

**RAKENNUKSEN KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN
KUNTOTUTKIMUS
VÄLIRAPORTTI
28.8.2017**



**KIRKONKYLÄN KOULU
TUUSULANTIE 131
04310 TUUSULA**

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	3
1.1	Kirkonkylän koulun tutkimukset ja tavoitteet	3
2	KUNTOTUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT	3
2.1	Kohdetiedot ja tilaaja	3
2.2	Tutkimuksen toteuttaja	3
2.3	Kohteen yleistiedot	4
2.4	Tutkimuksen ajankohta.....	4
2.5	Tutkimuksen laajuus sekä tutkimusmenetelmät.....	4
3	HAVAINNOT RAKENTEISTA.....	5
4	MITTAUKSET JA TUTKIMUSTULOKSET SEKÄ KÄSITTEET	5
4.1	Rakenteiden kosteusmittaus.....	5
4.2	Suoramikroskopointi materiaalinäytteestä	7
4.3	Mikrobinäytteet ja laboratoriotutkimukset.....	8
4.4	VOC-yhdisteiden määrittäminen materiaalinäytteestä	12
4.5	Ilmavuotojen määrittäminen merkkiainekokeella.....	12
4.6	Paine-eromittaus	13

Tutkimukset ja laboratoriotutkimustulosten tulkinnat perustuvat mm seuraaviin lähteisiin:

- Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, Ympäristöopas 2016, Ympäristöministeriö, Miia Pitkäranta
- Terveydensuojelulaki 73/1994
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015
- Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Osat 1 – 4 (8/2016).
- Asumisterveysohje, 2003. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1. Edita Prima Oy, Helsinki 2003.
- Asumisterveysopas, 2009. Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö- ja terveys -lehti, Pori 2009.
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, 2010. Osa D, LVI ja energiatalous.
- Kansanterveyslaitos, Meklin T.; Putus T.; Hyvärinen A.; Haverinen-Shaughnessy U.; Lignell U.; Nevalainen A., Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot: opas ongelmien selvittämiseen, Kansanterveyslaitokset julkaisuja. C 2/2008

1 JOHDANTO

1.1 Kirkonkylän koulun tutkimukset ja tavoitteet

Kirkonkylän koulussa suoritettiin laaja rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus 6/2017 – 8/2017. Tutkimus suoritettiin 9.5.2017 päivätyn tutkimussuunnitelman mukaisesti ja koulurakennuksesta tutkittiin ulkovaippa-, alapohja-, välipohja- ja vanhat ulkoseinärakenteet. Rakennuksesta on vielä tutkimatta yläpohjarakenteet tuulettuvan yläpohjan osalta.

Kuntotutkimuksessa kaikille rakenteille suoritettiin useita rakenneavauksia ja rakenneavausten yhteydessä rakennusmateriaaleista otettiin näytteitä, joille suoritettiin laboratoriossa mikrobitutkimuksia viljelymenetelmällä. Osalle näytteille suoritettiin suoramikroskopointi, jolla määritettiin, onko materiaaleissa sieni-itiöitä tai -rihmastoa. Koulurakennuksen ulkovaippa- sekä sokkelirakenteelle tehtiin myös merkkikaasutesti, jolla pystyttiin analysoimaan ilmapirtauksien kulkeutuminen rakennuksen sisäilmaan mahdollisesti vaurioituneiden rakennekerrosten kautta. Koulun rakenteille suoritettiin myös aistinvaraiset tutkimukset, jossa määritettiin pintamateriaalien kunto ja korjaustarve. Koulurakennuksessa suoritettiin lattiapintojen kosteusmääryksiä, paine-eromittauksia ja VOC-määrykset bulk-näytteistä. Iltapäiväkerhon osalta alapohjan merkkikaasutesti suoritetaan piakkoin.

Koulurakennuksen kuntotutkimuksen tavoitteena on selvittää vaurioituneiden rakenteiden vaikutus sisäilman laatuun ja samalla tavoitteena on määrittää vaurioituneille rakenteille korjaussuosituksen.

2 KUNTOTUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT

2.1 Kohdetiedot ja tilaaja

Kohde	Kirkonkylän koulu Tuusulantie 131 0431 Tuusula
Tilaaja	Tuusulan kunta, Tilapalvelu Pertti Elg +358 40 314 555 pertti.elg@tuusula.fi

2.2 Tutkimuksen toteuttaja

	PH Ympäristötekniikka Oy Puusepänkatu 5 13110 Hämeenlinna
Yhteyshenkilö	Paula Helmi +358 50 468 8448 paula.helmi@phyt.fi
Tutkijat	Pasi Tuuvan Etelä-Suomen Rakennuskonsultit Oy, ESRK Oy

+358 40 024 7015
pasi.tuuvanen@esrk.fi

Paula Helmi
PH Ympäristötekniikka Oy
+358 50 468 8448
paula.helmi@phyt.fi

2.3 Kohteen yleistiedot

- Rakennusvuosi, 1958, 1990 ja 2009
- Rakennuksia, 1 kpl
- Kerroksia, 2 kpl + osittainen kellarikerros

Tutkimuksen kohteena on kolmessa osassa rakennettu koulurakennus. Vanhin osa rakennuksessa on kaksi kerroksinen massiivitiilirakenteinen, jonka alapohjassa on osittain tuulettuva alapohjarakenne sekä osittain kellarikerrokset ovat käytössä varastoina ja talotekniikan tiloina. Käyttökellarien alapohjat ovat maanvastaisia rakenteita. Rakennuksen perustukset ovat paikallaan valettuja betonirakenteita ja vesikatto on maalattu konesaumapeltikatto. Rakennuksessa on useita erilaisia välipohjarakenteita.

90-luvun vaihteessa valmistunut rakennus on myös pääosin kaksi kerroksinen ja rakennuksen julkisivut ovat tiilimuurattuja sekä rapattuja ja maalattuja. Rakennuksen runko on betonirakenteinen ja lämmöneristeenä julkisivuissa ja yläpohjassa toimii mineraalivillaeristys. Rakennuksen alapohjat ovat tuulettuvia ryömintätalallisia alapohjarakenteita ja keittiön alapuolella on väestösuoja. Välipohjat ovat ontelolaattoja sekä massiivibetonivaluja.

Vuonna 2008 rakennetussa osassa ulkovaipparakenteet ovat paikoin sandwich-rakenteisia ja osittain eristerapattuja. Rakennuksen alapohjat ovat osin tuulettuvia ryömintätalallisia alapohjarakenteita sekä osin maanvastaisia rakenteita. Rakennuksen välipohjat ovat ontelolaattarakenteisia.

Kaikkien rakennuksien yläpohjat ovat pääosin tuulettuvia yläpohjarakenteita pois lukien ruokalan yläosan vinokattorakenteen. Vesikatteena koulussa on maalattu konesaumapeltikate.

2.4 Tutkimuksen ajankohta

Kenttätutkimukset suoritettiin 6 - 8/2017.

2.5 Tutkimuksen laajuus sekä tutkimusmenetelmät

Tutkimus tehtiin 9.5.2017 päivätyt tutkimussuunnitelman mukaisesti. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kattavasti koulurakennusten sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä sekä eri rakenneosien rakennekerrokset rakenneavauksin. Koulurakennuksen käyttäjät ovat kokeneet rakennuksen eri osissa tunkkaista ilmaa, viemäriperäisiä hajuja, kylmää/kuumaa, ilmanvaihdon riittämättömyyttä sekä paikoin ilmanvaihto toimii liian tehokkaasti ja osassa tiloissa käyttäjillä on ollut oireilua.

Koulurakennuksen 1958, 1990 ja 2009 valmistuneille osille tehtiin seuraavia tutkimuksia:

- rakennuksien rakenteiden kunnan tarkastus visuaalisesti
- rakennuksien rakenteille suoritettiin rakenneavaukset, joista määritettiin rakenteiden rakennekerrokset ja mahdolliset aistinvaraisesti havainnoidut vauriot
- lattioiden kosteusmääritykset pintaosoittimella ja tarpeen mukaiset viiltomittaukset
- 33 + 6 mikrobianalyysia rakennuksen rakenteiden materiaalinäytteistä
- 7 kappaletta rakennusmateriaalien suoramikroskopointeja
- rakennuksen painesuhteiden määritykset paine-eromittauksella
- lattioiden pintamateriaalin VOC-määritykset
- asbestimääritykset rakenteiden materiaaleista, 8 kpl
- PAH-määritystä rakenteiden materiaaleista, 4 kpl
- rakennuksien ulkovaippa- ja sokkelirakenteiden tiiveystarkastus ja vuotoreittien paikannus merkkikaasulla

Rakenteiden näytekohdat valittiin silmämääräisen tarkastuksen perusteella riski- ja vaurioalttiista rakenteista niin, että rakenteiden kunnosta saataisiin mahdollisimman kattava ja laaja otanta sekä kokonaiskuva. Tulokset pätevät otettuihin näytteisiin ja tutkittuihin rakenteiden alueisiin.

Rakenteissa saattaa olla piileviä vaurioita, joita tämän tutkimuksen avulla ei ole saatu selville. Vaurioiden aste ja laajuus saattavat poiketa tutkimushetkellä todetusta. Mahdollisessa korjaussuunnittelussa sekä korjausurakkaan liittyvissä asiakirjoissa tulee varautua vaurioasteen sekä laajuuden poikkeamiin.

3 HAVAINNOT RAKENTEISTA

Työn alla.

4 MITTAUKSET JA TUTKIMUSTULOKSET SEKÄ KÄSITTEET

4.1 Rakenteiden kosteusmittaus

Pintamittaus

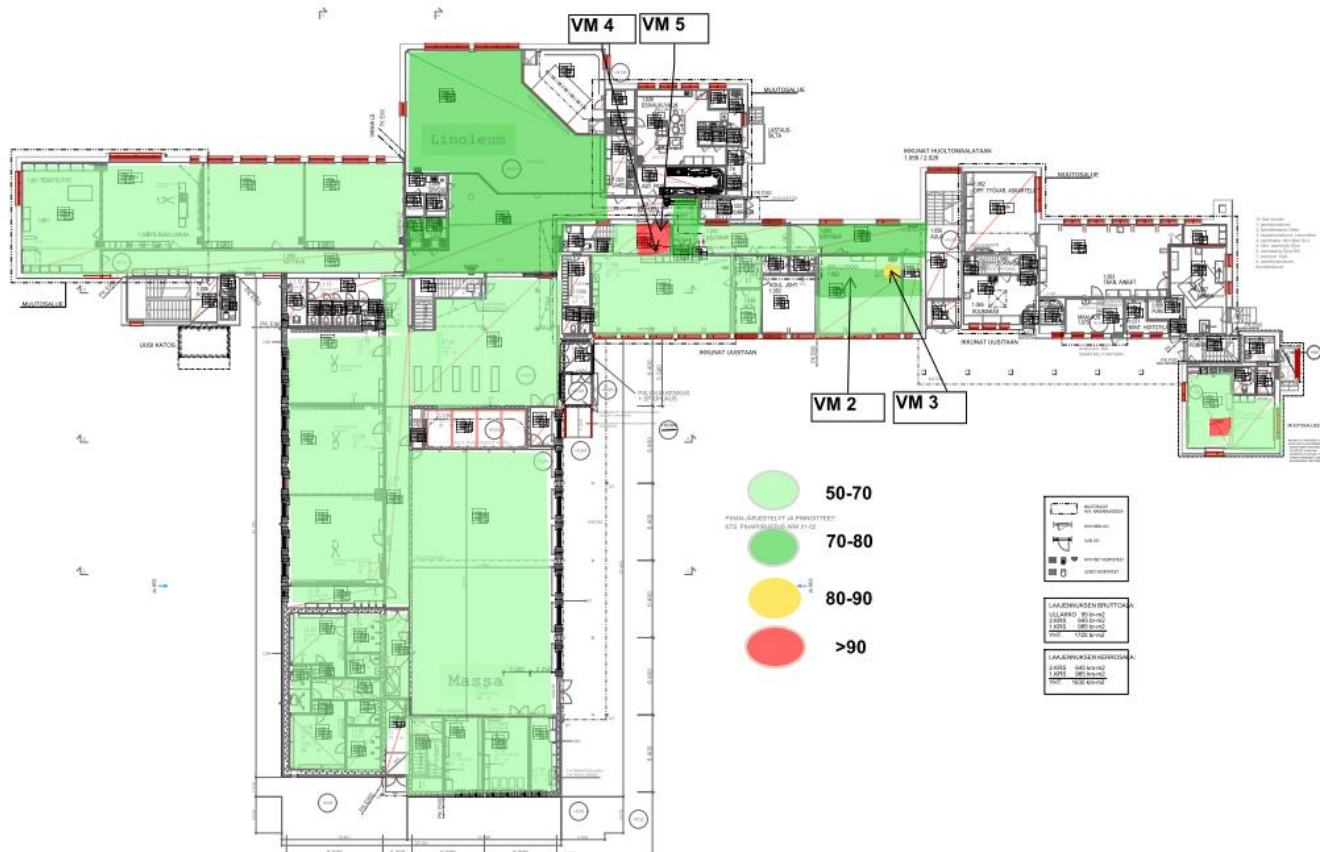
Rakennusten betonilattiapintojen kosteustilat kartoitettiin kauttaaltaan Gann Hydromette HB 30 pintaosoittimella ja B 50 mittapäällä.

Pintakosteusmittauksessa saatu mittauslukema on yksikötön ja yhdestä tilasta mitattuja arvoja voidaan verrata keskenään, jotta saadaan suuntaa antava käsitys tutkittavan alueen kosteustilanteesta. Pintakosteusmittauksen lukemiin vaikuttavat oleellisesti mitattavat pintamateriaalit ja rakennetyyppi. Tuloksia voidaan pitää siitä syystä vain viitteellisinä.

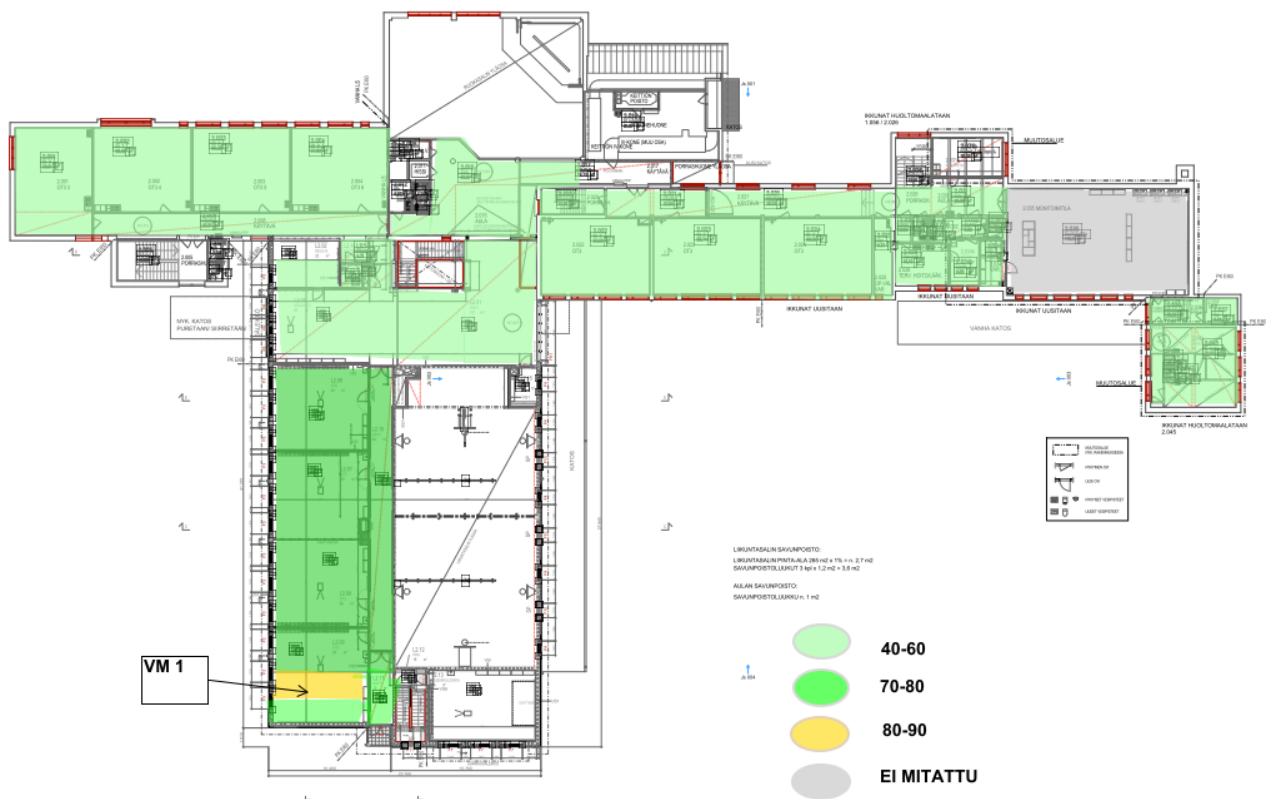
Kuvissa 1 - 2 on esitetty pintakosteustasot lattiamateriaaleissa.

Ensimmäisen kerroksen pintakosteustasot olivat pääosin tasaiset sekä mitattaville pintamateriaaleille ja lattiarakenteelle tyyppilliset. Merkittävin poikkeama on opettajanhuoneen eteisessä sekä iltapäiväkerhon lattian keskiosassa.

Toisen kerroksen pintakosteustasot olivat tasaiset.



Kuva 1. Ensimmäisen kerroksen pintakosteustasot ja viiltoimittauskohdat.



Kuva 2. Toisen kerroksen pintakosteuskartoitus ja viiltoimittaus.

Viiltomittaus

Viiltomittauksella voidaan selvittää liimattavan lattiapäällysteen, kuten muovi- ja linoleumimaton alapintaan ja liimakerrokseen kohdistuva todellinen kosteusrasitus. Viiltomittauksessa tehdään viilto lattiapäällysteeseen tutkittavalle kohdalle.

Viiltoon asennetaan heti viillon teon jälkeen kosteusmittausanturi ja viiltokohta tiivistetään huolellisesti vesihöyrytiiviksi. Käytettäessä nopeasti tasaantuvia mittapäitä anturin tasaantumisaika on 15...20 minuuttia. Viiltomittaus on tarkimmillaan + 20 °C lämpötilassa.

Viiltomittauksen mittalaitteistona käytettiin Vaisalan HM40-näyttöpäätettä ja siihen liitettyä HM42PROBE-mittausanturia. Anturi on kalibroitu 04/2016.

Pintakosteuskartoituksen perusteella suoritettiin täydentäviä viiltomittauksia luokahuoneissa ja opettajienhuoneen eteisessä, jolla saatiin selvitettyä muovimaton alapinnalla vallitsevia olosuhteita.

Taulukko 1. Viiltomittaukset

Mittapiste	Sijainti	Lämpötila °C	Suht. kosteus, %RH	Kosteussisältö g/m ³	Liiman kiinnitys
VM1	LK 209	21,0	85,9	15,73	hyvä
VM2	LK1052	20,1	75,5	13,14	hyvä
VM 3	LK 1052	20,3	91,3	16,06	tydyttävä
VM 4	1054 B	20,0	82,3	14,23	tydyttävä
VM 5	1054 B	20,5	84,7	15,07	tydyttävä
	Sisäilma	21,9	48,5	9,36	
	Ulkoilma	18,0	56,0	8,61	

Liiman kiinnitys asteikolla hyvä – tyydyttävä – heikko – irti.

Lattiapäällysteiden kriittinen kosteusraja-arvo on 85...90 % RH riippuen lattiamateriaalista.

4.2 Suoramikroskopointi materiaalinäytteestä

Mikroskopointitutkimuksella selvitetään materiaalinäytteessä sieni-itiöiden ja rihmaston esiintymistä. Mikäli suoramikroskopoinnissa havaitaan sienirihmastoja, tämä voi viitata homekasvustoon tai lahovaurioon näytteessä. Pelkkien itiöiden havaitseminen voi viitata kontaminaatioon muusta lähteestä.

Tutkimus ei sovellu bakteerikasvuston havainnointiin, joka on tehtävä viljelymenetelmällä. Mikroskopoinnilla havaitut sienirihmastot ja -itiöt voivat olla peräisin vanhasta jo kuivuneesta kosteusvauriosta.

Taulukko 2. Materiaalinäytteiden suoramikroskopointitulokset.

Näyte	Lab			Tulkinta
RAKS 1	43311	Korkki	Vähän sienirihmastoja ja -itiöitä	Heikko viite vanhasta vauriosta
RAKS 2	43312	Korkki	Vähän sienirihmastoja ja -itiöitä	Heikko viite vanhasta vauriosta
RAKS 15	43313	Puu	Kohtalaisesti sienirihmastoja ja -itiöitä Ruskolahottajaa	Vahva viite vanhasta vauriosta
RAKL 5	43314	Puu	Kohtalaisesti sienirihmastoja ja -itiöitä	Viite vanhasta vauriosta
RAKL 14	43315	Puu	Runsaasti sienirihmastoja ja -itiöitä	Vahva viite vanhasta vauriosta
RAKL 19	43316	Toja	Runsaasti sienirihmastoja ja -itiöitä	Vahva viite vanhasta vauriosta
RAKL 20	43317		Runsaasti sienirihmastoja ja -itiöitä	Vahva viite vanhasta vauriosta

4.3 Mikrobinäytteet ja laboratoriotutkimukset

Mikrobikasvu rakennusmateriaalissa todetaan mikrobien kasvatukseen perustuvalla laimennossarjamenetelmällä ja mikroskoipoimalla tehdyillä tutkimuksilla. Näytteestä tutkitaan mikrobipitoisuus sekä tunnistetaan siinä esiintyvät mikrobisuvut. Sosiaali- ja terveysministeriö on listannut mikrobit, jotka ovat kosteusvaurioon viittaavia indikaattorisukuja sekä ne suvut, joiden aineenvaihduntatuotteiden tiedetään aiheuttavan terveyshaittaa.

Mikrobinäytteistä tutkitaan bakteerit, aktinomykeetit, sieni-itiöpitoisuus (THG-alusta bakteereille, MEA-alusta hiivoille ja homeille sekä DG-18-alusta kuivissa oloissa viihtyvälle hiivoille ja homeille). Tulokset ilmoitetaan yksikkönä pmy (kpl)/ g.

Rakennusmateriaalinäytteissä on aina mikrobeja. Maaperän kanssa kosketuksissa olevissa alapohjan ja ulkoseinän materiaaleissa voi esiintyä mikrobeja suurinakin pitoisuuksina. Erityisesti rakennuksen uloimmissa rakenteissa olevissa materiaaleissa, kuten lämmöneristeissä ja tuloilmakanavien suodattimissa on luonnostaan ulkoilmasta peräisin olevia mikrobeja. Terveyshaittana edellä mainittua kasvustoa voidaan pitää siinä tapauksessa, jos itiöt ja mikrobin aineenvaihduntatuotteet pääsevät kulkeutumaan sisälle.

Jos mikrobikasvusto esiintyy kosteusvaurion seurauksena alapohjan tai ulkoseinärakenteen materiaalissa, vaurion syy tulee korjata ja mikrobikasvusto poistaa.

Rakennusmateriaalinäytteiden mikrobituloksien tulkinta perustui *Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) asumisterveysasetukseen 545/2015 ja sen soveltamisohjeeseen (Osa 4, 8/2016)*:

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun näytteen home- ja hiivasienten pitoisuus on laimennossarjamenetelmällä tutkittuna vähintään 10 000 pmy/g tai aktinomykeettien pitoisuus 3 000 pmy/g. Näytteen bakteeripitoisuus vähintään 100 000 pmy/g viittaa bakteerikasvuun näytteessä.

Kun sieni-itiöpitoisuus jää alle 10 000 pmy/g, kosteusvaurion tulkinnassa tarkastellaan suvustojen esiintymistä ja jakaantumista asetuksen 545/2015 tulkintaohjeiden mukaisesti.

Suoraviljelymenetelmällä tutkitut rakennusmateriaalinäytteet tulkitaan nelivaiheisella arviointimenetelmällä käyttäen + - asteikkoa:

- + = 1-19 pesäkettä (niukasti mikrobeja)
- ++ = 20-49 pesäkettä (kohtalaisesti mikrobeja)
- +++ = 50-199 pesäkettä (runsaasti mikrobeja)
- ++++ = >= 200 pesäkettä (erittäin runsaasti mikrobeja)

Suoramikroskopoinnilla havaitaan rakennusmateriaalissa mahdollisesti olevia sieni-itiöitä ja -rihmastoja ja arvioidaan niiden määrää. Menetelmällä voidaan havaita myös muun muassa lahovaurioita.

Taulukko 3. Rakennuksen sokkelista (valesokkelirakenne) otettujen materiaalinäytteiden mikrobitulokset laimennossarjamenetelmällä.

Näyte	Lab		MEA	DG-18	THG	Aktinomykeetit	Indikaattorimikrobit	Tulkinta
RAKS 1, IP, UV	M_0266_17	Korkki, betoni	1100	960	200	<100	<i>Aspergillus versicolor</i>	Ei viitettä vauriosta
RAKS 2, IP, UV	M_0267_17	Korkki	22000	16000	61000	8600	<i>Acremonium sp., Aktinomykeetti</i>	Vahva viite vauriosta
RAKS 3, käytävä, UV	M_0268_17	Korkki	<100	<100	<100	<100		Ei viitettä vauriosta

RAKS 4, käytävä, UV	M_0269 _17	Korkki, betoni	5000	3900	49000	6300	<i>Aktinomykeetti</i>	Vahva viite vauriosta
RAKS 5, L7	M_0270 _17	Korkki, betoni	5900	5700	75000	44000	<i>Aktinomykeetti</i>	Vahva viite vauriosta
RAKS 6, OP. UV,	M_0271 _17	Korkki, betoni	100	150	650	<100		Ei viitettä vauriosta
RAKS 7, OP, UV	M_0272 _17	Korkki, tiili	40000	35000	27000	4000	<i>Acremonium sp., Aktinomykeetti</i>	Vahva viite vauriosta
RAKS 8, UV	M_0273 _17	Korkki	550	200	700	<100		Ei viitettä vauriosta
RAKS 9, UV	M_0274 _17	Korkki	<100	<100	750	<100		Ei viitettä vauriosta

Sokkelinäytteet otettiin 50 -luvun rakennuksen valesokkelirakenteesta ja tutkittiin laimennossarjamenetelmällä. RAKS 1 ja 2- näytteet otettiin iltapäiväkerhon sokkelista. RAKS 3 ja 4 – näytteet otettiin opettajanhuoneen ulkopuolella olevasta käytävästä. RAKS 5 -näyte on otettu luokasta 7. RAKS 6 ja 7 – näytteet on otettu opettajanhuoneesta. RAKS 8 ja 9 - näytteet otettiin puukäsityöluokan sokkelirakenteesta.

Tutkittujen näytteiden perusteella 50-luvun sokkelirakenteessa esiintyi paikoin laaja-alaisesti vahvoja viitteitä kosteusvauriosta.

Taulukko 4. Rakennuksen lattiarakenteesta otettujen materiaalinäytteiden mikrobitulokset laimennossarjamenetelmällä.

Näyte	Lab		MEA	DG-18	THG	Aktino- mykeetit	Indikaattorimik robit	Tulkinta
RAKL 1, AP, IP	SV_027 5_17	Muotti- laudoitus	270000	430000	530000	<100	<i>Chaetomium sp</i>	Vahva viite vauriosta
RAKL 2, VP, IP	SV_027 6_17	Betoni	800	350	570000	140000	<i>Scopularopsis sp., Aktinomykeetti</i>	Vahva viite vauriosta
RAKL 3, V, IP	SV_027 7_17	Betoni, tiili, puu	<100	<100	84000	71000	<i>Aktinomykeetti</i>	Vahva viite vauriosta
RAKL 4, VP, IP	SV_027 8_17	Puu, betoni, pahvi	<100	<100	800	150	<i>Aktinomykeetti</i>	Ei viitettä vauriosta
RAKL 5, VP, LS	SV_027 9_17	Puu	<100	<100	250	<100		Ei viitettä vauriosta
RAKL 6, VP, LS	SV_025 4_17	Kutteripur u, puu	7500	<100	63000	14000	<i>Aktinomykeetti</i>	Vahva viite vauriosta
RAKL 7, VP, LS	SV_025 5_17	Kutteripur u, puu	150	250	4000	<100		Ei viitettä vauriosta
RAKL 8, VP, LS	SV_025 6_17	Kutteripur u, puu	1600	1600	20000	<100	Sienirihmasto	Viite vanhasta vauriosta
RAKL 9, VP, LS	SV_025 7_17	Kutteripur u, puu	9100	4500	37000	17000	<i>Apergillus ochraceus, Aktinomykeetti</i>	Vahva viite vauriosta
RAKL 14, AP	SV_025 8_17	Puu	<100	<100	<100	<100		Ei viitettä vauriosta
RAKL15 , AP	SV_025 9_17	Puu, betoni	<100	700	450	<100		Ei viitettä vauriosta
RAKL 16, AP	SV_026 0_17	Puu, betoni	<100	<100	800	<100		Ei viitettä vauriosta
RAKL 17, AP	SV_026 1_17	Betoni	<100	<100	5100	100		Ei viitettä vauriosta

RAKL 18, AP	SV_026 2_17	Betoni	<100	<100	<100	<100		Ei viitettä vauriosta
RAKL 19, AP	SV_026 3_17	Betoni	150	250	600	<100		Ei viitettä vauriosta
RAKL 20, AP	SV_026 4_17	Kutteripur u, betoni	200	150	1100	450	<i>Eurotium sp., Aktinomykeetti</i>	Viite vauriosta
RAKL 21, AP	SV_026 5_17	Puu, betoni	140000	95000	830000	630000	<i>Aspergillus sydowii, Chaetomium sp., Aktinomykeetti</i>	Vahva viite vauriosta

Näytepaikat on RAKL 1 on otettu iltapäiväkerhon lattiasta ja RAKL 2 – 4 otettiin iltapäiväkerhon välipohjasta. Näytteet RAKL 5 – 9 otettiin vanhan liikuntasalin välipohjasta. Muut 50-luvun rakennuksen näytteet (RAKL 14 – 19) otettiin luokasta 7, opettajienhuoneesta sekä opettajienhuoneen edessä olevasta käytävästä. Näytteet RAKL 20 – 21 otettiin kellarin ja puukäsityöluokan välipohjasta.

Iltapäiväkerhojen, vanhan liikuntasalin ja puukäsityöluokan näytteissä oli vahvoja viitteitä vauriosta.

Taulukko 5. Rakennuksen julkisivusta ja ikkunatilkkeistä otettujen materiaalinäytteiden mikrobitulokset laimennossarjamenetelmällä.

Näyte	Lab		MEA	DG-18	THG	Aktino- mykeetit		Tulkinta
J2	M_0307_1 7	Min.vill a	8600	16000	46000	28000	<i>Aktinomykeetti</i>	Vahva viite vauriosta
J3	M_0308_1 7	Min.vill a	150	350	450	<100	<i>Ulocladium sp., Aktinomykeetti</i>	Ei viitettä vauriosta
J7	M_0309_1 7	Korkki	1500	1000	5800	1600	<i>Acremonium sp, Aktinomykeetti</i>	Viite vauriosta
J8	M_0310_1 7	Korkki	200	300	2700	<100		Ei viitettä vauriosta
J9	M_0311_1 7	Korkki	550	3500	900	<100	<i>Ulocladium sp.</i>	Ei viitettä vauriosta
T1	M_0312_1 7	Hampp u	320	960	500000	<100	<i>Aspergillus fumigatus, Ulocladium sp.</i>	Viite vauriosta
T2	M_0313_1 7	Hampp u	400	1000	51000	<100	<i>Phoma ps.</i>	Ei viitettä vauriosta

Julkisivusta otetuissa materiaalinäytteissä havaittiin viitteitä vauriosta. Toisessa tilkenäytteessä oli viite vauriosta.

Taulukko 6. Rakennuksen julkisivusta otettujen materiaalinäytteiden mikrobitulokset suoraviljelymenetelmällä.

äyte	Lab		MEA	RB MEA	DG- 18	THG Aktinomykee tti		Tulkinta
J1	SV_0328 _17	Min.vill a	+++	+++	+++	+++ +	<i>Aktinomykeetti</i>	Viite vauriosta

J4	SV_0329_17	Min.vill a	+++	++	+++	++ +	<i>Aktinomykeetti, Sienirihmaa</i>	Viite vanhasta vauriosta
J5	SV_0330_17	Min.vill a	+++	++	++	++++	<i>Sienirihmaa</i>	Viite vanhasta vauriosta
J6	SV_0331_17	Min.vill a	+	+	+	+++		Ei viitettä vauriosta
J10	SV_0332_17	Min.vill a	+	+	+	++++		Ei viitettä vauriosta
J11	SV_033_17	Min.vill a	+++	+	+++	+++ ++	<i>Aktinomykeetti</i>	Viite vauriosta

Julkisivusta otetuissa mineraalivillanäytteissä havaittiin viitteitä vauriosta suoraviljelymenetelmällä tutkittuna.

4.4 VOC-yhdisteiden määrittäminen materiaalinäytteestä

Tyypillisiä VOC-päästöihin liittyviä oireita voivat olla erilaiset ärsytysoireet, kuten nenä-, kurkku-, silmä- tai iho-oireet. VOC-yhdisteiden esiintyminen huoneilmassa voi aiheuttaa myös mm. hajutuntemuksia ja päänsärkyä.

Materiaalinäytteen VOC-pitoisuus ilmoitetaan yksikkönä $\mu\text{g}/(\text{m}^3 \text{ g})$. Näytteiden emissiot tutkitaan mikrokammimenetelmällä ja analysoidaan kaasukromatografisesti. Menetelmä ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu koeolosuhteissa.

Näyte otetaan muovimatosta leikkaamalla noin 10 x 10 cm:n kokoinen pala mattoveitsellä siten, että alla olevaa liimaa saadaan myös näytteen mukaan.

Jos yksittäisen yhdisteen pitoisuus ylittää 10 % kokonais-VOC-pitoisuudesta, sitä voidaan pitää epätavanomaisena.

Taulukko 7. VOC-tulokset mattonäytteistä.

Tila	Pintakosteustaso Matto/betoni	Materiaalin VVOC-pitoisuus, $\mu\text{g}/(\text{m}^3 \text{ g})$	2-Etyyli-heksanoli, $\mu\text{g}/(\text{m}^3 \text{ g})$ (Osuus kok.-VOC-pitoisuudesta, %)
Luokka 208	63/63	287,4	32,7 (11%)
Luokka 2004	82/110	476,2	113,9(24%)
Luokka 2022	45/51	48,2	16,7(35%)

Näytteissä esiintyi yksittäisistä yhdisteistä suhteellisesti eniten 2-Etyyliheksanolia. Luokasta 208 otetussa näytteessä oli alkaaneja 49 % kokonais-VOC-pitoisuudesta.

4.5 Ilmavuotojen määrittäminen merkkiainekokeella

Koulun ilmavuotopaikat määritettiin merkkikaasulla rakennuksen normaalissa painesuhteessa. Merkkikaasuna kokeessa käytettiin rikkiheksafluoridia (SF₆). Merkkikaasukokeet suoritettiin rakennuksen ulkovaippa- ja alapohjarakenteille. Merkkiainekokeet suoritettiin RT-kortin ” RT 14-11197, Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein” ohjeistuksen mukaisesti.

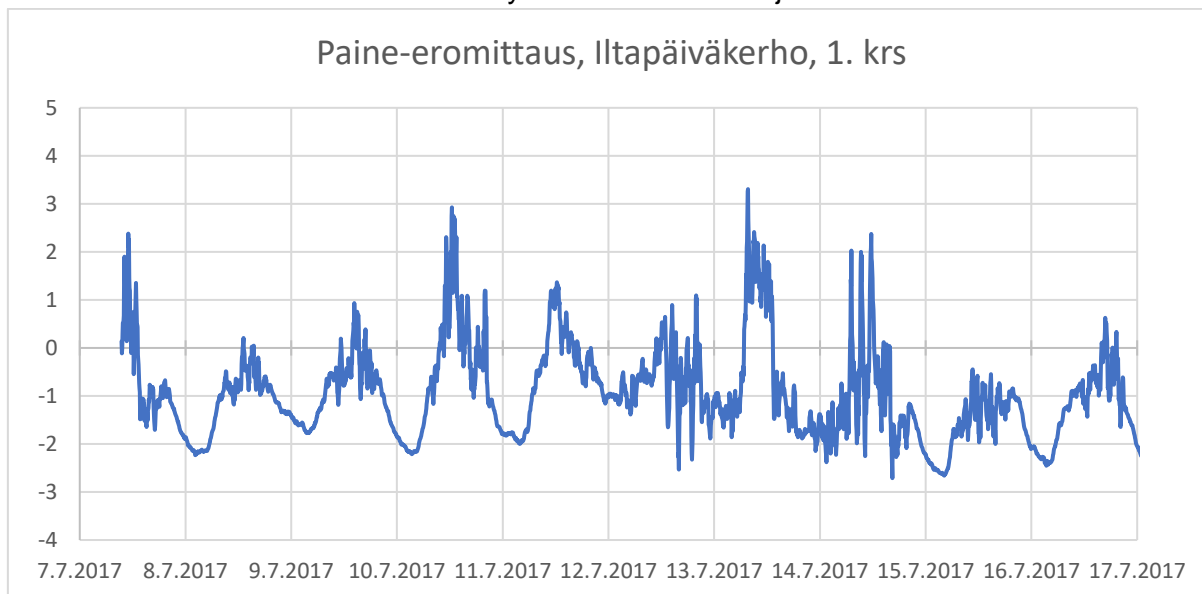
Merkkikaasukokeen tulokset on esitetty väliraportin liitteessä.

4.6 Paine-eromittaus

Koululla suoritettiin jatkuvatoimiset (loggaavat) paine-eromittaukset, joiden tarkoituksena oli selvittää tilojen paine-eroa ulkoilmaan nähden.

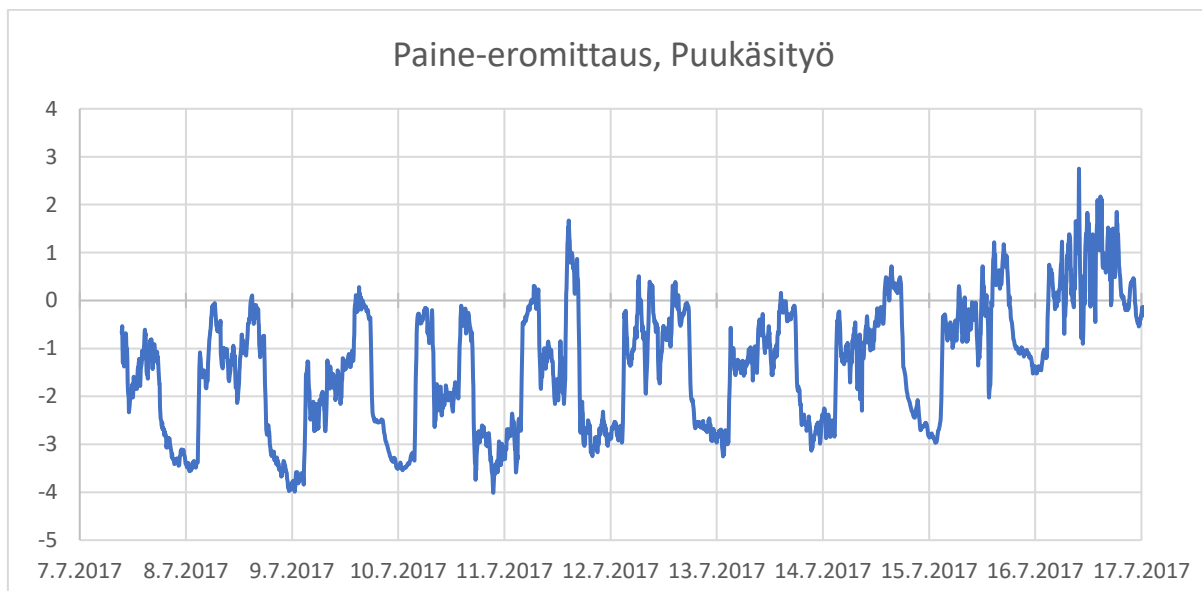
Mittaukset suoritettiin Gemini TGC-0046 loggerilla ja Beck 984Q lähettimellä.

Paine-eromittausten tulokset on esitetty alla olevissa kuvaajissa.



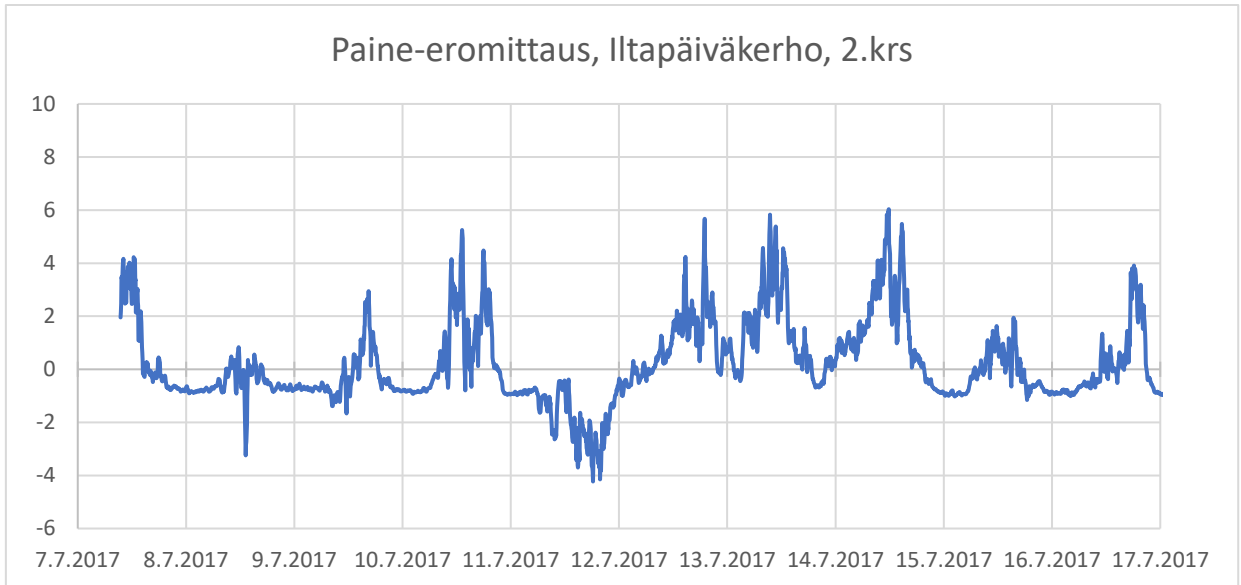
Kuva 3. Ensimmäisen kerroksen paine-eromittaukset suhteessa ulkoilmaan 7.7.2017 – 17.7.2017.

Ensimmäisen kerroksen iltapäiväkerhossa, joka sijaitsee vanhassa talonmiehen asunnossa, vallitsi mittausaikana lievä alipaine ilta- ja yö-aikaan ja päivällä paine-ero oli lievästi ylipaineinen suhteessa ulkoilmaan.



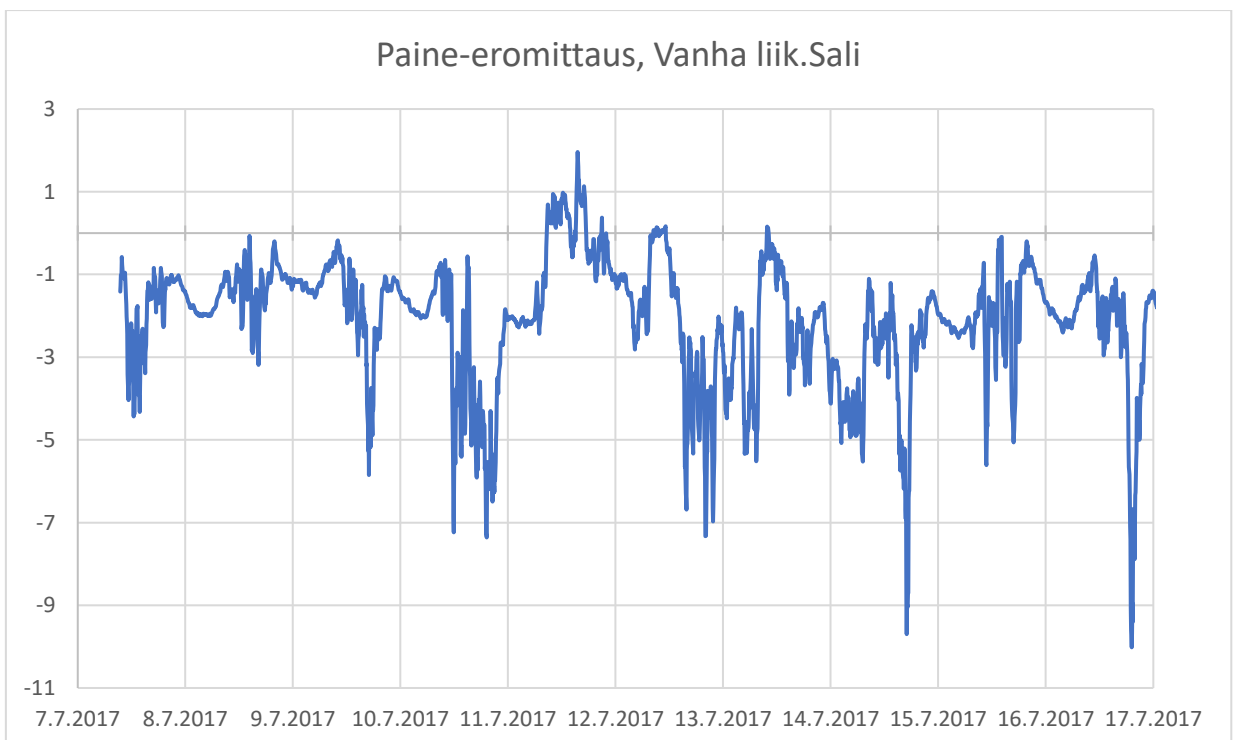
Kuva 4. Puukäsityöluokan paine-eromittaukset suhteessa ulkoilmaan 7.7.2017 – 17.7.2017.

Puukäsityöluokassa paine-erot olivat koulupäivän aikana lievästi alipaineinen (-1 – 2 Pa) ja paine-ero lisääntyi ilta- ja yöaikaan, jolloin alipainetta oli -3 – 4 Pa.



Kuva 5. Toisen kerroksen iltapäiväkerhon paine-eromittaukset suhteessa ulkoilmaan 7.7.2017 – 17.7.2017.

Iltapäiväkerhossa paine-ero oli pääosin lievästi alipaineiset. Ajoittain koulupäivän aikana havaittiin lievää ylipainetta.



Kuva 6. Vanhan liikuntasalin paine-eromittaukset suhteessa ulkoilmaan 7.7.2017 – 17.7.2017.

Vanhassa liikuntasalissa paine-erot ulkoilmaan nähden olivat pääosin lievästi alipaineiset. Lyhytaikaisesti alipaine oli ilta-aikaan korkeimmillaan -7 – (-10) Pa.



Kuva 7. Luokan 209 paine-eromittaukset suhteessa ulkoilmaan 7.7.2017 – 17.7.2017.

Luokassa vallitsi voimakas alipaine 14.7.2017 asti, jolloin painesuhteet tasaantuivat tavoiteltavalle tasolle.

Paine-eromittauksiin saattaa vaikuttaa rakennuksessa mittausajankohtana suoritettu viemäriputkistojen sukitustyö, jolloin ovet ja ikkunat olivat ajoittain auki ulkoilmaan ja muihin tiloihin nähden.

Hämeenlinnassa 28.8.2017



Pasi Tuuvanen
 Insinööri, amk
 Kuntotutkija
 Rakennusterveysasiantuntija
 VTT-C-23271-26-17
 Rakenteiden kosteuden mittaaja
 VTT-C-21806-24-16

Paula Helmi
 Insinööri, amk
 Sisäilmatutkija

