

TUTKIMUSRAPORTTI

Kangasvarren koulu
Suoanttilantie 166
54530 Luumäki

Työ nro T15053

Kotka 30.5.2016

Insinööri Studio Oy

SISÄLLYSLUETTELO

1	TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT	2
2	KOHTEEN PERUSTIEDOT JA TAUSTA	3
3	HAVAINNOT, JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPITEET RAKENNUSOSITTAIN	4
3.1	Ulkoseinä.....	4
3.1.1	Rakennetyypit ulkoseinissä	4
3.1.2	Havainnot ja otetut näytteet kohteessa	6
3.1.3	merkkisavukokeet.....	7
3.1.4	Johtopäätökset.....	7
3.1.5	Toimenpide-ehdotukset.....	8
3.2	Väliseinärakenteet.....	9
3.2.1	Havainnot kohteessa.....	9
3.2.2	Johtopäätökset.....	9
3.2.3	Toimenpide-ehdotukset.....	9
3.3	Alapohja	9
3.3.1	Rakennetyyppi:.....	9
3.3.2	Havainnot ja otetut näytteet kohteessa	9
3.3.3	Alapohjaan liittyvät apurakenteet (kuisti)	10
3.3.4	Johtopäätökset.....	10
3.3.5	Toimenpide-ehdotukset.....	11
3.4	Välipohjarakenne.....	11
3.4.1	Rakennetyyppi:.....	11
3.4.2	Havainnot ja otetut näytteet kohteessa	11
3.4.3	Johtopäätökset.....	12
3.4.4	Toimenpide-ehdotukset.....	13
3.5	Ilmanvaihto ja painesuhteet.....	13
3.5.1	Havainnot kohteessa.....	13
3.5.2	Johtopäätökset.....	14
3.5.3	Toimenpide-ehdotukset.....	14
3.6	Sisäilma, kuidut	15
3.6.1	Havainnot kohteessa.....	15
3.6.2	Johtopäätökset.....	15
3.6.3	Toimenpide-ehdotukset.....	15
4	YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET	15
4.1	Yhteenveto	15
5	Lisätutkimukset.....	18
7	Liitteet:.....	18

1 TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT

Tutkimusajankohta

kevät 2016

Tutkijat

Timo Mielo
Antti Ahola
Otto Koski

Tutkimuksen tilaaja

Luumäen kunta
Seppo Ukkola
Linnalantie 33
54500 Taavetti

Tutkimuksen kuvaus

Työntekijöillä on esiintynyt oireilua, joka viittaa työpaikan sisäilmaongelmaan. Tutkimusten tavoitteena oli selvittää tilojen käyttäjien altistumista kosteusvaurioepäpuhtauksille, riskirakenteita, rakenteiden kuntoa sekä ilmanvaihdon toimivuutta. Tutkimusten perusteella annetaan ehdotuksia jatkotoimenpiteiksi. Tutkimus käsittää koulun vanhan osan, johon on tehty laajennus 1950.

Tutkimusajankohta ja menetelmät

Tutkimus	Menetelmä/Laitteet	Ajankohta
Mikrobit, materiaalinäytteet	Suoraviljely Kasvatus, laskenta ja tunnistus *	4.2.2016
Rakennuksen painesuhteiden seuranta	Jatkuva seuranta. Sähköinen paine-eromittari ja dataloggeri	28.4-6.5.2016

* laboratorioanalysoinnista vastasi Työterveyslaitos

2 KOHTEEN PERUSTIEDOT JA TAUSTA

Kohde ja osoite

Kangasvarren koulu
Suoanttilantie 166
54530 Luumäki

Rakennuksen omistaja

Luumäen kunta

Rakennuksen käyttötarkoitus

Koulu

Kunnossapitovastuu

Luumäen kunta

Rakentamisvuosi

1900 luvun alku, laajennus 1950

Kerrosluke

Rakennus on pääosin yksikerroksinen. Rakennuksen päädyissä on ollut asuinhuoneistot. Laajennusosalla on kellarikerros.

Pääasiallinen runkomateriaali

Puu

Perustamistapa

Rakennus on betonianturoille perustettu Puu-/hirsitalo.

Kuvaus lvi-järjestelmästä

Lämmitysjärjestelmänä on vesikiertoinen patterilämmitys, oma lämpökeskus. Rakennus on liitetty kunnalliseen vesi- ja viemäriverkostoon. Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla. Ilmanvaihto on uusittu kokonaisuudessaan 2001.

Lähtötiedot

Käyttäjät kyselyn perusteella tilojen lämpötilat on koettu vaihteleviksi, osassa tiloja on kuuma, kun samanaikaisesti toisaalla on kylmä. Lämpöolosuhteisiin vaikuttaa osaltaan lämpökeskuksen hakekattilan toimintahäiriöt.

Vastauksien mukaan vanhalla osalla ilma on tunkkaista ja seillä on aistittu maakellarimaista homeen hajua, erityisesti opettajienhuoneessa ja ATK-luokassa. Kyselyyn vastanneista 15 henkilöstä 10 ilmoitti tiloissa esiintyvän homeen hajua.

Kyselyn perusteella työntekijät kokevat merkittävässä määrin sisäilman laatuun liittyviä ärsytysoireita. 12 työntekijää vastanneita ilmoitti sisäilman laatuun liittyvistä ärsytysoireista. Oireina koettiin mm. ylähengitysteiden oireita, kurkkua ja silmä-ärsytystä, yskää, päänsärky sekä väsymys.

Terveystarkastaja on suositellut rakennusteknistä kuntotutkimusta koulun vanhalla osalla.

Käytössä olleet asiakirjat

- Käyttäjä kysely (Oy Insinööri Studio)
- Tarkastuskertomus no 40148 (Lappeenrannan seudun Ympäristötoimi)

3 HAVAINNOT, JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPITEET RAKENNUSOSITTAIN

3.1 Ulkoseinä

Ulkoseinärakenne poikkeaa oleellisesti riippuen siitä mitä kohtaa rakenne on tarkastettu.

3.1.1 Rakennetyypit ulkoseinissä

Vanha alkuperäinen osa

ATK-luokka

- maalattu lastulevy
- höyrynsulkupaperi
- lisälämmöneriste, villa 50 mm
- pinkopahvi
- hirsi 200 mm
- tervapaperi
- julkisivulaudoitus

Ulkoseinärakenteiden lämmönläpäisevyys on

$$\underline{U=0,26 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Opettajien huone

- maalattu kipsilevy
- koolaus, ilmaväli noin 20 mm
- lastulevy 20 mm
- oikaisurimat
- hirsi 200 mm
- tervapaperi
- julkisivulaudoitus

Ulkoseinärakenteiden lämmönläpäisevyys on

$$\underline{U=0,46 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Rehtorin huone, ip-kerho keittiö 5

- maalattu kipsilevy 13 mm
- puukuitulevy 15 mm
- vaakalaudoitus 20 mm
- lämmöneriste, puru 125 mm
- vinolaudoitus 20 mm
- tervapaperi
- julkisivulaudoitus

Ulkoseinärakenteiden lämmönläpäisevyys on
 $U=0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$

luokka 1, ip-kerho huoneet 2 ja 3

- maalattu kipsilevy 13 mm
- puukuitulevy 15 mm
- vaakalaudoitus 20 mm
- pinkopahvi ?
- tervapaperi
- puukuitulevy 15 mm
- vaakalaudoitus 20 mm
- puukuitulevy 15 mm
- vinolaudoitus 20 mm
- ilmaväli noin 50 mm
- tervapaperi
- vinolaudoitus
- julkisivulaudoitus

Ulkoseinärakenteiden keskimääräinen lämmönläpäisevyys on
 $U=0,77 \text{ W/m}^2\text{K}$

luokka 4

- maalattu kipsilevy 13 mm
- lisälämmöneriste, Finnfoam 30 mm
- maalattu puukuitulevy 15 mm
- vaakalaudoitus 20 mm
- tervapaperi
- lämmöneriste, puru 125 mm ?
- vinolaudoitus 20 mm
- tervapaperi
- julkisivulaudoitus

Ulkoseinärakenteiden keskimääräinen lämmönläpäisevyys on
 $U=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$

kellariseinä (vanha veistosali)

- maalattu lastulevy 13 mm
- lisälämmöneriste, villa 50 mm
- maanvastainen betonimuuri

3.1.2 Havainnot ja otetut näytteet kohteessa

Vanhan veistosalin kellariseinä on lisälämmöneristetty sisäpuolelta mineraalivillalla (50 mm) ja sisäverhouksena on lastulevy. Kellariseinä on silmin nähden kosteusvaurioitunut, eikä kyseisestä rakenteesta otettu materiaalinäytettä mikrobianalyysiä varten. Kellariseinän vaurio johtuu maaperän kosteudesta (liite 1, kuva 1).

Julkisivulaudoitus on suoraan kiinni, ilman pystysuuntaista tuuletusrakoa, ulkoseinän vinolaudoituksessa tai hirressä.

Julkisivun alareunassa sijaitseva tippalankku on paikoin epätiivisti kiinni julkisivulaudoituksessa, mikä mahdollistaa viistosateen pääsyn ulkoseinän alaosiin (liite 1, kuva 2).

Julkisivulaudoituksessa esiintyi monin paikoin kosteuden aiheuttamia jälkiä. Julkisivulaudoitusta ja tippalankkua on uusittu laajoilta alueilta (liite 1, kuvat 3 ja 4).

Kaikissa rakenneavauksissa havaittiin rakenteissa ulkopuolisen kosteuden aiheuttamia jälki ja/tai lahovaurioita. Kosteusjäljet esiintyivät seinän ulko-osissa julkisivulaudoituksen sisäpuolisissa materiaaleissa. Lahovauriot havaittiin vanhan osan hirsirungossa (liite 1, kuvat 5-8).

Sadeveden havaittiin paikoin kastelevan sokkelirakenteita (liite 1, kuva 2). Sadevesi jää rakennuksen seinustoille, erityisesti ATK-luokan kohdalla (liite 1, kuvat 9 ja 10).

Sokkelirakenteissa ei havaittu erillistä ulkopuolista vedeneristystä.

Ulkoseinärakenteen mikrobinäytteet

Ulkoseinärakenteiden mikrobiologista nykykuntoa haluttiin selvittää materiaalinäytteiden avulla. Ulkoseinärakenteesta otettiin yhteensä 16 materiaalinäytettä. Näytteenottoaikat on esitetty liitteessä 2. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysin vastaus on liitteenä 3.

Materiaalinäytteitä otettiin saman rakenneavauksen kohdalta useasta eri rakennekerroksesta. Otetuissa materiaalinäytteissä kolmessa esiintyi viite/vahva viite vauriosta (30 %), neljässä esiintyi heikko viite vauriosta (20 %) ja kymmenessä ei esiintynyt viitteitä vauriosta (50 %) (taulukko 1). Kun tuloksia tarkastellaan rakenneavauskohtaisesti (9 kpl) havaitaan, että tutkituista ulkoseinärakenteista kolmanneksessa esiintyi selkeä viite vauriosta ja kolmanneksessa heikko viite vauriosta. Lopuissa kolmanneksessa ei esiintynyt poikkeavaa mikrobikasvustoa, mutta niissäkin esiintyi silmin nähden ulkopuolisen kosteuden aiheuttamia jälkiä.

Taulukko 1. Mikrobitulosten yhteenveto ulkoseinärakenne

Ulkoseinä näytteet:	Näytteitä	Ei viitettä vauriosta	heikko viite vauriosta	viittaa vau- rioon	vahva viite vauriosta
Materiaali	16	9	4	1	2

Ulkoseinät

Ulkoseinän lämmöneristeistä otettiin 16 materiaalinäytettä. Ulkoseinien lämmöneristeistä otetuissa näytteissä kolmessa esiintyi runsaasti mikrobeja tai useita kosteusvaurioindikaattorimikrobilajeja (mm. *Chaetomium*, *A.utus*, *A.syvodii*, ja *punainen hiiva*) (liite 3, näyte 20). Ulkoseinän purueristeissä esiintyi poikkeavan runsasta *penicillium*-suvun kasvua (liite 3, näytteet 9 ja 13). Tulokset viittaavat vaurioihin rakenteessa.

Neljässä ulkoseinärakenteen eristenäytteessä tulokset viittaavat heikosti vaurioon (liite 3, näytteet 5, 7, 11 ja 18). Näytteissä esiintyi kosteusvauriolajeja (*A.penicillioides*, *A.fumicatus*, *A.niger*, *Chaetomium*, *Chrysonilia*, *Eurotium*, ja *P.variotii*), jotka poikkeavat ulkoilman tyypillisestä mikrobilajistosta ja vaativat kasvaakseen korkean kosteuspitoisuuden.

Yhdeksässä ulkoseinän lämmöneristeistä otetuista näytteistä ei ollut viitteitä vaurioista (liite 3, näytteet 2, 3, 6, 8, 10, 12, ja 15-17).

3.1.3 merkkisavukokeet

Vuotoilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan havainnoitiin merkkisavun avulla.

Merkkisavukokeen aikana rakennuksen ilmanvaihto oli normaalikäytöllä ja rakennus oli luokkaa -1 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden. Merkkisavulla havainnoitiin vuotoilmavirtauksia sisäilmaan kaikissa rakenneavauksissa.

3.1.4 Johtopäätökset

Otettujen materiaalinäytteiden perusteella ulkoseinärakenteiden lämmöneristeissä esiintyy kosteuden aiheuttamia mikrobivaurioita. Suoraan vaurioon viittasi 33 % tehdyistä rakenneavauksista, mutta myös ”heikot viitteet” viittasivat poikkeavalla mikrobistolla rakenteen kosteusrasitukseen jolloin vaurio viitteiden osuus tutkituista ulkoseinärakenteista on 66 %. Lisäksi kaikissa tehdyissä rakenneavauksissa oli silmin nähden havaittavissa ulkopuolisen kosteuden aiheuttamia jälkiä, vaikka otetuissa näytteissä mikrobikasvua ei esiintynyt. Havainnon perusteella ulkoseinärakenteissa esiintyy ainakin paikallisia kosteusvaurioita eri puolilla rakennusta.

Ulkoseinärakenne on huonosti tuulettuva, jolloin julkisivulaudoituksen taakse kulkeutuva vesi (viistosade) kastelee rakennetta ja rakenteen kuivuminen on hidasta. Viistosateen kulkeutumiseen julkisivulaudoituksen taakse vaikuttaa tuulenpaine ja esim. ikkunarakenteen epäjatkuvuuskohdat.

Ulkoseinäpinnoilla havaittavat kosteuden aiheuttamat maalivauriot viittaavat siihen, että seinärakenteiden kosteusrasitus on suurta ja rakenne on kastunut

toistuvasti. Myös julkisivulautojen ja tippalankkujen uusimiset viittaavat pitkäaikaiseen kosteusrasitukseen.

Vanhan osan ulkoseinähirsissä havaittiin lahovaurioita. Lahoja esiintyi myös toisessa hirressä, jolloin kosteusrasitus on ollut pitkäaikaista. Havaitut lahovauriot heikentävät rakenteen kantavuutta. Myös alapohjan kannatinhirsien päädyt olivat lahovaurioituneet osin ulkoseinälinjoilla (sokkelin päällä).

Ulkoseinärakenteiden keskimääräinen lämmönläpäisevyys on $U=0,44 \text{ W/m}^2\text{K}$, jolloin rakennusluvanvaraisessa peruskorjauksessa ulkoseinärakenteen lämmöneristävyyttä tulee parantaa.

Merkkisavun perusteella ulkoseinärakenteen sisäkuori ja rakenneliittymät ovat epätiivitä, jonka takia eristetilan ja rakenteiden epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan heikentäen sisäilman laatua. Ulkoseinärakenteesta sisäilmaan kulkeutuvat epäpuhtaudet voivat aiheuttaa rakennuksen käyttäjien kokemia sisäilman laatuun liittyviä ärsytysoireita. Rakenneavauksien yhteydessä vuotoilman kulkeutuminen rakennuksen sisäilmaan oli runsasta vaikka paine-ero ulkoilmaan nähden oli pieni. Tämä viittaa ulkovaipparakenteiden (ulkoseinä-, ja alapohjarakenne) huonoon tiiveyteen.

3.1.5 Toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinän kosteusvauriot suositetaan korjattaviksi. Samalla ulkoseinärakenteen lämmöneristävyyttä tulisi parantaa. Vanhan osan hirsiseinä tulisi kengittää tarpeellisilta osin ja samalla alapohjan päistään lahovaurioituneet kannatinhirret uusitaan.

Ennen laajempia korjaustoimenpiteitä sisäilman laadun riskitekijöitä ja epäpuhtauksien kulkeutumista ulkoseinärakenteista sisäilmaan vuotoilmareittien kautta voidaan vähentää tiivistämällä ulkoseinärakenteen epäjatkuvuuskohtia. Korjaus- ja tiivistystyö suositellaan tehtäväksi erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.

Ensisijaisena toimenpiteenä pyritään vähentämään rakenteiden kautta tulevan epäpuhtaan vuotoilman kulkeutumista sisäilmaan tasapainottamalla ilmanvaihtoa ja varmistamalla rakennuksen painesuhteiden pysyvyys kaikissa rakennuksen käyttötilanteissa.

Laajassa korjauksessa ulkoseinärakenteiden lämmöneristeet puretaan kokonaisuudessaan ja rakenne uusitaan kosteusteknisesti toimivaksi.

3.2 Väliseinärakenteet

Väliseinärakenteet ovat pääosin puurakenteisia.

3.2.1 Havainnot kohteessa

Väliseinärakenteet olivat pääosin hyväkuntoisia.

3.2.2 Johtopäätökset

Väliseinärakenteissa ei havaittu tekijöitä, jotka oleellisesti vaikuttaisivat sisäilman laatuun.

3.2.3 Toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpiteitä.

3.3 Alapohja

3.3.1 Rakennetyyppi:

ATK-luokka

- linoleumimatto
- tasoite
- vanha pinnoite
- kova puukuitulevy 10 mm
- tasoite
- lausalattia 35 mm
- rakennuspaperi
- lämmöneriste, mineraalivilla noin 350 mm
- rei'itetty ilmansulkupaperi
- aluslaudoitus 20 mm
- kannatin hirret
- ilmatila
- kevytsora

3.3.2 Havainnot ja otetut näytteet kohteessa

Alapohjarakennetta avattiin ATK-luokasta ja opettajienhuoneesta rakenteen tarkistamiseksi.

Rakenneavauksien perusteella ATK-luokan ja opettajienhuoneen alapohjarakenne on uusittu. Ryömintätilan kautta alapohjarakenteita tarkasteltaessa havaittiin, että opettajienhuoneen kohdalla myös alapohjan kannatinhirret on uusittu. ATK-luokan kohdalla alapohjan kannatinhirret olivat alkuperäiset ja niiden päissä havaittiin lahovaurioita. Hirren ja sokkelin väliin oli lisätty kiilapaloja hirsien painuman johdosta (liite 1, kuvat 11-14).

Alapohjan kevytsoratäyttö on heti pinnan alta lähes vesimärkää. Kevytsoratäytössä ja täytön pohjalla perusmaata vasten oli havaittavissa orgaanista jä-

tettä, joka toimii mikrobien kasvualustana. Perusmaa täytön alla on tiivistä savimaista maa-ainesta. Kevytsorakerrosta ja sokkelirakennetta rasittaa maaperän kosteus sekä sade- ja sulamisvedet, jotka pääsevät kulkeutumaan ryömintätilaan esim. tarkastusluukun kautta. Ryömintätilaan päässyt vesi ei pääse helpolla poistumaan perusmaan päältä, jolloin kosteusrasitus on pitkäaikaista (liite 1, kuvat 15-21).

Ryömintätilassa ja kevytsoratäytössä esiintyi voimakasta maakellarimaista "homeen hajua". Haju on todennäköisesti peräisin maaperän kosteuden vaurioittamasta orgaanisesta jätteestä. Alapohjarakenteen yhteydessä havaittiin ilmavirtausta ryömintätilasta sisäilmaan.

Alapohjarakenteen mikrobinäytteet

Alapohjarakenteen mikrobiologista nykykuntoa haluttiin selvittää materiaalinäytteiden avulla. Alapohjarakenteesta otettiin kaksi materiaalinäytettä. Näytteenottoaikat on esitetty liitteessä 2. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysin vastaus on liitteenä 3.

Materiaalinäytteet otettiin ATK-luokan sisä- ja ulkonurkasta. Molemmissa näytteissä esiintyi heikko viite vauriosta. Korjatun alapohjarakenteen eristekerroksissa ei havaittu ulkopuolisen kosteuden aiheuttamia jälkiä. Näytteissä esiintyi niukasti kosteusvaurioindikaattorimikrobilajeja (*A.penicillioides*, *A.fumicatus*, *A.niger*, *Eurotium*, ja *Strptomyces*) (liite 3, näytteet 1 ja 4).

Taulukko 2. Mikrobitulosten yhteenveto alapohjarakenne

Ulkoseinä näytteet:	Näytteitä	Ei viitettä vauriosta	heikko viite vauriosta	viittaa vaurioon	vahva viite vauriosta
Materiaali	2	-	2	-	-

3.3.3 Alapohjaan liittyvät apurakenteet (kuisti)

Opettajienhuoneen päätyyn on tehty kuisti. Rakenneavauksen perusteella kuisti on rakennettu siten, että maaperään tuetun puukehikon ympärille on asennettu muotiksi Finnfoam eriste, joka päälle kuisti on valettu. Puiset tukirakenteet ovat jääneet kuistin sisään tuulettumattomaan tilaan. Puisten tukirakenteiden pinnoilla on silmin nähden homekasvustoa ja sienirihmastoja (liite 1, kuvat 22 ja 23).

Rakenneavauksessa kuistin sisällä esiintyi aistivaraaisesti erittäin voimakas maakellarimainen "homeen" haju.

3.3.4 Johtopäätökset

ATK-luokan alapohjan lämmöneristeissä esiintyvät yksittäiset kosteusvaurio-mikrobit ovat todennäköisimmin ryömintätilasta kulkeutuvan vuotoilmavirtauksen aiheuttamaa kontaminaatiota, koska korjattua alapohjarakennetta ei varsinaisesti rasita ulkopuolinen kosteus.

Ryömintätilan kevytsoratäyttöä ja sokkelirakennetta rasittaa maaperän kosteus yhdessä sade- ja sulamisvesien kanssa, jotka pääsevät kulkeutumaan ryömintätilaan perusmaan päälle. Kevytsoratäytössä esiintyvissä orgaanisessa materiaalissa ja sokkelin sisäpinnan kalkkihärmeessä voidaan katsoa laajalaisen mikrobikasvuston olevan todennäköistä.

Havaintojen mukaan kuistin sisämuotin tukirakenteet ovat pahoin kosteusvaurioituneet. Tukirakenteissa havaittu sienirihmasto on voinut vaurioittaa ulkoseinärakennetta kuistin kohdalla.

Merkkisavun perusteella alapohjarakenteen rakenneliittymät ovat epätiivitä, jonka takia epäpuhtaudet ryömintätilasta ja kuistin sisältä voivat kulkeutua vanhan osan sisäilmaan heikentäen sisäilman laatua. Ryömintätilasta ja kuistirakenteista sisäilmaan kulkeutuvat epäpuhtaudet voivat aiheuttaa rakennuksen käyttäjien kokemia sisäilman laatuun liittyviä ärsytysoireita. Tehtyjen havaintojen perusteella ryömintätila ja kuistirakenteet ovat todennäköisesti merkittävimmät vanhalla osalla koettujen oireiden aiheuttajia.

3.3.5 Toimenpide-ehdotukset

Kuistin sisällä olevat puiset tukirakenteet tulee purkaa pois ja ne korvataan tarvittaessa kiviaineisilla tukirakenteilla. Kuistin alusta jätetään tuulettuvaksi.

Ryömintätilan kevytsoratäyttö suositetaan poistettavaksi. Samalla poistetaan kaikki orgaaninen aines ryömintätilasta. Ryömintätilan perusmaan pinta muotoillaan sokkeliin päin viettäväksi. Samassa yhteydessä huolehditaan siitä, että ryömintätilaa ei enää rasiteta ylimääräisellä ulkopuolisella kosteudella asentamalla tarvittavat salaojat, sokkelin vedeneristys, maanpinta muotoillaan rakennuksesta pois päin viettäväksi ja kattovedet ohjataan sadevesijärjestelmään. Tarvittaessa ryömintätilan tuuletusta lisätään. Korjaus suositetaan tehtäväksi erillisen korjaussuunnittelun mukaisesti.

3.4 Välipohjarakenne

3.4.1 Rakennetyyppi:

1. ja kellarikerros
 - muovimatto
 - tasoite
 - lattialaudoitus 35 mm
 - lämmöneriste, kutterinlastu noin 300 mm
 - alalaattapalkisto

Rakennuksen päädyissä välipohja 1. ja 2. kerroksen välissä on puurakenteinen purueristeellä.

3.4.2 Havainnot ja otetut näytteet kohteessa

Opettajienhuoneen kohdalla on ollut aiemmin koulun keittiö. Kattorakenteita on lisälämmöneristetty ja muutostöiden aikana kaikkia katon lisälämmöneris-

teitä ei ole purettu. Samoin alakaton yläpuolella opettajienhuoneen ulkoseinillä on keittiön aikaiset lisälämmöneristeet purkamatta. Keittiötoiminnan aiheuttama suuri sisäilman kosteuskuorma on voinut aiheuttaa kosteusvaurioita sisäpuolelta lisälämmöneristetyissä rakenneseinissä. Opettajien huoneen katossa alakaton yläpuolella oli silmin havaittava kosteusvaurio 2. kerroksen WC-tilan kohdalla (liite 1, kuvat 24-26).

1 kerroksen ja kellarikerroksen välipohja rakenteissa havaittiin vain yksittäisiä kosteusjälkiä lähinnä vesipisteiden läheisyydessä. Välipohja tutkittiin mikrobinäyttein.

Välipohjarakenteen mikrobinäytteet

Välipohjarakenteiden mikrobiologista nykykuntoa haluttiin selvittää materiaalinäytteiden avulla. Kellarikerroksen alueelta välipohjarakenteesta otettiin yhteensä kolme materiaalinäytettä ja lisäksi kellarin puolelta otettiin kolmelta eri linjalta koontinäytteet, jotka koostuivat kukin kolmesta näytteenottopisteestä. Näytteenottopaikat on esitetty liitteessä 2. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysin vastaus on liitteenä 3.

Otetuissa materiaalinäytteissä 4 esiintyi viite/vahva viite vauriosta (66 %), yhdessä esiintyi heikko viite vauriosta (17 %) ja yhdessä ei esiintynyt viitteitä vauriosta (17 %) (taulukko 1).

Taulukko 1. Mikrobitulosten yhteenveto ulkoseinärakenne

Ulkoseinä näytteet:	Näytteitä	Ei viitettä vauriosta	heikko viite vauriosta	viittaa vau- rioon	vahva viite vauriosta
Materiaali	6	1	1	1	3

Ulkoseinät

Välipohjan lämmöneristeistä otettiin 6 materiaalinäytettä. Välipohjan lämmöneristeistä otetuissa näytteissä neljässä esiintyi runsaasti mikrobeja tai useita kosteusvaurioindikaattorimikrobilajeja (*A.niger*, *A.utus*, *A.sydwii*, *Chaetomium*, ja *P.variotii* ja *Streptomyces*) (liite 3, näytteet 19, 21, 23 ja 24).

3.4.3 Johtopäätökset

Kellarikerroksen alueella välipohjassa esiintyy otettujen näytteiden perusteella laaja-alainen kosteusvaurio. Välipohjan vaurio johtuu todennäköisesti paikallisista putkivuodoista sekä pesuvesien pääsystä välipohjarakenteisiin. Aikoinaan lattiat on todennäköisesti pesty kuuraamalla.

Päätyjen 2. kerroksen asuinhuoneistojen välipohjissa esiintyy havaintojen mukaan ainakin paikallisia kosteusvaurioita, erityisesti 2. kerroksen vesipisteiden läheisyydessä. Opettajienhuoneen katossa ja ulkoseinissä (alakaton yläpuolella) on keittiötoiminnan aikaiset lisälämmöneristeet paikoillaan. Lisälämmöneristettyihin rakenteisiin on voinut muodostua aikoinaan kosteusvaurioita, johtuen keittiön aiheuttamasta suuresta kosteuskuormasta sisäilmaan.

Lisäksi varsinaisessa yläpohjarakenteessa voi esiintyä paikallisia kosteusvaurioita, mikäli vesikatteessa on esiintynyt vuotoja.

Välipohjien vaurioista on todennäköinen ilmayhteys sisäilmaan, jolloin ne osaltaan voivat vaikuttaa sisäilman laatuun heikentävästi ja aiheuttaa sisäilman laatuun liittyviä ärsytysoireita.

3.4.4 Toimenpide-ehdotukset

Peruskorjauksen yhteydessä 1. kerroksen ja kellarikerroksen välipohja suositetaan uusimaan kokonaisuudessaan. 1. ja 2. kerroksen välipohjista korjataan vähintään paikalliset kosteusvauriot. Lisäksi opettajienhuoneen katon ja ulkoseinien vanhat lisälämmöneristeet tulisi poistaa.

Ennen laajempia korjaustoimenpiteitä sisäilman laadun riskitekijöitä ja epäpuhtauksien kulkeutumista välipohjarakenteista sisäilmaan vuotoilmareittien kautta voidaan vähentää tehostamalla kellarikerroksen alipaineisuutta siten, että vuotoilmavirtauksen suunta saadaan käännettyä kokonaan kellarikerrokseen. Kellarikerros tulisi olla selkeästi alipaineinen 1. kerrokseen nähden.

3.5 Ilmanvaihto ja painesuhteet

3.5.1 Havainnot kohteessa

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Rakennuksessa on kaksi ilmanvaihtojärjestelmää, joista toinen palvelee koulun tiloja ja toinen ilta-päiväkerhon tiloja.

Saadun tiedon mukaan ilmanvaihto toimii tällä hetkellä 24/7 täydellä teholla.

Ilmanvaihtojärjestelmät on uusittu 2001 kokonaisuudessa eikä ilmanvaihdossa havaittu epäpuhtauslähteitä, jotka suoraan vaikuttaisivat heikentävästi sisäilman laatuun.

Välillisenä puutteena koulutiloja palvelevaan ilmanvaihtojärjestelmään pääsee kulkeutumaan ylimääräistä ulkopuolista kosteutta ja likaa, joka johtuu raitisilmakammion muotoilusta. Havaintojen mukaan raitisilmakanava on liian lähellä säleikköä, jolloin kokonaisilmamäärä ei pysty jakautumaan tasaisesti koko säleikön pinta-alalle. Tällöin ilman liikenopeus raitisilmäsäleiköllä kasvaa paikallisesti liian suureksi eikä säleikkö pysty estämään ulkopuolisen kosteuden pääsyä tuloilmajärjestelmään. Koska havaintojen mukaan säleikkö päästää lävitseen vesivettä, on todennäköistä että myös lumi kulkeutuu tuloilmasuodattimille. Tuloilmasuodattimille kulkeutuva lumi nostaa suodattimen painehäviötä ja laskee kokonaistuloilmamäärää aiheuttaen rakennuksen alipaineisuutta, jolloin vuotoilmavirtaukset rakenteiden lävitse sisäilmaan kasvaa (liite 1 kuvat 27 ja 28).

Koulun tiloja palvelevan tuloilmakoneeseen kulkeutuva vesimäärä on niin suuri, että ilmanvaihtokonehuoneen lattialla on vesilammikko eikä IV-konehuoneessa ole lattiakaivoa.

Iltapäiväkerhon tiloja palvelevan tuloilmakoneen raitisilmasäleikkö on tukkeutunut osin puiden lehdistä aiheuttaen rakennuksen alipaineisuutta, jolloin vuotoilmavirtaukset rakenteiden lävitse sisäilmaan kasvaa.

Rakennuksen painesuhteita ulkoilmaan nähden seurattiin mittausjaksolla 28.4.-6.5.2016, ilmanvaihdon normaalikäytöllä. Paine-eroseurannan tulokset on esitetty liitteessä 4.

Pitkäaikaisen ulkovaipan yli mitatun paine-eroseurannan mukaan alipaineisuus oli koko mittausjakson aikana luokkaa +2...-2 Pa ulkoilmaan nähden. Mittaustuloksesta havaitaan, että rakennus on kouluajana hieman ylipaineinen ulkoilmaan nähden ja kouluajan ulkopuolella hieman alipaineinen ulkoilmaan nähden, joka viittaa ilmanvaihdon jaksoittaiseen käyttöön.

3.5.2 Johtopäätökset

Tehtyjen havaintojen ja kokemuseräisen arvion perusteella tuloilmajärjestelmissä ei esiinny sisäilman epäpuhtaus-/kuitulähteinä.

Ilmanvaihdossa havaittiin epäkohtia, jotka vaikuttaa sisäilman laatuun välillisesti (alipaine). Tuloilmajärjestelmiin pääsee havaintojen mukaa ulkopuolista kosteutta. Lumen pääsy tuloilmasuodattimille lisää suodattimen painehäviötä ja näin ollen laskee kokonaistuloilmamäärää, aiheuttaen rakennukseen alipaineisuutta ulkoilmaan nähden. Tällöin vuotoilmavirtaukset rakenteiden lävitse kasvavat lisäten myös epäpuhtauksien kulkeutumista rakenteista sisäilmaan.

Ilmanvaihtokonehuoneen lattiakaivon puute voi aiheuttaa laaja-alaisen rakenteellisen vaurion, mikäli konehuoneessa tapahtuu esim. putkivuoto.

Tehtyjen mittausten perusteella rakennus on kouluajana lievästi ylipaineinen ja kouluajan ulkopuolella lievästi alipaineinen ulkoilmaan nähden, joka viittaa ilmanvaihdon katkokäyttöön. Tuloksen perusteella vanhalla osalla rakenteiden lävitse tapahtuvat vuotoilmavirtaukset kasvavat kouluajan ulkopuolella, mikä selittää aamuisin koettua huonoa sisäilman laatua.

3.5.3 Toimenpide-ehdotukset

Raitisilmasäleikköjen suojausta tulisi parantaa siten, ettei tuloilmajärjestelmiin pääse kulkeutumaan ylimääräistä kosteutta ja likaa. Raitisilmakammioon ja suodatinosalle asennetaan sulamisvesien viemärointi. Myös IV-konehuoneen lattiassa tulisi olla viemärointi.

Ilmanvaihtokoneiden käyttö asetetaan siten, että rakennuksen painesuhteet pysyvät hallinnassa kaikissa rakennuksen käyttötilanteissa. Koska rakennuksen ulkovaipparakenteet ovat vanhalla osalla epätiivit, tulisi ilmanvaihdon tasapainotus suorittaa tulo- ja poistoilmavirtojen taseella jossa rakennukseen tuleva ja lähtevät kokonaisilmamäärät ovat keskenään yhtä suuret.

3.6 Sisäilma, kuidut

3.6.1 Havainnot kohteessa

Sisäilman mahdollisia kuituja arvioitiin kokemusperäisesti tarkastelemalla rakennuksessa käytettyjä materiaaleja. Havaintojen mukaan rakenteissa ei ole käytetty materiaaleja, joista voisi irrota merkittävästi mineraalivillakuituja sisäilmaan.

3.6.2 Johtopäätökset

Havaintojen perusteella altistuminen sisäilman kuiduille on epätodennäköistä.

3.6.3 Toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpiteitä

4 YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET

4.1 Yhteenveto

Yhteenveto

Otettujen näytteiden ja havaintojen perusteella Kangasvarren koulun ryömintätilan kevytsoratäytteissä sekä sokkelin sisäpinnoilla, kuistin puisissa tukirakenteissa ja kellarikerroksen välipohjassa esiintyy laaja-alaisia kosteusvaurioita. Ulkoseinärakenteissa sekä ensimmäisen ja toisen kerroksen välipohjarakenteissa esiintyy vähintäänkin paikallisia kosteusvaurioita. Lisäksi vanhan osan ulkoseinän hirsirakenteessa ja alapohjan kannatinhirsissä esiintyy lahovaurioita. Havaituista rakenteellisista vaurioista on todettu ilmayhteys sisäilmaan merkkisavulla. Vaurioista sisäilmaan vapautuvat epäpuhtaudet voivat yhdessä muiden haittatekijöiden kanssa aiheuttaa terveyshaittaa sekä työntekijöiden kokemia ärsytysoireita. Muita terveyshaittaa aiheuttavia tekijöitä ovat vuotoilmavirtaukset alapohjarakenteen lävitse sisäilmaan (maaperän ja ryömintätilan epäpuhtaudet) sekä mahdolliset vuotoilmavirtaukset kellarikerroksesta 1. kerroksen sisäilmaan.

Ulkoseinät

Otettujen materiaalinäytteiden perusteella ulkoseinärakenteiden lämmöneristeissä esiintyy kosteuden aiheuttamia mikrobivaurioita. Suoraan vaurioon viittasi 33 % tehdyistä rakenneavauksista, mutta myös ”heikot viitteet” viittasivat poikkeavalla mikrobistolla rakenteen kosteusrasitukseen jolloin vaurio viitteiden osuus tutkituista ulkoseinärakenteista on 66 %. Lisäksi kaikissa tehdyissä rakenneavauksissa oli silmin nähden havaittavissa ulkopuolisen kosteuden aiheuttamia jälkiä, vaikka otetuissa näytteissä mikrobikasvua ei esiintynyt. Ulkoseinärakenne on huonosti tuulettuva, jolloin julkisivulaudoituksen taakse kulkutuva vesi (viistosade) kastelee rakennetta ja rakenteen kuivuminen on hidasta. Lisäksi vanhan osan ulkoseinähirsissä havaittiin lahovaurioita. Havaintojen perusteella ulkoseinän kosteusrasitus on ollut pitkäaikaista.

Ulkoseinärakenteesta on todettu ilmayhteys sisäilmaan. Ulkoseinärakenteesta sisäilmaan kulkeutuvat epäpuhtaudet voivat aiheuttaa rakennuksen käyttäjien kokemia sisäilman laatuun liittyviä ärsytysoireita.

Ulkoseinärakenteen lämmönläpäisevyys on korkea, jolloin rakennusluvanvaraisessa peruskorjauksessa ulkoseinärakenteen lämmöneristävyyttä tulee parantaa.

Ulkoseinän kosteusvauriot suositetaan korjattaviksi. Samalla ulkoseinärakenteen lämmöneristävyyttä tulisi parantaa. Vanhan osan hirsiseinä tulisi kengittää tarpeellisilta osin ja samalla alapohjan päistään lahovaurioituneet kannatinhirret uusitaan.

Ennen laajempia korjaustoimenpiteitä sisäilman laadun riskitekijöitä ja epäpuhtauksien kulkeutumista ulkoseinärakenteista sisäilmaan vuotoilmareittien kautta voidaan vähentää tiivistämällä ulkoseinärakenteen epäjatkuvuuskohtia. Korjaus- ja tiivistystyö suositellaan tehtäväksi erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti.

Ensisijaisena toimenpiteenä pyritään vähentämään rakenteiden kautta tulevan epäpuhtaan vuotoilman kulkeutumista sisäilmaan tasapainottamalla ilmanvaihtoa ja varmistamalla rakennuksen painesuhteiden pysyvyys kaikissa rakennuksen käyttötilanteissa.

Laajassa korjauksessa ulkoseinärakenteiden lämmöneristeet puretaan kokonaisuudessaan ja rakenne uusitaan kosteusteknisesti toimivaksi.

Alapohjarakenteet

Varsinaisissa alapohjan lämmöneristeissä ei esiinny merkittäviä kosteusvaurioita. Ryömintätilan kevytsoratäyttöä ja sokkelirakennetta rasittaa maaperän kosteus yhdessä sade- ja sulamisvesien kanssa, jotka pääsevät kulkeutumaan ryömintätilaan perusmaan päälle. Kevytsoratäytössä esiintyvissä orgaanisessa materiaalissa ja sokkelin sisäpinnan kalkkihärmeessä voidaan katsoa laaja-alaisen mikrobikasvuston olevan todennäköistä. Myös kuistin sisämuotin tukirakenteet ovat pahoin kosteusvaurioituneet.

Alapohjan ryömintätilasta ja kuistin tukirakenteista on todettu ilmayhteys sisäilmaan. Ryömintätilasta ja kuistirakenteista sisäilmaan kulkeutuvat epäpuhtaudet voivat aiheuttaa rakennuksen käyttäjien kokemia sisäilman laatuun liittyviä ärsytysoireita. Tehtyjen havaintojen perusteella ryömintätila ja kuistirakenteet ovat todennäköisesti merkittävimmät vanhalla osalla koettujen oireiden aiheuttajia.

Kuistin sisällä olevat puiset tukirakenteet tulee purkaa pois ja ne korvataan tarvittaessa kiviaineisilla tukirakenteilla. Kuistin alusta jätetään tuulettuvaksi.

Ryömintätilan kevytsoratäyttö suositetaan poistettavaksi. Samalla poistetaan kaikki orgaaninen aines ryömintätilasta. Ryömintätilan perusmaan pinta muotoillaan sokkeliin päin viettäväksi. Samassa yhteydessä huolehditaan siitä, että ryömintätilaa ei enää rasieta ylimääräisellä ulkopuolisella kosteudella asen-

tamalla tarvittavat salaojat, sokkelin vedeneristys, maanpinta vuotoillaan rakennuksesta pois päin viettäväksi ja kattovedet ohjataan sadevesijärjestelmään. Tarvittaessa ryömintätilan tuuletusta lisätään. Korjaus suositetaan tehtäväksi erillisen korjaussuunnittelun mukaisesti.

Välipohjarakenteet

Kellarikerroksen alueella välipohjassa esiintyy otettujen näytteiden perusteella laaja-alainen kosteusvaurio. Välipohjan vaurio johtuu todennäköisesti paikallisista putkivuodoista sekä pesuvesien pääsystä välipohjarakenteisiin. Aikoinaan lattiat on todennäköisesti pesty kuuraamalla. Päätyjen 2. kerroksen asuinhuoneistojen välipohjissa esiintyy havaintojen mukaan ainakin paikallisia kosteusvaurioita. Opettajienhuoneen katon ja ulkoseinien vanhoihin lisälämmöneristeisiin on voinut muodostua aikoinaan kosteusvaurioita, johtuen keittiön aiheuttamasta suuresta kosteuskuormasta sisäilmaan.

Välipohjien vaurioista on todennäköinen ilmayhteys sisäilmaan, jolloin ne osaltaan voivat vaikuttaa sisäilman laatuun heikentävästi ja aiheuttaa sisäilman laatuun liittyviä ärsytysoireita.

Peruskorjauksen yhteydessä 1. kerroksen ja kellarikerroksen välipohja suositetaan uusimaan kokonaisuudessaan. 1. ja 2. kerroksen välipohjista korjataan vähintään paikalliset kosteusvauriot. Lisäksi opettajienhuoneen katon ja ulkoseinien vanhat lisälämmöneristeet tulisi poistaa.

Ennen laajempia korjaustoimenpiteitä sisäilman laadun riskitekijöitä ja epäpuhtauksien kulkeutumista välipohjarakenteista sisäilmaan vuotoilmareittien kautta voidaan vähentää tehostamalla kellarikerroksen alipaineisuutta siten, että vuotoilmavirtauksen suunta saadaan käännettyä kokonaan kellarikerrokseen. Kellarikerros tulisi olla selkeästi alipaineinen 1. kerrokseen nähden.

Ilmanvaihto & sisäilman kuidut

Tehtyjen havaintojen ja kokemuseräisen arvion perusteella tuloilmajärjestelmissä ei esiinny sisäilman epäpuhtaus-/kuitulähteinä.

Ilmanvaihdossa havaittiin kuitenkin epäkohtia, jotka vaikuttaa sisäilman laatuun välillisesti (alipaine). Lumen pääsy tuloilmasuodattimille lisää suodattimen painehäviötä ja laskee kokonaistuloilmamäärää, aiheuttaen rakennukseen alipaineisuutta ulkoilmaan nähden. Tällöin vuotoilmavirtaukset rakenteiden lävitse kasvavat lisäen myös epäpuhtauksien kulkeutumista rakenteista sisäilmaan.

Tehtyjen mittausten perusteella rakennus on kouluajana lievästi ylipaineinen ja kouluajan ulkopuolella lievästi alipaineinen ulkoilmaan nähden, joka viittaa ilmanvaihdon katkokäyttöön. Tuloksen perusteella vanhalla osalla rakenteiden lävitse tapahtuvat vuotoilmavirtaukset kasvavat kouluajan ulkopuolella, mikä selittää aamuisin koettua huonoa sisäilman laatua.

Havaintojen perusteella altistuminen sisäilman kuiduille on epätodennäköistä.

Raitisilmasäleikköjen suojausta tulisi parantaa siten, ettei tuloilmajärjestelmiin pääse kulkeutumaan ylimääräistä kosteutta ja likaa. Raitisilmakammioon ja suodatinosalle asennetaan sulamisvesien viemärointi. Myös IV-konehuoneen lattiassa tulisi olla viemärointi.

Ilmanvaihtokoneiden käyttö asetetaan siten, että rakennuksen painesuhteet pysyvät hallinnassa kaikissa rakennuksen käyttötilanteissa. Koska rakennuksen ulkovaipparakenteet ovat vanhalla osalla epätiivit, tulisi ilmanvaihdon tasepainotus suorittaa tulo- ja poistoilmavirtojen taseella jossa rakennukseen tuleva ja lähtevät kokonaisilmamäärät ovat keskenään yhtä suuret.

5 Lisätutkimukset

Tässä tutkimuksessa esille tulleiden mahdollisten lisätutkimuksien tarve sovitaan erikseen tilaajan kanssa.

Oy Insinööri Studio
Rakentamisen palvelut

merk. Timo Mielo
Timo Mielo
tutkimusinsinööri AMK

merk. Antti Ahola
Antti Ahola
RI AMK, RTA VTT-C-20929-26-15

7 Liitteet:

Liite 1 Valokuvat
Liite 2 Näytteenottoaikat
Liite 3 Analyysivastaus 328785 rakenteiden mikrobeista
Liite 4 Paine-eroseuranta
Liite 5 Näytteenotto- ja mittausmenetelmät



Kuva 1.: Kellariseinän lisälämmöneristeissä on simin nähden kosteusvaurioita.



Kuva 2.: Ulkoseinän tippalankku on paikoin epätiivisti kiinni julkisivulaudoituksessa.



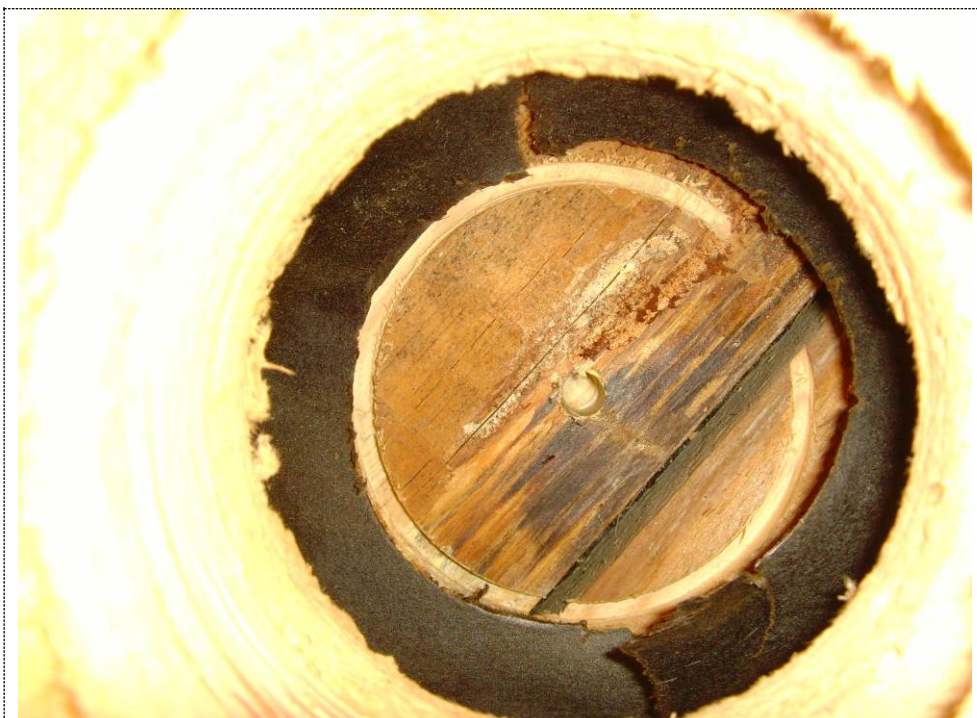
Kuva 3.: Julkisivupinnoilla esiintyy useissa paikoissa kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 4.: Julkisivulaudoitusta ja tippalankkua on uusittu aiemmin.



Kuva 5.: Luokan 1 ulkoseinän vinolaudoituksessa esiintyy kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 6.: Huoneen 2 ulkoseinän vinolaudoituksessa esiintyy kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 7.: Huoneen 3 ulkoseinän puukuitulevyssä esiintyy kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 8.: ATK-luokan kohdalla alahirsissä esiintyy lahovaurioita.



Kuva 9.: Sade- ja sulamisvedet jäävät osin rakennuksen seinustoille.



Kuva 10.: Sade- ja sulamisvedet jäävät osin rakennuksen seinustoille.



Kuva 11.: Opettajienhuoneen kohdalla alapohjan kannatinhirret on uusittu.



Kuva 12.: ATK-luokan kohdalla alapohjan kannatinhirsien päissä esiintyy lahovaurioita.



Kuva 13.: ATK-luokan kohdalla alapohjan kannatinhirsien päissä esiintyy lahovaurioita.



Kuva 14.: ATK-luokan kohdalla alapohjan kannatinhirsien päissä esiintyy lahovaurioita.



Kuva 15.: Vanhan osan ryömintätilan kevytsoratäytteessä esiintyy kosteutta heti kuivan pintakerroksen alla.



Kuva 16.: Lähempänä perusmaata kevytsorakerros on vesimäkkää.



Kuva 17.: Kosteassa kevytsorakerroksessa esiintyy orgaanista ainesta.



Kuva 18.: Kosteassa kevytsorakerroksessa esiintyy orgaanista ainesta.



Kuva 19.: Kosteassa kevytsorakerroksessa esiintyy orgaanista ainesta.



Kuva 20.: Sokkelin sisäpinnoilla esiintyy runsaasti kalkkihärmää, joka on kostea.



Kuva 21.: Sokkelin sisäpinnoilla esiintyy runsaasti kalkkihärmää, joka on kostea.



Kuva 22.: Kuistin sisämuotin tukipuissa esiintyy silmin nähden homekasvustoa.



Kuva 23.: Kuistin sisämuotin tukipuissa esiintyy silmin nähtävää sienirihmastoja.



Kuva 24.: Opettajienhuoneen kohdalla katon vanhoja lisälämmöneristeitä ei ole purettu pois.



Kuva 25.: Opettajienhuoneen kohdalla alakaton yläpuolelta vanhoja ulkoseinän lisälämmöneristeitä ei ole purettu pois.



Kuva 26.: Opettajienhuoneen kohdalla välipohjassa esiintyy kosteusvaurio yläkerran WC:n kahdalla.

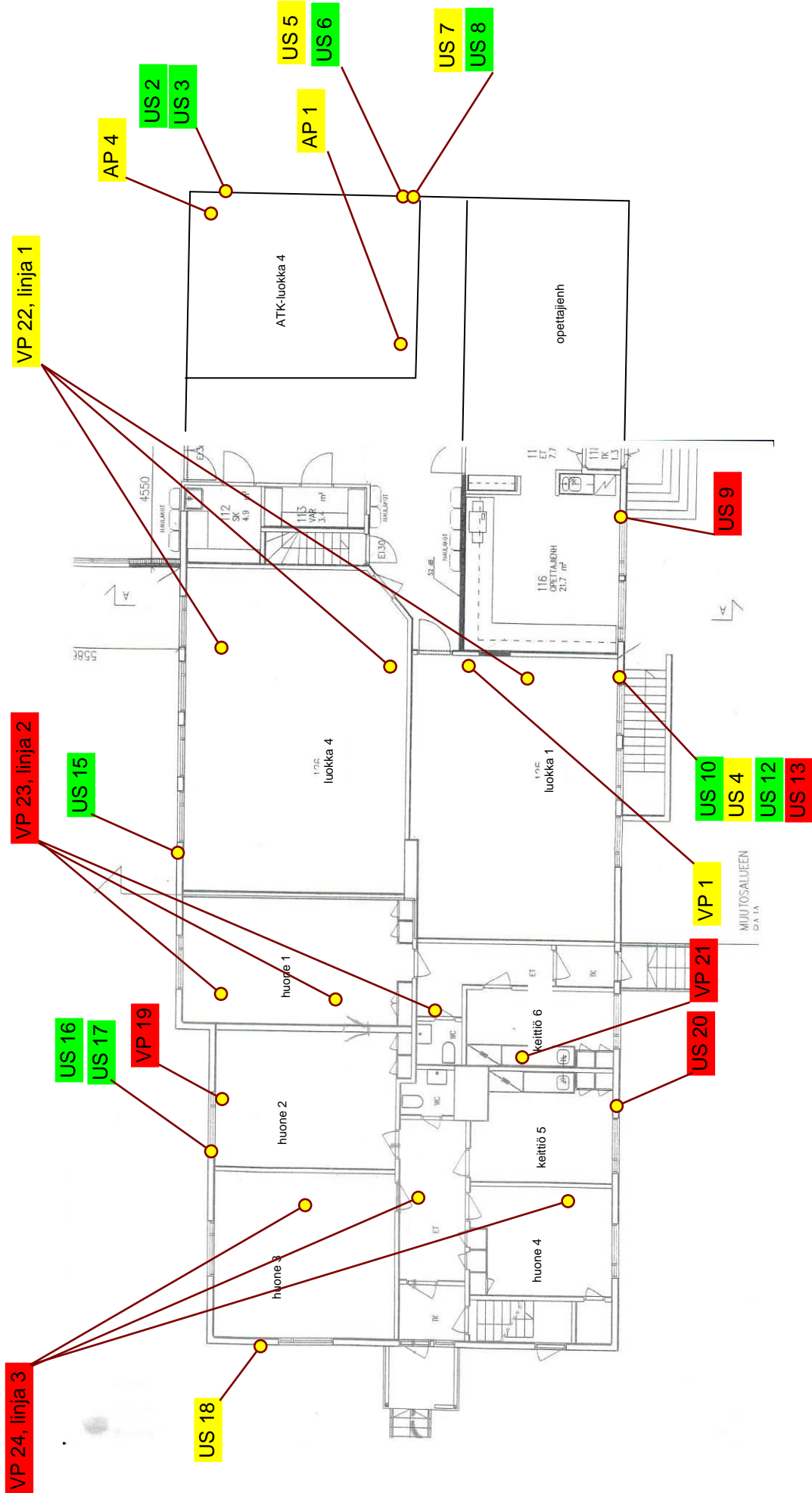


Kuva 27.: Tuloilmajärjestelmään pääsee kulkeutumaan ulkopuolista kosteutta (vesisade).



Kuva 28.: Tuloilmakoneen esisuodattimen kaukalo on täynnä vettä.

- = tulos on vahvasti poikkeava US = mikrobinäyte ulkoseinästä
- = tulos on poikkeava AP = mikrobinäyte alapohjasta
- = tulos on tavanomainen VP = mikrobinäyte välipohjasta



Osakeyhtiö Insinööri Studio
Timo Mielo
Laserkatu 6
53850 LAPPEENRANTA



Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Timo Mielo/Antti Ahola
Näytteenottoaika: Kangasvarren koulu
Näytteenottopäivämäärä: 9.3.2016
Vastaanottopäivämäärä: 11.3.2016
Näyttemäärä: 24 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, Asumisterveysasetus (545/2015).
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- lämpötilä

Kasvatus- aika

25 °C
25 °C
25 °C
25 °C

7 vrk
7 vrk
7 vrk
7-14 vrk

Tutkitut näytteet

1. ATK AP ulkonurkka, villa
2. ATK US lisälämmön eriste, villa
3. ATK US ulkonurkka, pinkopahvi
4. ATK AP (sisä), villa
5. ATK US alakaton yläpuoli, villa
6. ATK US alakaton yläpuoli, pinkopahvi
7. ATK US päätyseinä alareuna, villa
8. ATK US päätyseinä alareuna, pinkopahvi
9. Rehtorin huone US alareuna, puru
10. Luokka 1 US sisäpinta, kuitulevy
11. Luokka 1 US keskeltä, kuitulevy+puu
12. Luokka 1 US ulkopinta, kuitulevy
13. Luokka 1 US ulkopinta, pikipaperi
14. Luokka 1 VP, puru
15. Luokka 4 US, puru
16. Huone 2 US keskeltä, kuitulevy
17. Huone 2 US ulkopinta, pikipaperi
18. Huone 3 US ulkopinta, kuitulevy+puu
19. Huone 2 VP, puru
20. Keittiö 5 US, puru
21. Keittiö 6 VP, puru
22. VP 1. linja, puru
23. VP 2. linja, puru
24. VP 3. linja, puru

Tulosten tulkinta

heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
heikko viite vauriosta
heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
vahva viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
heikko viite vauriosta
vahva viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
heikko viite vauriosta
vahva viite vauriosta
viittaa vaurioon
vahva viite vauriosta
heikko viite vauriosta
viittaa vaurioon
vahva viite vauriosta

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
1.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. penicillioides</i> * +(2) <i>Eurotium</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. fumigatus</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(1)	
2.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. fumigatus</i> * +(1) <i>Penicillium</i> + steriilit +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(1)	
3.	Yhteensä + steriilit +	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
4.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. candidus</i> + <i>A. penicillioides</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> + <i>Eurotium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Eurotium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
5.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Eurotium</i> * +(2)	Yhteensä + <i>Eurotium</i> * +(2)	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
6.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Eurotium</i> * +(1)	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
7.	Yhteensä + <i>A. fumigatus</i> * +(1) <i>Chaetomium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. fumigatus</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
8.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
9.	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ Muut bakteerit +++ <i>Streptomyces</i> * -	
10.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
11.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Chrysonilia</i> ° +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
12.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
13.	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä ++ <i>Aureobasidium</i> ° + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +	

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

Näyte	Mesofiilliset sienet			Mesofiilliset bakteerit ja aktinobakteerit THG-agar
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	
14.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>P. variotii</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
15.	Yhteensä + <i>P. variotii</i> * +(1)	Yhteensä + <i>P. variotii</i> * +(1)	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
16.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
17.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
18.	Yhteensä + <i>A. niger</i> ° +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Eurotium</i> * +(3)	Yhteensä + <i>P. variotii</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
19.	Yhteensä +++ <i>A. niger</i> ° +++	Yhteensä +++ <i>A. niger</i> ° +++ <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. niger</i> ° +++ <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ Muut bakteerit +++ <i>Streptomyces</i> * +
20.	Yhteensä + <i>A. ustus</i> ° +(4) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. sydowii</i> * +(4) <i>A. ustus</i> ° +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. sydowii</i> * +(2) <i>A. ustus</i> ° +(4) <i>Chaetomium</i> * +(2) hiivat, punainen° +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * -
21.	Yhteensä +++ <i>A. niger</i> ° + <i>A. ustus</i> ° + <i>P. variotii</i> * + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>A. niger</i> ° + <i>A. ustus</i> ° ++ <i>P. variotii</i> * + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>A. niger</i> ° + <i>A. ustus</i> ° ++ <i>P. variotii</i> * + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * +
22.	Yhteensä + <i>P. variotii</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>P. variotii</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>P. variotii</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * -
23.	Yhteensä + <i>A. niger</i> ° +(1) <i>A. ustus</i> ° +(1) <i>P. variotii</i> * +(2) <i>Penicillium</i> + <i>Verticicladium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. niger</i> ° +(3) <i>A. ustus</i> ° +(2) <i>Alternaria</i> + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>A. niger</i> ° +(2) <i>A. ustus</i> ° +(1) <i>Chaetomium</i> * +(3) <i>Cladosporium</i> + <i>P. variotii</i> * +(6) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
24.	Yhteensä +++ <i>A. niger</i> ° + <i>Penicillium</i> +++ <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä +++ <i>A. niger</i> ° + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>A. niger</i> ° + <i>Absidia</i> ° + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä ++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * +

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

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

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.

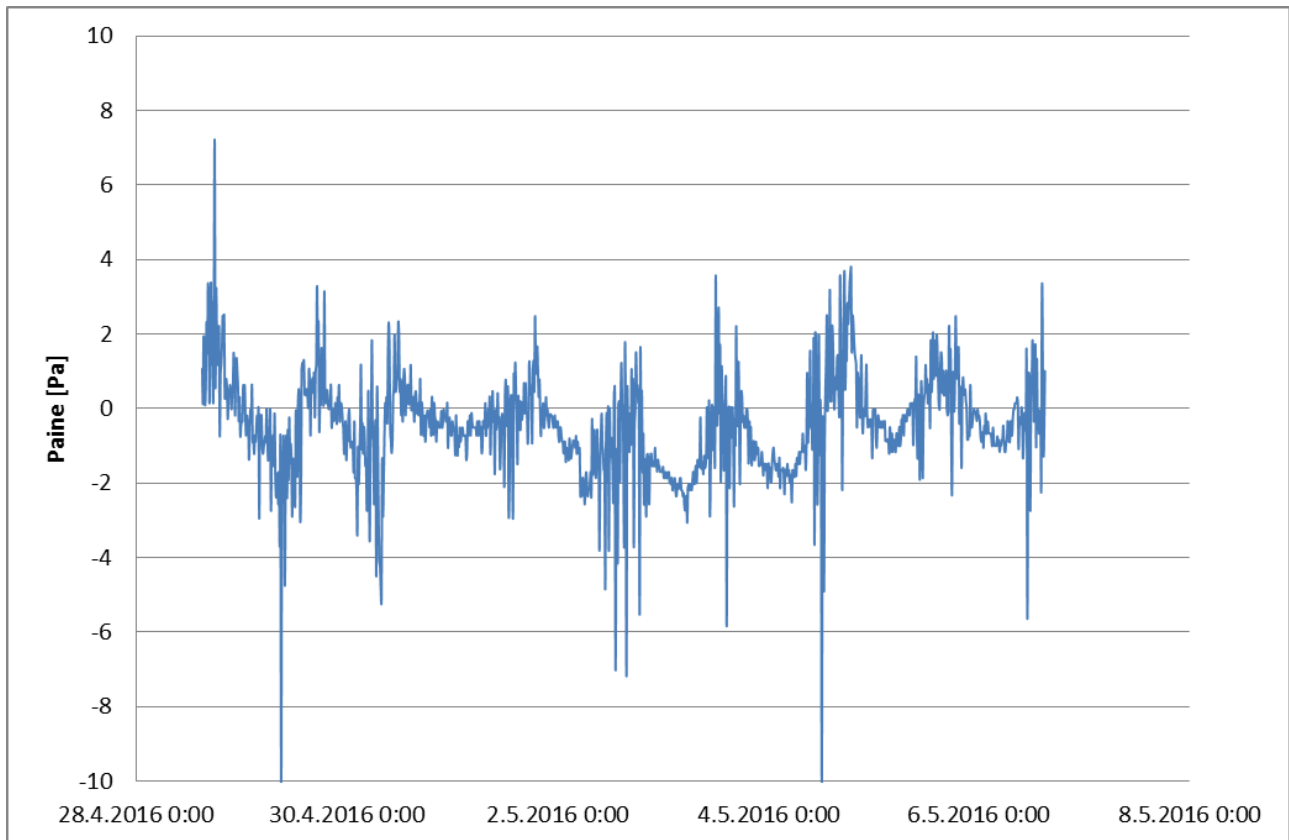
Asiakasratkaisut



Marja Hänninen
mikrobiologi
Kuopio



Mari Haapakoski
laboratoriomestari
Kuopio



kuva 1. Paine-eroseuranta 28.4.-6.5.2016, ATK-luokka

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 tarkoitamana terveyshaittana pidetään myös altistumista terveydelle haitalliselle aineelle tai olosuhteelle siten, että sairauden tai sen oireiden ilmeneminen on mahdollista.

Rakenneavaukset

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

Mikrobit rakenteissa

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

Merkkisavukokeet

Rakenteiden tiiveyttä ja rakenteissa olevia vuotoilmareittejä selvitettiin merkkisavun avulla. Savukokeen aikana rakennuksen ilmanvaihto toimi normaalitilassa.

Ilmanvaihtoselvitys

Ilmanvaihdon toimintaa arvioitiin aistinvaraisesti, koneita ja kanavia avaamalla.

Paine-eroseuranta

Paine-ero ulkoilmaan nähden mitattiin hetkellisenä mittauksena, mittalaitteena TSI Velocicalc Plus. Rakennuksen painesuhteita ulkovaipan yli seurattiin jatkuvatoimisena mittauksena. Mittalaitteena Tinytag-loggerit ja lähettimet HK instruments^{ltd}, DPT.