

TUTKIMUSRAPORTTI

Kotkansaaren koulu
Haukkavuoren toimipiste
Opintie 2
48100 KOTKA

Työ nro T14057

Kotka 31.3.2015

Insinööri Studio Oy

SISÄLLYSLUETTELO

1	TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT.....	3
2	KOHTEEN PERUSTIEDOT JA TAUSTA.....	4
3	HAVAINNOT, JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPITEET.....	5
3.1	Alapohja.....	5
3.1.1	Rakennetyyppi	5
3.1.2	Havainnot ja mittaukset kohteessa	5
3.1.3	Johtopäätökset	8
3.1.4	Toimenpide-ehdotukset	9
3.2	Maanvastaiset ulkoseinät: 1 ja 2 kerros	9
3.2.1	Rakennetyypit	9
3.2.2	Havainnot ja mittaukset kohteessa	11
3.2.3	Johtopäätökset	12
3.2.4	Toimenpide-ehdotukset	12
3.3	Ulkoseinät: 1 ja 2 kerros.....	13
3.3.1	Rakennetyypit	13
3.3.2	Havainnot ja mittaukset kohteessa	13
3.3.3	Johtopäätökset	14
3.3.4	Toimenpide-ehdotukset	14
3.4	Väliseinät	14
3.4.1	Havainnot kohteessa	14
3.4.2	Johtopäätökset	14
3.4.3	Toimenpide-ehdotukset	15
3.5	Välipohja	15
3.5.1	Havainnot kohteessa	15
3.5.2	Kosteuskartoitus ja kosteusmittaukset.....	15
3.5.3	Johtopäätökset	16
3.5.4	Toimenpide-ehdotukset	16
3.6	Yläpohja.....	16
3.6.1	Havainnot kohteessa	16
3.6.2	Merkkiainemittaus.....	17
3.6.3	Johtopäätökset	17
3.6.4	Toimenpide-ehdotukset	17
3.7	Ilmanvaihtojärjestelmien puhtaus.....	17
3.7.1	Havainnot ja mittaukset kohteessa	17
3.7.2	Johtopäätökset	19
3.7.3	Toimenpide-ehdotukset	19
3.8	Ilmamäärät ja ilmanjako tiloissa	20
3.8.1	Havainnot ja mittaukset kohteessa	20
3.8.2	Johtopäätökset	20
3.8.3	Toimenpide-ehdotukset	20
3.9	Rakennuksen painesuhteet.....	20
3.9.1	Havainnot ja mittaukset kohteessa	20
3.9.2	Johtopäätökset	21
3.9.3	Toimenpide-ehdotukset	21
3.10	Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus	22
3.10.1	Havainnot ja mittaukset kohteessa	22
3.10.2	Johtopäätökset	23
3.10.3	Toimenpide-ehdotukset	23

3.11	Sisäilman hiilidioksidipitoisuus	23
3.11.1	Havainnot ja mittaukset kohteessa	23
3.11.2	Johtopäätökset	24
3.11.3	Toimenpide-ehdotukset	24
3.12	Sisäilman kuidut.....	24
3.12.1	Havainnot ja mittaukset kohteessa	24
3.12.2	Johtopäätökset	24
3.12.3	Toimenpide-ehdotukset	25
3.13	Sisäilman mikrobit.....	25
3.13.1	Johtopäätökset	26
3.13.2	Toimenpide-ehdotukset	26
3.14	Muut sisäilmaan vaikuttavat tekijät.....	26
3.14.1	Johtopäätökset	27
3.14.2	Toimenpide-ehdotukset	27
4	YHTEENVETO	27
5	LIITTEET	31
6	KIRJALLISUUSVIITTEET	32

1 TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT

Tutkimuksen tilaaja

Sirpa Aalto, isännöitsijä puh. 05 234 5311 tai 040 668 2162
Kotkan kaupungin tilapalvelu
Kauppakatu 3 A 3. krs
48100 KOTKA

Tutkijat

Antti Ahola (rak.), Otto Koski (rak.), Johanna Lampinen (iv, sisäilma), Timo Mielo (iv), Henna Rämä (sisäilma)

Yhteyshenkilö kohteessa

Kiinteistöhoitaja Arto Suuronen puh. 0400 643 274 tai 05 234 4522

Tutkimuksen kuvaus

Tutkimuksessa selvitettiin Haukkavuoren koulun sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakennuksen riskirakenteita ja niiden kuntoa. Tutkimusten perusteella annetaan ehdotuksia jatkotoimenpiteiksi.

Tutkimusajankohta ja menetelmät

Tutkimus	Menetelmä/Laitteet	Ajankohta
Kosteuskartoitus	Pintakosteudenilmaisin Tramex Moisture Encounter	4.-6.12.2014
Kosteusmittaukset	Viiltomittaus / Rotronic HygroLog	4.-6.12.2014
Ilmanjaon tarkastaminen	Savukokeet, savukone TinyCX	4.12.2014
Rakenteiden kunnon selvittäminen	Visuaalinen tarkastus, rakenneavaukset ja materiaalinäytteenotto*	4.-6.12.2014, 22.-23.1.2015 ja 11.2.2015
Merkkiainemittaukset	5 % vetykaasu, Inficon Sensistor XRS9012 vetyvuodonilmaisin	22.-23.1.2015 ja 11.2.2015
Lattiapinnoitteen kunnon määrittäminen	Materiaalinäytteenotto VOC-analyysiin*	26.1.2015
Ilmanvaihtokoneiden ja kanaviston puhtauden määrittäminen	Visuaalinen tarkastus ja mikrobinäytteenotto*	28.1. ja 13.2.2015
Rakennuksen painesuhteiden mittaus	Jatkuva seuranta, paine-erolähetin ja dataloggeri Tinytag. Hetkelliset mittaukset, Swema 3000	28.1.-13.2.2015
Sisäilman mineraalikuitupitoisuuden määrittäminen	Kuitunäytteenotto 2 viikon huonepölylaskeumasta**	30.1.-13.2.2015
Ilmamäärämittaukset	Kokonaisilmamäärät koneilta TK 2, 3 ja 4. Pistokoeluonteisesti tilakohtaiset ilmamäärät. Swema 3000.	17.2.2015
Sisäilman mikrobipitoisuus	Ilmanäytteenotto elatusalustoille 6-vaiheimpaktorilla*	5-6.3.2015

*näytteet on analysoitu Työterveyslaitoksella

** näytteet on analysoitu Tarja Seppäsen asbesti- ja kuitulaboratoriossa.

2 KOHTEEN PERUSTIEDOT JA TAUSTA

Kohde ja osoite

Haukkavuoren koulu
Opintie 2
48100 Kotka

Rakennuksen käyttötarkoitus

Koulurakennus

Kiinteistönhoito

Kotkan kaupunki

Rakentamisvuosi

1960

Kerrosluku

5

Pääasiallinen runkomateriaali

Betoni pilari/palkkirunko
Alapohja on maanvarainen betonilaatta

Kuvaus iv-järjestelmistä

Tiloissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.

Piirustukset

- Pohjapiirustukset
- Rakennekuvat
- 2005 tehdyn remontin suunnitelmat

Taustaa

Rakennuksen tiloissa on koettu oireita, jotka viittaavat sisäilmaongelmaan. Kotitalous luokan siiven käytävällä ja ympäröivissä tiloissa on esiintynyt poikkeavaa, mahdollisesti viemärin hajua, joka kulkeutuu auditorioon ja muihin kerroksen tiloihin.

Tutkimuksessa otetut materiaalinäytteet eivät suoraan kuvaa nykyistä sisäilman laatua.

Tässä raportissa terveyshaitalla tarkoitetaan terveydensuojelulain 1§ mukaan ympäristöstä tai olosuhteista johtuvaa sairautta tai sairauden oiretta. Lain tarkoittamana terveyshaittana pidetään myös altistumista terveydelle haitalliselle aineelle tai olosuhteelle siten, että sairauden tai sen oireiden ilmeneminen on mahdollista.

3 HAVAINNOT, JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPITEET

3.1 Alapohja

3.1.1 Rakennetyyppi

Tila 105

- | | |
|---------------------------------|------------|
| - pintamateriaalit (muovimatto) | 2 mm |
| - pintalaatta betoni | 70 mm |
| - kevytsora | 100 mm |
| - pohjalaatta betoni | ei mitattu |

Opetuskeittiö

- | | |
|---------------------------------|-------|
| - pintamateriaalit (muovimatto) | 2 mm |
| - pintalaatta betoni | 50 mm |
| - bitumi | |
| - pohjalaatta betoni | 50mm |
| - hiekka | |

Rakennus on perustettu louhitun kallion päälle.

3.1.2 Havainnot ja mittaukset kohteessa

Tilassa 105 ja opetuskeittiössä tarkastettiin alapohjarakenne poraamalla lattiarakenteeseen reikiä, josta voitiin havainnoida rakennetta tarkemmin.

Käytävästä 257, kuraattorin aulatilasta, kuvataideluokasta 120 ja luokasta 109 avattiin lattiarakenteessa olevia putkikanaalin kansia, joista tarkasteltiin alapohjarakennetta ja kanaalin kuntoa. Kaikista luukuista havaittiin kanaaleissa olevan orgaanista materiaalia (muottilautoja yms.) ja avausten yhteydessä sisäilmaan välittyi mikrobiperäinen haju. Puisissa kanaalin kansissa oli havaittavissa kosteuden aiheuttamia vaurioita. Kannet olivat silmämääräisesti epätiivitä. (liite 1, kuvat 1-5). Luokan 109 ja kuvataideluokan 120 kanaaleissa havaittiin vanhoja vesijälkiä (liite 1, kuvat 7-5). Lämpöputkien eristeet ja pahvit sisältävät todennäköisesti asbestia. Kiinteistöhoitajalta saatiin tieto, että aikaisemmin kanaaliin oli noussut vettä, jonka jälkeen kuvataideluokan kanaaliin oli asennettu uppopumppu.

Luokassa 109 havaittiin kaappien alla olevan vanha lattiakaivo. Lattiakaivo oli kuiva ja sieltä havaittiin ilmavirta sisätiloihin.

Materiaalinäytteenoton yhteydessä havaittiin paikoittain lattiatasoitteen alla olevan vanha ”musta” liima, jonka tiedetään usein sisältävän asbestia. Lattiarakenteissa oleva asbestiliima ei aiheuta terveyshaittaa rakennuksen normaalikäytössä, mutta liimojen poistaminen tulee huomioida korjaussuunnittelussa.

3.1.2.1 Kosteuskartoitus ja kosteusmittaukset

Ensimmäisen ja toisen kerroksen lattioiden kosteuskartoituksen tulokset on esitetty pohjakuvassa, liite 2. Kartoituksessa havaittiin lähes kaikissa maanvastaisissa lattiarakenteissa kosteuspoikkeamia.

Kosteuskartoituksen perusteella valittiin sopivat paikat, joista kosteus mitattiin viiltomittauksena muovimaton alta. Kosteusmittausten tulokset on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1: Viiltomittausten tulokset pinnoitteen alta.

VM	Mittaussyvyys	Mittauspaikka	RH %	Lämpötila °C	Kosteus (g/m ³)	Muut havainnot
1.	maton alta	opetuskeittiö 250	93 %	20 °C	16,1	– tartunta ok – poikkeavaa hajua
2.	maton alta	opetuskeittiö 250	91 %	18 °C	14,0	– tartunta ok – poikkeavaa hajua
3.	maton alta	iltapäiväkerho 256	77 %	18 °C	11,8	– tartunta ok – ei hajua
4.	maton alta	iltapäiväkerho 256	80 %	23,6 °C	17,0	– tartunta huono – poikkeavaa hajua
5.	maton alta	kuvataideluokka 120	76 %	24 °C	16,5	– tartunta ok – poikkeavaa hajua – liiman koostumus poikkeava
6.	maton alta	kuvataideluokka 120	84 %	23 °C	17,3	– tartunta huono – poikkeavaa hajua
7.	maton alta	kuvataideluokka 120	91 %	23 °C	18,7	– tartunta huono – poikkeavaa hajua – liiman koostumus poikkeava
8.	maton alta	käytävä 104	87 %	22 °C	16,9	– tartunta ok – poikkeavaa hajua
9.	maton alta	luokka 108	92 %	22 °C	17,8	– tartunta huono – poikkeavaa hajua
10.	maton alta	luokka 107	88 %	21 °C	16,1	– tartunta huono – poikkeavaa hajua
11.	maton alta	luokka 107	84 %	22 °C	16,3	– tartunta huono – poikkeavaa hajua
12.	maton alta	luokka 106	93 %	22 °C	18,0	– tartunta huono – poikkeavaa hajua
13.	maton alta	luokka 106	54 %	25 °C	12,4	– tartunta ok – ei hajua
14.	maton alta	terv.hoit. 234	80 %	23 °C	16,4	– tartunta huono – poikkeavaa hajua
15.	maton alta	kuraattori 238	79 %	22 °C	15,3	– tartunta huono – poikkeavaa hajua
16.	maton alta	toisen kerroksen käytävä	87 %	22 °C	16,9	– tartunta huono – poikkeavaa hajua
	Sisäilma		32 %	23 °C	6,6	
	Ulkoilma		100 %	3 °C	6,0	

3.1.2.2 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Ensimmäisen ja toisen kerroksen lattiapinnoitteista (terveydenhoitajan huone, IP-kerho, luokka 108 ja kuvaamataito) otettiin materiaalinäytteitä lattian muovimatosta VOC-analyysia varten. Useissa näytteenottokohdissa liima koostumus oli poikkeava (liite 1, kuvat 9-10). Näytteet on otettu pintakosteudenosoittimen indikoimista poikkeavista kohdista. Kuivaksi havaitulta alueelta luokasta 108 otettiin vertailunäyte. Analyysivastaus on liitteenä 11. Näytteistä analysoitiin haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) ja kokonaispitoisuudet (TVOC).

TAULUKKO 2: materiaalinäytteiden VOC-analyysitulokset

Näyte	Mittauspaikka	2-EH µg/m ³ g	C9-alkoholit µg/m ³ g	TVOC µg/m ³ g	TRX (pintakosteus)	VM (viiltomittaus)
1.	Terv.hoit. 234	9	610	630	kosteaa	80 %
2.	IP-kerho 256	28	46	550	kosteaa	77–80 %
3.	Luokka 108	320	980	1600	kosteaa	92 %
4.	Luokka 108	8	47	60	kuiva	54 %
5.	Kuvaamataito	95	1600	1800	kosteaa	91 %

Vanhojen, vaurioitumattomien lattiapinnoitteiden TVOC-pitoisuudet ovat yleensä olleet alle 70 µg/m³g. Työterveyslaitoksen analyysivastauksen liitteessä olevan tulosten tarkastelun viitearvot vaurioituneelle lattiapinnoitteelle nykyisin on 200/500 µg/m³g riippuen pinnoitteesta käytetyistä pehmitteistä. Liitteessä on myös annettu kosteusvaurioon viittaaville yhdisteille (2-EH ja C9-alkoholit) viitearvot.

Kaikkien otettujen näytteiden, paitsi luokan 108 vertailunäytteen (kuiva alue), TVOC-pitoisuudet ylittivät annetun viitearvon rajan. Yksittäisistä yhdisteistä koholla ovat C9-alkoholit ja 2-etyyli-1-heksanoli, jotka viittaavat lattiapinnoitteiden vaurioitumiseen kosteuden vaikutuksesta.

IP-kerhon lattiapinnoitteen materiaalinäytteessä ei ollut koholla kosteuden vaikutuksesta syntyviä hajoamisyhdisteitä, vaan kokonaispitoisuuden (TVOC-pitoisuuden) nosti 2-butoksietanoli, joka on mahdollisesti peräisin käytetyistä pesuaineista. Näytteen TVOC-pitoisuus oli kuitenkin normaaliin tasoon verrattuna koholla, jolloin pinnoitteesta sisäilmaan vapautuvat yhdisteet voivat aiheuttaa mm. ilman tunkkaisuutta.

Merkkiainemittaukset

Kanaalin rakenteiden tiiveyttä ja ilmayhteyksiä kanaalista huoneilmaan selvitettiin merkkiainemittauksella tiloissa 109 ja 106 sekä terveydenhoitajan huoneessa. Mittauksessa kanaaliin laskettiin merkkikaasua pienellä tilavuusvirralla, jonka jälkeen rakenteiden epäjatkuvuuskohtia tarkasteltiin merkkikaasuun reagoivalla analysaattorilla. Tilojen ilmanvaihto oli tutkimushetkellä normaalitilassa. Tutkimushetkellä kaikki tilat olivat ulkovaipan yli mitattuna alipaineisia n. -10...-15 Pa.

- Terveystieteiden huoneessa, ulkoseinän vieressä kulkevasta kanaalista ei havaittu merkkiainemittauksessa ilmayhteyksiä sisäilmaan.
- Tilassa 109 havaittiin merkkiaineen kulkeutuvan kanaalista huoneilmaan ulkoseinän ja lattian liitoksesta sekä pystyviemärin koteloinnin sisältä.
- Tilassa 106 merkkiaineen havaittiin kulkeutuvan sisäilmaan väliseinän ja lattian rajapinnasta.

3.1.3 Johtopäätökset

Rakenneaivausten ja kosteusmittausten yhteydessä muovimaton alta havaittiin poikkeavaa, liimojen hajoamiselle tyypillistä hajua useissa mittapisteissä. Myös liiman koostumus oli monin paikoin normaalista poikkeavaa. Kosteuskartoituksen perusteella tehdyissä viiltomittauksissa mitattiin pinnoitteen alta poikkeavan korkeita kosteuspitoisuuksia maanvaraisen laatan alueella.

Normaalina tuloksena pinnoitteen alapuolella vanhoissa lattioissa voidaan pitää 50 - 60 % suhteellista kosteutta. Kriittisenä pitkäaikaisena kosteutena pinnoitteen alapuolella pidetään noin 75 % suhteellista kosteutta.

Havaintojen ja mittausten perusteella kosteus lattiapinnoitteiden alla on poikkeavan korkealla monin paikoin ensimmäisen/toisen kerroksen maanvaraisen lattioiden alueella.

Lattiapinnoitteiden materiaalinäytteiden VOC-analyysin perusteella käytetyt lattiapinnoitteet ja/tai liimat ovat vaurioituneet kosteuden vaikutuksesta havaituilla kosteilla alueilla. TVOC- pitoisuudet (=haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus) olivat lähes kaikissa näytteissä koholla. Näytteissä runsaana esiintyvät 2-etyyli-1-heksanoli ja C9-alkoholit ovat viite materiaalin vaurioitumisesta kosteuden vaikutuksesta. Vaurioituneista lattiapinnoitteista sisäilmaan vapautuvat orgaaniset yhdisteet voivat aiheuttaa ärsytysoireita sekä allergisia oireita herkille ihmisille. Yleisesti lattiapinnoitteiden vauriot aiheuttavat sisäilman tunkkaisuutta. Yhdisteiden vaikutus sisäilman laatuun riippuu ilmanvaihdon tehokkuudesta. Tehokas ilmanvaihto laimentaa sisäilman pitoisuuksia.

Kanaaleista välittyvä poikkeava haju viittaa siihen, että kanaalissa olevat muottilaudat ja muu orgaaninen aines on vaurioitunut ulkopuolisen kosteuden vaikutuksesta. Merkkiainemittauksessa havaittiin ilman kulkeutuvan kanaalista sisäilmaan rakenteiden epäjatkuvuuskohtien kautta, ilmanvaihdon ollessa normaalitilassa. Kanaalista sisäilmaan kulkeutuvat epäpuhtaudet voivat aiheuttaa ärsytysoireita sekä allergisia oireita.

Kuivuneista lattiakaivoista sisäilmaan kulkeutuvat epäpuhtaudet ja viemärikaasut heikentävät osaltaan sisäilman laatua.

3.1.4 Toimenpide-ehdotukset

Vaurioituneet lattiapinnoitteet tulee poistaa niiltä alueilta, joilla lattiapinnoitteiden vaurioituminen kosteuden vaikutuksesta on todennäköistä. Uudet pintarakenteet tulee olla sellaisia, etteivät pinnoitteet/rakenteet jatkossa vaurioidu kosteuden vaikutuksesta. Lisäksi korjauksessa tulee huomioida rakenteisiin kertyneet epäpuhtaudet sekä rakenteissa (liimoissa ja eristeissä) mahdollisesti oleva asbesti.

Kevyt korjaus:

Alapohjan läpiviennit, laatan reuna-alueet, kantavien seinälinjojen lattialiitokset ja muut ilmavuotopaikat tulee tiivistää ilmatiiviiksi. Ilman kulkeutuminen alapohjasta ja kanaaleista sisätiloihin tulee estää. Kosteuspoikkeamien alueilta tulee poistaa pinnoitteet ja rakenteet puhdistaa epäpuhtauksista ja betonipinnat kapseloida.

Kanaalien tarkastusluukut tulee vaihtaa kaasutiiviiksi. Lisäksi kanaaleihin suositellaan asennettavaksi erillinen radonpoisto, jolla tila alipaineistetaan huoneilmaan nähden. Näin epäpuhtaudet eivät jatkossa pääse kulkeutumaan sisätiloihin.

Jatkossa luokkatiloissa olevat lattiakaivot tulee kastella tasaisin väliajoin. Jos kaivoille ei ole käyttöä, tulee ne sulkea niin, ettei viemäristä kulkeudu ilmaa huonetiloihin.

Raskas korjaus:

Alapohjarakenne puretaan ja kanaalit puhdistetaan vaurioalttiista materiaalista sekä rakenteet uusitaan kosteusteknisesti toimiviksi.

3.2 Maanvastaiset ulkoseinät: 1 ja 2 kerros

Maanvastaiseen ulkoseinään tehtiin rakenneavauksia 7 kappaletta, joista tarkasteltiin rakennetta. Seinärakenteiden lämmöneristeistä otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten, analyysivastaukset ovat liitteenä 3. Lisäksi ensimmäisen kerroksen maanvastaisen seinän tiiveyttä tarkasteltiin merkkiainemittauksen avulla.

3.2.1 Rakennetyypit

Maanvastainen käytävän seinä, 1 kerros (sisältä ulospäin lueteltuna)

- | | |
|-----------------------|------------|
| - maalattu rappaus | 20 mm |
| - poltettu tiili | 130 mm |
| - ilmaväli | 120 mm |
| - bitumi | |
| - betoni (perusmuuri) | ei mitattu |

Maanvastainen käytävän seinä, 2 kerros (sisältä ulospäin lueteltuna)

- maalattu rappaus 20 mm
- poltettu tiili 130 mm
- mineraalivilla n. 70–80 mm
- bitumi
- betoni (perusmuuri) ei mitattu

Maanvastainen päätyseinä sokkelin kohdalla (liite 1, kuvat 20-21):
iltapäiväkerho ja kotitalousluokka n. 0-1800 mm lattiasta (sisältä ulospäin lueteltuna)

- maalattu rappaus 10 mm
- tiili 130 mm
- mineraalivilla 70 mm
- bitumi
- betoni (perusmuuri) ei mitattu

1 kerros: musiikkiluokan 105 päätyseinä ja auditorion ulkoseinä alaportaikon kohdalla (liite1, kuva 18) (sisältä ulospäin lueteltuna)

- maalattu rappaus 30 mm
- tiili 130 mm
- korkki n.50 mm
- bitumi
- betoni ei mitattu

Kotitalousluokan ulkonurkassa, sokkelirakenteen ja sisäkuoren välissä olevaa eristettä on havaintojen perusteella uusittu edellisten remonttien yhteydessä (liite 1, kuva 19). Alkuperäisissä rakennekuvissa on esitetty ulkoseinälinjalla olevien pilarien ja sokkelin välissä eristeenä olevan korkki.

Merkkiainemittaukset

Merkkiainemenetelmällä arvioitiin ensimmäisen kerroksen käytävän maanvastaisen ulkoseinärakenteen tiiveyttä. Merkkiaine laskettiin seinärakenteen ilmapäliin. Huoneen ilmanvaihdon ollessa normaalitilassa (paine-ero -15 ulkovaipan yli) havaittiin merkkiaineen kulkeutuvan korvausilman mukana huonetilaan lattian ja seinän rajasta sekä seinän ja pilarin/palkin liitoksista.

Merkkiainemenetelmällä arvioitiin iltapäiväkerhon maanvastaisen ulkoseinärakenteen tiiveyttä. Merkkiaine laskettiin seinärakenteen eristetilaan. Huoneen ilmanvaihdon ollessa normaalitilassa (paine-ero -11 Pa ulkovaipan yli) havaittiin merkkiaineen kulkeutuvan korvausilman mukana huonetilaan sähkörasioista, paikoittain lattian ja seinän liitoksesta, patteriputkien ja lämpöpatterien kiinnikkeistä, ikkunakarmien liitoksista, seinärakenteiden halkeamista.

3.2.2 Havainnot ja mittaukset kohteessa

Materiaalinäytteet

Taulukko 2. Yhteenveto materiaalinäytteiden tuloksista, suoraviljely
(analyysivastaus 271891, 22.12.2014)

	Näytteenottopaikka	Materiaali	Tulos	Tulkinta
Perustukset ja ulkoseinä	Näyte 1. IP kerho ulkoseinä sokkelin kohdalla (1000 mm lattiasta)	Min. villa	homeita ja bakteereja	Vahva viite vauriosta
	Näyte 2. IP kerho ulkoseinä sokkelin kohdalla (100 mm lattiasta)	Min. villa	homeita ja bakteereja (mm. sädesieniä)	Vahva viite vauriosta
	Näyte 3. Opetuskeittiö ulkoseinä sokkelin kohdalla	Min. villa	niukasti homeita ja bakteereja	Heikko viite vauriosta
	Näyte 4. Terveystoimikam- erin huone väliseinä	Seinälevy+ min. villa	homeita ja bakteereja (mm. sädesieniä)	Viite vauriosta
	Näyte 5. Auditorio ulkoseinä sokkelin kohdalla	korkki	homeita ja bakteereja (mm. sädesieniä)	Vahva viite vauriosta

Taulukko 3. Yhteenveto materiaalinäytteiden tuloksista, suoraviljely
(analyysivastaus 300967, 11.2.2015)

	Näytteenottopaikka	Materiaali	Tulos	Tulkinta
Perustukset ja ulkoseinä	Näyte 6. Opetuskeittiö päätyseinä	Min. villa	niukasti homeita ja bakteereja	Heikko viite vauriosta
	Näyte 7. Opetuskeittiö päätyseinä	Min. villa	niukasti homeita ja bakteereja	Heikko viite vauriosta
	Näyte 8. Opetuskeittiö päätyseinä	Min. villa	niukasti homeita ja bakteereja	Heikko viite vauriosta
	Näyte 9. 2 krs. käytävä maanvastainen seinä	Min. villa		Ei viitettä vauriosta
	Näyte 10. 2 krs. käytävä maanvastainen seinä	Min. villa	niukasti homeita ja bakteereja	Heikko viite vauriosta
	Näyte 11. 2 krs. käytävä maanvastainen seinä	Min. villa		Ei viitettä vauriosta
	Näyte 12. 2 krs. käytävä maanvastainen seinä	Min. villa		Ei viitettä vauriosta

	Näyte 13. 2 krs. käytävä maanvastainen seinä	Min. villa		Ei viitettä vauriosta
--	--	------------	--	--------------------------

3.2.3 Johtopäätökset

Sisäpuolelta eristetty maanvastainen tiili-villa-betoni ulkoseinä on ns. riskirakenne. Talvikaudella tiili/betoniseinän sisäpinnan ja eristyksen rajalla voi tapahtua kosteuden tiivistymistä (sisäilman vesihöyryn tiivistyminen). Rajapinnalle tiivistynyt kosteus kertyy eristetilaan vaurioittaen sitä pitkällä aikavälillä. Bitumisivelynä tehty sisäpuolinen vedeneristys ei pysy pitkäaikaisesti kiinni rakenteessa tai tiiviinä, koska betonista irtoaa kosteuden vaikutuksesta suoloja ja kalkkia jolloin bitumisively irtoaa paikoitellen kosteimmista kohdista. Kosteuden vaikutuksesta rikkoutunut sokkelin sisäpuolinen bitumisively ei toimi vedeneristeenä, jolloin ulkopuolinen kosteus aiheuttaa vaurioita lämmöneristeissä.

Otettujen näytteiden ja havaintojen perusteella iltapäiväkerhon ja kotitalousluokan maanvastaisten ulkoseinärakenteiden lämmöneristeissä esiintyy kosteusvaurioita.

Toisen kerroksen käytävän maanvastaisen seinän lämmöneristeiden vaurioituminen on vähäisempää, mutta vaurioiden muodostuminen on pitkällä aikavälillä todennäköistä.

Merkkiainemittauksissa havaittiin kaikissa tutkituissa tiloissa ilmayhteys maanvastaisten seinärakenteiden eristetilasta sisäilmaan. Mittausten perusteella vaurioituneista lämmöneristeistä vapautuvat epäpuhtaudet kulkeutuvat ilmavirtauksien mukana sisäilmaan ja voivat aiheuttaa ärsytysoireita tilojen käyttäjille.

Auditorion ulkoseinän ja musiikkiluokan 105 päätyseinän rakenneavauksesta havaittiin seinärakenteen lämmöneristeen (korkin) olevan kiinni bitumissa/betonissa. Rakenne on ns. riskirakenne, jossa käytetyn lämmöneristeen vaurioituminen pitkällä aikavälillä ulkopuolisen kosteuden vaikutuksesta on todennäköistä.

Alkuperäisten rakennesuunnitelmien mukaan sokkelihalkaisussa on paikoitain käytetty lastuvillalevyä (toja-levyä). Tämä ns. orgaaninen lämmöneriste ovat pitkällä aikavälillä riskissä vaurioitua ulkopuolisen kosteuden vaikutuksesta ja tulee huomioida korjaussuunnittelussa.

3.2.4 Toimenpide-ehdotukset

Korjausvaihtoehtoina maanvastaisille seinärakenteille ovat raskas tai kevyt korjaus.

Raskas korjaus

Seinärakenne puretaan betonipinnalle asti, jolloin lämmöneristeet sekä bitumi poistetaan ja rakenne korjataan kosteusteknisesti toimivaksi. Tämä

vaihtoehto on onnistuneen lopputuloksen ja puhtaan sisäilman kannalta varmin korjaustapa. Korjauksessa veden- ja lämmöneristys tulee siirtää betonirakenteen ulkopintaan.

Kevyt korjaus

Maanvastaiset seinärakenteet ja rakenneliittymät tiivistetään ilmatiiviiksi. Sisäpintojen tiiviys on tärkeää, jotta seinäeristeiden epäpuhtaudet eivät pääse heikentämään sisäilman laatua, eikä sisäilman kosteus kulkeudu ulkoseinärakenteisiin.

Muurattujen ulkoseinien tiivistys on aina haasteellista. Ilmeisimmät vuotoilmareitit tulee tiivistää. Näitä ovat mm.

- ikkunakarmien liitos ulkoseinään
- lattian ja ulkoseinän liitos
- pilarin ja ulkoseinän liitokset
- Välipohjan ja seinärakenteiden liitos
- kaikki halkeamat ja läpiviennit

Tiivistyskorjausten onnistuminen tulee aina varmentaa merkkiainemittauksin työn aikana ja seurantamittauksina tulevana vuosina.

3.3 Ulkoseinät: 1 ja 2 kerros

Ulkoseiniin tehtiin rakenneavauksia, joista havainnoitiin rakennekerroksia ja niiden kuntoa.

3.3.1 Rakennetyypit

1 kerros: ikkunoiden alla (sisältä ulos päin lueteltuna)

- | | |
|--------------------|------------|
| - maalattu rappaus | 30 mm |
| - kevytsoraharkko | n.350 mm |
| - bitumi | |
| - betoni | ei mitattu |

2 kerros: ulkoseinät (sisältä ulos päin lueteltuna)

- | | |
|----------------------|---------|
| - maalattu rappaus | 10 mm |
| - kevytsoraharkko | 350 mm |
| - lämmöneriste | n.100mm |
| - kolmikerrosrappaus | |

3.3.2 Havainnot ja mittaukset kohteessa

Kerrosten ulkoseinissä ei rakenneavauksista havaittu erillisiä rakenteiden sisässä olevia lämmöneristekerroksia, vaan seinät ovat kevytsoraharkkorakenteisia jossa on ulkopuolella lämmöneristys.

Pilarin takana ei havaittu korkki- tai toja-eristeitä.

3.3.3 Johtopäätökset

Ulkopuolelta eristetyt ulkoseinät eivät ole sisäilman kannalta riski. Rakenne on kosteusteknisesti toimiva.

3.3.4 Toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpiteitä.

3.4 Väliseinät

3.4.1 Havainnot kohteessa

Kuvaamataidon luokan ja käytävän välisen (kiviaineisen) seinän alaosissa havaittiin kosteuden nousun aiheuttamia pintavaurioita (liite 1, kuvat 11-12).

Terveystieteiden osaston saatiin tieto vesivahingosta, jonka vaikutuksesta huoneiden 234 ja 230 väliseinärakenne ja alakaton kontti olivat kastuneet. Huoneen väliseinään tehtiin rakenneavaus, josta tarkasteltiin rakennetta. Levyn pinnassa ja mineraalivillaeristeissä oli kuivuneita vesijälkiä (liite 1, kuva 13). Levystä otettiin materiaalinäyte mikrobianalyysiin (ks. kohta 3.2.3).

Käsityöluokan ja keittiön välisessä tiiliseinässä havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä käsityöluokan puolella, lähellä ulkoseinää. Keittiön puolella havaittiin alimman laatoituksen ja seinälle nostetun akryylibetonin saumassa rako (liite 1, kuvat 14-15).

Ensimmäisen kerroksen hissien edustalla on portaikon vastaisessa väliseinässä tarkastusluukku. Välitilassa havaittiin poikkeava mikrobiperäinen haju ja ilmavirta luukusta sisätiloihin. Portaikon rakenteissa oli vanhoja muottilautoja, jotka olivat havaintojen perusteella vaurioituneita. Kallioleikkauksen pinta oli silminnähden kostea (liite 1, kuvat 16-17).

3.4.2 Johtopäätökset

Terveystieteiden osaston huoneen väliseinärakenteesta otetun materiaalinäytteen perusteella rakenne on vaurioitunut vesivahingosta johtuneen kosteuden vaikutuksesta. Poistoilmaventtiilistä pyyhintänäytteenä otetussa mikrobiviljelyssä ja sisäilmanäytteessä esiintyi samoja mikrobeja kuin seinäeristeissä. Näytteiden perusteella väliseinärakenteen vauriot heikentävät sisäilman laatua ja voivat selittää tilassa koettuja oireita.

Kuvaamataidon luokan seinärakenteen vaurioituminen johtuu todennäköisesti maaperästä kapillaarisesti nousevan kosteuden vaikutuksesta. Kosteus nousee betonirakenteessa ja kertyy tiiviin maalipinnan alle ja aiheuttaa tasoitteissa vaurioita.

Hissin ja portaikon välitilassa olevaa kallionpintaa pitkin kulkeutuu kosteutta tilaan. Välitilassa on rakenteissa vanhoja vaurioituneita muottilautoja, joista voi vapautua sisäilmaan epäpuhtauksia. Tilasta havaittiin ilmayhteys

sisätiloihin. Sisäilmaan kulkeutuvat epäpuhtaudet heikentävät sisäilman laatua.

Keittiön pesuvedet kastelevat käsityöluokan välistä seinärakennetta. Kosteus on aiheuttanut tiiliseinässä pintavaurioita, mutta kosteus voi kulkeutua muovimaton alle aiheuttaen siinä ja käytetyissä liimoissa vaurioita.

3.4.3 Toimenpide-ehdotukset

Terveystieteiden huoneen 234 ja terapiahuoneen 230 välinen seinärakenne ja alakaton kontti tulee purkaa ja rakenteet uusia.

Kosteuden vaikutuksesta vaurioituneet seinäpinnat ja tasoitteet tulee poistaa (kiviaineksiset seinät). Pinnat tulee puhdistaa tiili/betonipinnalle asti. Perustuksille ulottuvien seinärakenteiden pinnan tulee olla vesihöyryä läpäiseviä lähellä lattiaa, jotta maaperästä kulkeutuva kosteus pääsee haihtumaan sisäilmaan.

Hissin ja portaikon välitila tulee puhdistaa orgaanisesta materiaalista. Tilaan tulee järjestää ilmanvaihto ja saattaa se alipaineiseksi huonetiloihin nähden. Jatkossa tulee seurata, ettei kalliopintaa pitkin kulkeudu kosteutta rakenteisiin.

Keittiön alimmanlaattarivin ja akryylibetonin sauma tulee korjata vesitiiviiksi.

3.5 Välipohja

3.5.1 Havainnot kohteessa

1 ja 2 kerroksen välipohjarakenteisiin tehtiin rakenneavauksia, joista havainnoitiin rakennetta. Välipohjarakenne on ns. ylälaattapalkisto. Luokkatilojen kohdalla betonilaattojen välissä on eristeenä kevytbetoni ja eteläsiivessä käytävällä rakenne on massiivibetoninen.

Väestönsuojan holvin päälle toiseen kerrokseen, tekniset työn ja käsityöluokan tiloihin tehtiin rakenneavauksia joista tarkasteltiin rakenteita. Rakenne oli massiivibetoninen, eikä VSS:n holvin päällä havaittu erillistä tasauskerrosta. Käsityöluokassa lattiapinnoitteessa havaittiin ”kupruja” joissa matto ja tasoitteet olivat irti alustastaan (liite 1, kuva 8).

3.5.2 Kosteuskartoitus ja kosteusmittaukset

Hissien edustoilla olevissa uusissa tasanteissa havaittiin pintakosteuden osoittimella olevan kosteuspoikkeamia.

Teknisen työn, käsityöluokan ja näiden tilojen aulan alueella havaittiin pintakosteuden osoittimella kosteuspoikkeamia. Kosteusmittauksessa pinnoitteen alta mitattiin poikkeavia kosteuspitoisuuksia. Alueella missä tasote ja matto olivat irti alustastaan, havaittiin tasotekerroksen alla ruosteinen teräslevy.

TAULUKKO 4: Viiltomittausten tulokset pinnoitteen alta (12.2.2015).

VM	Mittaus	Mittauspaikka	RH %	Lämpötila °C	Kosteus (g/m ³)	Muut havainnot
1	maton alta	käsityöluokka (keskellä tilaa)	93 %	23 °C	19,1	– tartunta heikko – poikkeavaa hajua
2	maton alta	käsityöluokka (keskellä tilaa)	89 %	22,9 °C	18,2	– tartunta heikko – poikkeavaa hajua
3	maton alta	aulatila (keskellä tilaa)	78 %	20,7 °C	14,0	– tartunta heikko – poikkeavaa hajua
4	maton alta	käsityöluokka (lähellä ulkoseinää)	58 %	21,7 °C	11,1	– tartunta ok – ei poikkeamia
SISÄILMA			28 %	22,2 °C	5,5	
ULKOILMA			85 %	3 °C	5,1	

Muilla välipohjan alueilla ei havaittu merkittäviä kosteuspoikkeamia.

3.5.3 Johtopäätökset

Käsityöluokan, teknisen työn, aulan ja hissien edustoilla havaittiin paikoin poikkeavaa kosteutta pintakosteuskartoituksessa. Pinnoitteen alta mitattiin kosteuspoikkeamien alueilta pinnoitteen alta suhteellinen kosteus ja lämpötila.

Normaalina tuloksena pinnoitteen alapuolella vanhoissa lattioissa voidaan pitää 50 - 60 % suhteellista kosteutta. Kriittisenä pitkäaikaisena kosteutena pinnoitteen alapuolella pidetään noin 75 % suhteellista kosteutta.

Mitatut kosteuspitoisuudet olivat pinnoitteen vaurioitumisen kannalta suuria, RH 78 % - 93 %, 20–23 °C (taulukko 4). Riskinä on liimojen ja maton vaurioituminen liiallisen kosteuden vaikutuksesta. Korkeat lukemat kosteusmittauksissa voivat osaltaan selittää tiloissa aistittua pahaa hajua.

Muuten rakennuksen välipohjarakenteet eivät havaintojen perusteella ole rakennuksessa sisäilmaa heikentävä tekijä.

3.5.4 Toimenpide-ehdotukset

Välipohjan alueilla, joilla havaittiin kosteuspoikkeamia ja joilta mitattiin kriittisen kosteuden ylittäviä kosteusarvoja, tulee pinnoitteet ja pintarakenteet poistaa. Lisäksi rakenteet tulee puhdistaa/kapseloida ja uudelleen pinnoittaa.

3.6 Yläpohja

3.6.1 Havainnot kohteessa

Yläpohjarakenteeseen tehtiin rakenneavauksia tilan 407 yläpuolella.

rakenne:

- | | |
|----------------------------|------------|
| - betoninen palopermanto | 70mm |
| - koksikuona/kutterinlastu | ei mitattu |
| - betoninen alalaatta | ei mitattu |

Palopermannon päällä havaittiin paikoittain vanhoja kuivuneita kosteuden aiheuttamia jälkiä ja suolahärmettä (liite 1, kuva 22).

3.6.2 Merkkiainemittaus

Yläpohjarakenteen tiiveyttä tutkittiin tilassa 407 merkkiainemenetelmällä. Merkkiaine laskettiin yläpohjarakenteen eristetilaan. Huoneen ilmanvaihdon ollessa normaalitilassa (paine-ero ulkovaipan yli 0 Pa) ei merkkiaineen havaittu kulkeutuvan korvausilman mukana eristekerroksesta huonetilaan. Tilan tuloilman ollessa pois päältä ja poistonilmanvaihdon ollessa päällä (paine-ero ulkovaipan yli -15 Pa), havaittiin merkkiaineen kulkeutuvan sisäilmaan vuotoilmareittien kautta korvausilman mukana hormirakenteen liitoksista sekä valaisimien kannakkeista sisäilmaan (liite 1, kuva 23).

3.6.3 Johtopäätökset

Kokemusperäisesti vanhat kutterinlastulla ja koksikuonalla eristetyt yläpohjarakenteet ovat vaurioituneet rakennusaikaisen kosteuden ja vesivuotojen vaikutuksesta. Palopermannon päällä havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä, joten on syytä olettaa että, että rakenteissa voi olla paikallisia vaurioita.

Tilojen ilmanvaihdon ollessa päällä, ei yläpohjarakenteesta kulkeudu ilmaa sisätiloihin. Tilojen ollessa alipaineisia kulkeutuu yläpohjasta ilmaa sisätiloihin, jolloin myös eristetilan epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisälle heikentäen sisäilman laatua.

3.6.4 Toimenpide-ehdotukset

Jatkotoimenpiteinä on suositeltavaa tiivistää alakatossa olevien valaisimien kannakkeiden ja betoniholvin liitoskohdat. Lisäksi yläpohjasta läpimenevät hormirakenteet on suositeltavaa tiivistää vuotoilmavirtausten estämiseksi.

3.7 Ilmanvaihtojärjestelmien puhtaus

3.7.1 Havainnot ja mittaukset kohteessa

Kiinteistössä on neljä tulo-poistoilmanvaihtokonetta. Ilmanvaihtokoneet ja erillispoistot palvelualueineen on listattu taulukkoon 5. Koneiden huollosta vastaa koulun kiinteistönhoitaja. Suodattimet vaihdetaan 2 kertaa vuodessa.

Ilmanvaihtokoneiden osat ovat tuloilmapuolella: raitisilmapelti, tuloilman suodatin, lämmöntalteenottokiekko, vesikiertoinen lämmityspatteri,

tuloilmapuhallin. Poistoilmapuolella ilmanvaihtokoneiden osat ovat ilmavirran suunnassa: poistoilmasuodatin, lämmöntalteenottokiekko, poistoilmapuhallin, sulkupelti. Koneet ovat vuodelta 2004.

TAULUKKO 5: Haukkavuoren koulun ilmanvaihtokojee

Kone	Palvelualue	Ilmamäärät (m ³ /s)
TK 1	Liikuntasali	+3,15/+0,95
PK 1	Liikuntasali	-3,15/ -0,95
TK 2	Luokat, vasen siipi	+3,02/+0,91
PK 2	Luokat, vasen siipi	+2,75/+0,825
PF 2.2	Wc-tilat	-0,5/-0,25
TK 3	Luokat, keskiosa	+2,99/+0,89
PK 3	Luokat, keskiosa	-2,94/-0,75
PF 3.2	Wc-tilat	-0,2/-0,1
TK4	Keittiö ja ruokala	+3,12/+0,94
PK4	Ruokala ja op.tilat	-1,81/-0,54
PF 4.2	Keittiö	-0,93/-0,465
PF 4.3	Wc-tilat	-0,31/-0,155
PF 4.4	Tekninen työ 353 ja 356	-0,14/-0,07
PF 4.5	Tekninen työ 355	-0,08/-0,04
PF 4.6	Hissikuilu	-0,075
PF 4.7	Lämpökeskus 113	-0,04
PF 5	Ullakko	-0,15
PF 6	Ullakko	-0,05

Ilmanvaihtokoneiden puhtaus ja hygienia

Ilmanvaihtokoneiden puhtautta tarkasteltiin visuaalisesti ja mikrobinäytteiden avulla. Konehuoneen lattialla oli nähtävissä kuivuneita kosteusjälkiä, samoin raitisilmakammion ulkosaumoissa ja sulkupellin ja tulosuodattimien välisessä osassa (liite 1, kuva 24). Raitisilmakammiossa ei ole puhdistusluukua eikä sulamisvesien viemärointiä. Raittiin ilman sisäänotto on lumisuojuattu. Raitisilmapelti ei koneessa TK2 liikkunut koneen käyntitiedon muuttamisesta huolimatta. Puutteesta ilmoitettiin kiinteistönhoidolle.

Tuloilmasuodattimet ovat luokkaa F7. Suodatinkammiossa on nähtävissä kuivuneita kosteusjälkiä. Koneen suodatinosan tiiviste ei osu suodattimen reunan kohdalle, vaan jää suodattimen kehysten sisäpuolelle. Suodatinosa ei istu tiiviisti ja ohivuotoja tapahtuu jonkin verran (liite 1, kuva 25).

Tulokanavassa oli ohut pöykerros. Kiinteistönhoitajan mukaan kanavisto nuohotaan tänä vuonna 2015.

Poistoilmakoneen PK2 poistoilmasuodattimessa havaittiin reikä. Puutteesta ilmoitettiin kiinteistönhoidolle. Poistoilmasuodattimet ovat luokkaa F7. Riittävä suodatusluokka poistolle on F5.

Kuitulähteitä ei ilmanvaihtokoneissa hygieniatarkastuksen yhteydessä havaittu.

Mikrobinäytteenotossa otettiin sivelynäytteitä jokaisen tulokoneen palvelualueelta. Näytteet otettiin tiloista esikoulu 108, luokka 211, terveydenhoitajan huone 230 ja liikuntasali. Analyysivastaus on liitteenä 8. Näytteenoton perusteella ilmanvaihtokoneet eivät toimi sisäilman mikrobilähteenä. Terveystenhoitajan ja esikoulun tilojen näytteistä tunnistettiin vähäisinä määrinä sisätiloille epätyypillisiä mikrobeja, jotka ovat todennäköisesti peräisin rakenteiden kosteusvaurioista.

3.7.2 Johtopäätökset

Raittiin ilman sisäänotto on lumisuojustu, mutta suojaus ei kaikissa sääoloissa ole riittänyt. Raitisilmakammiot suositellaan varustettaviksi tarkastusluukuilla ja sulamisvesien viemäröinneillä.

Tuloilmakoneen 2 raittiin ilman sulkupelti ei tarkastushetkellä sulkeutunut. Peltimoottori tulee korjata.

Suodattimien ohivuodot heikentävät tuloilman laatua ja ennenaikaistavat kanaviston puhdistustarvetta.

Poistoilmakoneen 1 poistoilmasuodattimessa havaittiin repeämä. Suodatin tulee uusia. Koneiden poistoilmasuodatuksessa voidaan siirtyä luokkaan F5. Suodatusluokan muutoksessa tulee huomioida alhaisemman painehäviön vaikutus poistoilmamääriin.

Koneissa on ollut kosteutta ja raitisilmakammiot ovat hankalasti puhdistettavissa. Raitisilmakammioon kertynyt lika antaa kastuessaan hyvän alustan mikrobikasvulle. Mikrobinäytteenoton perusteella ilmanvaihtokoneet eivät toimi sisäilman mikrobilähteinä. Esikoulun ja terveydenhoitajan huoneen poistoilmanvaihdoista löydettiin pieniä määriä mikrobilajeja, joita ei tuloilmanvaihdoissa havaittu. Mikrobit ovat todennäköisesti peräisin rakenteista. Poistoilmajärjestelmän mikrobikertymään vaikuttaa myös tiloissa tehdyt korjaukset, tiloihin tuodut esim. luonnonmateriaalit ym. Kanavia ei ole nuohottu ilmanvaihtojärjestelmän asentamisen jälkeen, joten pölykertymä mikrobistoinen on kymmenen vuotta vanha.

3.7.3 Toimenpide-ehdotukset

PK1 repeytyneen suodattimen uusiminen.

TK2 raitisilmapellin toiminnan korjaaminen.

Ilmanvaihtokoneiden suodatinosien tiiveyden parantaminen.

Poistoilman suodatusluokan muuttaminen luokkaan F5, jonka yhteydessä tulee ilmamäärät säätää ja painesuhteet tarkastaa.

Raitisilmakammioiden tarkastusluukkujen ja viemäröinnin asentaminen.

Ilmanvaihtojärjestelmän nuohoaminen huoltosuunnitelman mukaan.

Veden/lumen pääsyä ilmanvaihtokoneisiin seurataan ja tarvittaessa tuloilman sisäänottojen sääsuojausta parannetaan.

3.8 Ilmamäärät ja ilmanjako tiloissa

3.8.1 Havainnot ja mittaukset kohteessa

Ilman jakautuminen

Ilman jakautumista testattiin luokassa 211 merkkisavun avulla. Näkyvää valkoista savua laskettiin tuloilman päätelaitteen eteen ja seurattiin savun liikettä tilassa. Savu leviää ikkunaseinän kautta luokan perälle eli tuloilma jakautuu koko luokan alueelle.

Ilmamäärät

Tilojen ilmamääriä mitattiin pistokoeluonteisesti päätelaitteilta ja ilmanvaihtokoneilta. Mittaustulokset on esitetty liitteessä 9. Mittausten perusteella rakennuksen ilmamäärät ovat suunnitteluarvojen mukaiset lukuun ottamatta muutamia yksittäisiä tiloja, kuten rehtorin huonetta (h. 315), joka on ylipaineinen ja jonka ilmamäärät ovat alle suunnitteluarvojen sallitun poikkeaman. Terapiahuoneessa (h. 230) poistoilmamäärät olivat alle suunnitteluarvojen sallitun poikkeaman.

3.8.2 Johtopäätökset

Mittausten perusteella rakennuksen ilmamäärät ovat suunnitelmien mukaiset muutamaa yksittäistä tilaa lukuun ottamatta.

3.8.3 Toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistukset yhteydessä rakennuksen ilmamäärät säädetään. Säädön yhteydessä myös rehtorin huoneen 315 ja terapiahuoneen 230 poistoilmamäärä korjaantuu.

3.9 Rakennuksen painesuhteet

3.9.1 Havainnot ja mittaukset kohteessa

Rakennuksen painesuhteita seurattiin jatkuvan mittauksena kahden viikon ajan 28.1.-13.2.2015 ulkoilmaan nähden. Seurantakäyrät on esitetty liitteessä 5. Seurantakäyrissä on tarkasteltu koko mittausjaksoa ja lisäksi yhden vuorokauden pituista jaksoa jokaisesta tilasta erikseen. Mittaustulosten vaihteluväli ja keskiarvot on esitetty taulukossa 6.

TAULUKKO 6: Paine-eron vaihtelu ja keskiarvo ulkoilmaan seurantajaksolla

Kerros	Tila/huone	Paine-eron vaihtelu ulkoilmaan (Pa)	Paine-eron keskiarvo (Pa)
1	Esikoululuokka 108, Vihreät omenat	-14..5	-4
2	Luokka 211	-7..2	-3

	Terveystieteiden huone 234	-17..8	-7
	Kotitalousluokka 251	-6..2	-3
3	Ruokasali 329	-15..5	-4

Paine-eroseurannan perusteella tilat ovat pääsääntöisesti alipaineiset, eikä mittauksissa havaittu suuria paineenvaihteluja. Pienet paineenvaihtelut ajoittuivat esimerkiksi esikoululuokassa välillä klo 7.30-14.00, jolloin ikkunoita ja ovia on todennäköisesti availtu enemmän kuin muuna aikana. Kotitalousluokan mittauksissa oli havaittavissa häiriöitä, jotka todennäköisesti johtuvat tilan sähköjen pois kytkemisestä.

Hetkellisiä paine-eromittauksia tehtiin 16.2. ilmamäärämittausten yhteydessä muutamissa tiloissa. Mittaukset on esitetty taulukossa 7. Loppuvuodesta 2014 käyttäjät olivat havainneet epämiellyttävää hajua käytävällä 219 ja hajun epäiltiin tulevan siivouskeskuksesta, jossa lattianpesukoneen likavedet tyhjenetään lattiakaivoon. Tutkimusten yhteydessä joulukuussa 2014 lattiakaivossa havaittiin runsaasti haisevaa lietettä, jota poistettiin. Ilmamäärämittausten perusteella 16.2.2015 siivouskeskus on alipaineinen, joten ilma kulkeutuu käytävältä siivouskeskuksen suuntaan.

Hetkellisillä paine-eromittauksilla ja jatkuvatoimisella paine-eroseurannalla havaittiin, että tilat ovat pääsääntöisesti alipaineisia, kuten terveydenhoitajan huone 234, mutta rehtorin huone 315 mitattiin ylipaineiseksi ulkoilmaan nähden. Tämä viittaa huonekohtaisen tulo- ja poistoilman epätasapainoon.

TAULUKKO 7: Hetkelliset paine-eromittaukset Haukkavuoren koulussa.

Kerros	Huone	Paine-ero (Pa)	Lisätieto
2	Siivouskeskus 260	-3	Käytävään 219 nähden
2	Terveystieteiden huone 234	-7	Ulkoilmaan
3	Rehtorin huone 315	+5	Ulkoilmaan

3.9.2 Johtopäätökset

Mitatut tilat olivat pääsääntöisesti alipaineisia, yksi mitatuista tiloista oli ylipaineinen. Tilan poistoilmavirta on tuolloin liian pieni tai tuloilmavirta liian suuri ja sisäilma saattaa tuntua tunkkaiselta.

Ylipaineisissa tiloissa tapahtuu ilman konvektiovirtausta rakenteisiin, jolloin sisäilman kosteus saattaa tiivistyä rakenteen kylmälle pinnalle.

Mitä suurempi alipaine, sitä suurempi korvausilmamäärä tulee tiloihin rakenteiden epätiivetyshetkistä.

Siivouskeskus on oven kiinni ollessa alipaineinen, hajut eivät kulkeudu käytävälle vaan poistoilmanvaihtoon.

3.9.3 Toimenpide-ehdotukset

Seuraavan ilmanvaihtojärjestelmän puhdistuksen yhteydessä rakennuksen ilmamäärät säädetään. Samalla myös tilakohtaiset paine-erot säädetään.

Siivouskeskuksen lattiakaivo tulee puhdistaa, mikäli hajuhaittaa esiintyy. Lattiakaivon puhdistus tulee ottaa säännölliseen siivousohjelmaan. Lisäksi siivouskeskuksen ovi tulee pitää kiinni.

3.10 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

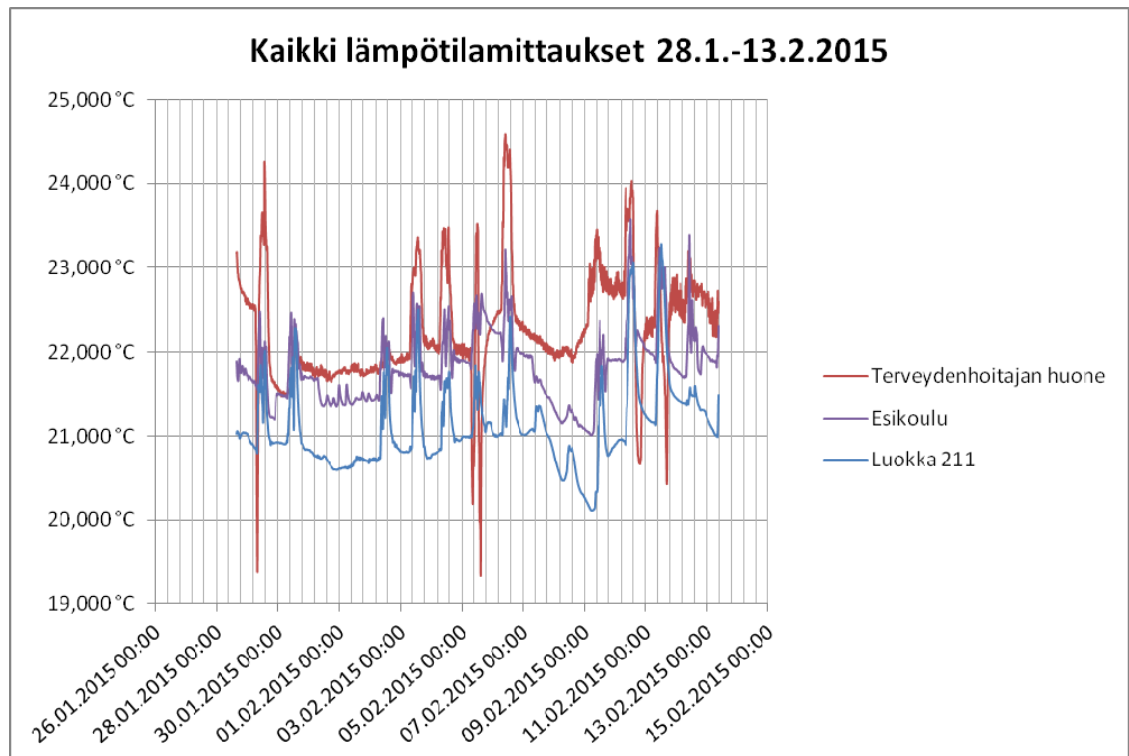
3.10.1 Havainnot ja mittaukset kohteessa

Lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin kolmesta eri tilasta jatkuvana mittauksena kahden viikon ajan 28.1.-13.2.2015. Seurantakäyrät on esitetty liitteessä 6. Seurantakäyrissä on tarkasteltu koko mittausjaksoa ja lisäksi yhden vuorokauden pituista jaksoa jokaisesta tilasta erikseen. Mittaustulosten vaihteluväli ja keskiarvot on esitetty taulukossa 8.

TAULUKKO 8: Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurannan tulokset

Tila	Lämpötilan vaihtelu min-max (°C)	Lämpötilan keskiarvo (°C)	Suhteellisen kosteuden vaihtelu min-max (%)	Suhteellisen kosteuden keskiarvo (%)
h. 234 terv.hoit.	19,5..24,5	22,5	8..27	21
h. 211 luokka	20,0..23,5	21,0	13..30	22
h. 108 esikoulu	21,0..23,5	21,5	9..28	22

Tilojen lämpötilat ovat vuodenaikaan nähden normaalit. Normaali sisälämpötila lämmityskaudella tyydyttävässä S3-sisäilmaluokassa on välillä 18,0..25,0 °C. Sisälämpötilan tavoitearvo on 20,0..22,0 °C. Tavoitearvot ylittyvät ajoittain kaikissa mitatuissa tiloissa. Mittauskäyrän perusteella lämpötila nousee tilojen ollessa käytössä, kuva 1. Tuloilman lämpötiloja ei mitattu. Terveystieteiden huoneessa tavoitearvo myös alittuu ajoittain alle peruslämmön, mikä johtunee tilan ikkunatuuleutuksesta. Peruslämpö terveystieteiden huoneessa on korkeampi kuin muissa mitatuissa tiloissa. Esikoulun peruslämpö on korkeampi kuin luokkatilan. Mittauksessa on huomioitu, että terveystieteiden vastaanotolla ollaan ajoittain vähissä vaatteissa ja esikoulun tiloissa oleskellaan lattianrajassa.



KUVA 1: Lämpötilamittaukset

Suhteellinen kosteus tiloissa keskimäärin on vielä yli 20 %. Keväisin ilma kuivuu ja suhteellinen kosteus laskee alle 20 %:n, mikä lisää ihon, silmien ja limakalvojen ärsytysoireita. Kuiva ilma lisää materiaalien pölyävyyttä ja pöly lisää mahdollisia ärsytysoireita.

3.10.2 Johtopäätökset

Mitattujen tilojen peruslämpötilat ovat suunnitelmien mukaiset, tilojen ollessa käytössä lämpötila nousee n. 1,5 °C. Tiloista mitattu suhteellinen ilmakosteus on ajoittain alle 20 %, jolloin kuiva ilma kuivattaa limakalvoja ja lisää materiaalien pölyävyyttä, minkä johdosta muista tekijöistä johtuvat ärsytysoireet saattavat lisääntyä.

3.10.3 Toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpiteitä.

3.11 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

3.11.1 Havainnot ja mittaukset kohteessa

Hiilidioksidin määrää sisäilmassa mitattiin kahdesta eri tilasta (108 ja 211) jatkuvana mittauksena kahden viikon ajan 28.1.–13.2.2015. Seurantakäyrät on esitetty liitteessä 10.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus nousi perustasosta 380 ppm hieman yli 700 ppm:n luokkahuoneessa 211. Esikoululuokassa 108 hiilidioksidipitoisuus jäi ma-ke alle 700 ppm, mutta nousi to ja pe ajoittain yli 800 ppm:n.

3.11.2 Johtopäätökset

Mittausten perusteella hiilidioksidipitoisuus tiloissa on hyvässä S2-luokassa. Hiilidioksidipitoisuuden noustessa yli 800 ppm:n aistitaan sisäilma usein tunkkaisena. Terveysturvallisuuslaki edellyttää hiilidioksidipitoisuus on alle 1500 ppm.

3.11.3 Toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpiteitä.

3.12 Sisäilman kuidut

3.12.1 Havainnot ja mittaukset kohteessa

Sisäilman mineraalivillakuituja mitattiin 2 viikon laskeumanäytteestä, joita kerättiin jokaisen ilmanvaihtokoneen palvelualueelta 6 eri pisteestä. Näytteenottopaikat on esitetty liitteessä 2. Analyysivastaus on liitteenä 7.

Näytteenoton perusteella Työterveyslaitoksen viitearvo 0,2 kuitua/cm² ylittyy vain liikuntasalin mittauspisteessä. Liikuntasalia palvelee tulo-poistoilmakone TK1. Tulokset on esitetty taulukossa 9.

TAULUKKO 9: Kuitumittausten tulokset

Tila	Tulos (kuitua/cm ²)	IV-kone
Esikoulu 108	0,2	TK2
Terv.hoitajan huone 234	0,1	TK4
Luokka 211	0,2	TK3
Luokka 204	0,1	TK2
Ruokasalin kirjasto	0,2	TK4
Liikuntasali	0,4	TK1

Mineraalivillakuidut saattavat olla peräisin ilmanvaihdosta. Liikuntasalin keräysalustaan oli näytteenottoaikana kohdistunut häiriöitä, koska malja oli rikki.

Kuituanalyyysien valmistuttua liikuntasalin mahdollisia kuitulähteitä käytiin kartoittamassa kohteessa. Lattiaan tehdyistä rakenneavauksista havaittiin parketin alla olevan eristeenä mineraalivillaa.

3.12.2 Johtopäätökset

Kuitumittausten perusteella liikuntasalin sisäilmassa on mineraalivillakuituja, jotka saattavat aiheuttaa ylähengitystieoireita tai silmien ja ihon kutinaa tilojen käyttäjille. Kuidut ovat todennäköisesti peräisin lattiarakenteesta. Käytön aikana lattiaan kohdistuu rasitusta, jonka vaikutuksesta ”pumppaava” liike voi kuljettaa eristetilan kuituja sisäilmaan lattian epäjatkuvuuskohtien kautta.

3.12.3 Toimenpide-ehdotukset

Liikuntasalin parketin epäjatkuvuuskohtien tiivistys niin, ettei eristetilän kuidut pääse kulkeutumaan sisäilmaan. Korjaustoimenpiteiden ja siivouksen jälkeen uusitaan kuitumittaus.

Tulevan ilmanvaihdon puhdistuksen yhteydessä tulee ilmanvaihtokanaviston äänenvaimentimien kunto tarkastaa (mahdolliset kuitulähteet selvittää).

3.13 Sisäilman mikrobit

Mikrobinäytteitä otettiin sisäilmasta yhteensä 12 kappaletta, jokaisesta viidestä kerroksesta. Näytteenottopäivänä maa ei ollut jäässä, joten ulkoilmasta otettiin vertailunäytteet. Näytteenoton aikana ulkolämpötila oli 2-3 °C välillä. Sisällä näytteenottotiloissa lämpötila vaihteli välillä 20–23 °C ja ilman suhteellinen kosteus vaihteli välillä 19–28 %. Mikrobimittauksen analyysivastaukset ovat liitteenä 12.

Taulukko 10. Yhteenveto mikrobituloksista.

Näyte	Tila	Homesienet Hagem-agar (pmy/m ³)	Homesienet DG18-agar (pmy/m ³)	Bakteerit (pmy/m ³)	Tunnistettut indikaattori-mikrobit
1	Ulkoilma 5.3.2015	89	60	125	
2	107, esiopetus	15	18	1802	<i>Wallemia</i> (3)
3	109, 1H	15	3	2070	
4	116, auditorio	-	-	32	
5	208, 2A	-	3	85	
6	238, terveydenhoitaja	9	3	589	<i>Streptomyces</i> (3)
7	257, kotitalous	9	18	1131	
8	306, 3A	-	-	44	
9	317, 1A	-	-	486	
10	360, tekstiilityö	-	-	191	
11	Ulkoilma 6.3.2015	145	82	721	
12	406, 6A	12	18	12	<i>Eurotium</i> (3)
13	411, ATK	3	6	1361	<i>A. penicilliioides</i> (3)
14	514, 6I	12	6	621	

Määritysraja 4 pmy/m³

Haukkavuoren koululta otettujen sisäilman mikrobinäytteiden homepitoisuudet olivat pieniä. Sisäilmanäytteiden homepitoisuuden mediaani oli 3 pmy/m^3 . Koulurakennuksissa sisäilman sieni-itiöpitoisuudet ovat yleensä alle 50 pmy/m^3 . Kun rakennuksessa otetaan useita näytteitä, vaurioituneiden koulurakennusten näytteiden sienien (hiivat, homeet) mediaanipitoisuus on yleensä yli 20 pmy/m^3 ja vauriottomien rakennusten alle 12 pmy/m^3 (Meklin ym. 2008).

Sisäilmanäytteiden bakteeripitoisuudet olivat hieman koholla (taulukko 10). Suurin bakteeripitoisuus oli luokasta 109 otetussa näytteessä, 2070 pmy/m^3 . Bakteeripitoisuus yli 4500 pmy/m^3 viittaa tilan käyttöön nähden riittämättömään ilmanvaihtoon (Asumisterveysohje ja -opas).

Tuloksia tarkasteltaessa mikrobipitoisuuden lisäksi kiinnitetään huomiota lajistoon. Neljässä näytteessä esiintyi kosteusvaurioon viittaavia indikaattorimikrobeja (taulukko 10) pieninä pitoisuuksina. Muiden kuin *Penicillium*-sienten esiintymistä valtalajina sisäilmanäytteissä voidaan pitää epätavanomaisena. Indikaattorimikrobeja voi kuitenkin esiintyä pieninä pitoisuuksina tavanomaisestikin huoneilmassa, mutta mikäli saman kohteen eri näytteissä todetaan toistuvasti samaa indikaattorimikrobia, vahvistaa se epäilyä mahdollisesta lähteestä rakennuksessa. Näissä mittauksissa toistuvuutta ei havaittu.

Sädesieniä (*Streptomyces*) esiintyi vain terveydenhoitajan huoneesta otetussa näytteessä pienenä pitoisuutena. Huoneen aikaisemmin kastuneesta väliseinästä otetussa materiaalinäytteessä esiintyi myös sädesientä pienenä pitoisuutena.

3.13.1 Johtopäätökset

Sisäilman mikrobinäytteiden pitoisuudet olivat pieniä, bakteeripitoisuudet hieman koholla. Vertailuarvoihin nähden tulokset ovat tavanomaisia koulujen sisäilmalle. Sisäilmalle epätavanomaista valtalajia ei näytteissä ollut havaittavissa. Terveydenhoitajan huoneen ilmanäytteessä oli havaittavissa pienenä pitoisuutena kosteusvaurioindikaattorimikrobeja, sädesieniä. Ne ovat todennäköisesti peräisin huoneen kosteusvaurioituneesta väliseinästä.

3.13.2 Toimenpide-ehdotukset

Tarvittaessa uusintamittaukset korjausten jälkeen samana vuodenaikana.

3.14 Muut sisäilmaan vaikuttavat tekijät

Tiloissa havaittiin runsaasti yläpölyjä, esim. 317 ja 405 (liite 1, kuva 26).

Tiloissa (esim. 211, 303 ja 317) on akustointilevyinä katossa maalattua sementtilastulevyä (Toja). Sementtilastulevyjen orgaaninen materiaali on erittäin herkästi kosteudesta vaurioituvaa. Tuloilmanvaihto puhaltaa kohti levyjä, jolloin levystä saattaa ajan kuluessa irrota ilmaan sementtipölyä.

3.14.1 Johtopäätökset

Tilojen ylätasojen pölynpyyhintä ei kuulu normaalin siivousalueen piiriin. Yläpinnoille kertyneet pölyt saattavat aiheuttaa ylähengitystie- ja silmäoireita herkimmille.

Akustointilevyinä käytetyistä sementtilastulevyistä saattaa ajan myötä irrota sementtipölyä sisäilmaan maalipinnoituksesta huolimatta.

3.14.2 Toimenpide-ehdotukset

Yläpölyjen pyykiminen tulee ottaa säännölliseen siivousohjelmaan.

Tarvittaessa voidaan tiloista ottaa huonepölyn laskeumanäyte, jolla selvitetään, onko sisäilmassa sementtipölyä.

4 YHTEENVETO

Tutkimusten keskeisimmät tulokset on koottu yhteenvetotaulukkoon (taulukko 10).

Maanvastaisten lattioiden (1 ja 2 krs.) kosteuskartoituksessa havaittiin kauttaaltaan poikkeamia. Kosteuspoikkeamien alueilla suoritettiin kosteusmittauksia, missä havaittiin kosteuksien ylittävän kriittiset raja-arvot monin paikoin. Lattiapinnoitteiden vaurioituminen kosteuden vaikutuksesta varmennettiin materiaalinäyttein (muovimaton VOC analyysi). Kosteilta alueilta otetuissa näytteissä esiintyi vahva viite pinnoitteen vaurioitumisesta. Sisäilmaan haihtuvat orgaaniset yhdisteet voivat aiheuttaa tilojen käyttäjillä ärsytys- ja allergisia oireita.

Alapohjarakenteen putkikanaaleissa havaittiin mikrobiperäistä hajua. Kanaaleihin on ajoittain noussut vesi, jolloin orgaaninen materiaali on kastunut. Kanaaleista havaittiin merkkiainemittauksessa ilmayhteys sisäilmaan, jolloin epäpuhtaudet kulkeutuvat sisäilmaan ja voivat aiheuttaa käyttäjille ärsytys- ja allergisia oireita.

Ensimmäisen ja toisen kerroksen maanvastaiset seinät ovat ns. riskirakenteita, joissa esiintyy kosteusvaurioita materiaalinäytteiden perusteella. Seinärakenteista havaittiin ilmayhteys sisäilmaan. Tilojen ollessa alipaineisia, kulkeutuu vaurioituneesta eristetilasta epäpuhtauksia sisäilmaan, heikentäen sisäilman laatua. Muut kerrosten ulkoseinät eivät yleisesti ole koulun sisäilman kannalta riskitekijä.

Välipohjarakenteesta mitattiin poikkeavia kosteuksia teknisen työn, käsityöluokan sekä tilojen aulan lattiapinnoitteiden alta. Lisäksi hissien edustoilta mitattiin kohonneita lukemia pintakosteuskartoituksessa. Havaintojen ja mittausten mukaan lattiapinnoitteet ovat todennäköisesti vaurioituneet alkalisen kosteuden vaikutuksesta ja lattiapinnoitteista sisäilmaan vapautuvat yhdisteet ja epäpuhtaudet voivat aiheuttaa tilojen

käyttäjille ärsytysoireita. Luokkatilojen lattiapinnoitteet tulee poistaa ja rakenne korjata.

Yläpohjan tiiveyttä ja ilman kulkeutumista yläpohjan eristetilasta sisäilmaan tutkittiin merkkiainemenetelmällä. Tutkimuksessa havaittiin, että tilan ollessa alipaineinen, kulkeutuu yläpohjan eristetilasta korvausilmaa luokkatilaan. Ilmanvaihdon häiriötilassa yläpohjan epäpuhtaudet voivat heikentää sisäilman laatua.

Ilmanvaihto ja painesuhteet

Tulo- ja poistoilmakoneet (4 kpl) ovat hyvässä kunnossa. Pikkuvioista ilmoitettiin kiinteistönhoidolle. Koneiden poistoilmasuodatuksessa voidaan siirtyä luokkaan F5. Suodatusluokan muutoksessa tulee huomioida alhaisemman painehäviön vaikutus poistoilmamääriin.

Koneissa on ollut kosteutta ja raitisilmakammiot ovat hankalasti puhdistettavissa. Suodattimien ohivuodot heikentävät tuloilman laatua ja ennen aikaistavat kanaviston puhdistustarvetta. Mikrobinäytteenoton perusteella ilmanvaihtokoneet eivät toimi merkittävinä sisäilman mikrobilähteinä. Poistoilmanvaihdosta terveydenhoitajan ja esikoulun tiloista löydettiin pieniä määriä mikrobilajeja, joita ei tuloilmanvaihdossa havaittu. Mikrobit ovat peräisin rakenteista, toiminnasta, korjauksista tai ulkoilmasta. Kanavia ei ole nuohottu ilmanvaihtojärjestelmän asentamisen jälkeen, joten pölykertymä mikrobistoiheen on kymmenen vuotta vanha.

Ilmamäärämittausten perusteella rakennuksen ilmamäärät ovat suunnitelmien mukaiset muutamaa yksittäistä tilaa (230 ja 315) lukuun ottamatta.

Paine-eromittauksissa havaittiin, että tilat olivat pääsääntöisesti alipaineisia, yksi mitatuista tiloista (315) oli ylipaineinen. Ylipaineisuus johtuu liian pienestä poistoilmavirrasta tilassa ja lisää sisäilman tunkkaisuutta.

Siivouskeskuksen hajut levisivät käyttäjien mukaan käytävällä. Oven ollessa kiinni, tila on alipaineinen, eivätkä hajut kulkeudu käytävälle vaan poistoilmanvaihtoon.

Lämpötila, suhteellinen kosteus ja hiilidioksidipitoisuus

Mitattujen tilojen peruslämpötilat ovat suunnitelmien mukaiset. Tilojen ollessa käytössä lämpötila nousee n. 1,5 °C. Tiloista mitattu suhteellinen ilmakosteus on ajoittain alle 20 %, jolloin kuivan ilman aiheuttamat ärsytysoireet saattavat lisääntyä. Hiilidioksidipitoisuus pysyi mitatuissa tiloissa hyvällä tasolla, alle 900 ppm.

Sisäilman kuidut

Kuitumittausten perusteella liikuntasalin sisäilmassa on mineraalivillakuituja, jotka saattavat aiheuttaa ylähengitystieoireita tai silmien ja ihon kutinaa

tilojen käyttäjille. Kuidut saattavat olla peräisin esim. rakenteista tai ilmanvaihtojärjestelmästä.

Sisäilman mikrobit

Sisäilman mikrobinäytteiden pitoisuudet olivat pieniä, bakteeripitoisuudet hieman koholla. Sisäilmalle epätavanomaista valtalajia ei näytteissä ollut havaittavissa. Vertailuarvoihin nähden tulokset ovat tavanomaisia vauriottomien koulujen sisäilmalle. Terveystieteiden huoneen ilmanäytteessä oli havaittavissa pienenä pitoisuutena kosteusvaurioindikaattorimikrobeja, sädesieniä. Ne ovat todennäköisesti peräisin huoneen kosteusvaurioituneesta väliseinästä.

Muut sisäilman epäpuhtaudet

Tilojen ylätasojen pölynpyyhintä ei kuulu normaalin siivousalueen piiriin. Yläpinnoille kertyneet pölyt saattavat aiheuttaa ylähengitystie- ja silmäoireita herkimmille.

Akustointilevyinä käytetyistä sementtilastulevyistä saattaa ajan myötä irrota sementtipölyä sisäilmaan maalipinnoituksesta huolimatta.

Lämmityskaudella sisäilman suhteellinen kosteus on yleisesti erittäin alhainen, joka lisää materiaalien pölyävyyttä ja kuivattaa limakalvoja. Näin ollen alhainen sisäilman suhteellinen kosteus voi pahentaa muista tekijöistä johtuvaa oireilua.

VOC-yhdisteiden, mineraalivillakuitujen, sementtipölyn, kanaalien epäpuhtauksien ja kuivan sisäilman mahdollisesti aiheuttamat ärsytysoireet ovat lähes samankaltaisia kuin kosteusvauriomikrobien aiheuttamat ärsytysoireet ja ne voivat vahvistaa toinen toisiaan.

TAULUKKO 10: Keskeisimmät tulokset rakenneosittain ja suositeltavat toimenpiteet.

TUTKIMUKSET	KESKEISIMMÄT TULOKSET	SUOSITELTAVAT TOIMENPITEET
Alapohja	- Alapohja ns. kaksoislaatta, jossa eristeenä kevytbetoni - Alapohjassa putkikanaaleita, joissa on vaurioitunutta orgaanista materiaalia ja poikkeavaa hajua - Lattiapinnoitteiden alta mitattiin poikkeavia kosteuksia - Lattiapinnoitteet ovat vaurioituneet kosteuden vaikutuksesta poikkeavilla alueilla	- Kanaalin ilmavuotokohtien/rajakoh tien tiivistys - Lattiapinnoitteiden vaihtaminen kosteutta läpäiseväksi tai lattiarakenteiden kapselointi kosteuden nousun estämiseksi
Maanvastaiset ulkoseinät 1 /2 krs.	- Sisäpuolelta mineraalivillalla eristetty maanvastainen seinä on kosteusteknisesti ns. riskirakenne.	- Rakenteille raskas tai vaihtoehtoisesti kevyt korjaus

	- Materiaalinäytteiden ja havaintojen perusteella eristeissä esiintyi laaja-alaisia kosteusvaurioita - Merkkiainemittauksessa ilmayhteys sisäilmaan	
Välipohja	- Käsityöluokan, teknisen työn luokan ja tilojen "eteisen" alueella kosteutta lattiapinnoitteiden alla - Lisäksi hissien edustoilla kosteuspoikkeamia pinnoitteiden alla - Liikuntasalin lattiassa on eristeenä mineraalivillaa. Pumppaavan ilman liikkeen vaikutuksesta kuitujen kulkeutuminen sisäilmaan on mahdollista.	- Lattiarakenteiden korjaaminen "kosteilla" alueille - Liikuntasalin lattian epäjatkuvuuskohtien tiivistäminen kuitujen kulkeutumisen estämiseksi sisäilmaan.
Yläpohja	- Vesikatteessa ei havaittu puutteita - Yläpohja on eristetty koksikuonalla. Kokemusperäisesti tällainen rakenne on vaurioitunut kosteuden vaikutuksesta ajan saatossa - Yläpohjassa palopermannon päällä havaittiin vanhoja kuivuneita vesijälkiä - Yläpohjan eristetilasta havaittiin ilmayhteys sisäilmaan tilojen ollessa alipaineisia merkkiainemittauksessa	- Vuotoilmareittien tiivistys alakatoissa
Painesuhteet	- Tilat alipaineisia - Siivouskeskuksen lattiakaivon on todettu haisevan ajoittain	- Lattiakaivon puhdistus otetaan säännölliseen siivousohjelmaan
Lämpötila ja suhteellinen kosteus	- Tilojen peruslämpö suunnitelmien mukainen - Sisäilman suhteellinen kosteus ajoittain alle 20 %	- Alhainen suhteellinen kosteus saattaa aiheuttaa oireita
Hiilidioksidi	- Hyvällä tasolla, alle 900 ppm	- Ei toimenpiteitä
Sisäilman kuidut	- Kuituja mitattiin liikuntasalista, jota palvelee TK1 - Mineraalivillakuidut voi aiheuttaa tilojen käyttäjille ärsytysoireita - Ei näkyviä kuitulähteitä	- Liikuntasalin parketin alla mahdollinen sisäilman kuitulähde - Kanaviston kuitulähteet selvitettävä tarkemmin IV-kanaviston puhdistuksen yhteydessä
Ilmanvaihto	- Koneet ikäisessään kunnossa - Kuivuneita vesijälkiä - RI-kammiossa ei viemäröintiä tai tarkastusluukku - TK2 pelti ei toimi - PK1 suodatin revennyt - Suodatinosat epätiiviiä	- RI-kammioon asennetaan tarkastusluukku ja viemäröinti - Veden pääsyä koneille seurataan - TK2 pellin toiminta

	- Suodatinluokka F7 poistopuolella liian tiukka - Mikrobinäytteissä pieninä pitoisuuksina kosteusvaurioindikaattoreita esikoulun ja terveydenhoitajan tiloissa - Järjestelmien puhdistusajankohta tänä vuonna 2015 - Ilmamäärät useimmissa tiloissa hyvin säädetty - Ilmanjakautuminen tilaan hyvä, mutta ilmasuihku pyyhkii sementtilastulevyjä	- korjataan - Rikkinäinen PK1 suodatin vaihdetaan - Poistopuolen suodatusluokaksi vaihdetaan F5 - Suodatinkehysten tiiveyttä parannetaan - Tarvittaessa sementtipölyn tunnistus huonepölystä - Tilojen 315 ja 230 poistoilmamäärää lisätään - Tulevan ilmanvaihdon puhdistuksen yhteydessä tulee ilmanvaihtokanaviston äänenvaimentimien kunto tarkastaa (mahdolliset kuitulähteet selvittää).
Pölyisyys	- Runsaat yläpölyt osassa tiloja	- Yläpölyjen puhdistus otetaan mukaan siivousohjelmaan
Sisäilman mikrobit	- Homepitoisuudet pieniä - Bakteeripitoisuudet hieman koholla	- Ei toimenpiteitä

Oy Insinööri Studio
Rakentamisen palvelut

Antti Ahola
RI AMK, RTA

Johanna Lampinen
ins. AMK, RTA H/Rakter 019/05

5 LIITTEET

- Liite 1 Valokuvat
- Liite 2 Näytteenottopaikat
- Liite 3 Analyysivastaukset materiaalien mikrobeista
- Liite 4 Menetelmäkuvaukset
- Liite 5 Paine-eron seurantakäyrät
- Liite 6 Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantakäyrät
- Liite 7 Analyysivastaus sisäilman kuiduista
- Liite 8 Analyysivastaus ilmanvaihdon mikrobeista
- Liite 9 Ilmamäärien mittauspöytäkirja
- Liite 10 Hiilidioksidipitoisuuden seurantakäyrät
- Liite 11 Analyysivastaus materiaalien VOC:eista
- Liite 12 Analyysivastaukset, Ilmanäytteiden mikrobianalyysi

6 KIRJALLISUUSVIITTEET

- 1) Asumisterveysohje. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1.
- 2) Asumisterveysopas. Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö ja Terveys-lehti 2009.
- 3) Meklin, Putus, Hyvärinen, Haverinen-Shaughnessy, Lignell, Nevalainen. Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja 2/2008.



Kuva 1.: Iltapäiväkerhoon johtavan käytävän putkikanaalissa orgaanista materiaalia.



Kuva 2.: Iltapäiväkerhoon johtavan käytävän putkikanaalissa orgaanista materiaalia.



Kuva 3.: Terveystieteiden aulatilassa kanaalin kannessa kosteuden aiheuttamia vaurioita.



Kuva 4.: Luokan 108 putkikanaalissa orgaanista jätettä ja muottilautoja.



Kuva 5.:

Kuvaamataidon luokan putkikanaalissa käytöstä poistettuja vesiputkia ja vaurioitunutta orgaanista materiaalia. Kanaalin pohjalla vanha viemäröinti.



Kuva 6.: Kuvaamataidon luokan putkikanaalissa lahonneita muottilautoja ja vaurioituneita putkieristeitä.



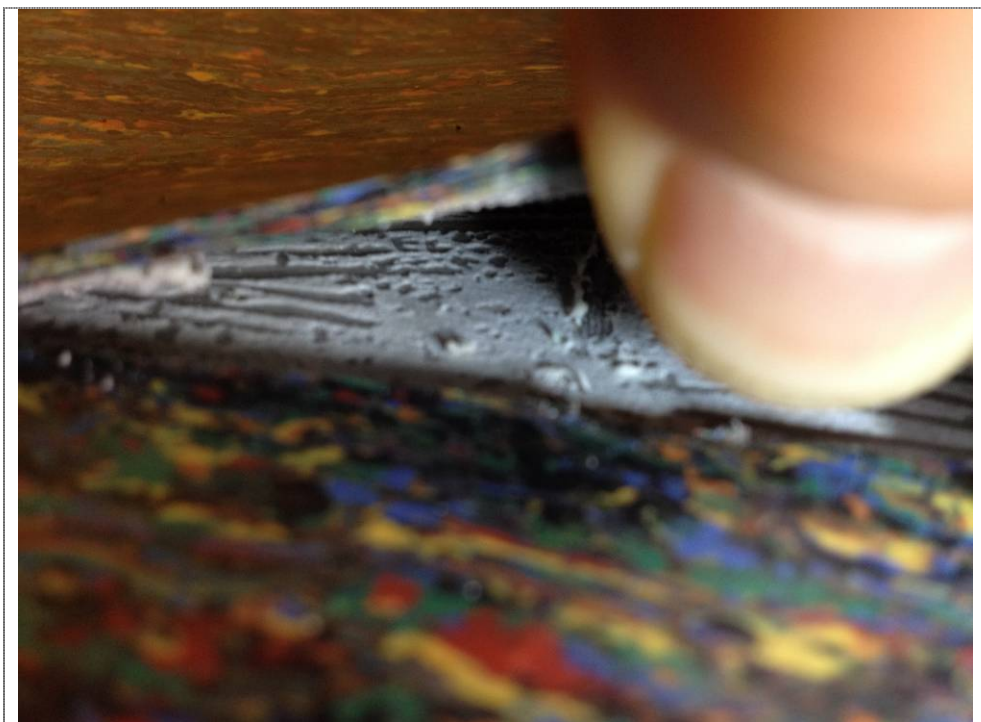
Kuva 7.: kuvaamataidon luokan putkikanaalissa lahonneita muottilautoja ja vaurioituneita putkieristeitä.



Kuva 8.: Käsityöluokan kosteuspoikkeaman alueella rakenneavaus lattiassa. Lattiapinnoitteen ja tasoitteen alla teräslevy.



Kuva 9.: Terveystenhoitajan huoneen muovimattopinnoinnien rakenneavaus. Liimoin koostumus poikkeava.



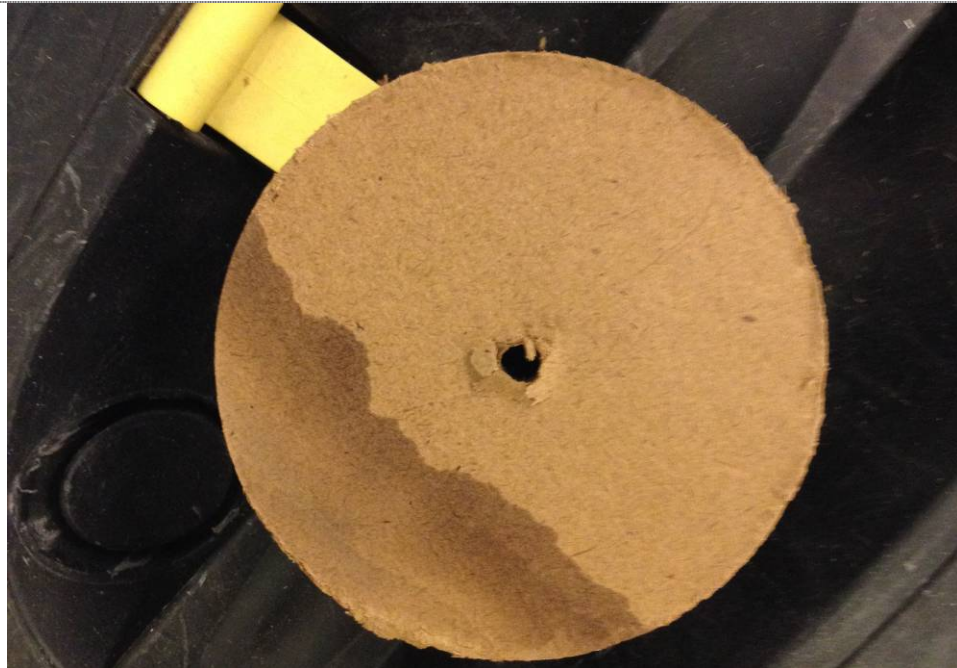
Kuva 10.: Kuvaamataidon luokan lattiapinnoinnien alla liimoin koostumus poikkeava.



Kuva 11.: Kuvaamataidon luokan ja käytävän väliseinärakenteen alaosassa oli havaittavissa kosteuden aiheuttamia pintavaurioita



Kuva 12.: Kuvaamataidon väliseinärakenne kostea pintakosteudenosoittimella



Kuva 13.: Rakenneavaus terveydenhoitajan huoneen kastuneeseen väliseinärakenteeseen. Levyn takana havaittavissa kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 14.: Käsityöluokan ja keittiön väliseinärakenteen alaosissa kosteuden aiheuttamia pintavaurioita



Kuva 15.: Keittiön puolella laatoituksen ja akryylibetonipinnoitteen seinänoston saumassa puutteita



Kuva 16.: Ensimmäisen kerroksen hissien edustan ja portaikon välisessä tilassa muottilautoja



Kuva 17.: Hissin edustalla seinässä luukku välitilaan, josta havaittiin ilmavirta sisätiloihin



Kuva 18.: Julkisivu auditorion kohdalta. Punaisen viivan alapuolella betonisokkeli, jossa on lämmöneristeenä korkki.



Kuva 19.: Ulkoseinärakenteen lämmöneriste kotitalousluokan sokkelirakenteen kohdalla (maanvastainen rakenne).



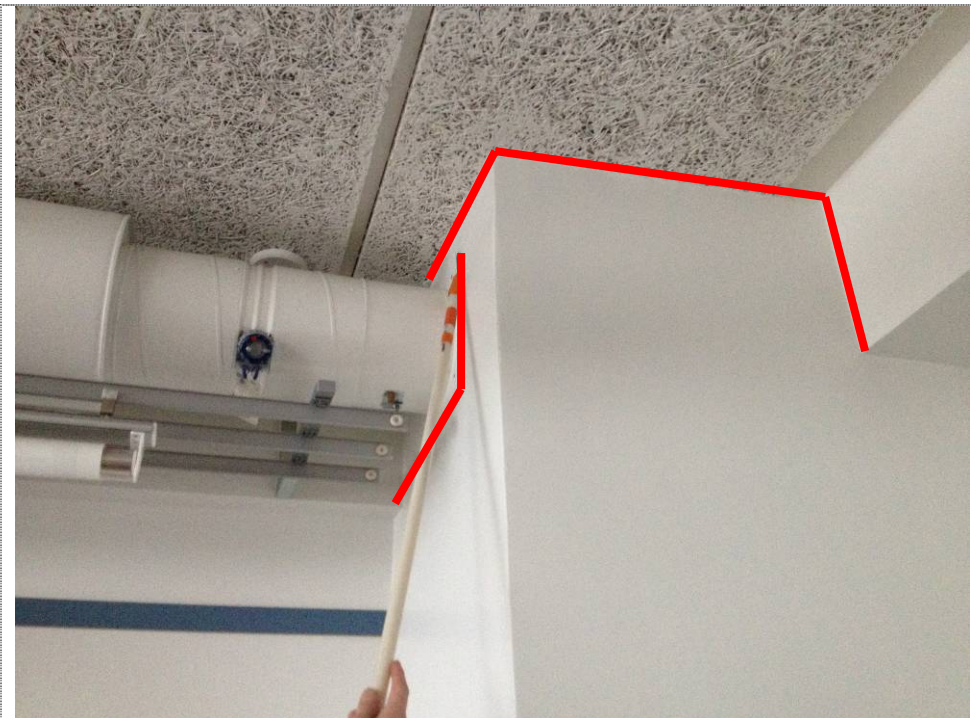
Kuva 20.: Julkisivu kotitalousluokan kohdalla. Mineraalivillalla eristetty seinärakenne punaisen viivan alapuolella.



Kuva 21.: Julkisivu iltapäiväkerhon kohdalla. Mineraalivillalla eristetty seinärakenne punaisen viivan alapuolella.



Kuva 22.: Ullakolla vanhoja kuivuneita vesijälkiä palopermannon päällä



Kuva 23.: Yläpohjan merkkiainemittaus luokka 407. Vuotokohtat merkitty punaisella. Merkittävimmät ilmavuodot hormirakenteen sisältä tilojen ollessa alipaineisia.



Kuva 24.: Kuivuneita kosteusjälkiä tulosuodatinosassa.



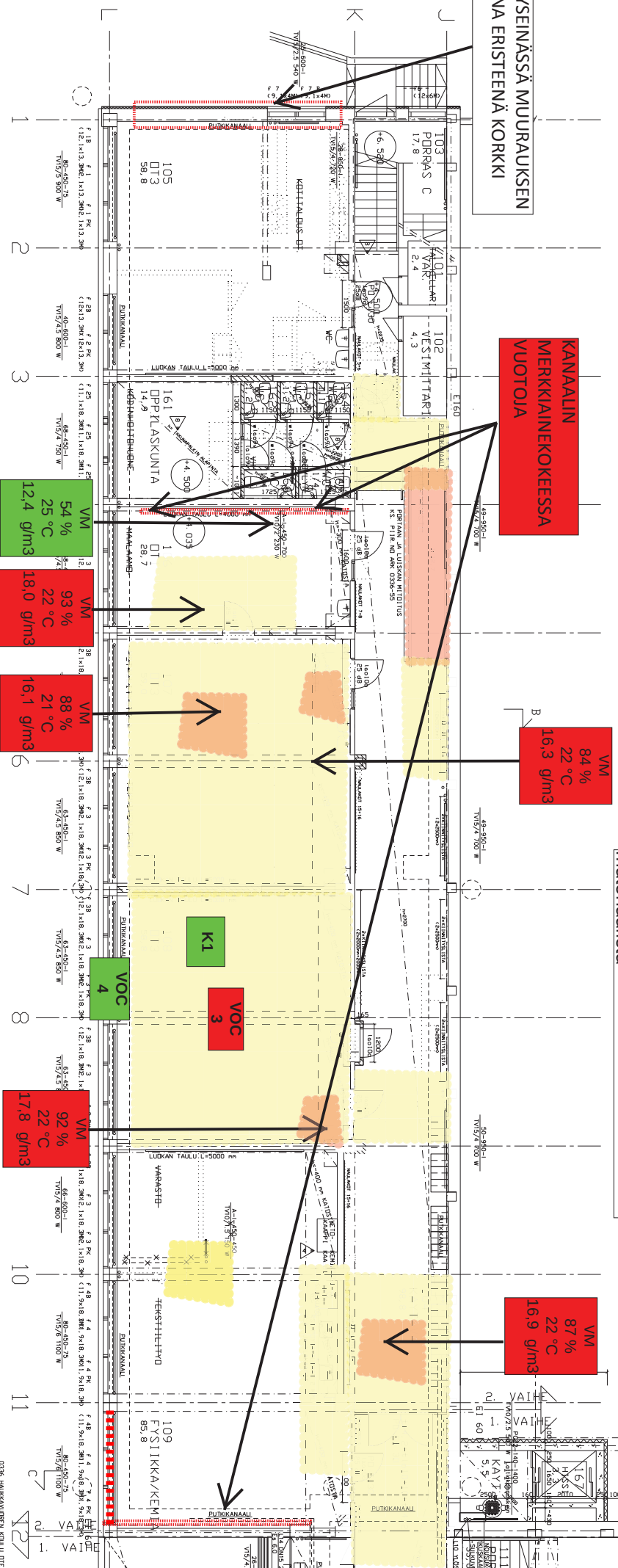
Kuva 25.: Ohivuotoja tulosuodattimelta. Systemaattisesti kaikissa koneissa.



Kuva 26.: Runsaasti yläpölyjä luokkatiloissa.

LIITE 2
1 KRS

PÄÄTYSSEINÄSSÄ MUURAUKSEN
TAKANA ERISTEENÄ KORKKI



**Pintakosteuden
ilmaimisella kosteaa**

**Pintakosteuden
ilmaisimella määkkää**

K = kultunäyteenotto keräysmaljalta
VM = viiltoimitaus, kosteusmittaus
lattapinnoitteen alta
VOC = haittavat orgaaniset yhdisteet
materiaalista

LIITE 2 1 KRS

Pintakosteuden
ilmaisimella kosteaa

Pintakosteuden
ilmaisimella määkää

K = kuittunäyteenotto keräysmaljalta
VM = viiltomittaus, kosteusmittaus
lattapinnnoitten alta
VOC = haihtuvat orgaaniset yhdisteet
materiaalista

VÄLITILASSA
POIKKEAVA HAJU

KOSTEUDEN
AIHEUTTAMIA
JÄLKÄ
VÄLISEINISSÄ

VM
91 %
23 °C
18,7 g/m³

VM
84 %
23 °C
17,3 g/m³

VM
76 %
24 °C
16,5 g/m³

VOC
5

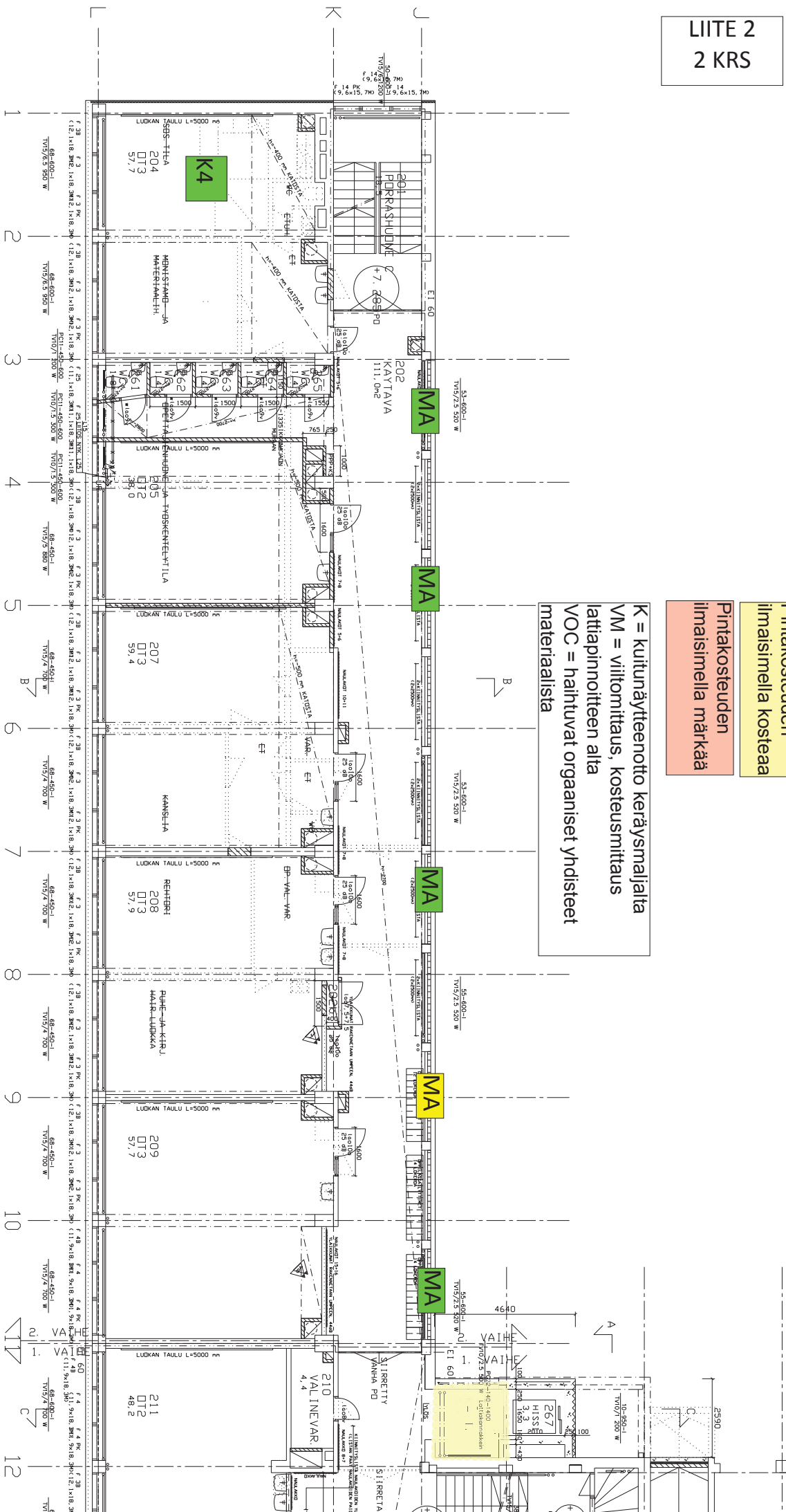
KANAALIN
MERKKIAINEKOKKEESSA
VUOTOJA

TEKSTI
109
FYSIIKKA/KEM
85,8

Pintakosteuden
ilmaisimella kosteaa

Pintakosteuden
ilmaisimella määkää

K = kuitunäytteenotto keräysmaljalta
VM = viilomittaus, kosteusmittaus
lattapinnonitteen alta
VOC = haihtuvat orgaaniset yhdisteet
materiaalista



ULKOSEINÄN MERKKIAINEKOKKEESSA VUOTOJA

LIITE 2
2 KRS

VM
77 %
18 °C
11,8 g/m³

VM
80 %
23,6 °C
17,0 g/m³

MA 1

MA 2

MA 6

MA 7

MA 8

MA 3

VOC 2

K = Kuitunäyte keräysalustalta
MA = materiaalinäytteenotto
mikrobianalyysiin
VM = viiltomittaus
VOC = materiaalinäytteenotto
VOC-analyysiin

Pintakosteudenosoittimen kostea
alue

Pintakosteudenosoittimen märkä
alue

VM
87 %
22 °C
16,9 g/m³

VM
80 %
23 °C
16,4 g/m³

MA 4

VOC 1

VM
79 %
22 °C
15,3 g/m³

MA 5

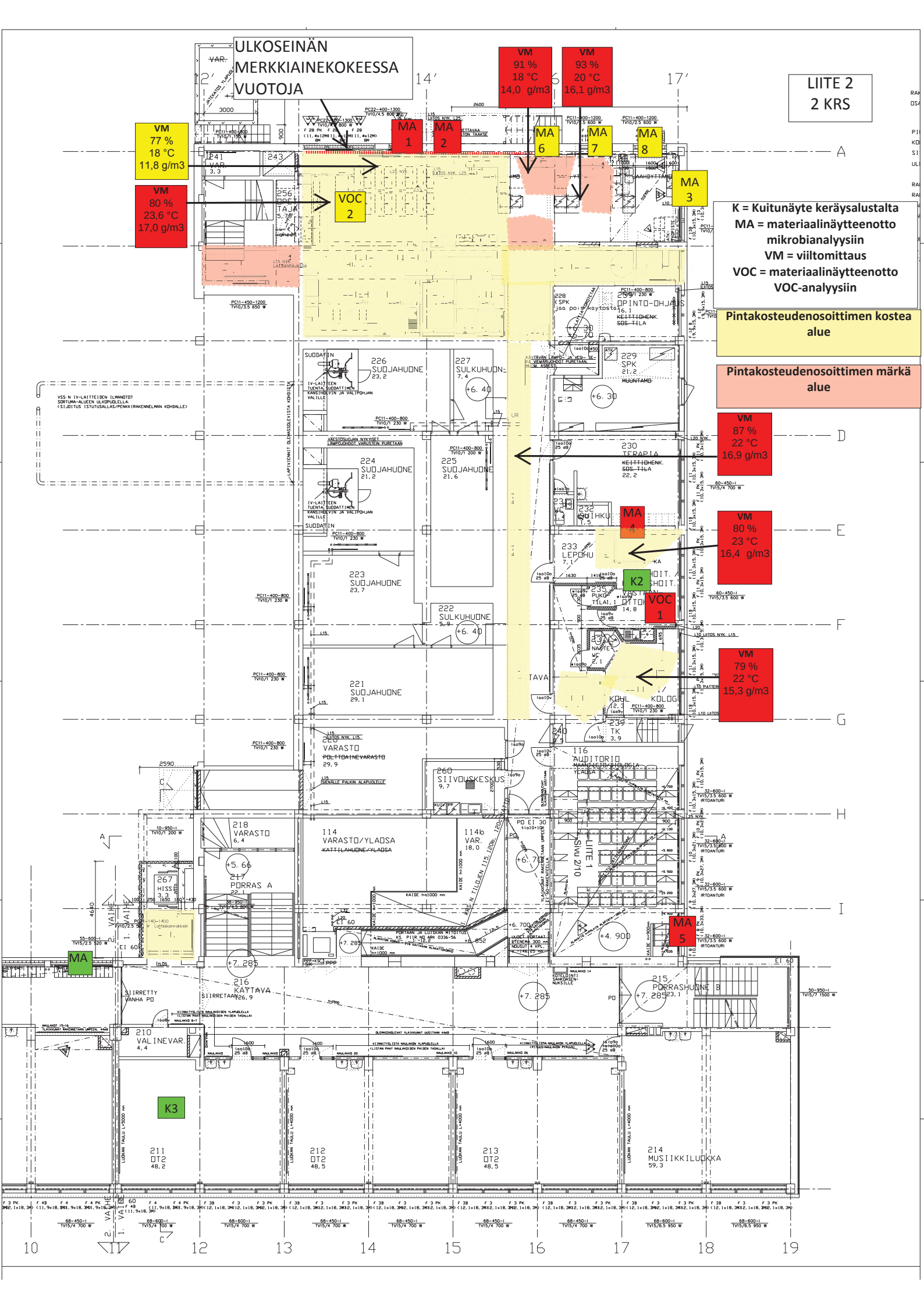
K3

211
DT2
48,2

212
DT2
48,5

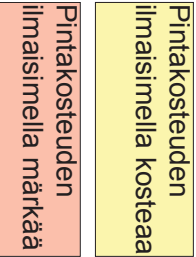
213
DT2
48,5

214
MUSIIKKILUOKKA
59,3



LIITE 2
3 KRS







Osakeyhtiö Insinööri Studio
Antti Ahola
Tornatorintie 3
48100 KOTKA**Materiaalinäytteen mikrobianalyysi**

Näytteenottaja: Antti Ahola
Näytteenottopaikka: Haukkavuoren koulu
Näytteenottopäivämäärä: 4.12.2014
Vastaanottopäivämäärä: 5.12.2014
Näytemäärä: 5 kpl

Analyyssimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (AR2304-TY-031)
 Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
 Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 cfu/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 cfu/malja), +++ = runsaasti (50-200 cfu/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 cfu/malja). Sisäinen menetelmä.
 Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

Mikrobiryhmät**Kasvatusalustat**

Mesofiiliset sienet
 Mesofiiliset sienet
 Mesofiiliset sienet
 Mesofiiliset bakteerit ja
 aktinobakteerit

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

**Kasvatus-
lämpötila****Kasvatus-
aika**

25 °C
 25 °C
 25 °C
 25 °C

7 vrk
 7 vrk
 7 vrk
 7-14 vrk

Tutkitut näytteet

1. IP kerho, US 1, ylempi, min. villa
2. IP kerho, US 1, alempi, min. villa
3. Opetuskeittiö 250, sokkelieristys, min. villa
4. Terv. hoit. huone, väliseinä, min. villa +seinälevy
5. Auditorio, US 4, sokkeli, expandoitu korkki

Tulosten tulkinta

vahva viite vauriosta
 vahva viite vauriosta
 heikko viite vauriosta

 viittaa vaurioon

 vahva viite vauriosta

Analyysitulos:

Näyte	Mesofiiliset sienet				Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit			
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		THG-agar	
1.	Yhteensä	++	Yhteensä	++	Yhteensä	+++	Yhteensä	++
	<i>Penicillium</i>	+	<i>A. penicillioides*</i>	+	<i>A. versicolor*</i>	+	Muut bakteerit	++
	<i>Phialophora*</i>	++	<i>A. versicolor*</i>	+	<i>Penicillium</i>	+	<i>Streptomyces*</i>	-
			<i>Penicillium</i>	+	<i>Phialophora*</i>	+++		
			<i>Phialophora*</i>	++				
2.	Yhteensä	+++	Yhteensä	+++	Yhteensä	+++	Yhteensä	++
	<i>A. versicolor*</i>	++	<i>A. penicillioides*</i>	+	<i>A. versicolor*</i>	++	Muut bakteerit	+
	<i>Penicillium</i>	++	<i>A. versicolor*</i>	++	<i>Penicillium</i>	++	<i>Streptomyces*</i>	++
			<i>Penicillium</i>	++	<i>Phialophora*</i>	+		
			<i>Phialophora*</i>	+				
3.	Yhteensä	+	Yhteensä	+	Yhteensä	+	Yhteensä	+
	<i>Penicillium</i>	+	<i>A. penicillioides*</i>	+(3)	<i>A. versicolor*</i>	+(2)	Muut bakteerit	+
			<i>A. versicolor*</i>	+(1)	<i>Penicillium</i>	+	<i>Streptomyces*</i>	-
			<i>Penicillium</i>	+				
4.	Yhteensä	++	Yhteensä	+	Yhteensä	+	Yhteensä	+
	<i>P. variotii*</i>	++(23)	<i>P. variotii*</i>	+(13)	<i>P. variotii*</i>	+(16)	Muut bakteerit	+
			<i>Penicillium</i>	+			<i>Streptomyces*</i>	+(3)
5.	Yhteensä	+++	Yhteensä	+++	Yhteensä	+++	Yhteensä	++
	<i>A. ustus°</i>	+	hiivat, vaalea	+	<i>P. variotii*</i>	+	Muut bakteerit	++
	<i>P. variotii*</i>	+	<i>Penicillium</i>	+++	<i>Penicillium</i>	+++	<i>Streptomyces*</i>	+
	<i>Penicillium</i>	+++						

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys -lehti 8/2005, s. 56-59), A. = Aspergillus, 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. Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Suoraviljelymenetelmän mikrobipitoisuus +++ (=runsaasti mikrobeja) ja ++++ (=erittäin runsaasti mikrobeja) vastaavat Asumisterveysohjeen ja -oppaan (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1, soveltamisopas 3. korjattu painos 2009) laimennossarjamenetelmällä viljellyn materiaalinäytteen tulkintaohjeen yli 10 000 cfu/g mikrobipitoisuutta ja + (=niukasti mikrobeja) ja ++ (=kohtalaisesti mikrobeja) vastaavat laimennossarjamenetelmän alle 10 000 cfu/g pitoisuutta, jolloin mikrobilajisto on otettava tulosta tulkittaessa huomioon.

Asiakasratkaisut


Maija Kirsi
erityisasiantuntija
Kuopio


Virpi Turunen
laboratoriomestari
Kuopio

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos



Osakeyhtiö Insinööri Studio
Kotkan toimipiste
Antti Ahola
Tornatorintie 3
48101 KOTKA



Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Ahola, Koski
Näytteenottopaikka: Haukkavuoren koulu, Kotka
Näytteenottopäivämäärä: 23.1.2015
Vastaanottopäivämäärä: 27.1.2015
Näytemäärä: 8 kpl
Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (AR2304-TY-031) Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
 Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 cfu/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 cfu/malja), +++ = runsaasti (50-200 cfu/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 cfu/malja). Sisäinen menetelmä.
 Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

Mikrobiryhmät

Mesofiiliset sienet
 Mesofiiliset sienet
 Mesofiiliset sienet
 Mesofiiliset 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

6. Opetuskeittiö, päätyseinä, min.villa
7. Opetuskeittiö, päätyseinä, min.villa
8. Opetuskeittiö, päätyseinä, min.villa
9. 2.krs, maanvastainen seinä, min.villa
10. 2.krs, maanvastainen seinä, min.villa
11. 2.krs, maanvastainen seinä, min.villa
12. 2.krs, maanvastainen seinä, min.villa
13. 2.krs, maanvastainen seinä, min.villa

Tulosten tulkinta

heikko viite vauriosta
 heikko viite vauriosta
 heikko viite vauriosta
 ei viitettä vauriosta
 heikko viite vauriosta
 ei viitettä vauriosta
 ei viitettä vauriosta
 ei viitettä vauriosta

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiilliset sienet			Mesofiilliset bakteerit ja aktinobakteerit
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar
6.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(9)
7.	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(3) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(3)
8.	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Eurotium</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Eurotium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(14)
9.	Yhteensä + hiivat, vaalea +	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
10.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. restrictus</i> * +(4)	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
11.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>A. restrictus</i> * +(2)	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
12.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Trichoderma</i> * +(1)	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
13.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, A. = Aspergillus, 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. Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Suoraviljelymenetelmän mikrobipitoisuus +++ (=runsaasti mikrobeja) ja ++++ (=erittäin runsaasti mikrobeja) vastaavat Asumisterveysohjeen ja -oppaan (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1, soveltamisopas 3. korjattu painos 2009) laimennossarjamenetelmällä viljellyn materiaalinäytteen tulkintaohjeen yli 10 000 cfu/g mikrobipitoisuutta ja + (=niukasti mikrobeja) ja ++ (=kohtalaisesti mikrobeja) vastaavat laimennossarjamenetelmän alle 10 000 cfu/g pitoisuutta, jolloin mikrobilajisto on otettava tulosta tulkittaessa huomioon.

Asiakasratkaisut



Marja Hänninen
mikrobiologi
Kuopio



Maija Kirsi
erityisasiantuntija
Kuopio

MITTAUS- JA NÄYTTEENOTTOMENETELMÄT

Yleistä

Tilat ja rakennusosat tarkastettiin aistinvaraisesti ja käytettävissä olleisiin suunnitelmiin tutustuen. Lisäksi haastateltiin tilojen käyttäjiä.

Raportissa 'terveyshaitalla' tarkoitetaan terveydensuojelulain 1§ mukaan ympäristöstä tai olosuhteista johtuvaa sairautta tai sairauden oiretta. Lain tarkoittamana terveyshaittana pidetään myös altistumista terveydelle haitalliselle aineelle tai olosuhteelle siten, että sairauden tai sen oireiden ilmeneminen on mahdollista.

Kosteuskartoitus

Rakenteiden kosteuspitoisuutta arvioitiin käyttäen pintakosteudenilmaisinta Tramex Moisture Encounter ja Tramex Moisture Encounter Plus. Havainnot tehtiin satunnaisin mittauksin.

Pintakosteusmittauksen lukemat ovat suhteellisia arvoja, eivätkä anna todellista tietoa rakenteen kosteudesta. Tulokseen vaikuttavat rakenteen pinnan epätasaisuus, kosteus, rakenteen sisällä oleva metalli sekä rakenteen epähomogeenisuus (erilaiset materiaalikerrokset). Kartoituksessa mahdollisesti havaituista kosteuden poikkeamista on mainittu raportissa.

Rakenteiden kosteusmittaus

Kosteuskartoituksen yhteydessä rakenteesta mitattiin suhteellinen kosteus ja lämpötila ns. viiltomittauksena pinnoitteen alta (Rotronic HygroLog). Mittauspaikat valittiin kosteuskartoituksen perusteella; pintakosteuden ilmaisimen osoittamat kosteimmat kohdat. Lisäksi ulkoseinän ja lattiarakenteiden eristetilasta rakenneavausten kohdalta mitattiin suhteellinen kosteus ja lämpötila lyhytkestoisena mittauksena. Mittausten perusteella voitiin arvioida rakenteen lämmöneristekerroksessa olevaa kosteuslisää.

Mikrobit rakenteissa

Rakenteiden mikrobiologista kuntoa tutkittiin materiaalinäytteiden avulla. Näytteet on analysoitu suoraviljelymenetelmällä ja analysoinnista vastasi Työterveyslaitos.

Rakenneavaukset

Rakenteita ja niiden kuntoa tutkittiin avaamalla rakenteita sisäpuolelta ja ulkopuolelta käsin. Lisäksi rakenteisiin porattiin pienempiä reikiä, joiden kautta rakennetta selvitettiin endoskoopin avulla.

Merkkiainemittaukset

Rakenteiden tiiveyttä ja rakenteissa olevia vuotoilmareittejä selvitettiin merkkiainemenetelmällä. Merkkiaineena käytettyä typpi-vety -seoskaasua laskettiin rakenteiden eristilaan pienellä tilavuusvirralla, jotta rakenne ei muodostuisi paineelliseksi. Sisätiloissa rakenteen epäjatkuvuuskohtia tutkittiin vetypitoisuutta suoraan osoittavalla mittalaitteella (Inficon Sensistor XRS9012 vetyvuodonilmaisim). Mittausten aikana rakennuksen ilmanvaihto toimi normaalitilassa.

Ilmanvaihtoselvitys

Ilmanvaihdon toimintaa arvioitiin aistinvaraisesti, koneita ja kanavia avaamalla sekä tutustumalla ilmanvaihtosuunnitelmiin. Lisäksi mitattiin ilmavirtoja ja paine-eroja huonekohtaisesti mikromanometrillä Swema 3000 ja TSI Velocicalc Plus.

Mikrobit ilmanvaihtojärjestelmästä pölystä

Sisäilman mikrobipitoisuutta arvioitiin lisäksi pintanäytteiden avulla. Näytteet kerättiin ilmanvaihtojärjestelmästä ja pinnoilta semikvantitatiiviseen analyysiin suoraviljelynä.

Kuidut sisäympäristössä

Teollisten mineraalikuitujen esiintymistä sisätiloissa selvitettiin ottamalla pintanäytteitä geeliteipille pölystä, jonka laskeuma-aika pinnalle oli 14 vuorokautta. Laboratoriossa näytteestä laskettiin yli 20 µm pituiset teolliset mineraalikuidut valomikroskoopin avulla. Analysoinnista vastasi Työterveyslaitos.

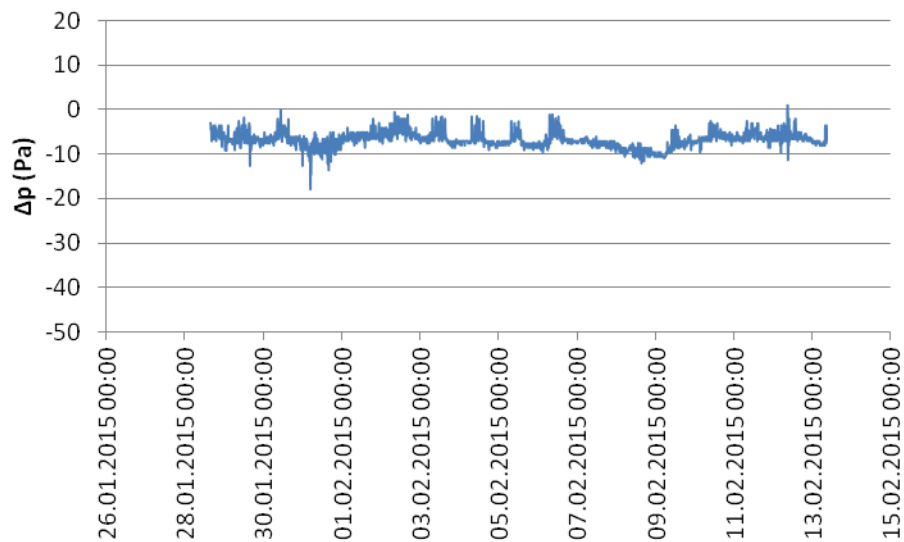
Sisäilman olosuhteet

Sisäilman olosuhteita, lämpötilaa, suhteellista kosteutta, hiilidioksidipitoisuutta ja paine-eroja ulkoilmaan nähden arvioitiin sekä aistinvaraisesti että yhtäjaksoisilla seurantamittauksilla (Tinytag-loggerit) ja haastattelemalla rakennuksen käyttäjiä.

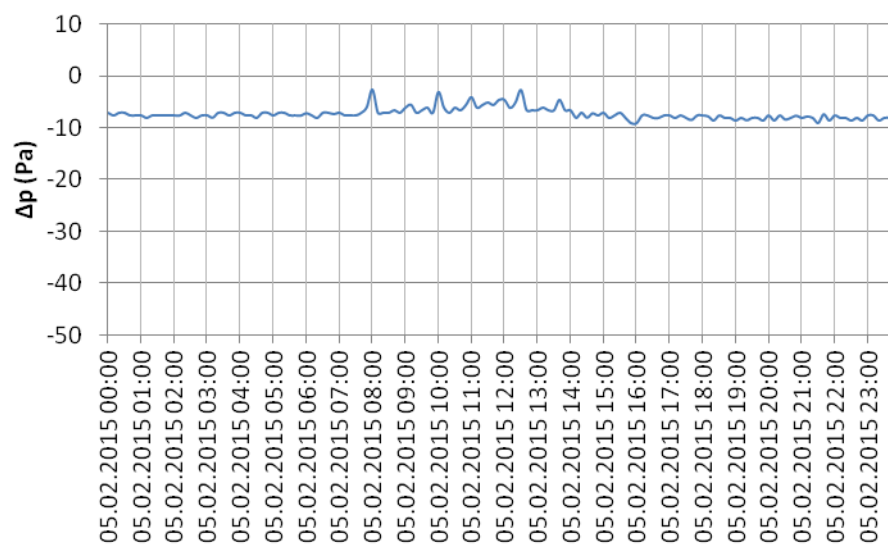
Mikrobit sisäilmasta

Ilmanäytteenotossa käytettiin Andersen-keräintä (6-vaiheimpaktori) ja kasvatusalustoja. Mitattavissa tiloissa vältettiin turhaa oleskelua mittausten aikana. Ilmanäytteiden mikrobianalyysi on tehty Työterveyslaitoksella.

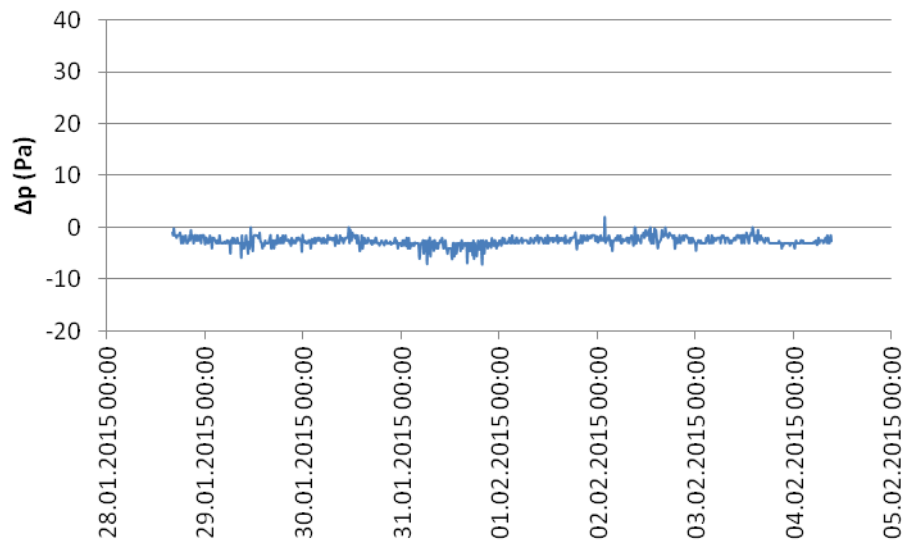
**Esikoulu, h. 108, paine-erovaihtelut ulkoilmaan
nähdn 28.1.- 13.2.2015**



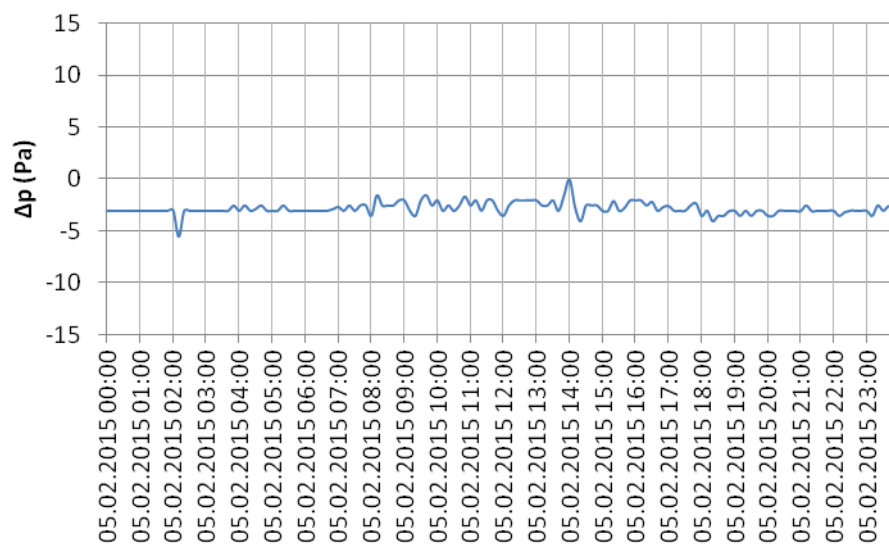
**Esikoulu, h. 108, paine-erovaihtelut ulkoilmaan
nähdn to 5.2.2015**



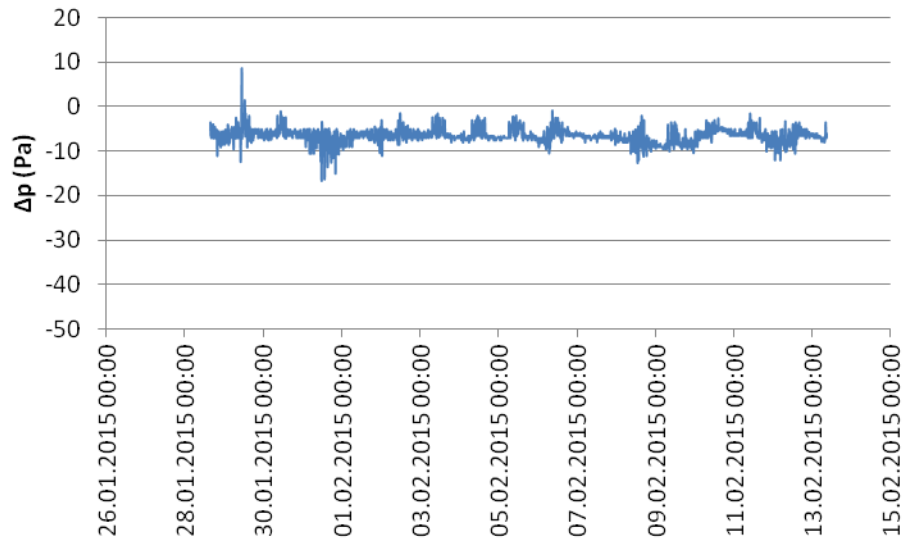
Luokka 211, paine-erovaihtelut ulkoilmaan nähden 28.1.-13.2.2015



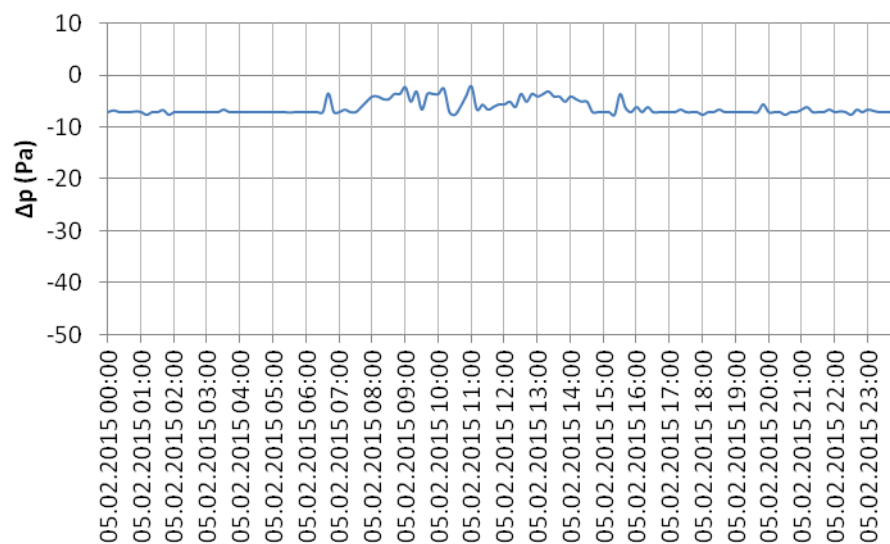
Luokka 211, paine-erovaihtelut ulkoilmaan nähden to 5.2.2015



Terveydenhoitajan huone 234, paine-erovaihtelut ulkoilmaan nähden 28.1.- 13.2.2015



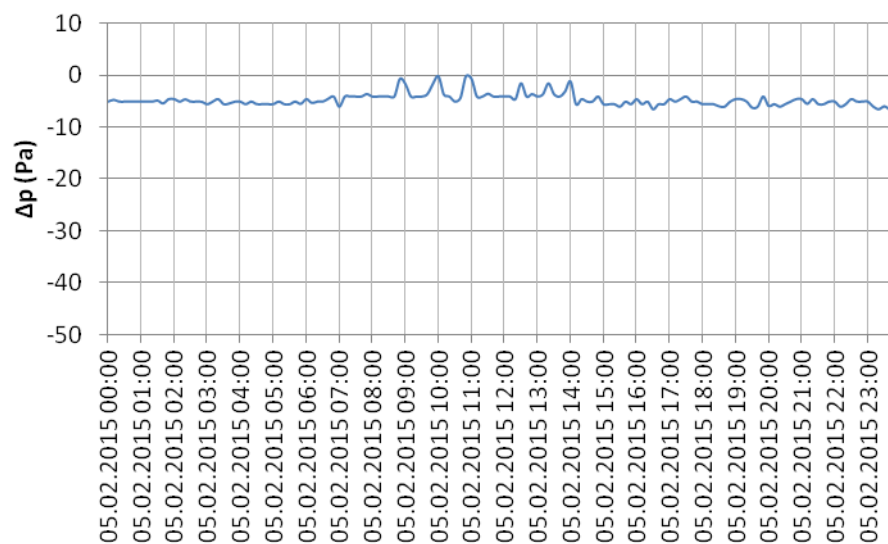
Terveydenhoitajan huone 234, paine-erovaihtelut ulkoilmaan nähden to 5.2.2015



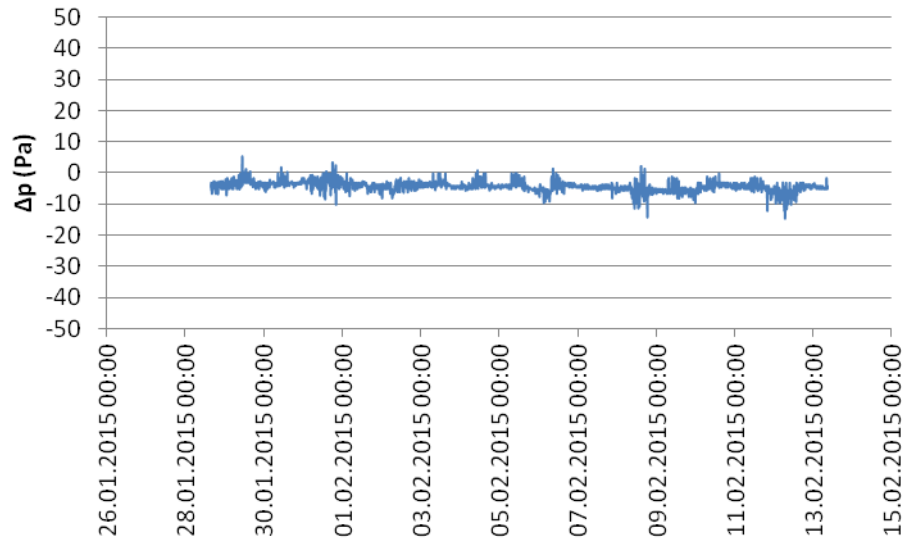
Kotitalousluokka 251, paine-erovaihtelut ulkoilmaan nähden 28.1.- 13.2.2015



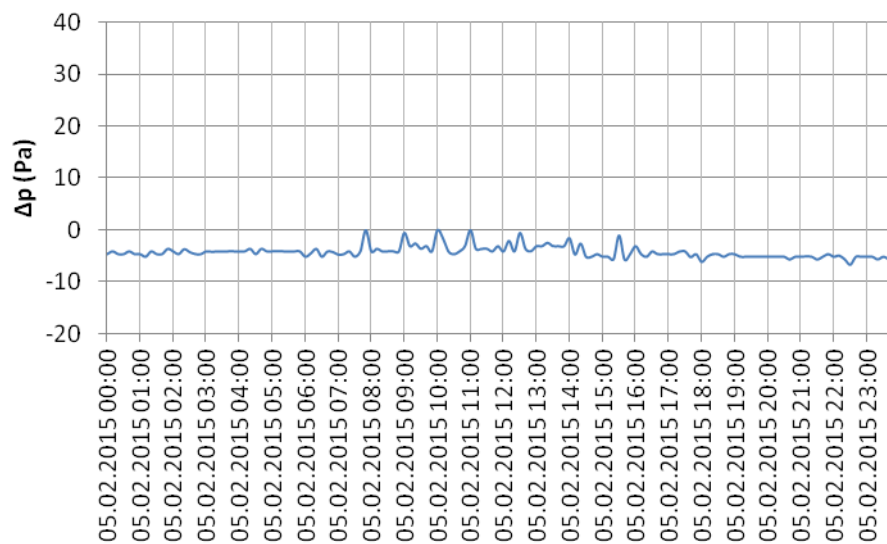
Kotitalousluokka 251, paine-erovaihtelut ulkoilmaan nähden to 5.2.2015

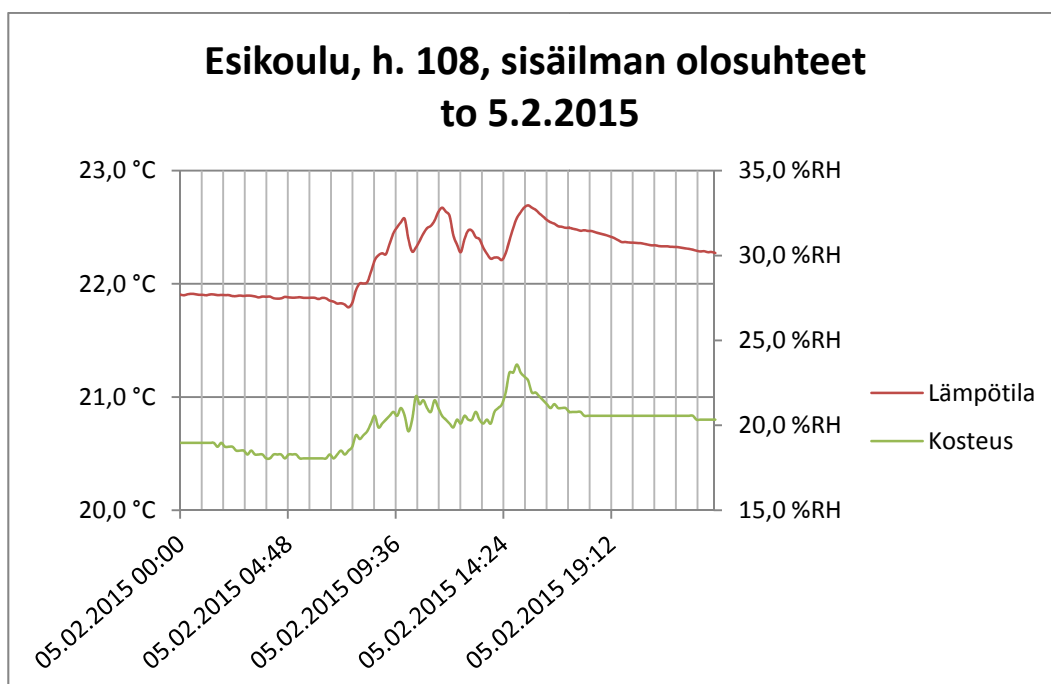
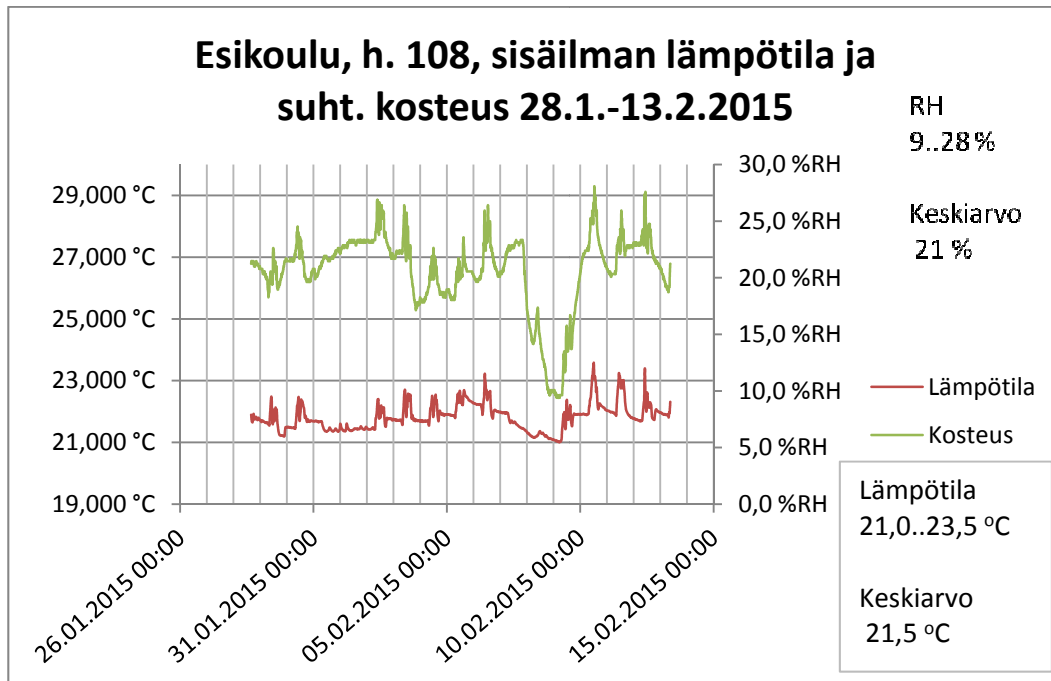


**Ruokasali, paine-erovaihtelut ulkoilmaan nähden
28.1.- 13.2.2015**

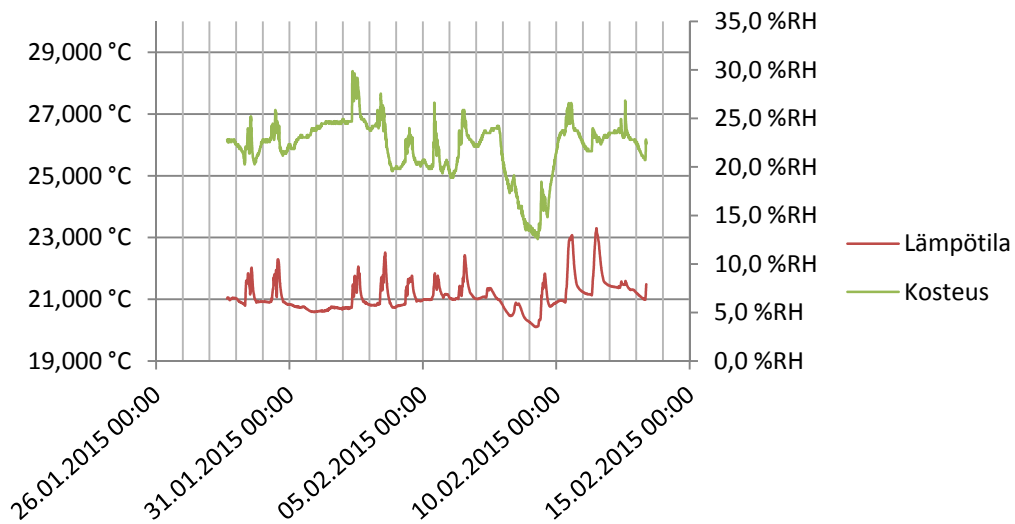


**Ruokasali, paine-erovaihtelut ulkoilmaan nähden
to 5.2.2015**

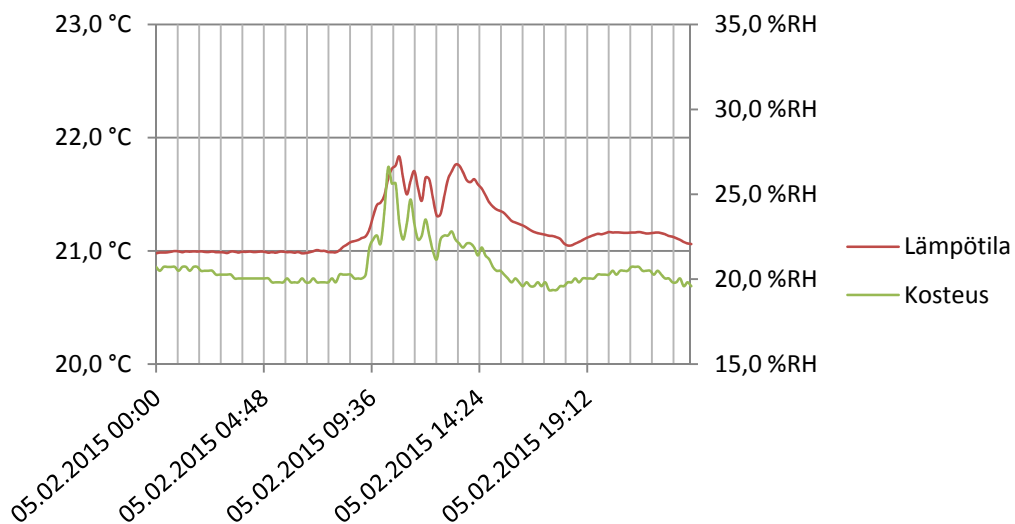




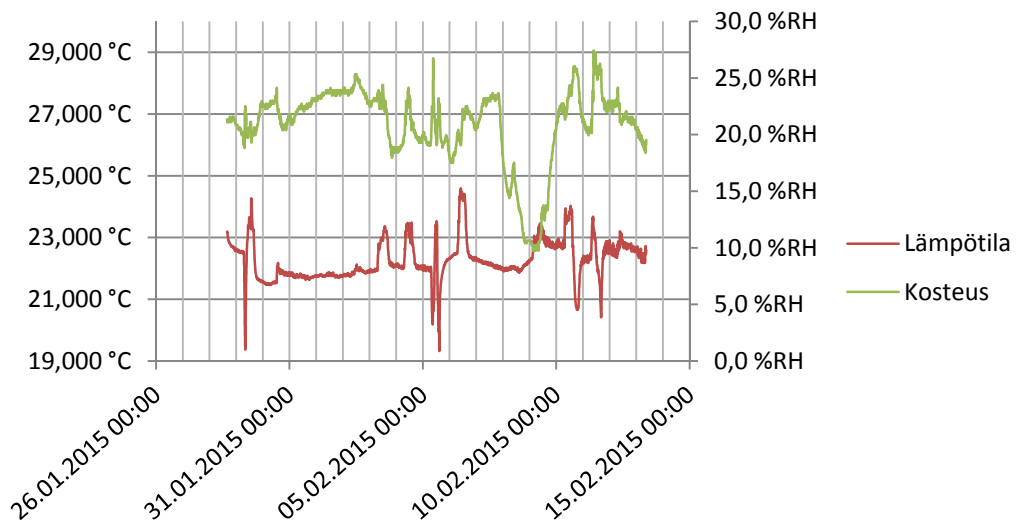
Lk 211, sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus 28.1.-13.2.2015



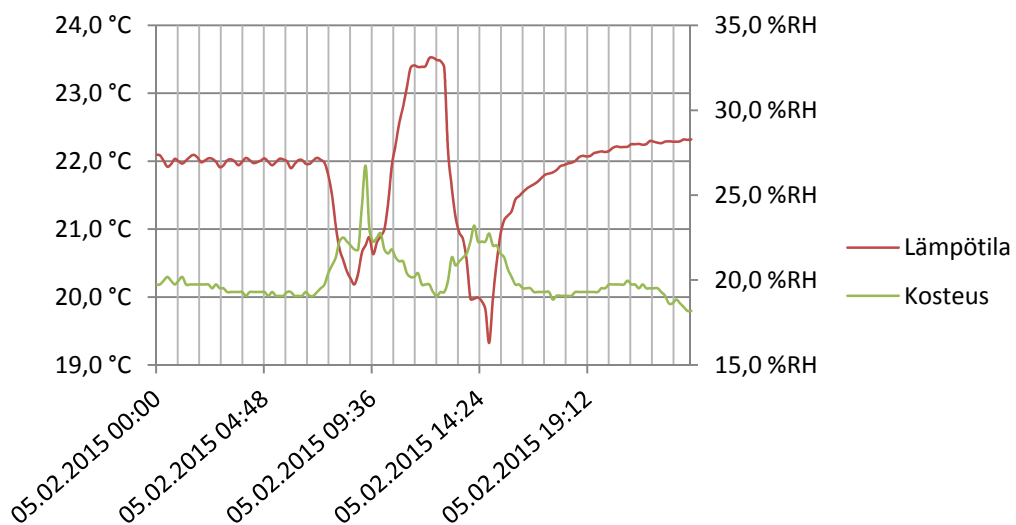
Lk 211, sisäilman olosuhteet to 5.2.2015



Terveydenhoitajan huone 234, lämpötila ja suht. kosteus 28.1.-13.2.2015



Terveydenhoitajan huone 234, lämpötila ja suht. kosteus to 5.2.2015





ANALYYSIVASTAUS 65
18.2.2015

Oy Insinööri Studio
Johanna Lampinen
Tornatorintie 3
48100 Kotka

Näytteet Haukkavuoren koulu 13.2.2015

Olemme laskeneet geeliteippiin keräämienne mineraalivillakuitujen (MMMF) pitoisuudet stereomikroskooppisesti.

Analyytitulokset

teippi nro	mittauspiste	MMMF pitoisuus yli 20 µm:n kuitua/cm ²
1	Esikoulu	0,2
2	Terveystieteiden huone	0,1
3	Lk 211	0,2
4	Lk 204	0,1
5	Ruokasalin kirjasto	0,2
6	Liikuntasali	0,4

Kuitujen lukumäärälle pinnoilla ei ole virallisia ohjearvoja. Yleinen suositus ohjearvoksi kuitutiheydelle kahden viikon pöylaskeumassa on 0,2 kuitua/cm². Ohjearvon ylittävissä pitoisuuksissa on suositeltavaa selvittää kuitulähteet ja mahdollisuudet kuitupitoisuuksien vähentämiseen.

Tarja Seppänen
Laboratoriomestari
Tarjan asbesti- ja kuitulaboratorio Oy



Osakeyhtiö Insinööri Studio
Kotkan toimipiste
Johanna Lampinen
Tornatorintie 3
48100 KOTKA

Pintanäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Johanna Lampinen
Näytteenottopaikka: Haukkavuoren koulu, Kotka
Näytteenottopäivämäärä: 13.2.2015
Vastaanottopäivämäärä: 17.2.2015
Näytemäärä: 9 kpl
Analyysimenetelmä: Pyyhintänäytteen mikrobiologinen analysointi (AR2304-TY-033)
 Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
 Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 cfu/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 cfu/malja), +++ = runsaasti (50-200 cfu/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 cfu/malja).
 Näyte on otettu 100 cm²:n pinta-alalta.

Mikrobiryhmät**Kasvatusalustat**

		<u>Kasvatus- lämpötila</u>	<u>Kasvatus- aika</u>
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

Tutkitut näytteet

1. Esikoulu, poistoilmaventtiili
2. Terveystoimittajan huone, poistoilmaventtiili
3. Luokka 211, seinä + poistoilmaventtiili
4. Liikuntasali, seinä
5. TK1, suodattimen jälkeen
6. TK2, suodattimen jälkeen
7. TK3, suodattimen jälkeen
8. TK4, suodattimen jälkeen
9. TK4, raitisilmakammio

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit		
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar		
1.	Yhteensä +++ <i>A. flavus</i> ^o + <i>A. fumigatus</i> * + <i>A. sydowii</i> * + <i>A. versicolor</i> * + <i>Alternaria</i> + <i>Cladosporium</i> ++ hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> + steriilit + <i>Verticicladium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. ochraceus</i> * + <i>A. versicolor</i> * + <i>Aureobasidium</i> ^o + <i>Botrytis</i> ^o + <i>Cladosporium</i> ++ <i>Eurotium</i> * + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> + <i>Rhizopus</i> ^o + steriilit + <i>Verticicladium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. niger</i> ^o + <i>A. sydowii</i> * + <i>A. versicolor</i> * + <i>Alternaria</i> + <i>Aureobasidium</i> ^o ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Humicola</i> + <i>Penicillium</i> + <i>Rhizopus</i> ^o + steriilit +	Yhteensä ++++ Muut bakteerit ++++ <i>Streptomyces</i> * -		
2.	Yhteensä +++ <i>Alternaria</i> + <i>Cladosporium</i> + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +++ steriilit +	Yhteensä +++ <i>Chaetomium</i> * + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> + steriilit ++	Yhteensä +++ <i>Chaetomium</i> * + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä +++ Muut bakteerit +++ <i>Streptomyces</i> * ++		
3.	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + steriilit +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
4.	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Aureobasidium</i> ^o +(1)	Yhteensä ++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * -		
5.	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
6.	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Geomyces</i> * +(1) <i>Penicillium</i> + steriilit +	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> + steriilit +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
7.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Aureobasidium</i> ^o +(1)	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -		
8.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä + steriilit +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit		
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar		
9.	Yhteensä + + + +	Yhteensä + +	Yhteensä + + +	Yhteensä +		
	<i>A. fumigatus</i> * +	<i>Absidia</i> ° +	<i>Aureobasidium</i> ° + +	Muut bakteerit +		
	<i>Absidia</i> ° +	<i>Alternaria</i> +	<i>Cladosporium</i> +	<i>Streptomyces</i> * -		
	<i>Acrodonium</i> +	<i>Aureobasidium</i> ° +	hiivat, punainen° +			
	<i>Aureobasidium</i> ° + +	<i>Cladosporium</i> +	hiivat, vaalea + +			
	hiivat, vaalea + + + +	<i>Eurotium</i> * +	<i>Penicillium</i> +			
	<i>Penicillium</i> +	hiivat, vaalea +	<i>Sphaeropsidales</i> * +			
	<i>Sphaeropsidales</i> * +	<i>Penicillium</i> +				
		steriilit +				

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys -lehti 8/2005, s. 56-59), A. = Aspergillus, Streptomyces = aktinobakteeri (sädesieni), pesäkemäärä ilmoitettu suluissa

Asiakasratkaisut



Marja Hänninen
mikrobiologi
Kuopio



Maija Kirsi
erityisasiantuntija
Kuopio

KOHDE:	Haukkavuoren koulu	TYÖ n:o :	T14057	MITTAAJA:	JLA, TM
		Pvm:	16.2.2015	MITTALAITE:	Swema 3000

Huone n:o tai tila	TULO								
	Mittaus- kohde	Koko	dp (Pa)	ES	k	Vaadittu (l/s)	Mitattu (l/s)	Poikkeama ± %	Sallittu Poikkeama ± %
TK/PK2									
105 musiikkilk	ROL	315/90-2	22,0		41,7	180	196	9	20
	PRA	250	21,0	6	52,8	180	241	34	20
108 esikoulu	ROL	315/90-3	25		41,7	180	209	16	20
	PRA	250	31	5	35,8	180	199	11	20
204 luokka	ROL	315/90-2	35		41,7	180	247	37	20
	PRA	250	15	6	52,8	180	204	13	20
208 luokka	ROL	315/90-3	21		41,7	180	191	6	20
	PRA	250	17	6	52,8	180	218	21	20
303 luokka	ROL	315/90-3	25		41,7	180	209	16	20
403 luokka	ROL	315/90-3	23		41,7	180	200	11	20

POISTO								
Mittaus- kohde	Koko	dp (Pa)	ES	k	Vaadittu (l/s)	Mitattu (l/s)	Poikkeama ± %	Sallittu Poikkeama ± %
URH	200	48	24	6,736	45	47	4	20
URH	200	50	23	6,522	45	46	2	20
URH	200	56	21	6,094	45	46	2	20
URH	200	76	17	5,166	45	45	0	20
URH	200	95	16	4,928	45	48	7	20
URH	200	95	17	5,166	45	50	11	20
URH	200	109	15	4,690	45	49	9	20
URH	200	112	15	4,690	45	50	11	20
URH	200	42	25	6,95	45	45	0	20
URH	200	41	25	6,95	45	45	0	20
URH	200	51	20	5,88	45	42	-7	20
URH	200	61	18	5,404	45	42	-7	20
URH	200	40	24	6,736	45	43	-4	20
URH	200	42	24	6,736	45	44	-2	20
URH	200	48	22	6,308	45	44	-2	20
URH	200	55	18	5,404	45	40	-11	20
URH	200	59	19	5,642	45	43	-4	20
URH	200	55	21	6,094	45	45	0	20
URH	200	48	24	6,736	45	47	4	20
URH	200	47	24	6,736	45	46	2	20
URH	200	64	20	5,88	45	47	4	20

INSINÖÖRI STUDIO OSAKEYHTIÖ			TORNATORINTIE 3 48100 KOTKA Puh. (05) 2255 500		MITTAUSPÖYTÄKIRJA ILMANVAIHTOVERKOSTO				LIITE 9	
KOHDE:	Haukkavuoren koulu			TYÖ n:o :		T14057		MITTAAJA:	JLA, TM	
				Pvm:		16.2.2015		MITTALAITE:	Swema 3000	

Huone n:o tai tila	TULO								
	Mittaus- kohde	Koko	dp	ES	k	Vaadittu	Mitattu	Poikkeama	Sallittu Poikkeama
			(Pa)			(l/s)	(l/s)	± %	± %
	PRA	250	68	4,5	30,1	180	248	38	20
405 luokka	ROL	315/90-3	21		41,7	180	191	6	20
Kokonaisilmam.	Kanava	800				3015	2892	-4	10
TK/PK3									
109 luokka	ROL	315/90-3	27		41,7	192	217	13	20
	PRA	250	22	5,5	42,9	192	201	5	20
120 kuvis	ROL	250/90-2	23		31,3	130	150	15	20
	PRA	250	65	3	18,9	130	152	17	20
211 luokka	ROL	200/90-3	21		25,2	96	115	20	20
	PRA	200	135	2	8,8	96	102	6	20

POISTO								
Mittaus- kohde	Koko	dp	ES	k	Vaadittu	Mitattu	Poikkeama	Sallittu Poikkeama
		(Pa)			(l/s)	(l/s)	± %	± %
URH	200	56	21	6,094	45	46	2	20
URH	200	48	24	6,736	45	47	4	20
URH	200	50	24	6,736	45	48	7	20
URH	200	49	21	6,094	45	43	-4	20
URH	200	51	19	5,642	45	40	-11	20
URH	200	43	25	6,95	45	46	2	20
URH	200	42	25	6,95	45	45	0	20
Kanava	800				2745	2542	-7	10
URH	200	35	25	6,95	38	41	8	20
URH	200	40	24	6,736	38	43	13	20
KSO	200	47	21	7,720	38	53	39	20
URH	200	54	20	5,88	38	43	13	20
URH	200	56	18	5,404	37	40	8	20
URH	200	57	19	5,642	37	43	16	20
URH	200	63	17	5,166	36	41	14	20
PRA	200	78	3,5	13,1	110	116	5	20
URH	160	42	15	5,12	32	33	3	20
URH	160	44	15	5,12	32	34	6	20
URH	160	53	15	5,12	32	37	16	20

KOHDE:	Haukkavuoren koulu	TYÖ n:o :	T14057	MITTAAJA:	JLA, TM
		Pvm:	16.2.2015	MITTALAITE:	Swema 3000

Huone n:o tai tila	TUULO								
	Mittaus- kohde	Koko	dp (Pa)	ES	k	Vaadittu (l/s)	Mitattu (l/s)	Poikkeama ± %	Sallittu Poikkeama ± %
315 rehtori	TKB	125	6,6		10,1	35	26	-26	20
317 luokka	ROL	315/90-3	34,0		41,7	192	243	27	20
407 luokka	PRA	125	120	4	5,9	180	65	-64	20
411 luokka	ROL	315/90-2	22		41,7	192	196	2	20
Kokonaisilmam.	Kanava	400					936		
	Kanava	500					1382		
	Kanava	250					317		
	PRA	400	210	3,5	45,5		659		
				Yht.		2990	3294	10	10
TK/PK4									
230 terapia	kanava	125				35	35	0	20
231 terapian wc									

POISTO								
Mittaus- kohde	Koko	dp (Pa)	ES	k	Vaadittu (l/s)	Mitattu (l/s)	Poikkeama ± %	Sallittu Poikkeama ± %
URH	125	4	10	3,247	15	6	-60	20
URH	125	4	10	3,247	20	6	-70	20
URH	200	105	18	5,404	48	55	15	20
URH	200	95	18	5,404	48	53	10	20
URH	200	82	20	5,88	48	53	10	20
URH	200	80	19	5,642	48	50	4	20
URH	200	66	19	5,642	45	46	2	20
URH	200	53	21	6,094	45	44	-2	20
URH	200	48	24	6,736	45	47	4	20
URH	200	44	24	6,736	45	45	0	20
URH	200	93	18	5,404	48	52	8	20
URH	200	87	18	5,404	48	50	4	20
URH	200	75	20	5,88	48	51	6	20
URH	200	76	20	5,88	48	51	6	20
Kanava	400					880		
Kanava	500					1126		
PRA	315	20	6	120,2		538		
			Yht.		2490	2544	2	10
URH	100	40	8	2,033	20	13	-35	20

KOHDE:	Haukkavuoren koulu	TYÖ n:o :	T14057	MITTAAJA:	JLA, TM
		Pvm:	16.2.2015	MITTALAITE:	Swema 3000

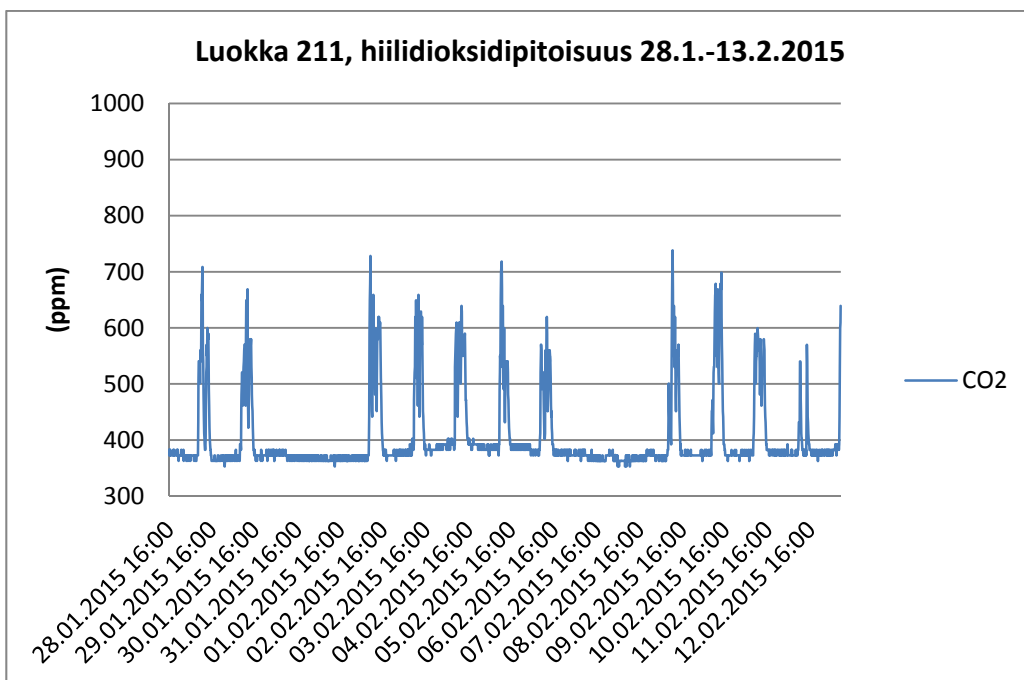
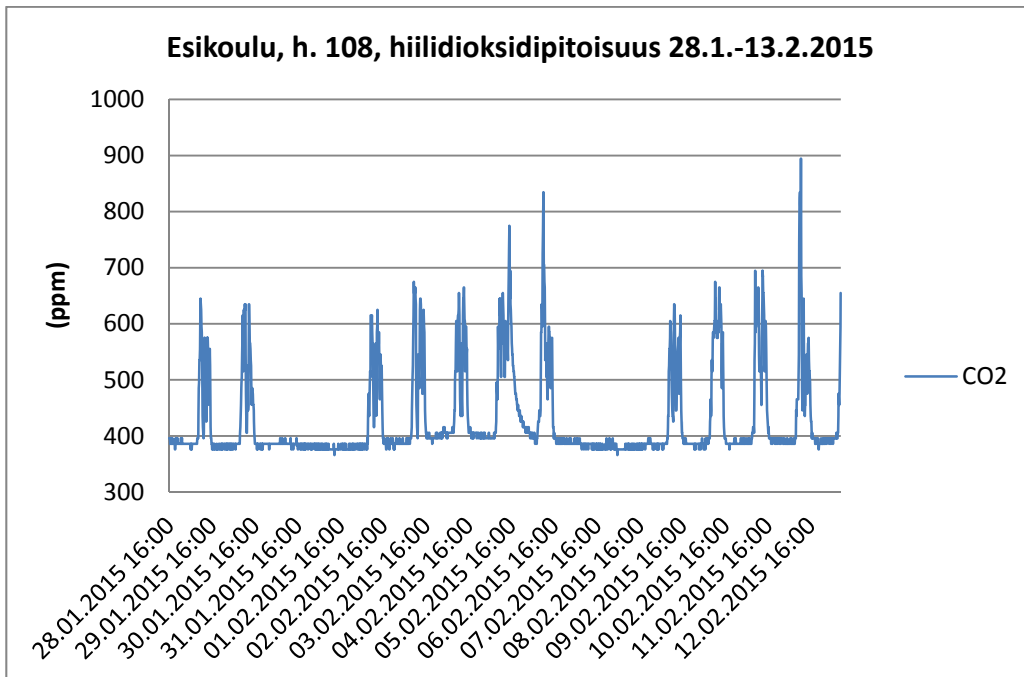
Huone n:o tai tila	TULO									POISTO								
	Mittaus- kohde	Koko	dp (Pa)	ES	k	Vaadittu (l/s)	Mitattu (l/s)	Poikkeama ± %	Sallittu Poikkeama ± %	Mittaus- kohde	Koko	dp (Pa)	ES	k	Vaadittu (l/s)	Mitattu (l/s)	Poikkeama ± %	Sallittu Poikkeama ± %
232 terapian su										URH	100	53	7	1,957	15	14	-7	20
													Yht.		35	27	-23	20
233 lepohuone	ULA	100	39	5	2,51	10	16	60	20	URH	100	-	-	-	10	-	-	20
234 terv.hoitaja	kanava	125				30	26	-13	20	URH	125	64	15	3,77	30	30	0	20
235 pukutilat										URH	100	44	-10	0,763	5	5	0	20
360 tekstiilityö	PRA	200	11,5	6	29	103	98	-5	20	URH	160	31	14	4,97	32	28	-13	20
										URH	160	28	18	5,58	32	30	-6	20
										URH	160	32	18	5,58	32	32	0	20
													Yht.		96	90	-6	20
361 kangasvar.										URH	125	40	-8	1,323	7	8	14	20
362 kangaspuut	ULA	125	18	17	8,07	25	34	36	20	URH	125	52	12	3,46	25	25	0	20
Kokonaisilmam.	Kanava	500					1241			PRA	400	107	4,5	70,5		729		
	Kanava	500					1024			PRA	315	98	4,5	61,5		609		
	PRA	400	195	3	36		503			Kanava	400					745		
				Yht.		3115	2768	-11	10				Yht.		1810	2083	15	10

ei mitattu

HUOM ! Varasto 101: voimakas maakellarin haju. Varasto 102: maalin haju, tilassa maalipurkkeja. Luokka 109: ilmanvaihto pumppaa.

Luokka 303: Katon akustolevyinä Toja. Luokka 317: Katon akustolevyinä Tojaa. Runsaat yläpölyt.

Ilmanvaihtokoneiden poistusuodattimena EU-7, joka on melko tiukka ko kohteeseen.



ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 301076

05.02.2015

Osakeyhtiö Insinööri Studio
Kotkan toimipiste
Antti Ahola
Tornatorintie 3
48100 KOTKA

**VOC-analyysi ilmanäytteestä**

Asiakasviite:	T14057
Analyysin kuvaus:	VOC-yhdisteiden bulk-emissio mikrokammioilla
Tulopvm.:	27.01.2015
Käsittelijä(t):	Kim Kuusisto, Jekaterina Schwartz

Analysointimenetelmä

Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammioilaitteella Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ CTE.

Materiaalinäytettä punnittiin kammioon, jonka kautta johdettiin puhdasta ilmaa Tenax-putkeen. Tenax-putkeen adsorboituneet emissiotuotteet analysoitiin 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 mukaanlukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Tulokset on ilmoitettu pitoisuutena näytegrammaa kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tällä menetelmällä tehty materiaalianalyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä koeolosuhteissa.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 301076

05.02.2015

CK15-00241-1

Näyte/keräin: K201

Mittauspaikka:

Haukkavuoren koulu, Kotka

Mittauskohde:

terveydenhoitaja, P: 6,04g

Analysointipvm.:

040215/KKU

Ilmamäärä:

4,52 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
C9-alkoholit**	610	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	9	µg/m ³ g
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-Fenoksietanoli	13	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	630	µg/m ³ g

CK15-00241-2

Näyte/keräin: K308

Mittauspaikka:

Haukkavuoren koulu, Kotka

Mittauskohde:

IP-kerho, P: 5,16g

Analysointipvm.:

040215/KKU

Ilmamäärä:

4,42 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	2	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	13	µg/m ³ g
C9-alkoholit**	46	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	28	µg/m ³ g
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-Butoksietanoli 1)	350	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	1	µg/m ³ g
Heksanaali	2	µg/m ³ g
KETONIT		
Sykloheksanoni	4	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	550	µg/m ³ g

- 1) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 301076

05.02.2015

CK15-00241-3

Näyte/keräin: U225

Mittauspaikka:

Haukkavuoren koulu, Kotka

Mittauskohde:

Luokka 108, TRAMEX kelt/pun, P: 4,68g

Analysointipvm.:

040215/KKU

Ilmamäärä:

4,76 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	2	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
Bentsyylialkoholi	2	µg/m ³ g
1-Butanoli	18	µg/m ³ g
C9-alkoholit**	980	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli 1)	320	µg/m ³ g
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
1-Metoksi-2-propanoli	2	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetofenoni	1	µg/m ³ g
3-Heptanoni**	4	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	1600	µg/m ³ g

1) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibroitalueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.

CK15-00241-4

Näyte/keräin: U414

Mittauspaikka:

Haukkavuoren koulu, Kotka

Mittauskohde:

Luokka 108, TRAMEX vihr, P: 5,0g

Analysointipvm.:

040215/KKU

Ilmamäärä:

4,77 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
C9-alkoholit**	47	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli	8	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	60	µg/m ³ g

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 301076

05.02.2015

CK15-00241-5

Näyte/keräin: U162

Mittauspaikka:

Haukkavuoren koulu, Kotka

Mittauskohde:

kuvaamataito, TRAMEX kelt/pun, P: 5,46g

Analysointipvm.:

040215/KKU

Ilmamäärä:

4,86 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	1	µg/m ³ g
C9-alkoholit**	1600	µg/m ³ g
2-Etyyli-1-heksanoli 1)	95	µg/m ³ g
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-Fenoksietanoli	6	µg/m ³ g
KETONIT		
Asetofenoni	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	1800	µg/m ³ g

- 1) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 301076

05.02.2015

Tulosten tarkastelu

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.

Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

Bulk-emissioiden viitearvot eri materiaalityypeille:

1) PVC, jossa pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)

- TVOC 200 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 70 µg/m³g

2) PVC, jossa pehmittimenä DINCH (di-isononyyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)

- TVOC 500¹ µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 50 µg/m³g

- C9-alkoholit 320¹ µg/m³g

3) Tasoitteet ja betoni

- TVOC 50 µg/m³g

- 2-Etyyli-1-heksanoli 40 µg/m³g

4) Linoleum

- TVOC 650 µg/m³g

- Propanihappo 100 µg/m³g

¹ viitearvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden perusteella emissiotasot kasvavat ajan funktiona

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 301076

05.02.2015

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

Työympäristön kehittämispalvelut



Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki



Kim Kuusisto
laboratorioanalyttikko
Helsinki

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



Työterveyslaitos

Analyysivastaus
304493
MB15-00670
20.3.2015

1 (3)

Osakeyhtiö Insinööri Studio
Kotkan toimipiste
Henna Rämä
Tornatorintie 3
48100 KOTKA



FINAS
Finnish Accreditation Service
T013 (EN ISO/IEC 17025)

Ilmanäytteen mikrobialalyysi

Näytteenottaja: H. Rämä, J. Lampinen
Näytteenottopaikka: Haukkavuoren koulu, Kotka
Näytteenottopäivämäärä: 5.3.2015
Vastaanottopäivämäärä: 6.3.2015
Näytemäärä: 10 kpl

Analyysimenetelmä: Impaktorilla kerätyn ilmanäytteen mikrobiologinen analysointi (AR2304-TY-035)
Kasvatusmenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä yksikössä cfu/m³ (cfu = colony forming unit = pesäkettä muodostava yksikkö). Sisäinen menetelmä, STM Asumisterveysohje 2003:1, STM Asumisterveysopas 3, korjattu painos, 2009.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

Määrittämisraja: 3 cfu/m³

Mikrobiryhmät

Mesofiilliset sienet
Mesofiilliset sienet
Mesofiilliset bakteerit ja
aktinobakteerit

Kasvatusalustat

Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)
Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)
Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)

Kasvatus- lämpötila

25 °C
25 °C
25 °C

Kasvatus- aika

7 vrk
7 vrk
7-14 vrk

Tutkitut näytteet

1. Ulkoilma
2. 107 (esiopetus)
3. 109 (1H)
4. 116 (auditorio)
5. 208 (2A)
6. 238 (terveydenhoitaja)
7. 257 (kotitalous)
8. 306 (3A)
9. 317 (1A)
10. 360 (tekstiilityö)

Tulosten tulkinta

-
tavanomainen
tavanomainen
tavanomainen
tavanomainen
tavanomainen
tavanomainen
tavanomainen
tavanomainen
tavanomainen
tavanomainen

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos

Neulanlementie 4, PL 310, 70101 Kuopio, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiiliset sienet Hagem-agar	DG18-agar	Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit THG-agar
1.	Yhteensä 89 <i>Acremonium</i> 3 <i>Cladosporium</i> 16 <i>Geotrichum</i> 35 hiivat, vaalea 6 <i>Penicillium</i> 3 steriilit 26	Yhteensä 60 <i>A. penicillioides</i> 3 <i>Cladosporium</i> 22 hiivat, vaalea 3 <i>Penicillium</i> 3 steriilit 29	Yhteensä 125 Muut bakteerit 125 <i>Streptomyces</i> -
2.	Yhteensä 15 hiivat, vaalea 9 steriilit 6	Yhteensä 18 <i>Aphanocladium</i> 3 <i>Cladosporium</i> 3 hiivat, vaalea 6 steriilit 3 <i>Wallemia</i> * 3	Yhteensä 1802 Muut bakteerit 1802 <i>Streptomyces</i> -
3.	Yhteensä 15 <i>Cladosporium</i> 3 <i>Penicillium</i> 3 steriilit 9	Yhteensä 3 hiivat, vaalea 3	Yhteensä 2070 Muut bakteerit 2070 <i>Streptomyces</i> -
4.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä 32 Muut bakteerit 32 <i>Streptomyces</i> -
5.	Yhteensä -	Yhteensä 3 <i>A. niger</i> ° 3	Yhteensä 85 Muut bakteerit 85 <i>Streptomyces</i> -
6.	Yhteensä 9 hiivat, vaalea 6 steriilit 3	Yhteensä 3 hiivat, vaalea 3	Yhteensä 589 Muut bakteerit 586 <i>Streptomyces</i> * 3
7.	Yhteensä 9 hiivat, vaalea 3 <i>Penicillium</i> 6	Yhteensä 18 <i>Acrodontium</i> 3 <i>Alternaria</i> 3 hiivat, vaalea 6 <i>Penicillium</i> 6	Yhteensä 1131 Muut bakteerit 1131 <i>Streptomyces</i> -
8.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä 44 Muut bakteerit 44 <i>Streptomyces</i> -
9.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä 486 Muut bakteerit 486 <i>Streptomyces</i> -
10.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä 191 Muut bakteerit 191 <i>Streptomyces</i> -

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys -lehti 8/2005, s. 56-59), A. = *Aspergillus*, *Streptomyces* = aktinobakteeri (sädesieni), - = pitoisuus alle määrittämissä

Tulkintaohje:

Terveysperusteisia raja-arvoja sisäilman sleni-itiöpitoisuuksille ei ole olemassa. Lumettomana vuodenaikana sisäilmanäytteiden mikrobistoa verrataan ulkoilmanäytteiden mikrobi-pitoisuuksiin ja lajistoon. Tilanne tulkitaan tavanomaiseksi, mikäli sisäilman sleni-itiö ja/tai aktinobakteeripitoisuudet ovat pienempiä kuin ulkoilman pitoisuudet ja lajisto on samankaltainen molemmissa näytteissä (Bioaerosols: Assessment and Control 1999). Sulan maan aikana sleni-itiöitä kulkeutuu sisäilmaan mm. ilmanvaihdon mukana ja avoimista ikkunoista ja ovista.

Asiakasratkaisut

Maija Hänninen
mikrobiologi
Kuopio



Maija Kirsi
erityisasiantuntija
Kuopio

Osakeyhtiö Insinööri Studio
Kotkan toimipiste
Henna Rämä
Tornatorintie 3
48100 KOTKA



Ilmanäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: H. Rämä
Näytteenottoaika: Haukkavuoren koulu, Kotka
Näytteenottopäivämäärä: 6.3.2015
Vastaanottopäivämäärä: 10.3.2015
Näytemäärä: 4 kpl
Analyyssimenetelmä: Impaktorilla kerätyn ilmanäytteen mikrobiologinen analysointi (AR2304-TY-035)
 Kasvatusmenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä yksikössä cfu/m³ (cfu = colony forming unit = pesäkettä muodostava yksikkö). Sisäinen menetelmä, STM Asumisterveysohje 2003:1, STM Asumisterveysopas 3. korjattu painos, 2009.
 Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

Määrittäjä:	MB15-00698-11	4 cfu/m ³
	MB15-00698-12	3 cfu/m ³
	MB15-00698-13	3 cfu/m ³
	MB15-00698-14	3 cfu/m ³

Mikrobiryhmät

Mesofiiliset sienet
 Mesofiiliset sienet
 Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit

Kasvatusalustat

Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)
 Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)
 Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)

Kasvatus- lämpötila

25 °C
 25 °C
 25 °C

Kasvatus- aika

7 vrk
 7 vrk
 7-14 vrk

Tutkitut näytteet

11. Ulkoilma
12. 406 (6A)
13. 411 (ATK)
14. 514 (6I)

Tulosten tulkinta

-
 tavanomainen
 tavanomainen
 tavanomainen

Analyytitulos:

Näyte	Mesofiiliset sienet Hagem-agar	DG18-agar	Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit THG-agar
11.	Yhteensä 145 <i>Cladosporium</i> 25 <i>Geotrichum</i> 42 hiivat, vaalea 28 <i>Penicillium</i> 4 Sphaeropsidales 14 steriilit 32	Yhteensä 82 <i>Cladosporium</i> 28 hiivat, vaalea 18 <i>Penicillium</i> 14 Sphaeropsidales 4 steriilit 18	Yhteensä 721 Muut bakteerit 717 <i>Streptomyces</i> 4
12.	Yhteensä 12 <i>Cladosporium</i> 3 <i>Geotrichum</i> 6 steriilit 3	Yhteensä 18 <i>Cladosporium</i> 3 <i>Eurotium</i> * 3 hiivat, vaalea 3 <i>Penicillium</i> 3 steriilit 3	Yhteensä 12 Muut bakteerit 12 <i>Streptomyces</i> -
13.	Yhteensä 3 steriilit 3	Yhteensä 6 <i>A. penicilliioides</i> * 3 <i>Mucor</i> ° 3	Yhteensä 1361 Muut bakteerit 1357 <i>Streptomyces</i> 4
14.	Yhteensä 12 <i>Geotrichum</i> 6 hiivat, vaalea 6	Yhteensä 6 <i>Cladosporium</i> 3 <i>Penicillium</i> 3	Yhteensä 621 Muut bakteerit 621 <i>Streptomyces</i> -

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys -lehti 8/2005, s. 56-59), A. = *Aspergillus*, *Streptomyces* = aktinobakteeri (sädesieni), - = pitoisuus alle määrittämissä

Tulkintaohje:

Terveysperusteisia raja-arvoja sisäilman sieni-itiöpitoisuuksille ei ole olemassa. Lumettomana vuodenaikana sisäilmanäytteiden mikrobistoa verrataan ulkoilmanäytteiden mikrobipitoisuuksiin ja lajistoon. Tilanne tulkitaan tavanomaiseksi, mikäli sisäilman sieni-itiö ja/tai aktinobakteeripitoisuudet ovat pienempiä kuin ulkoilman pitoisuudet ja lajisto on samankaltainen molemmissa näytteissä (Bioaerosols: Assessment and Control 1999). Sulan maan aikana sieni-itiöitä kulkeutuu sisäilmaan mm. ilmanvaihdon mukana ja avoimista ikkunoista ja ovista.

Asiakasratkaisut


Marja Hänninen
mikrobiologi
Kuopio



Mari Haapakoski
laboratoriomestari
Kuopio