

**RUOTSINKYLÄN KOULU
RÄVBÄCKINKUJA 29
04360 TUUSULA**



RAPORTTI

7.5.2018

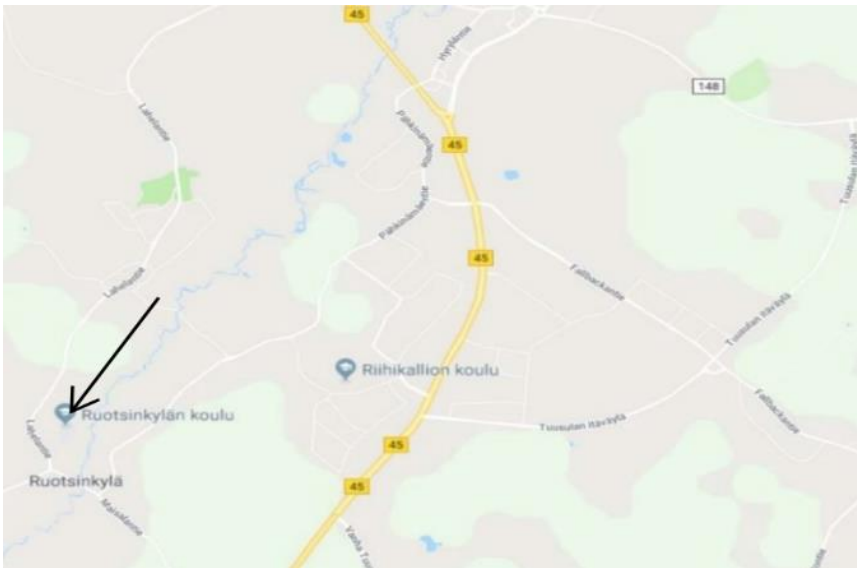
SISÄILMATUTKIMUS

Sisällysluettelo

1	KOHTEEN JA TUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT	4
1.1	Kohdetiedot ja tilaaja	4
1.2	Toimeksiannon yleistiedot	4
1.3	Tutkimuksen tavoite ja laajuus.....	4
1.4	Valmistuneet tutkimukset ja mittaukset	4
2	YHTEENVETO TUTKIMUKSISTA.....	5
3	HAVAINNOT RAKENTEISTA.....	6
4	OLOSUHTEET	11
4.1	Yleistä tutkimuksesta.....	11
4.1.1	Hiilidioksidi	11
4.1.2	Huoneilman lämpötila	11
4.1.3	Huoneilman suhteellinen kosteus.....	12
4.2	Mittalaitteisto	12
4.3	Tulokset.....	12
5	SISÄILMAN MIKROBITUTKIMUS	14
5.1	Yleistä tutkimuksesta.....	14
5.2	Tulokset.....	15
6	MATERIAALINÄYTTEEN SUORAMIKROSKOPOINTI.....	15
6.1	Tulokset.....	15
7	MATERIAALINÄYTTEEN MIKROBITUTKIMUS	16
7.1	Tulokset.....	16
8	TEOLLISET MINERAALIKUIDUT.....	17
8.1	Yleistä tutkimuksesta.....	17
8.2	Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus	17
8.2.1	Tulokset	17
9	PÖLYNKOOSTUMUS	17
9.1.1	Tulokset	18
10	ALLEKIRJOITUS.....	18

Tutkimukset ja johtopäätökset perustuvat seuraaviin julkaisuihin:

- 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



Kannen kuva ja kartta: Lähde Google Maps, 19.1.2018

1 KOHTEEN JA TUTKIMUKSEN YLEISTIEDOT

1.1 Kohdetiedot ja tilaaja

Kohde ja tilaaja

Ruotsinkylän koulu
Rävbäckinkuja 29
04360 TUUSULA

Tuusulan kunta/tilapalvelu
Rakennusmestari Pertti Elg
+358 40 314 555
pertti.elg@tuusula.fi

Tutkimuksen toteutus

PH Ympäristötekniikka Oy
Puusepänkatu 5
13110 Hämeenlinna

ESRK Oy
Harjutori 8
00500 Helsinki

Paula Helmi
Ympäristöinsinööri, AMK
Sisäilmatutkija
+358 50 468 8448
paula.helmi@phyt.fi

Pasi Tuuvan
Insinööri, YAMK
Kuntotutkija, RTA
+358 400 247 015
pasi.tuuvan@esrk.fi

1.2 Toimeksiannon yleistiedot

Ruotsinkylän kouluun kuuluu 1958 rakennettu kaksikerroksinen kivikoulu, ja yksikerroksinen niin sanottu viipalekoulu, joka on rakennettu 1976 ja laajennettu vuosina 2004 ja 2013.

12.10.2017 – 1.1.2018 suoritetuissa sisäilmaston laatututkimuksissa havaittiin todennäköisiä ilmavuotokohtia ja runsaasti tiivistämistarpeita useissa kohdissa viipalekoululla. Tilakeskus on päättänyt, että koulun viipaleosa poistetaan käytöstä 4.4.2018 alkaen ja liikuntasali otetaan opetuskäyttöön.

1.3 Tutkimuksen tavoite ja laajuus

Tutkimuksen tavoitteena on tehdä sisäilmaston laatututkimuksia rakenteita rikkomattomin menetelmin tiloissa, jotka jäävät opetuskäyttöön.

Tavoitteena on myös selvittää opetustilan 7 ulkovaipparakenteiden kuntoa rakenneavauksin. Opetustilan ulkovaipparakenteiden alaosiin suoritettiin viisi rakenneavausta, joista tarkastettiin rakenteet ja vauriot. Rakenneavauksista otettiin materiaalinäytteet mikrobimäärityksiin laimennossarjamenetelmällä ja suoramikroskopointiin.

1.4 Valmistuneet tutkimukset ja mittaukset

Kenttätutkimukset ja näytteenotot tehtiin 21.3. - 28.3.2018.

- Mikrobitutkimus materiaalinäytteestä, 4 kpl
- Materiaalinäytteen mikroskooppinen tutkimus, 4 kpl
- Sisäilman mikrobitutkimukset, 6 kpl
- Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus laskeumanäytteestä, 3 kpl

- Pölyn koostumus tuloilmakanavissa, 3 kpl
- Olosuhdemittaukset, 3 kpl

2 YHTEENVETO TUTKIMUKSISTA

Opetustila 7 rakenneavauksissa havaittiin mustaa pistemäistä kasvustoa ja kosteutta tuulensuojalevyn sisäpinnassa ja pystyrungossa rakenneavauskohdassa RAKS2. Rakenneavauskohdissa RAKS1 ja RAKS4 havaittiin mustaa pistemäistä kasvustoa ja vanhoja kuivuneita kosteusjälkiä. Aistinvaraisesti rakenneavauskohdissa ei havaittu normaalia poikkeavia hajuja.

Ulkopuolelta tarkastettaessa rakenteita havaittiin betonisokkelissa kosteusrasituksen viittaavaa kalkkihärmemuodostumaa sekä rakoja ikkunoiden pielilautojen ja pellitysten rajapinnoissa. Talven aikana kulkuväyliltä lumet on siirretty luokkahuoneen julkisivun viereen.

Kosteutta ja mustaa pilkkumaista kasvustoa on muodostunut usean eri osatekijän summana tuulensuojalevyn ja pystyrungon alaosiin. Pellityksien rakojen kautta on saattanut kulkeutua hieman kosteutta rakenteisiin, mutta suurimman kosteusvaikutuksen on aiheuttanut seinän viereen kasattu lumi. Lumi on sulaessaan kasvattanut kosteusvaikutusta sekä estänyt ulkovaipparakenteiden alaosien tuulettumisen. Kostean ja lämpimän sisäilman kohdatessa tuulensuojalevyjen sisäpinnan kylmät pinnat on kosteus tiivistynyt erityisesti rakenneliitosten alueelle aiheuttaen alaosissa mikrobikasvustoa.

Vaikka yhdessä alaosan rakenneavauskohdassa ei aistinvaraisesti havaittu kasvustoa tai kosteusjälkiä niin kaikkien materiaalinäytteiden suoramikroskopointituloksissa havaittiin viitteitä vaurioista, sienirihmastoa ja -itiöitä. Kaikkien materiaalinäytteiden mikrobiulokset ylittävät asetuksen 545/2015 toimenpiderajat laimennossarjamenetelmällä viljeltyinä.

Sisäilman mikrobipitoisuudet olivat tehtyjen tutkimusten perusteella näytteenottohetkellä alhaiset. Näytteiden mediaani oli <4. Näytteissä ei esiintynyt kosteusvaurioon viittaavia indikaattorimikrobeja.

Liikuntasalin yläaulassa toimivassa opetustilassa hiilidioksidipitoisuus nousee kuormituksen aikana 1000 – 1500 ppm:n tasolle ja oli korkeimmillaan lähellä toimenpiderajaa. Ulkoilman pitoisuuden ollessa 400 ppm, sisäilman hiilidioksidin toimenpideraja on 1550 ppm. Ilmanvaihdon teho ei ole opetustilassa kuormitukseen nähden riittävä. Lämpötila on ollut ajoittain kuormituksen aikana korkeahko. Sisäilman suhteelliset kosteudet olivat vuodenaikaan nähden tyypillisellä tasolla.

Luokkahuoneen 07 lämpötila alittaa ajoittain asetuksen 545/2015 toimenpiderajan ja ajoittain luokkahuoneen lämpötila nousee korkeaksi, mikä aiheuttaa sisäilman kuivumista. Ilmanvaihto oli kuormitukseen nähden riittävä. Sisäilman suhteelliset kosteudet olivat vuodenaikaan nähden tyypilliset.

Luokkahuoneessa 046 hiilidioksidipitoisuudet olivat kuormituksen aikana pääosin noin 800 ppm:n tasolla. Ilmanvaihdon voi katsoa olevan kuormitukseen nähden riittävän. Lämpötilat ja sisäilman suhteelliset kosteudet olivat vuodenaikaan nähden tyypillisellä tasolla.

Teollisten mineraalikuitujen pitoisuudet alittivat asetuksen toimenpiderajan luokkahuoneissa H046, H047 ja liikuntasalissa.

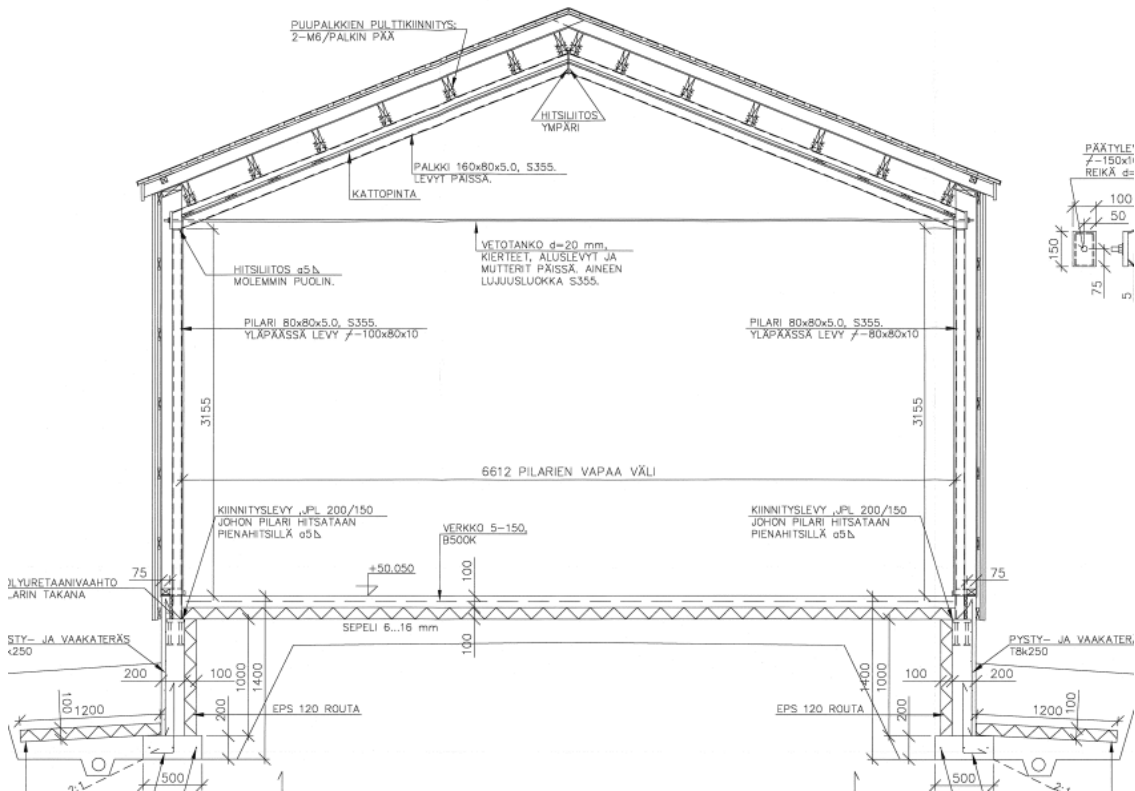
Opetustiloissa 9 ja 7 tuloilmakanavien päissä havaittiin suhteessa runsaasti karkeaa ulkoilmapölyä, joka voi viitata suodattimien vaihtotarpeeseen, ohivirtauksiin tai nuohoustarpeeseen.

3 HAVAINNOT RAKENTEISTA

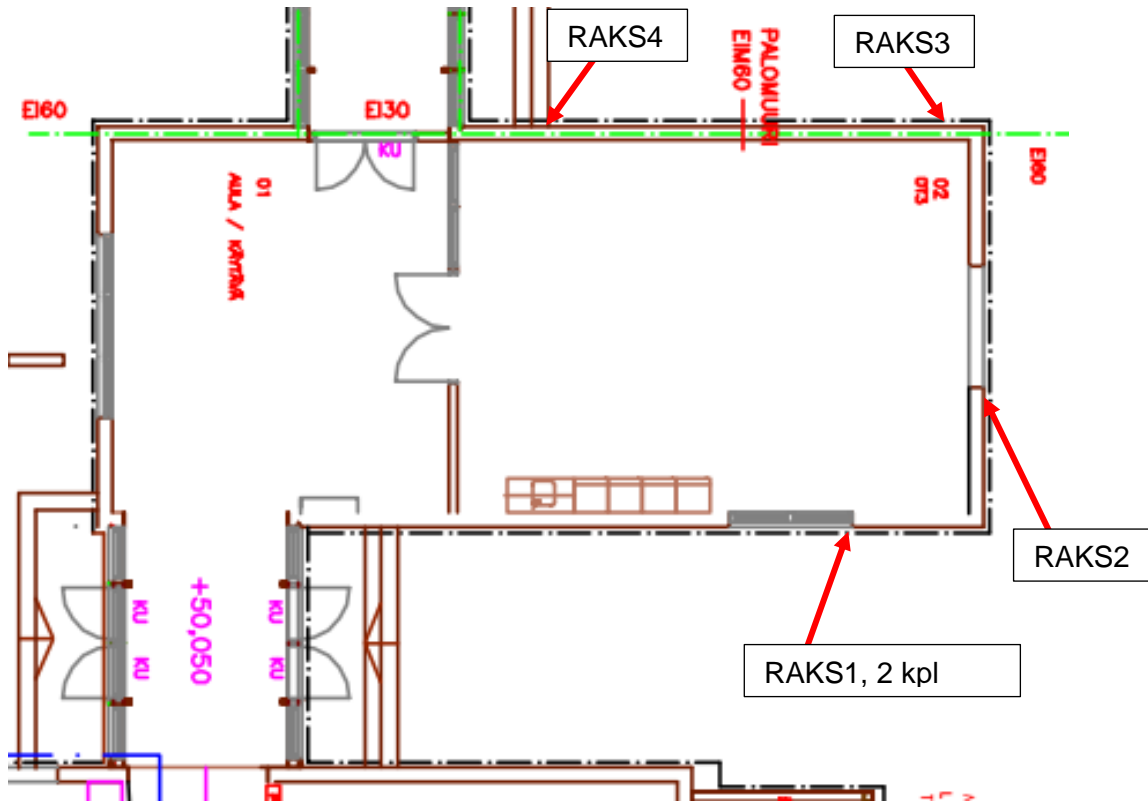
Opetustilaan 7 suoritettiin neljä rakenneavausta ulkovaipparakenteiden alaosiin ja yksi rakenneavaus tehtiin noin 0,5 m korkeudelle ikkunarakenteiden rajapintaan. Rakenneavaus- ja näytteenottokohdat on esitetty kuvassa 2.

Ulkovaipparakenteiden rakennekerrokset olivat seuraavat lähtien sisältä ulospäin:

1. Maalattu kipsilevy, 13 mm
2. Höyrynsulkumuovi, 0,02 mm
3. Eristetila ja puu-/teräsrunko, 180 mm
4. Tuulensuojalevy (kipsi), 13 mm
5. Vaakakoolaus, 22 mm
6. Lomalaudoitus (pysty)



Kuva 1. Opetustilan 7 leikkauskuva.



Kuva 2. Opetustilan 7 rakenneavaus- ja näytteenottokohdat.

Rakenneavausten yhteydessä ei sisäverhouslevyjien (kipsilevy) paperipinnoissa tai höyrynsulkuvoivin sisäpuolella havaittu aistinvaraisesti vaurioita.

Tuulensuojalevyjen sisäpinnoissa havaittiin mustaa pistemäistä kasvustoa rakenneavauskohdissa RAKS1 (alaosa), RAKS2 ja RAKS 4. Kasvustot keskittyivät pystyrungon, alajuoksun ja kipsilevyn rajapintaan. Rakenneavauskohdassa RAKS2 havaittiin aistinvaraisesti kosteutta pystyjuoksun alaosassa ja tuulensuojalevyn sisäpinnassa. Muissa rakenneavauskohdissa havaittiin vanhoja kosteusjälkiä.

Ulkopuolelta tarkastettuna havaittiin sokkelirakenteessa jälkiä kosteusvauriosta sekä paikoin rakoja pellitysten ja julkisivujen rajapinnoissa, joista kosteus pääsee kulkeutumaan rakenteiden sisään. Talven aikana kulkureiteiltä poistetut lumet on todennäköisesti kasattu seinien viireen, mikä kasvattaa ulkovaipparakenteiden alaosien kosteusrasitusta sulaessaan sekä aiheuttaa lisää kosteuden kondensoitumista rakenteiden sisään suotuissa olosuhteissa.



Kuva 3. Rakenneavauskohta RAKS1. Pysty-, alajuoksun ja kipsilevyn rajapinnassa havaittiin mustaa pilkkumaista kasvustoa ja vanhoja kosteusjälkiä.



Kuva 4. Rakenneavauskohta RAKS2. Pysty-, alajuoksun ja kipsilevyn rajapinnassa havaittiin mustaa pilkkumaista kasvustoa ja alakulman rakenteet havaittiin aistinvaraisesti kosteaksi.



Kuva 5. Rakenneavauskohdassa RAKS3 ei aistinvaraisesti havaittu vaurioita.



Kuva 6. Rakenneavauskohta RAKS4. Alajuoksun ja kipsilevyn rajapinnassa havaittiin mustaa pilkkumaista kasvustoa.



Kuva 7. Opetustilan 7 päätyikkunan alaosaan havaittiin viitteitä kosteudesta.



Kuva 8. Ikkunoiden pielilautojen ja pellityksien rajapinnoilla havaittiin pieniä rakoja rakenteisiin.



Kuva 9. Talven aikana lumet on kasattu julkisivujen viereen.

4 OLOSUHTEET

4.1 Yleistä tutkimuksesta

4.1.1 Hiilidioksidi

Ihmisen aineenvaihdunta tuottaa sisäilmaan hiilidioksidia ja muita epäpuhtauksia. Hiilidioksidin määrää sisäilmassa voidaan pitää ihmisestä peräisin olevien sisäilman epäpuhtauksien indikaattorina. Hiilidioksidi tulisi mitata sisäilmasta, jos sisäilma tuntuu tunkkaiselta tai ilmanvaihdon riittävyyttä on syytä epäillä.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 8 §:

- *Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 2100 mg/m^3 (1150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Rakennuksen käyttöajan ulkopuolella ilmanvaihdon tulee olla sellainen, ettei rakennus- ja sisustusmateriaaleista tai muista lähteistä vapautuvien ja kulkeutuvien epäpuhtauksien kertyminen sisäilmaan aiheuta käyttöaikana tiloissa oleskeleville terveyshaittaa.*

Sisäilmaluokituksen 2008 ja Suomen Rakentamismääräyskokoelman D2 mukaisesti vähimmäisvaatimukset sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle on 1200 ppm , joka vastaa tyydyttävää luokkaa S 3. Tavoiteltavana olevan hyvän sisäilman (S2) hiilidioksidipitoisuuden enimmäisarvo on 900 ppm .

4.1.2 Huoneilman lämpötila

Ihmisen kokemaan lämpöaistimukseen vaikuttavat huoneilman lämpötila, lämpösäteily, ilman virtausnopeus ja kosteus sekä vaatetus ja ihmisen toiminnan laatu. Lämpöaistimukset ovat yksilöllisiä ja ihmiset kokevat samat olosuhteet eri tavoin. Korkea lämpötila aiheuttaa huoneilman kuivumista.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 6 §:

- *Huoneilman lämpötila voidaan mitata oleskeluvyöhykkeeltä, mikä on tarpeen terveyshaitan selvittämiseksi. Huoneilman lämpötila mitataan noin 1,1 metrin korkeudelta. Huoneilman toimenpiderajaksi oppilaitoksissa on määritetty lämmityskaudella +20 – 26 °C.*

4.1.3 Huoneilman suhteellinen kosteus

Huoneilman suhteellinen kosteus tulisi olla noin 20 – 60 %, jonka saavuttaminen ei läheskään aina ole mahdollista ilmastollisista syistä. Suomessa ilma on talvella lähes aina kuivaa. Näistä arvoista poikkeamista ei voida kuitenkaan pitää terveyshaittana, jos muut asumisen terveydelliset edellytykset täyttyvät.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 5 §:

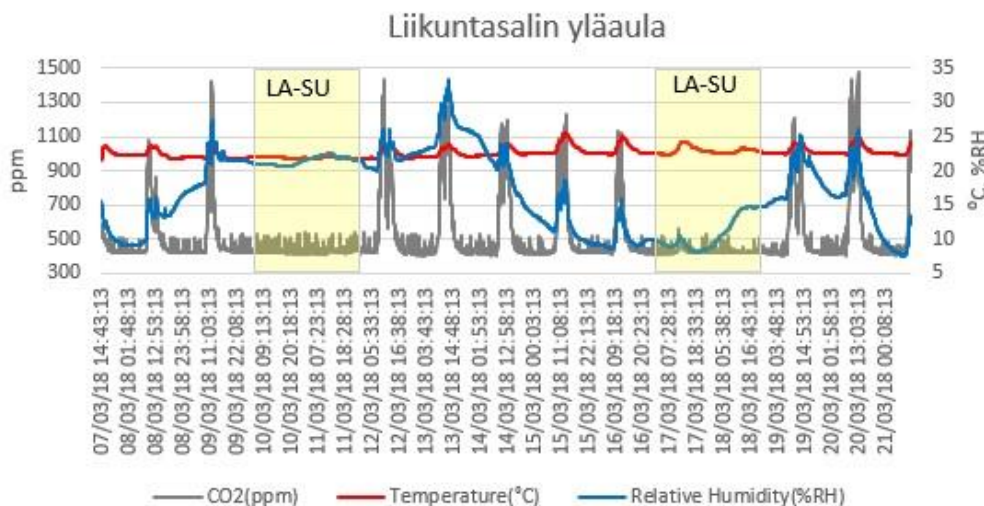
- *Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä.*

4.2 Mittalaitteisto

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden tasoja ja niiden vaihteluja mitattiin tallentavaa Trotec BZ 30 hiilidioksidiloggeria käyttäen. Mittaus syklinä käytettiin 30 minuuttia. Mittauksen aikana mitataan lisäksi huoneilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta.

4.3 Tulokset

Mittausjakson aikana ulkolämpötilat olivat 0.... -18 °C. Päivinä, jolloin sisäilman suhteellinen kosteus oli alle 10 %RH, ulkolämpötila oli -14...-18 °C.



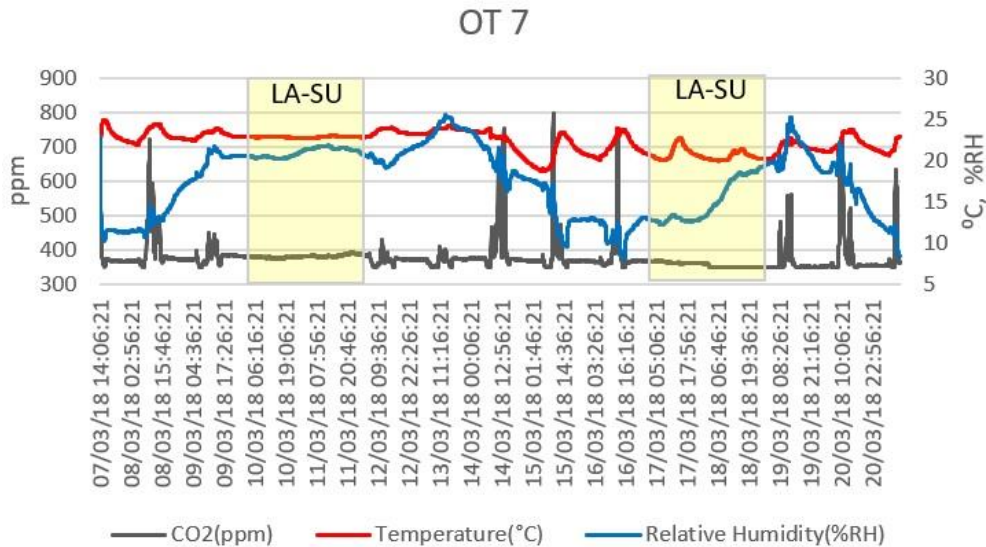
Kuva 10. Olosuhteet liikuntasalin yläaulassa 7.3.2018. – 20.3.2018 välisenä aikana.

Taulukko 1. Minimi- ja maksimiarvot liikuntasalin yläaulassa.

	Maks	Pvm	Aika	Min	Pvm	Aika	Ka
CO2(ppm)	1480	20.3.2018	13:03	399	14.3.2018	6:28	503
Lämpötila(°C)	25,6	15.3.2018	13:03	22,6	17.3.2018	9:28	22,6
Suht. kosteus(%RH)	33,4	13.3.2018	12:58	7,4	21.3.2018	7:48	16,7

Liikuntasalin yläaulassa toimivassa opetustilassa hiilidioksidipitoisuus nousee kuormituksen aikana 1000 – 1500 ppm:n tasolle. Asetuksen 545/2015 toimenpideraja ylittyä, jos hiilidioksidipitoisuus on 1150 ppm suurempi, kuin ulkoilman pitoisuus. Ulkoilman pitoisuuden ollessa 400 ppm, sisäilman hiilidioksidin toimenpideraja on 1550 ppm. Mittausjakson aikana hiilidioksidipitoisuus oli hyvin lähellä toimenpiderajaa. Hiilidioksidipitoisuudet nousivat kuormituksen aikana korkeiksi ja sisäilma on silloin tunkkaista.

Lämpötila oli ajoittain korkeahko ja sisäilman suhteelliset kosteudet olivat vuodenaikaan nähden tyypillisellä tasolla.



Kuva 11. Olosuhteet opetustilassa 07 7.3.2018 – 20.3.2018 välisenä aikana.

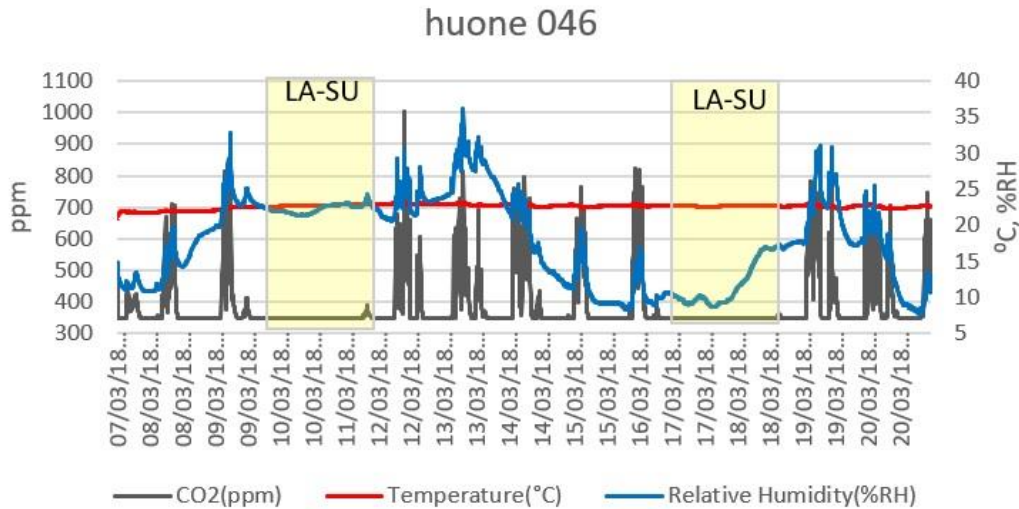
Taulukko 2. Minimi- ja maksimiarvot opetustilassa 07.

	Maks	Pvm	Aika	Min	Pvm	Aika	Ka
CO2(ppm)	800	15.3.2018	10:21	354	9.3.2018	15:46	378
Lämpötila(°C)	25	7.3.2018	15:26	18,7	15.3.2018	5:06	22,2
Suht. kosteus(%RH)	25,6	13.3.2018	13:09	8,1	16.3.2018	15:46	17,44

Opetustilassa 7 hiilidioksidipitoisuudet pysyivät myös kuormituksen aikana tavoitetasolla. Ilmanvaihdon voi katsoa olevan kuormitukseen nähden riittävän.

Opetustilan 07 lämpötila alittaa ajoittain asetuksen 545/2015 toimenpiderajan ja ajoittain opetustilan lämpötila nousee korkeahkoksi aiheuttaen sisäilman kuivumista.

Sisäilman suhteelliset kosteudet olivat vuodenaikaan nähden tyypillisellä tasolla.



Kuva 12. Olosuhteet huoneessa 046 7.3.2018 – 20.3.2018 välisenä aikana.

Taulukko 3. Minimi- ja maksimiarvot huoneessa 046.

	Maks	Pvm	Aika	Min	Pvm	Aika	Ka
CO2(ppm)	1002	12.3.2018	12:07	350	7.3.2018	18:37	387,94
Lämpötila(°C)	23,3	12.3.2018	8:47	21,7	8.3.2018	7:12	22,63
Suht. kosteus(%RH)	36,2	13.3.2018	12:07	7,4	21.3.2018	6:32	17,73

Hiilidioksidipitoisuudet olivat kuormituksen aikana pääosin noin 800 ppm:n tasolla. Ilmanvaihdon voi katsoa olevan kuormitukseen nähden riittävän.

Lämpötilat ja sisäilman suhteelliset kosteudet olivat vuodenaikaan nähden tyyppillisellä tasolla.

5 SISÄILMAN MIKROBITUTKIMUS

5.1 Yleistä tutkimuksesta

Mittausten tarkoituksena on selvittää, ovatko sisäilman mikrobipitoisuudet ja -suvusto tavanomaisia sijaintiin, ikään ja vuodenaikaan nähden.

Mittaukset tehdään talviaikaan, kun maa on jäässä ja/tai lumen peitossa, jolloin sisäilmassa esiintyvien mikrobin voidaan olettaa olevan peräisin lähes yksinomaan rakennuksen sisälähteistä.

Ilmanäytteiden avulla arvioidaan sisäilman laatua mm. silloin, kun on tarpeen selvittää mikrobin leviämistä sisäilmaan muualta rakenteissa mahdollisesti sijaitsevasta vauriosta tai ilma- vuotona esimerkiksi ulkoilmasta tai kellarista. Kosteusvaurion varmistamiseksi tarvitaan lisäksi aina myös rakennusteknisiä selvityksiä.

Sisäilman mikrobipitoisuudet vaihtelevat yleensä voimakkaasti ja tästä syystä näytteenotto suositellaan toistettavaksi vähintään kaksi – kolme kertaa.

Tulokset ilmoitetaan yksikkönä pmy (kpl)/m³. Mikrobisuvustot tunnistetaan mikroskooppisesti tutkimalla.

5.2 Tulokset

Sisäilman mikrobinäytteet otettiin 7.3.2018. Näytteiden ottoaikana ulkoilman lämpötila oli – 5 °C ja maassa oli lumipeite.

Tutkimustulokset kertovat sisäilman mikrobiologisesta laadusta näytteenottohetkellä. Saatujen tulosten perusteella näytteiden sisäilman mikrobipitoisuudet olivat alhaiset. Näytteiden medi-
aani oli <4. Näytteissä ei esiintynyt kosteusvaurioon viittaavia indikaattorimikrobeja.

Taulukko 4. Sisäilman mikrobinäytteiden tulokset. Taulukkoon on merkitty rastilla näytteissä esiintyvät indikaattorimikrobit.

	Ruokasali	OT 09	OT 07	Liikuntasalin yläaula	Puku- huone 1	Puku- huone 2
	pmy/m ³	pmy/m ³	pmy/m ³	pmy/m ³	pmy/m ³	pmy/m ³
Aktinomykeetit	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Bakteerit	190	81	230	160	21	49
DG-18 alusta	<4	7	7	<4	<4	<4
MUA - alusta	<4	7	<4	4	<4	<4

6 MATERIAALINÄYTTEEN SUORAMIKROSKOPOINTI

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.

6.1 Tulokset

Näytteet otettiin 28.3.2018 opetustilasta 07.

Taulukko 5. Materiaalinäytteiden suoramikroskopointitulokset.

Näyte	Pahvi	Puu	Villa		Tulkinta
RAK1	Näkyvää tummentumaa	Pinta hieman tummahko	Hieman tumma	Runsaasti sienirihmastoja ja -itiöitä	Vahva viite vanhasta vauriosta
RAK2	Näkyvää tummentumaa	Pinta tummahko	Hieman tummahko	Runsaasti sienirihmastoja ja -itiöitä	Vahva viite vanhasta vauriosta
RAK3	Ei huomauttamista	Pinta tummahko	Tummahko	Runsaasti sienirihmastoja ja -itiöitä	Vahva viite vanhasta vauriosta
RAK4	Näkyvää tummentumaa		Hieman tummahko	Kohtalaisesti sienirihmastoja ja -itiöitä	Viite vanhasta vauriosta

Kaikissa näytteissä havaittiin viitteitä vanhoista vaurioista sekä runsaasti sienirihmastoja ja sieni-itiöitä.

7 MATERIAALINÄYTTEEN MIKROBITUTKIMUS

Laimennossarjamenetelmä

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 viihtyville 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 mikrobien aineenvaihduntatuotteet pääsevät kulkeutumaan sisälle.

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

Rakennusmateriaalinäytteiden mikrobituloksien tulkinta perustuu *Sosiaali- ja terveysministeriön (STM) asumisterveysasetukseen 545/2015 ja sen soveltamisohjeeseen (Osat 1-4, 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.

7.1 Tulokset

Näytteet otettiin 28.3.2018 opetustilasta 07.

Taulukko 6. 28.3.2018 otettujen materiaalinäytteiden mikrobitulokset laimennossarjamenetelmällä.

Näyte		Aktinomykeetit	Bakteerit	DG-18	MUA	Indikaattori-mikrobit	Tulkinta
RAKS 1	Pahvi, puu, villa	<100	2,5* 10 ⁶	650 000	1,1* 10 ⁶	<i>Acremonium, Exophiala, Phoma</i>	Vahva viite vauriosta
RAKS 2	Pahvi, puu, villa	<100	2,5* 10 ⁶	>1,5*10 ⁶	>1,5*10 ⁶	<i>Acremonium, Phialophora, Aspergillus penicillioides/ restrictus</i>	Vahva viite vauriosta
RAKS 3	Pahvi, villa	<100	630	19 000	100	<i>Aspergillus penicillioides / restrictus</i>	Viite vauriosta
RAKS 4	Pahvi, puu, villa	<100	93 000	16 000	270	<i>Aspergillus penicillioides/ restrictus, Scopulariopsis, Chaetomium</i>	Viite vauriosta

Kaikkien materiaalinäytteiden mikrobitulokset ylittävät asetuksen 545/2015 toimenpiderajat.

8 TEOLLISET MINERAALIKUIDUT

8.1 Yleistä tutkimuksesta

Teollisten mineraalikuitujen esiintymistä on aiheellista tutkia tuloilmakanavien suilta ja tasopinnoilta, jos kiinteistössä epäillään sisäilmaongelmaa. Teollisia mineraalikuituja ovat yli 20 µm:n pituiset kuidut, joita esiintyy mm. eriste- tai akustiikkamateriaaleissa.

8.2 Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus

Teollisten mineraalikuitujen pitoisuutta sisäympäristössä arvioidaan geeliteippinäytteiden avulla. Geeliteippiin kerätään tasopinnalle kahden viikon aikana laskeutunutta pölyä, josta valomikroskooppia käyttämällä lasketaan yli 20 mikrometrin pituiset teolliset mineraalikuidut. Analyysin tulos ilmoitetaan kuitujen lukumääränä pinta-alaa kohden (kuitua/cm²).

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 19 §:

- *Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua / cm².*

8.2.1 Tulokset

Teollisten mineraalikuitujen pitoisuudet alittivat asetuksen toimenpiderajan.

Taulukko 7. Mineraalikuitupitoisuudet kahden viikon aikana laskeutuneessa pölyssä.

	Teolliset mineraalikuidut pitoisuus >20 µm kuitua / cm ²
H 046	< 0,1
H 047	<01
Liikuntasali	0,1

9 PÖLYNKOOSTUMUS

Pölyn koostumusta tutkitaan tuloilmakanavan päästä, jolloin voidaan selvittää ilmanvaihdon kautta leviävän pölyn vaikutus sisäilman laatuun. Tämän menetelmän avulla voidaan kanavien puhdistustarvetta tai puhdistuksen ja korjauksen onnistumista.

Laboratorio tunnistaa pölystä valomikroskooppilla ja tarvittaessa elektronimikroskooppilla ulkomuodon ja/tai alkuainekoostumuksen perusteella muun muassa seuraavia pölyhiukkasia:

- teolliset mineraalikuidut (vuorivilla, lasivilla, lasikuidut, keraamiset kuidut)
- kiviainespöly
- siitepöly
- rakennusmateriaalipöly
- metallihiukkaset
- asbestikuidut
- homeitiöt

Näytteessä havaittujen pölyhiukkasten suhteellista määrää arvioidaan kolmiasteisella asteikolla perustuen silmämääräiseen arvioon: sisältää vähäisiä määriä (+), sisältää kohtalaisesti (++) ja sisältää runsaasti (+++).

Pölynkoostumustutkimuksella ei määritetä pölyn määrää, vaan menetelmä on kvalitatiivinen. Laboratorio arvioi lausunnossaan näytteessä olevien pölyhiukkasten suhteellisen määrän.

9.1.1 Tulokset

Opetustiloissa 9 ja 7 tuloilmakanavien päissä havaittiin suhteessa runsaasti karkeaa ulkoilmapölyä, joka voi viitata suodattimien vaihtotarpeeseen, ohivirtauksiin tai nuohoustarpeeseen.

Taulukko 8. Pölyn koostumus tuloilmakanavien päissä.

	Teollisia mi- neraalikuituja	Tavanomaista huonepölyä	Karkeaa ul- koilmapölyä	Orgaanista pölyä	Hienojakeinen ulkoilmapöly
OT 09	<1 p-% vuo- rivilla	+++	+++	++	
Liikunta- salin ylä- aula		+++			+++
OT 07		+++	+++	+	

10 ALLEKIRJOITUS

Hämeenlinnassa 7.5.2018



Pasi Tuuvanen
Ins. (YAMK), Korjausrakentaminen
Kuntotutkija
Rakennusterveysasiantuntija
VTT-C-23271-26-17
Rakenteiden kosteuden mittaaja
VTT-C-21806-24-16



Paula Helmi
Insinööri AMK, ympäristötekniologia
Sisäilmatutkija

LIITTEET:

KVVY, Testausseleste 18-5546
KVVY, Testausseleste 18-6161
KVVY, Testausseleste 18-7383
AHA-LAB, Analyysivastaus 201803231264
AHA-LAB, Analyysivastaus 201803231263