,8	µg/m ³
1-Metoksi-2-propanoli	0,5	µg/m ³
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	1	µg/m ³
Dekanaali	1	µg/m ³
Heksanaali	14	µg/m ³
Heptanaali	1	µg/m ³
Nonanaali	5	µg/m ³
Oktanaali	3	µg/m ³
Pentanaali	4	µg/m ³
KETONIT		
Asetoni	1)	15 µg/m ³
6-Metyyli-5-hepten-2-oni	0,4	µg/m ³
HAPOT		
Butaanihappo eli voihihappo	1	µg/m ³
Etikkahappo	2)	96 µg/m ³
Heksaanihappo, kapronihappo	8	µg/m ³
Pentaanihappo, valeriaanahappo	2	µg/m ³
Propaanihappo	3	µg/m ³
ESTERIT JA LAKTONIT		
n-Butyyliasettaatti	0,5	µg/m ³
2-(2-Butoksietoksi)etyyliasettaatti	4	µg/m ³
Texanol	3)	3 µg/m ³
TXIB	4)	1 µg/m ³
PIIYHDISTEET		
Dekametyylisyklopentasiloksaani	2	µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	100	µg/m ³

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.
Pitoisuus suuntaa-antava,yhdiste läpäisee keräimen helposti.
Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi epävarmuus.
Tolueeniekvivalenttina 16 µg/m³
- 3) 2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolimonoisobutyraatti
- 4) 2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyraatti

Tulosten tarkastelu

Näyte on kerätty Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkeen.

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**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 380357

25.07.2018

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

Työympäristölaboratoriot

Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki

Susanna Viitasaari
laboratorioanalyttikko
Helsinki

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



Sweco Rakennetekniikka Oy
Johanna Mäkelä
Hatanpään valtatie 11
33100 TAMPERE

Pölyn koostumus

Analyysin kuvaus: Pölyn koostumuksen määrittäminen elektronimikroskooppilla
Käsittelijä(t): Reima Kämpö
Asiakkaan viite: Hovirinnan koulu 22705476

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 hiukkastyypien 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**AE18-00279**

Mittauspaikka: Hovirinnan koulu

Näytteenottoaika: 17.7.2018

Mittauskohde 1: luokkahuone 17 vanha pöly		
Näyte sisältää tavanomaisen huonepölyn lisäksi:		
-teollisia mineraalikuituja	(vuorivilla)	arvioitu määrä 1-5 paino-%
Mittauskohde 2: luokkahuone 17 tuloilmakanava		
Näyte sisältää:		
-karkeaa ulkoilmapölyä	(kiviaines-, hiekka- ja siitepöly)	
-metallipölyä	(ruoste)	runsaasti
Mittauskohde 3: luokkahuone 9 vanha pöly		
Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.		
Mittauskohde 4: luokkahuone 9 tuloilmakanava		
Näyte sisältää:		
-karkeaa ulkoilmapölyä	(kiviaines-, hiekka- ja siitepöly)	
-metallipölyä	(ruoste)	runsaasti
Mittauskohde 5: luokkahuone 4 vanha pöly		
Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.		
Mittauskohde 6: luokkahuone 4 tuloilmakanava		
Näyte sisältää:		
-karkeaa ulkoilmapölyä	(kiviaines-, hiekka- ja siitepöly)	
-metallipölyä	(ruoste)	runsaasti

Tavanomainen huonepöly koostuu lähinnä tekstiili- ja paperikuiduista sekä hilsehiukkasista.

Työympäristön kehittämisspalvelut

Annika Lindström
erityisasiantuntija
Helsinki

Reima Kämppi
erikoismittaushygieenikko
Helsinki

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