



Rakennustekninen kuntotutkimus

Oksakosken koulu
Vanha koulu

TIIVISTELMÄ

Kuntotutkimuksessa tarkasteltiin Perhossa sijaitsevan Oksakosken vanhan koulun rakenteiden kuntoa, sekä arvioitiin sisäilman olosuhteita.

Terveystarkastajan tarkastuskertomuksesta selvisi, että koulun luokkatiloissa on ilmennyt oireilua (1-2 luokka), mm. silmäoireita, äänen käheyttä ja liman kertymistä hengitysteihin. Tutkimuksessa saatuja tietoja voidaan käyttää rakennuksen sisäilmaongelman selvittämiseen sekä rakennuksen olosuhteiden arviointiin.

Rakennus on hirsirunkoinen, jonka julkisivuverhouksena on maalattu puuverhous. Ulkoseinät on lisäeristetty molemmin puolin, lukuun ottamatta osaa sisäpuolesta. Yläpohja on tuulettuva ja alapohja on ryömintätilainen, jonka tuulettuvuutta on pyritty parantamaan puhaltimella. Yläpohjaa on lisäeristetty puhallusvillalla. Rakennuksessa on myös pieni kellari.

Alapohjan eristeet on uusittu kellarin kohtaa lukuun ottamatta. Vesikate on uusittu lähiaikoina ja on hyvässä kunnossa. Räystääsaluslaudoissa on lahovaurioita. Osa ikkunoista on uusittu, mutta muut ovat välttävissä kunnossa. Rakennusta ympäröivä maanpinta on liian korkealla rakennukseen nähden.

Ulkoseiniin ja alapohjaan tehdyistä rakenneavauksista ei havaittu poikkeavia hajuja, mutta kellarista tulee yläpuolisiin tiloihin voimakas mikrobiperäinen haju. Lisäksi kellarin päällä olevasta eristeestä löytyi vahva viite mikrobivauriosta. Muita merkittäviä mikrobivaurioita ei rakenneavauksista löytynyt.

Koulun paine-eroa ulkoilmaan nähden mitattiin kahden viikon ajan. Keskimääräinen paine-ero ulkoilmaan nähden on hieman ylipaineinen. Paine-eroa voidaan pitää tyydyttävänä, eikä sen perusteella ole tarvetta säätää ilmanvaihtoa. Teknisen työn luokan ilmanvaihtoa kuitenkin kannattaa pyrkiä parantamaan käyttäjien kommenttien perusteella.

Mineraalivillakuituja kerättiin kahden viikon laskeumana. Esiopetustilan mittauspisteessä kuitupitoisuus 0,3 kuitua/cm² ylitti toimenpiderajan 0,2 kuitua/cm². Yleisin mineraalivillakuidun lähde on ilmanvaihtokoneiden tai kanavien äänenvaimentimet.

Luokan 53,3m² muovimaton VOC-materiaalinäytteessä ei ollut viitearvojen ylityksiä.

Tutkimuksessa saatujen tietojen mukaan koulurakennuksessa on poikkeava olosuhde mahdollinen.

Tärkein korjausehdotus on kellarin poisto käytöstä ja sen päällä olevien lämmöneristeiden uusiminen. Aluksi kellarin luukku tulee tiivistää paremmin, etteivät hajut pääse yläpuolisiin tiloihin. Sisäilmaa parantavia toimenpiteitä on myös kuitulähteiden poistaminen ilmanvaihtokoneesta. Lisäksi toimenpiteitä normaaliin kunnossapitoon on erityisesti ympäröivän piha-alueen madaltaminen, ettei sadevedet pääse valumaan alapohjaan.

SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä.....	2
Sisällysluettelo.....	3
1. Yleistiedot.....	4
1.1 Tutkimuskohde.....	4
1.2 Tilaaja.....	4
1.3 Tutkimuksen tekijä ja vastuuhenkilö.....	4
1.4 Tutkimuksen tarkoitus.....	4
1.5 Tutkimuksen ajankohta.....	4
1.6 Muut mahdolliset tahot.....	4
2. Kohteen yleiskuvaus.....	5
3. Lähtötiedot.....	5
4. Tutkimusmenetelmät.....	6
4.1 Rakenneavaukset.....	6
4.2 Mikrobit.....	6
4.3 Materiaalinäytteiden VOC-emissiot.....	6
4.4 Mineraalivillakuitulaskenta.....	7
4.5 Olosuhdemittaukset.....	7
5. Rakenneteknisten tutkimusten tulokset.....	8
5.1 Rakenneavaukset.....	8
5.1.1 Ulkoseinät.....	9
5.1.2 Välipohja-avaus.....	10
5.1.3 Alapohja-avaukset.....	11
5.1.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	12
5.2 Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet.....	13
5.2.1 Julkisivut ja ulkoseinät.....	13
5.2.2 Ikkunat ja ulko-ovet.....	13
5.2.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	15
5.3 Väliseinät.....	16
5.3.1 Väliseinät.....	16
5.3.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	16
5.4 Pintarakenteet ja väliovet.....	16
5.4.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	17
5.5 Yläpohjat, vesikatto ja kuivatusrakenteet.....	18
5.5.1 Yläpohja.....	18
5.5.2 Vesikatto.....	19
5.5.3 Kuivatusrakenteet.....	21
5.5.4 Kattoturvaluotteet.....	22
5.6 Piha-alueet.....	22
5.6.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	24
6. Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset.....	25
6.1 Paine-ero ulkovaipan yli.....	25
6.1.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	25
6.2 Epäpuhtausmittaukset.....	26
6.2.1 Mikrobit.....	26
6.2.2 Kuituanalyysi.....	26
6.2.3 Materiaalin VOC-analyysi.....	26
7. Altistumisolosuhteiden arviointi.....	26
8. Yhteenveto.....	27
9. Toimenpide-ehdotukset.....	28
10. LIITTEET:.....	28

1. YLEISTIEDOT

1.1 Tutkimuskohde

Oksakosken koulu
Uusi koulu
Peltokankaantie 17
69920 Oksakoski

1.2 Tilaaja

Perhon kunta
Keskustie 2, PL 20
69950 Perho

Alpo Anisimaa
puh. 0400 510 706
alpo.anisimaa@perho.fi

1.3 Tutkimuksen tekijä ja vastuhenkilö

A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy
Alasintie 10
90400 Oulu

Tutkimuksen vastuhenkilö:
Rauno Pakanen RI, RTA
puh. 050 468 0020
rauno.pakanen@ains.fi

Rakennustekniikan asiantuntijat:

Jaakko Luukkonen RI(Amk) RTA
puh. 040 487 8684
jaakko.luukkonen@ains.fi

Janne Mäkelä RKM, AHA-asiantuntija
puh. 050 467 3767
janne.makela@ains.fi

1.4 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Oksakosken koulun vanhan koulurakennuksen rakenteita ja sisäilmaolosuhteita. Tutkimuksessa saatuja tietoja voidaan käyttää rakennuksen sisäilmaongelman selvittämiseen sekä rakennuksen olosuhteiden arviointiin.

1.5 Tutkimuksen ajankohta

Tutkimuksen varsinaiset kenttätyöt suoritettiin 10.9.2019. Loggerit ja kuitumaljat asennettiin kaksi viikkoa aiemmin 27.8.

1.6 Muut mahdolliset tahot

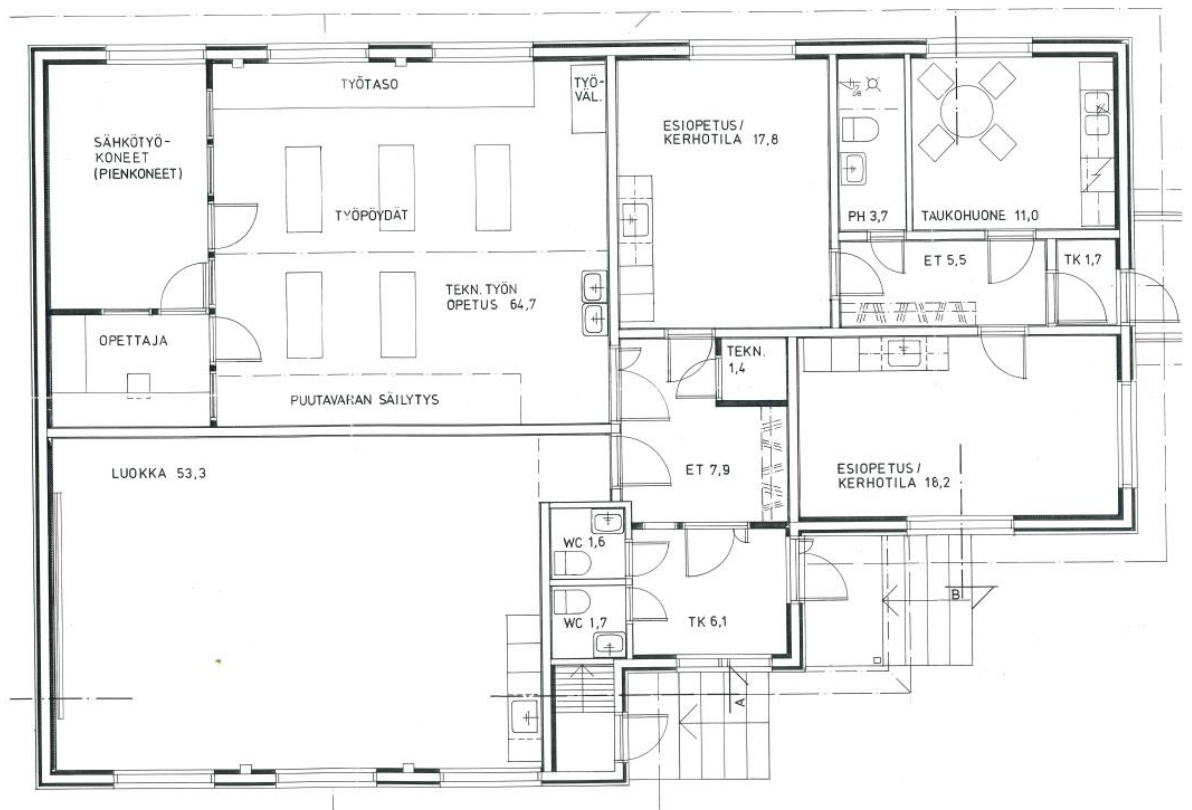
Tutkimuksessa tehdyt rakenneavaukset suoritti Perhon kunta. Rakenneavaukset tehtiin ennalta sovittuihin paikkoihin.

2. KOHTEEN YLEISKUVAUS

Rakennusvuosi	1917
Käyttötarkoitus	Koulu
Runko- ja rakenneratkaisut	Puurunkoinen, ulkoverhouksena paneeli
Ilmanvaihto	Koneellinen

3. LÄHTÖTIEDOT

Tutkimuksen aikana käytössä oli pohjakuva rakennuksesta. Terveystarkastajan tarkastuskertomuksesta selvisi, että on jouduttu ottamaan kerhotila ja pienluokka pois käytöstä kevään 2019 aikana. Koulun toiseen päädyin rossipohjatilaan on asennettu koneellinen poistoilmanvaihto ja tiloja on otsonoitu sekä IV-kanavia puhdistettu. Toimenpiteet eivät ole kuitenkaan auttaneet tiloissa oleskelevien oireiluun ja tilat on jouduttu ottamaan pois käytöstä. Rakennuksessa on käytössä vielä 5-6 luokka sekä teknisen työn luokka. Myös 5-6 luokassa on ilmennyt oireilua, mm. päänsärkyä, silmäoireita ja nieluoireita. Teknisen työn luokassa on koettu ilmanvaihdon riittämättömyyttä ja pölyisyyttä.



Kuva 1: Tutkittavat tilat

4. TUTKIMUSMENETELMÄT

4.1 Rakenneavaukset

Rakennuksen eri rakenneosien kuntoa ja rakennekerroksia tarkasteltiin rakenneavauksilla. Rakenneavauksien kautta selvitettiin rakenteen toteutusta ja rakennetyyppejä. Avausten kautta tehtiin aistinvaraisia havaintoja ja otettiin näytteitä laboratorio tutkimuksia varten.

Rakenneavausten sijainnit määriteltiin aistinvaraisen tarkastelun, asiakirjatarkastelun ja kokeusperäisen havainnoinnin perusteella.

4.2 Mikrobit

Mikrobinäytteitä otettiin ulkoseinistä, yläpohjasta ja alapohjasta. Materiaalinäytteet on analysoitu akkreditoidusti Asumisterveysasetuksen mukaisen ohjeistuksen viljelymenetelmällä, jossa materiaalia siirretään suoraan kasvualustalle.

Näytealustat pidetään +25 °C:ssa 7-14 vrk ajan, ja mikrobit tunnistetaan pesäkeulkonäön ja valomikroskoopissa havaittujen rakenteiden perusteella. Mikrobimäärät ilmoitetaan muodossa pmy(cfu)/malja, joka tarkoittaa pesäkkeen muodostavia yksiköitä maljalla.

Tulos ilmoitetaan suhteellisella asteikolla:

- ei kasvua
- + niukka kasvu, alle 20 pmy/malja
- ++ kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/malja
- +++ runsas kasvu, 50-200 pmy/malja
- ++++ erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/malja

4.3 Materiaalinäytteiden VOC-emissiot

VOC-materiaalinäytteitä otettiin luokan 53, 3m² muovimattopinnoitteesta. VOC-yhdisteiden lähteitä ovat muun muassa rakennusmateriaalit, kalusteet, puhdistusaineet ja kosmetiikka. Tutkittavasta materiaalista irrotetaan näytepala, joka pakataan tiiviisti ja toimitetaan analyysilaboratorioon. Materiaalinäytteeseen voi olla kiinnittyneenä muitakin materiaaleja, kuten tasoitetta, betonia tai liimaa. Bulk-emissiotestausta voidaan hyödyntää kartoitettaessa yksittäisiä sisäilman VOC-lähteitä tai materiaaleja tutkittavan tilan sisäilman riskitekijöinä. Tulokset ilmoitetaan yksikössä µg/m³g (mikrogrammaa tutkittavaa yhdistettä haihtuu grammasta tutkittavaa materiaalia kuutiometriin ilmaan).

Taulukko 1. Bulk-emissioiden testausmenetelmän viitearvot eri materiaaleille (Työterveyslaitos 2017).

Tarkasteltava osatulos	Materiaalikohtaiset viitearvot:			
	PVC (pehmitin DEHP)	PVC (pehmitin DINCH, DINP tai DIDP)	Linoleum	Tasoitteet, betoni
TVOC ¹⁾	200 µg/m ³ g ¹⁾	500 µg/m ³ g ^{2),3)}	650 µg/m ³ g ⁴⁾	50 µg/m ³ g ²⁾
2-etyyli-1-heksanoli ¹⁾	70 µg/m ³ g ¹⁾	50 µg/m ³ g ¹⁾	-	40 µg/m ³ g ³⁾
C ₃ -alkoholit ¹⁾	-	320 µg/m ³ g ^{2),4)}	-	-
Propaanihappo ¹⁾	-	-	100 µg/m ³ g ²⁾	-

¹⁾ Tolueenin vasteella ilmoitettuna. ²⁾ Omalla vasteella ilmoitettuna. ³⁾ Viitearvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden mukaan emissiotasot nousevat ajan myötä.

Viitearvot edustavat TTL:n asiakasnäytteiden ¹⁾ 70 %, ²⁾ 80 %, ³⁾ 85 % tai ⁴⁾ 90 % persenttileijä.

Taulukko 1. Materiaalinäytteiden VOC-emissioiden viitearvot

4.4 Mineraalivillakuitulaskenta

Kuitunäytteitä otettiin yksi kappale. Kuitunäyte otettiin tasopinnalle asetetulla Petrimaljalla. Keräysaika oli kaksi viikkoa.

Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja mineraalikulujen kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm²

Työterveyslaitoksen käyttämiä viitearvoja:

- Teollisille mineraalivillakuiduille määritetty viitearvo 14 vrk:n keräysajalle on <0,2 kuitua/cm². Teolliset mineraalikulut eivät todennäköisesti aiheuta ongelmia, jos pitoisuudet ovat alle tai korkeintaan 0,2 kuitua/cm²

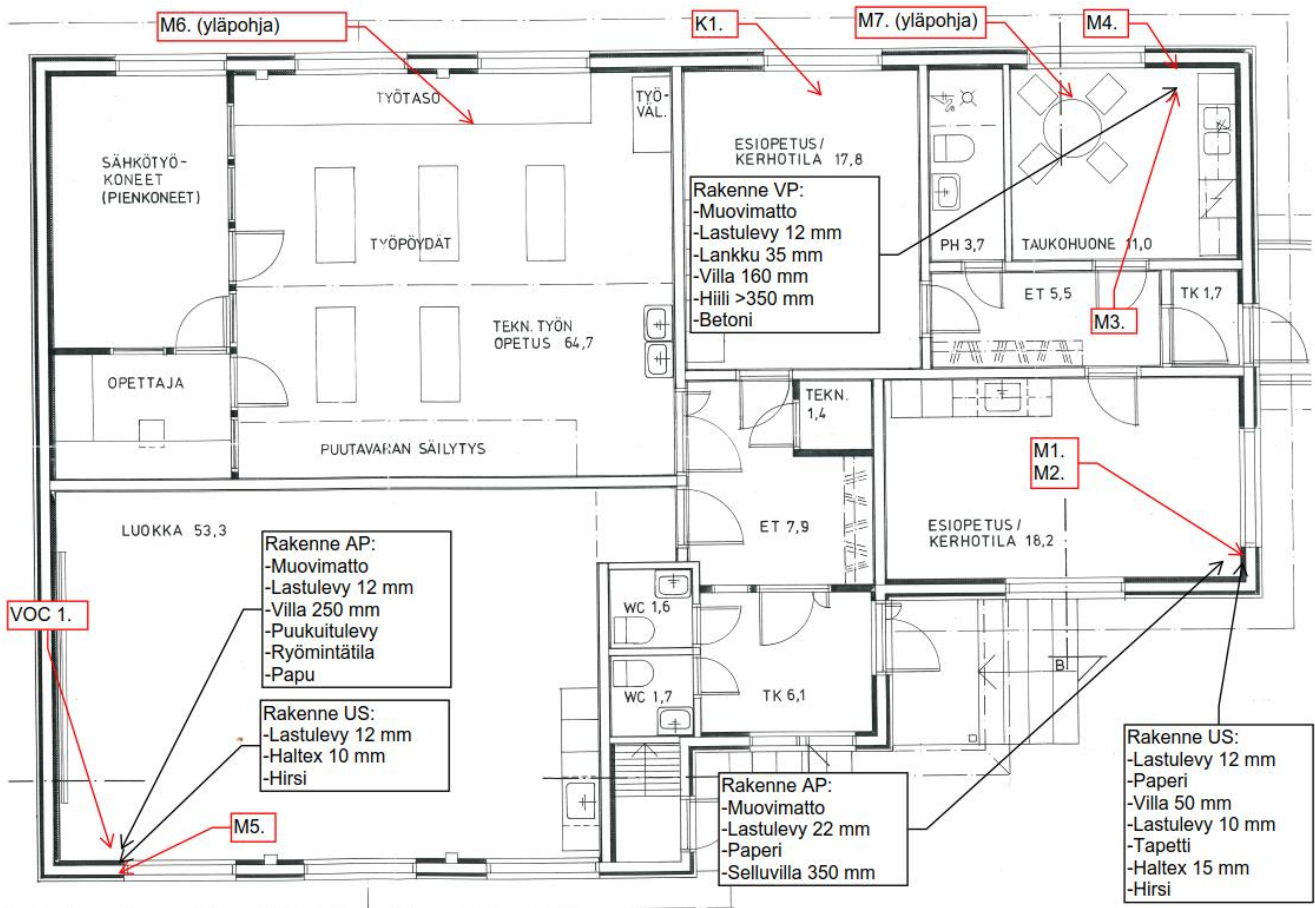
4.5 Olosuhdemittaukset

Paine-eroa ulkoilmaan nähden mitattiin kahden viikon tarkastelujaksona (14 vrk). Mittaukset tehtiin Tinytag-loggereiden avulla, jotka sijoitettiin rakennuksen vastakkaisille seinustoille.

5. RAKENNETEKNISTEN TUTKIMUSTEN TULOKSET

5.1 Rakenneavaukset

Rakennukseen tehtiin rakenneavauksia ulkoseiniin, väli- ja alapohjaan sekä tarkasteltiin rakenteita ja otettiin materiaalinäytteitä. Kuvassa 2 on esitetty tehtyjen rakenneavauksien ja näytteenotto-kohtien sijainnit.



Kuva 2: Rakenneavaukset

5.1.1 Ulkoseinät

Rakenteet on lueteltu sisäpinnasta ulospäin.

US-avaus 1, taukokuone

- lastulevy 12 mm
- paperi
- villa 50 mm
- lastulevy 10 mm
- tapetti
- haltex 15 mm
- hirsi

US-avaus 2, esiovetus

- lastulevy 12 mm
- paperi
- villa 50 mm
- lastulevy 10 mm
- tapetti
- haltex 15 mm
- hirsi

US-avaus 3, luokka 53,3m²

- lastulevy 12 mm
- Haltex-levy 10mm
- hirsi



Kuva 3: Ulkoseinäavaus 1



Kuva 4: Ulkoseinäavaus 3

Ulkoseinään tehtiin sisäpuolelta rakenneavauksia kolme kappaletta. Taukokuoneen ja esiovetuksen rakenteet ovat samat, luokassa 53,3m² ei ole sisäpuolista lisäeristystä. Rakenneavauksista ei havaittu aistinvaraisesti poikkeavia hajuja.

5.1.2 Välipohja-avaus

Taukokuoneen alapuolella on kellari, pinta-alaltaan alla 10 m².

Rakenneavaus tehtiin kellarin yläpuolisesta rakenteesta.

Välipohja-avaus 1, taukokuone

- muovimatto
- lastulevy 12 mm
- lankku 35 mm
- villa 160 mm
- hiili >350 mm
- betoni



Kuvat 5 ja 6: Taukokuoneen lattian avaus

Rakenneavauksesta ei havaittu aistinvaraisesti poikkeavia hajuja, mutta huonetilassa oli mikrobi-peräinen haju, joka oli peräisin kellarista.



Kuva 7: Kellarissa kosteutta



Kuva 8: Epätiivis kellarin luukku

5.1.3 Alapohja-avaukset

AP-avaus 2, esiovetus

- muovimatto
- lastulevy 22 mm
- paperi
- selluvilla 350 mm



Kuva 9: Alapohja-avaus esiovetustilassa

AP-avaus 3, luokka 53,3m²

- muovimatto
- lastulevy 12 mm
- lasivilla 250 90 mm
- puukuitulevy
- ryömintätila
- lecasora



Kuva 10: Alapohja-avaus luokassa

Molemmissa avauskohdissa oli uusittu lämmöneristeet. Uusiminen lienee tehty eri aikaan, koska rakenteet olivat erilaiset. Rakenneavauksista ei havaittu aistinvaraisesti poikkeavia hajuja.

5.1.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen ulkoseinät ovat hirsirunkoiset. Hirsirunko on lisäeristetty ulkopuolelta kauttaaltaan. Sisäpuolella ei ole lisäeristystä kaikissa huoneissa. Eristeissä ei ollut mikrobivaurioita.

Alapohjana on tuulettuva rakenne, jonka tuulettuvuutta on pyritty parantamaan puhaltimella. Alapohjaeristeet on pääosin uusittu, kellarin päällä on vielä alkuperäistä hiilieristystä. Hiilieristyksen päällä oleva lasivilla on merkittävästi mikrobivaurioitunut. Lisäksi esiopeuksen lattiaeristeessä on vähäistä mikrobikasvustoa.

Kellarista tulee mikrobiperäistä hajua yläpuolisiin tiloihin.

Kellari tulee ottaa pois käytöstä ja uusia lämmöneristeet sen päältä. Nopeana toimenpiteenä sisäilman parantamiseksi tulle luukku tiivistää hyvin.

5.2 Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

5.2.1 Julkisivut ja ulkoseinät

Julkisivuna on puuverhous. Puuverhouksen takana on lisäeristys ja hirsirunko. Ulkoverhouksella ei ole toimivaa tuuletusrakoa eikä seinä käytännössä tuuletu. Julkisivuverhous on vielä tyydyttävässä kunnossa.



Kuva 11: Julkisivuverhouksena maalattu puuverhous

5.2.2 Ikkunat ja ulko-ovet

Rakennuksen kaakkoispuolella on vanhoja kolmilehtisiä kolmelasisia ikkunoita, joiden puitteista on maalit hilseilleet. Luokkatilojen ikkunat ovat uudempia kaksilehtisiä MSE lämpölasielementtejä, jotka ovat hyväkuntoisia. Ikkunoiden vesipeltien kallistukset ovat riittävät.



Kuva 12: Vanhojen ikkunoiden puuosien maali hilseilee. Pellitysten kallistukset ovat riittävät.



Kuva 13: Vanha ikkuna

Ulko-ovet ovat puurunkoisia ikkunallisia ulko-ovia. Ulko-ovet ovat vielä tyydyttävässä kunnossa.



Kuva 14: Ulko-ovi



Kuva 15: Ullakolle johtava ulko-ovi

5.2.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Julkisivun puuverhous on silmämääräisesti tarkasteltuna vielä tyydyttävässä kunnossa. Tuuletusta ei juurikaan ole, mutta todennäköisesti ulkoseinän rakenne toimii riittävän hyvin koska maali-pinnoissa ei näkynyt maalin hilseilyä tai muita vaurioita.

Luokkatilojen ikkunat ovat hyväkuntoisia. Vanhojen ikkunoiden puuosat ovat huoltomaalauksen tarpeessa. Vesipellit ovat vielä hyväkuntoiset.

5.3 Väliseinät

5.3.1 Väliseinät

Väliseinät ovat pinnoiltaan hyvässä kunnossa. Väliseinien pintamateriaalina on maalattu lastulevy. Väliseiniin ei tehty avauksia.

5.3.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpiteitä.

5.4 Pintarakenteet ja väliovet

Lattioiden pintamateriaalina on muovimatto ja teknisentyöluokassa maalattu lankkulattia. Luokkatilojen matot ovat vielä hyvässä kunnossa, mutta kaakkoispuolen vanhat matot ovat uusimisen tarpeessa. Seinien ja kattojen pintamateriaalit ovat hyväkuntoisia.



Kuvat 16. Luokkatilan matto



Kuvat 17: Kaakkoisosan muovimatto



Kuva 18: Teknisentyönluokan maalattu lankkulattia

5.4.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Pintarakenteiden ja väliovien uusiminen tarvittaessa huoltotöinä.

5.5 Yläpohjat, vesikatto ja kuivatusrakenteet

5.5.1 Yläpohja

Yläpohjan kuntoa tarkasteltiin aistinvaraisesti sekä pyrittiin mittaamaan eristevahvuudet. Eristettä oli todella paljon, joten tarkkoja vahvuuksia ei pystytty selvittämään.

YP-rakenne:

- Selluvilla 50-100 mm
- Kutterilastu 300-400 mm
- Turve, vahvuus ei tiedossa
- Todennäköisesti tervapaperi



Kuvat 19: Yläpohjan rakennekerroksia

Yläpohjassa on heikohko tuuletus. Ullakkotilaan on rakennettu kulkusillat. Kantavana rakenteena on hirsirunko, jossa on havaittavissa halkeilua. Vesikatto on uusittu ja sen puuosat ovat hyvässä kunnossa. Peltikaton alla on aluskate.



Kuva 20: Vesikate on uusittu ja puuosat ovat hyväkuntoisia.



Kuva 21: Hirsirungon halkeilua

5.5.2 Vesikatto

Vesikatteena on peltikate. Pellit ovat silmämääräisesti arvioituna hyvässä kunnossa. Vesikatolle ei ollut kulkua. Seinustoilla ei ollut talotikkaita eikä ullakolla luokkuja. Räystääslaudoituksissa havaittiin maalien hilseilyä ja mahdollisia kosteusvaurioita.



Kuva 22: Peltikate on silmämääräisesti arvioituna hyvässä kunnossa



Kuva 23: Räystääslaudoituksen maalit hilseilevät paikoin



Kuva 24: Vaurioitunut räystäälauta ja maalin hilseilyä

5.5.3 Kuivatusrakenteet

Sadevesien ohjaus on toteutettu sadevesikouruilla ja syöksytorvilla. Kouruja ei päästy tarkastamaan, koska katolle ei ollut pääsyä. Syöksytorvista vesi on asianmukaisesti johdettu rännikaivoihin. Rakennuksella ei havaittu olevan salaojia.



Kuvat 25: Sadevesikouruja ei päästy tarkastamaan, mutta silmämääräisesti arvioituna vedenohjaus toimii.



Kuva 26: Sadevedet on asianmukaisesti ohjattu rännikaivoihin.

5.5.4 Kattoturvatuotteet

Rakennuksen vesikatolle ei ole talotikkaita tai luokkuja ullakolta. Vesikatolla ei ole kulkusiltoja. Katon lumiesteet ovat silmämääräisesti arvioituna hyvässä kunnossa.



Kuva 27: Katon lumiesteet ovat silmämääräisesti arvioituna hyväkuntoiset. Katolla ei ole kulkusiltoja.

5.6 Piha-alueet

Piha-alue on etupihalla betonilaatalla ja muilla osin nurmialuetta. Etupihan puolella maanpinta on muotoiltu siten, että perusmuurin pintaa ei juurikaan ole näkyvissä ja maanpinta paikoin käytännössä kiinni julkisivulaudoituksen alareunassa. Maanpinnan kaadot rakennukselta poispäin ovat välttävät, ja paikoin rakennuksen reunoilla on pientä painumaa. Sokkeli on paikoin näkymättömissä liian korkean maanpinnan takia. Rakennuksen vierustoilla on kasvillisuutta liian lähellä rakennusta. Liian lähellä rakennusta oleva kasvillisuus sotkee julkisivua ja aiheuttaa sille turhaa kosteusrasitusta.



Kuva 28: Piha-alueen kallistukset ovat välttävät, ja syöksytorvien alueella onkin havaittavissa pientä painumaa.



Kuva 29: Rakennuksen seinustoilla on pensaita sekä takapihalla on puita lähellä rakennusta.



Kuva 30: Etupihan puoleista betonilaattaa. Julkisivulaudoitus on käytännössä maata vasten.

5.6.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksessa on tuulettuva yläpohja. Tuuletusta voi parantaa katolle asennettavalla alipainetuulettimella tai sitten rakennuksen päätyihin tehtävillä tuuletusaukoilla.

Katolle asennetaan puuttuvat kattoturvatuotteet. Vahingoittuneet räystääsaluslaudat uusitaan.

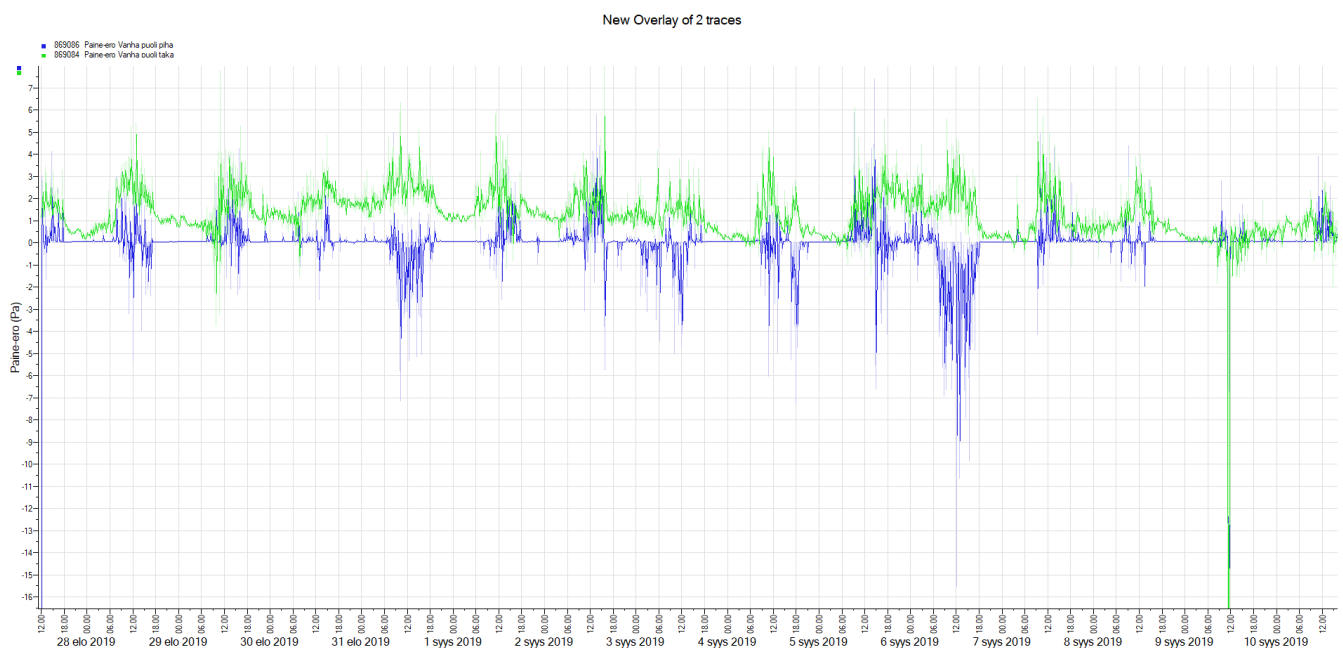
Pihan kallistukset eivät ole riittävät. Pihan korkeustasoa pitäisi alentaa ja samalla poistaa kasvillisuus liian läheltä rakennusta.

6. SISÄILMAN OLOSUHDE- JA EPÄPUHTAUSMITTAUSTEN TULOKSET

Sisäilman olosuhteita mitattiin kahden viikon ajan loggaavilla mittareilla. Tässä rakennuksessa mitattiin ainoastaan paine-eroa, sillä luokat eivät olleet jatkuvassa käytössä.

6.1 Paine-ero ulkovaipan yli

Rakennuksesta mitattiin vähintään kahden viikon ajalta paine-eroa rakennuksen ulkovaipan yli. Paine-ero mitattiin molemmin puolin pitkiä sivuja, joten saatiin tuulen vaikutus huomioitua tuloksissa. Alla olevassa kuvaajassa näkyvät molempien loggereiden tulokset. Vihreällä näkyy takapihan puolen tulokset ja sinisellä etupihan puolen tulokset. Piikki alaspäin kuvaajien loppupäässä tarkoittaa mitä todennäköisimmin sähkökatkosta.



Kuva 31: Paine-erojen kuvaaja

Koulun keskimääräinen paine-ero ulkoilmaan nähden on hieman ylipaineinen. Vallitseva tuulen suunta vaikuttaa olevan pihan puolelta eli lounaasta. Kuvaajissa näkyy hyvin tuulenpuuskien vaikutus.

Ilmamäärät on mitattu 28.2.2019. Tuloksista havaitaan, että tuloilman määrä on hieman poistoa suurempi.

6.1.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

- Paine-eroa voidaan pitää tyydyttävänä, eikä sen perusteella ilmanvaihdon tarvitse tehdä mitään

6.2 Epäpuhtausmittaukset

6.2.1 Mikrobit

Materiaalien mikrobinäytteitä otettiin rakenneavauksista ulkoseinistä, ala- ja välipohjasta.

Taukokuoneen välipohjan lasivillaeristeestä otetussa näytteessä oli vahva viite vauriosta. Esiopetuksen alapohjaeristeestä löytyi heikko viite vauriosta, muissa näytteissä ei ollut viitteitä vauriosta.

1. Haltex-levy, ulkoseinä, esiopetus – Ei viitettä vauriosta
2. Lasivilla, alapohja, esiopetus – Heikko viite vauriosta
3. Lasivilla, välipohja, taukokuone – **Vahva viite vauriosta**
4. Lasivilla, ulkoseinä, taukokuone – Ei viitettä vauriosta
5. Haltex-levy, ulkoseinä, luokka 53,3m² – Ei viitettä vauriosta
6. Kutterilastu, välipohja, ullakko – Ei viitettä vauriosta
7. Kutterilastu, välipohja, ullakko – Ei viitettä vauriosta

6.2.2 Kuituanalyysi

Esiopetustilan mittauspisteessä kuitupitoisuudet ylittivät toimenpiderajan 0,2 kuitua/cm².

1. Esiopetus – 0,3 kpl/cm²

Yleisin mineraalivillakuidun lähde on ilmanvaihtokoneiden tai kanavien äänenvaimentimet. Jonkin verran irtoaa kuituja myös mineraalivillasta tehdyistä akustiikkalevyistä.

6.2.3 Materiaalin VOC-analyysi

Materiaalin VOC-näytteitä otettiin yksi kappale. Näyte oli luokan 53,3m² lattiassa olevaa muovimattoa. Näytteessä pitoisuudet pysyivät viitearvojen alapuolella.

1. Luokka 53,3m², alapohja. Muovimatto – TVOC 50 µg/m³g, 2-Etyyli-1-heksanoli 11 µg/m³g

7. ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI

Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään Työterveyslaitoksen julkaisun ”Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen” mukaisesti.

Huomioon otetaan rakenteiden mikrobivaurioiden laajuus, ilmayhteydet ja ilmapuoretit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot, ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus ja rakennuksesta peräisin olevat epäpuhtaudet.

Koulurakennuksessa on poikkeava olosuhde mahdollinen.

8. YHTEENVETO

Tutkimuksessa havaittiin seuraavaa:

Rakenteet

- Ulkoseinät ovat hirsirunkoiset
 - seinää on lisäeristetty ulkopuolelta 45mm
 - julkisivuverhous on vaakapanelia
 - julkisivun tuuletus on puutteellinen
 - sisäpinnoilla on myös paikoin lisäeristys
- Ulkoseiniä avattiin sisäkautta rakenteiden selvityksiä varten
- Seinien rakenneavauksissa ei havaittu mikrobiperäistä hajua
- Välipohjaa on kellarin yläpuolella taukhuoneen kohdalla
- Välipohja-avauksessa ei havaittu mikrobiperäisiä hajuja, mutta itse kellarissa on voimakas haju
 - haju pääsee epätiivin luukun kautta huonetilaan
 - kellarin päällä olevassa eristeessä mikrobivaurio
- Alapohja on ryömintätällainen ja uusittu muualla kuin kellarin kohdalla
 - osassa on lasivillaeriste ja osassa selluvillaeriste
- Alapohja-avauksissa ei havaittu mikrobiperäisiä hajuja
- Julkisivulaudoituksen kunto on tyydyttävä
- Vanhat ikkunat ovat kolmepuitteisia sisäänpäin avautuvia ikkunoita ja melko huonossa kunnossa
- Uusitut ikkunat ovat hyvässä kunnossa
- Ulko-ovet ovat puurakenteisia ja niissä on ikkuna-aukot. Ulko-ovet ovat tyydyttävässä kunnossa
- Sisäpinnat ovat hyvässä kunnossa
- Yläpohjassa on useita kerroksia lämmöneristettä, yhteispaksuus on vähintään puoli metriä
- Yläpohjan tuuletus ei ole riittävä
- Vesikate on peltiä ja hyvässä kunnossa
- Vesikatolle ei ole kulkua, eikä katolla ole kattoturvatuotteita
- Räystääsaluslaudoissa on lahovaurioita
- Rakennuksella on hallittu sadevesijärjestelmä
- Rakennuksen ympärillä ei havaittu salaojia
- Pihan kallistukset eivät ole riittävät
- Pihan korkeustaso liian korkea sokkeliin nähden
- Kasvillisuutta on liian läheltä rakennusta

Sisäolosuhteet ja epäpuhtaudet

- Rakennuksen paine-ero ulkoilmaan nähden on hieman ylipaineinen
- Taukhuoneen välipohjan lasivillaeristeestä otetussa näytteessä oli vahva viite mikrobivauriosta
- Esiopetuksen alapohjaeristeestä löytyi heikko viite vauriosta, muissa näytteissä ei ollut viitteitä vaurioista.
- Esiopetustilan mittauspisteessä kuitupitoisuudet ylittivät toimenpiderajan 0,2 kuitua/cm².
- Lattiapinnoitteesta otetussa VOC-materiaalinäytteessä ei ollut viitearvojen ylityksiä

9. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Tutkimuksen perusteella ehdotetaan seuraavia toimenpiteitä:

- Kellari tulee ottaa pois käytöstä ja uusia lämmöneristeet sen päältä
- Nopeana toimenpiteenä sisäilman parantamiseksi tulle luukku tiivistää hyvin
- Vanhojen ikkunoiden maalauskorjaus
- Yläpohjan tuuletuksen parantaminen
- Tikkaiden ja kattoturvarusteiden asennus
- lahovaurioituneiden räystääsaluslautojen uusiminen
- Piha-alueen madaltaminen ja riittävien kaatojen saaminen rakennuksen vierille
- Samalla poistetaan liian lähellä rakennusta olevat puut ja pensaat
- Ilmanvaihtokoneesta ja kanavista poistetaan mineraalivillaa sisältävät äänenvaimentimet ja korvataan ne esim. dacronilla
- Lattiapinnoitteita uusitaan kaakkoispäässä

A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy

Oulussa 30.10.2019



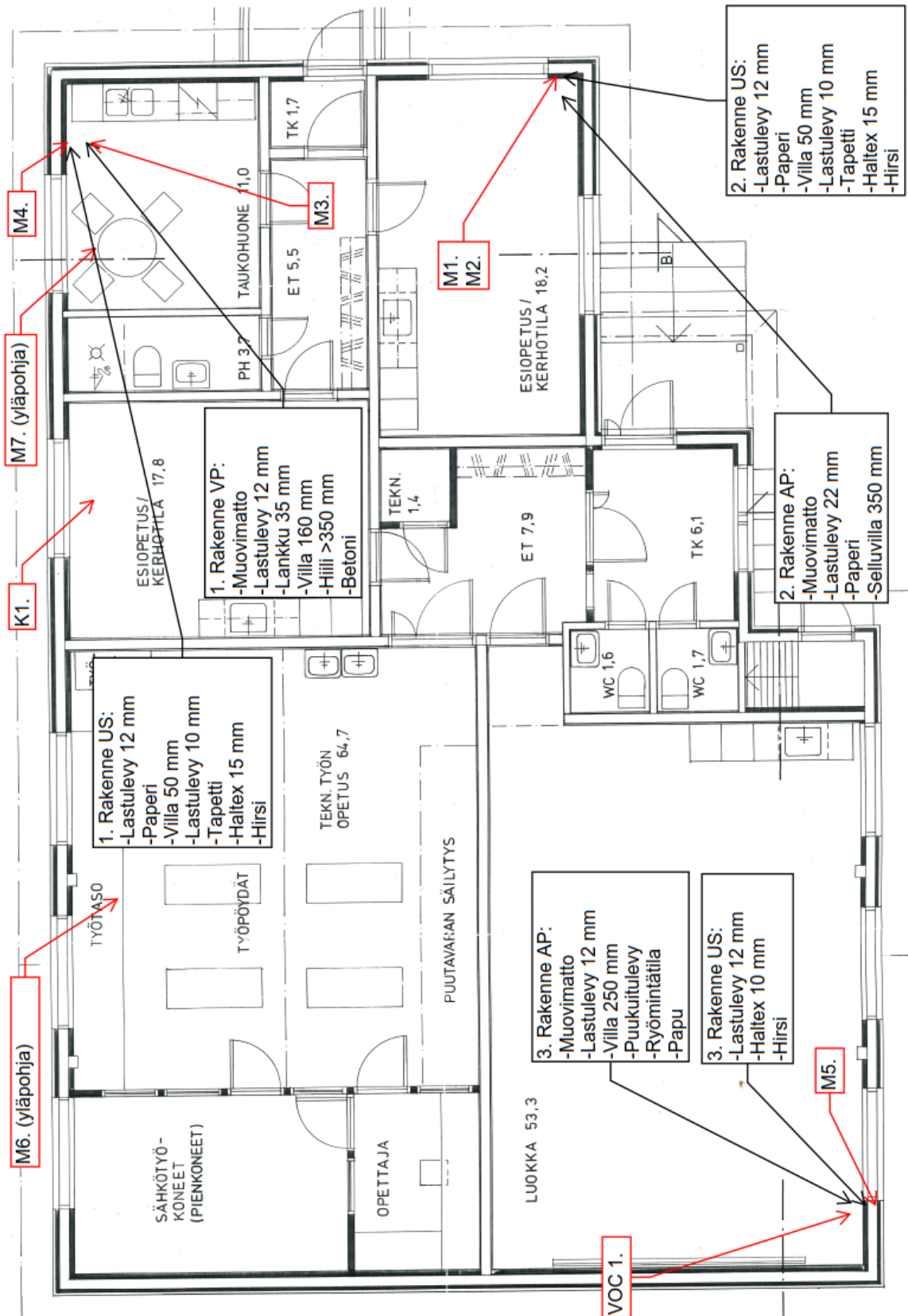
RI, RTA Rauno Pakanen

 **RAKENTAMISEN SERTIFIKAATTI**
RAKENNUSTERVEYSASiantuntija
EUROFINS EXPERT SERVICES
nro C-24177-26-18

10. LIITTEET:

- Liite 1. Näytteenottokohdat
- Liite 2. Materiaalinäytteen mikrobianalyysi
- Liite 3. Materiaalinäytteen VOC-analyysi
- Liite 4: Kuituanalyysi
- Liite 5: Paine-eromittaustulokset

Liite 1. Näytteenottokohdat



Liite 2. Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely
 MIK8014
 Kiwalab, 1.10.2019



Tilaja:	A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy
Yhteyshenkilö:	Jaakko Luukkonen, Rauno Pakanen
Kohde:	Oksakosken koulu (vanha puoli), Perho
Työmääräin:	WO-00775020
Näytteenottaja:	Janne Mäkelä
Näytteenottopäivä:	11.9.2019
Näytteet vastaanotettu:	13.9.2019

Analyysit:

Materiaalinäyte analysoidaan asumisterveysasetuksen mukaisen ohjeistuksen viljelymenetelmällä, jossa materiaalia siirretään suoraan kasvualustalle. Näytealustat pidetään +25°C:ssa 7-14 vrk ajan, ja mikrobit tunnistetaan pesäkeulkonäön ja valomikroskoopissa havaittujen rakenteiden perusteella. Mikrobimäärät ilmoitetaan muodossa pmy (cfu)/ malja, joka tarkoittaa pesäkkeen muodostavia yksiköitä maljalla. Laboratoriokohtaiset mittausepävarmuusestimaatit tutkituille näytteille toimitetaan erikseen niin pyydettyessä. Tulosten tulkinta ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.

Näytealustat:

Homeet Rose Bengal -agar (Hagem-agar) / 2 % Mallasuuteagar (M2-agar) / Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)

Bakteerit Tryptoni-hiivauute-glukoosiagar (THG-agar)

Tulos ilmoitetaan suhteellisella asteikolla.

- ei kasvua

+ niukka kasvu, alle 20 pmy/malja

++ kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/malja

+++ runsas kasvu, 50-200 pmy/malja

++++ erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/malja

Näytteet:

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
VM1	Haltex levy	Ulkoseinä	Esiopetus/ kerhotila	Ei viitettä vauriosta
VM2	Lasivilla	Alapohja	Esiopetus/ kerhotila	Heikko viite vauriosta
VM3	Lasivilla	Välipohja	Taukhuone	Vahva viite vauriosta
VM4	Lasivilla	Ulkoseinä	Taukhuone	Ei viitettä vauriosta
VM5	Haltex levy	Ulkoseinä	Luokka	Ei viitettä vauriosta
VM6	Kutterilastu	Välipohja	Ullako	Ei viitettä vauriosta
VM7	Kutterilastu	Välipohja	Ullako	Ei viitettä vauriosta

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab

Professorintie 9, 90440 Kempele
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
 Puh. 010 521 600
 kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0



Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely
 MIK8014
 Kiwalab, 1.10.2019



Näytteisiin liittyvät kommentit:

Tulokset:

Näyte	Sieni-itiöt pmy Hagem-agar	Sieni-itiöt pmy M2-agar	Sieni-itiöt pmy DG18-agar	Bakteerit pmy THG-agar
1	Yhteensä + Chaetomium* 1 + Penicillium + muut sienet +	Yhteensä + Chaetomium* 1 + Penicillium +	Yhteensä + Chaetomium* 1 +	Yhteensä +
2	Yhteensä + Penicillium + Ulocladium* 1 +	Yhteensä + Penicillium + Ulocladium* 5 +	Yhteensä + Penicillium + Ulocladium* 4 +	Yhteensä +
3	Yhteensä + muut sienet +	Yhteensä -	Yhteensä +++ A. restricti* +++ Penicillium +	Yhteensä +
4	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Chaetomium* 2 + Penicillium +	Yhteensä + Cladosporium + Mucor° + Penicillium +	Yhteensä +
5	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä +
6	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium + vaaleat hiivat +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä +
7	Yhteensä + Mucor° + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä +

määritysraja 1 pmy, A = Aspergillus, * = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobin merkitys toistaiseksi avoin

Kiwalab



Minna Lilja
 Asiantuntija, FM

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab
 Professorintie 9, 90440 Kempele
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
 Puh. 010 521 600
 kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy
 PL1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus
 1787853-0



Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely
 MIK8014
 Kiwalab, 1.10.2019



Sivu 3/3

LIITE: Materiaalinäytetulosten arviointi
1. TULOSTEN TULKINTA

Rakennusmateriaalin mikrobianalyysin tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, jos näytteen sieni-itiöpitoisuus on runsas (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Taulukko 1). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen näytteessä on normaalia. Usean eri indikaattorimikrobin esiintyminen näytteessä pieninä pitoisuuksina voi viitata vanhaan kuivuneeseen kasvustoon tai sieni-itiöiden kertymiseen materiaalin pinnalle ajan myötä. Jos viljelytulos on alle määritysrajan tai näytteessä esiintyy vain muutamia pesäkkeitä, näytteestä tehdään suoramikroskopiointi kuolleeseen, kuivuneeseen kasvustoon havaitsemiseksi. Suoramikroskopiointi voidaan tehdä luotettavasti vain kovista materiaaleista.

Näytteen erittäin runsas bakteeripitoisuus voi johtua myös materiaalin likaisuudesta, joten ainoastaan bakteeripitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta. Suoraan maaperän tai ulkoilman kanssa kosketuksissa oleviin materiaaleihin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia mikrobeja, mikä tulee huomioida tulosten merkitystä arvioitaessa.

Mikrobikasvustot ovat yleensä epätasaisesti jakautuneita, joten yksi näyte antaa tiedon vain kyseisen näytteenottoaikan mikrobimäärästä ja -lajistosta. Näytetuloksesta ei voida vetää suoraa johtopäätöstä tilojen sisäilmaongelmaan tai käyttäjien oireisiin. Tulosten merkitys sisäilmaongelmien kannalta arvioituna riippuu tiloissa vietettävästä ajasta, ilmanvaihdon toimivuudesta, vaurioituneen pinta-alan laajuudesta sekä siitä, missä määrin mikrobien itiöt ja niiden aineenvaihduntatuotteet kulkeutuvat sisäilmaan rakenteiden kautta.

Taulukko 1. Esimerkkejä mikrobilajeista (Valvira 2016).

Kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja	<i>Acremonium</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>A. restricti</i> , <i>A. ustus</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>Chaetomium</i> , <i>Eurotium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Geomyces</i> , <i>Oidiodendron</i> , <i>Paecilomyces</i> , <i>Phialophora</i> , <i>Scopulariopsis</i> , <i>Stachybotrys</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Tritirachium</i> , <i>Ulocladium</i> , <i>Wallemia</i> , aktinobakteerit
Tavanomaisia mikrobeja	<i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Penicillium</i> , hiivat, steriilit sienet

 A= *Aspergillus*
2. KIRJALLISUUS

Hänninen M., Kirsi M., Kujanpää L., Lindroos O., Rautiala S. ja Reiman M. (2014) Rakennusmateriaalinäytteen mikrobimääritys suoraviljelymenetelmällä. Sisäilmastoseminaari 2014, SIY raportti 32. ss. 359-362.

Pessi A-M. ja Jalkanen K. (2018) Laboratorio-opsas. Mikrobiologisten asumisterveysutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy. ISBN 978-952-9637-61-4.

Reiman M. ja Kujanpää L. (2005) Suoraviljelymenetelmän käytettävyys materiaalinäytteiden mikrobitutkimuksissa. Sisäilmastoseminaari 2005, SIY raportti 23. ss. 255-258.

Valvira, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV, ohje 8/2016.

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab
 Professorintie 9, 90440 Kempele
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
 Puh. 010 521 600
 kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy
 PL1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus
 1787853-0



Kiwalab

Liite 3. Materiaalinäytteen VOC-analyysi

VOC-analyysi materiaalinäytteestä
 VOC1140
 Kiwalab, 13.9.2019



Tilaaaja:	A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy
Yhteyshenkilö:	Jaakko Luukkonen ja Rauno Pakanen
Kohde:	Oksakosken koulu (vanha puoli), Perho
Työmääräin:	WO-00775020
Näytteenottaja:	Janne Mäkelä
Näytteenottopäivä:	11.9.2019
Näytteet vastaanotettu:	13.9.2019

Analysit:

Materiaalien emissionäytteet kerätään mikrokammio (μ CTE) -laitteistolla johtamalla puhdasta typpeä testauskammion kautta adsorptiokeräysputkeen (Tenax TA-Carbograph 5TD). Näytteet kerätään $25 \pm 2^\circ\text{C}$ lämpötilassa ilman kosteutusta. Menetelmä tuottaa suuntaa antavaa tietoa materiaalista testausolosuhteissa haihtuvien emissioiden laadusta ja suhteellisista määristä. Näytteet tutkitaan käyttämällä termodesorptioon perustuvaa näytteensyöttöä, kromatografista erottelua ja massaselektiivistä ilmaisinta. Menetelmä pohjautuu standardiin ISO 16000-6:2011 sekä keräysmenetelmän osalta Työterveyslaitoksen vertailuaineiston julkaisuihin¹⁻². Yhdisteiden pitoisuudet määritetään niiden omilla vasteilla tai semikvantitatiivisesti tolueenivasteina sekä tunnistetaan puhtaiden vertailuaineiden ja/tai NIST-massaspektrikirjaston avulla. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet määritetään kattaaen 1-40 kpl yhdisteitä tai vähintään 2/3 TVOC-alueen (n-heksaanista n-heksadekaaniin) kokonaispinta-alasta. TVOC-alueen ohella ilmoitetaan myös VVOC- tai SVOC-alueilla esiintyviä yhdisteitä, kuten etikkahappo ja TXIB. Testauskammion ilmanäytteestä analysoidut pitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ilmoitetaan testattavan näytteen massa (g) nähden vakioituna. Laboratoriokohtaiset mittausepävarmuusestimaatit tutkituille näytteille toimitetaan erikseen niin pyydettyäessä. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.

Näyte	Tila	Rakennusosa	Materiaali
VOC1	Luokka	Väliopohja	Muovimatto

Lisätiedot:

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty

Kiwalab

Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
 Puh. 010 521 600
 kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab

VOC-analyysi materiaalinäytteestä
 VOC1140
 Kiwalab, 13.9.2019


Tulokset

Näyte	1.
Massa (g)	3,99
Kerätty ilmamäärä (l)	2,29
Suhteellinen kosteus (%)	< 5
Yhdiste ja -ryhmä	µg/m ³ g
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
Hiilivetyseos ^(1,2)	3
Hiilivetyseos ^(1,3)	4
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
Tolueneeni	26
ALKOHOLIT	
2-Etyyli-1-heksanoli	11
ALDEHYDIT	
Nonanaali	4
ESTERIT JA LAKTONIT	
TXIB**	2
GLYKOLIT JA GLYKOLIEETTERIT	
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	10
Butoksietoksietyyliasettaatti	1
TVOC	50

^{*)} Puolihaihtuvat SVOC-yhdisteet.

¹⁾ Yhdisteen pitoisuus laskettu tolueeniekvivalenttina.

²⁾ Hiilivetyseos, joka sisältää pääasiassa haاراتuneita alifaattisia hiilivetyjä (kp. 175 - 195 °C)

³⁾ Hiilivetyseos, joka sisältää pääasiassa haاراتuneita alifaattisia hiilivetyjä (kp. 195 - 215 °C)

Kiwalab



Arttu Harmaala
 Laboratorioanalytikko, AMK



Henri Hakala
 Asiantuntija, FM

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty

Kiwalab
 Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
 Puh. 010 521 600
 kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy
 PL1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus
 1787853-0



Kiwalab

VOC-analyysi materiaalinäytteestä
 VOC1140
 Kiwalab, 13.9.2019



Sivu 3/3

LIITE: Bulk-emissiotestaus mikrokammion menetelmällä ja tulosten tulkinta
1. YLEISTÄ

Bulk-emissiotestaus mallintaa materiaalien VOC-päästöjä niiden käyttöä, ylläpitoa ja elinkaarta vastaavassa tilanteessa. Tulokset eivät ole suoraan verrattavissa muilla bulk-emissio menetelmillä ja/tai erilaisissa testausolosuhteissa saatuihin tuloksiin². Yksittäisten materiaalien, kuten lattiamattopinnoitteiden bulk-emissio pitoisuuksiin vaikuttavat materiaalityypin ja valmistelaadun ohella mm. materiaalin ikä, käytetyt kiinnitysaineet sekä pinnoitteeseen asennus- tai ylläpito vaiheessa kohdistuneet rasitteet. Bulk-emissiotestausta voidaan hyödyntää kartoitettaessa yksittäisiä sisäilman VOC-lähteitä tai materiaaleja tutkittavan tilan sisäilman riskitekijöinä. Tulokset täydentävät huoneilman hetkittäisten VOC-mittausten ja pintaemissio (FLEC) -testausten avulla saatavaa tietoa. Esim. lattiapinnoitteiden alapuolelta huoneilmaan kulkeutuvia päästöjä säätelevät useat tekijät, kuten pinnoitteen ja reun-alueiden läpäisevyys/tiiveys sekä tilassa vallitsevat olosuhteet (ilmanvaihdon tehokkuus, suhteellinen kosteus, lämpötila).

2. TULOSTEN TULKINTA

Materiaalinäytteiden kokonaisemissioiden tutkimusmenetelmälle ei ole virallisia viitearvoja, vaan tulkinta pohjautuu Työterveyslaitoksen vastaavalla menetelmällä keräämään vertailuaineistoon^{1,4-5}. Vertailuaineiston emissiotestaukset on tehty lämpötilassa 25 ±2°C ilman kosteutusta. Aineiston pohjalta muodostetut vertailuarvot edustavat materiaalkohtaisesti mitattujen emissiotasojen jakaumia, joissa 70-90 % tapauksista jää vertailuarvosta riippuen alle sen ilmaisevan tason (ks. taulukko 1). Yksittäinen näytetulos antaa tiedon vain kyseisen näytteenottokohdan suhteellisista päästöistä testausolosuhteissa. Tulokseen vaikuttaa testattavan materiaalin epätasaisuus, kuten liiman ja tasoitteen osuus lattiamattopalassa. Materiaalitestauksen tuloksista ei voida vetää suoraa johtopäätöstä tilojen sisäilmaongelmaan tai käyttäjien oireisiin.

Taulukko 1. Bulk-emissioiden testausmenetelmän vertailuarvot eri materiaaleille (Työterveyslaitos^{4,5}).

Tarkasteltava osatulos	Materiaalkohtaiset vertailuarvot:			
	PVC (pehmitin DEHP)	PVC (pehmitin DINCH, DIMP tai DIDP)	Linoleum	Tasoitteet, betoni
TVOC ¹⁾	200 µg/m ³ g ¹⁾	500 µg/m ³ g ^{2),3)}	650 µg/m ³ g ⁴⁾	50 µg/m ³ g ²⁾
2-etyyli-1-heksanoli ⁵⁾	70 µg/m ³ g ¹⁾	50 µg/m ³ g ¹⁾	-	40 µg/m ³ g ³⁾
C ₉ -alkoholit ¹⁾	-	320 µg/m ³ g ^{2),4)}	-	-
Propaanihappo ⁵⁾	-	-	100 µg/m ³ g ²⁾	-

¹⁾ Tolueenin vasteella ilmoitettuna. ²⁾ Omalla vasteella ilmoitettuna. ³⁾ Vertailuarvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden mukaan emissiotasot nousevat ajan myötä. Vertailuarvot edustavat TTL:n asiakasnäytteiden ¹⁾ 70 %, ²⁾ 80 %, ³⁾ 85 % tai ⁴⁾ 90 % persenttilejää.

3. VIITTEET

- [1] Härkönen K. (2012) Vaurioitumattomien lattiapintamateriaalien referenssitiedon kartuttaminen bulk-emissiotutkimuksilla, TAMK.
 [2] Backlund P *et al.* (2010) Bulk-emissiotestausmenetelmien vertailua. Sisäilmastoseminaari 10. Sisäilmayhdistys ry, Aalto-yliopisto, TKK, LVI-tekniikka. SIY Raportti 28. s.213-218.
 [3] ISO 16000-6:2011 Determination of volatile organic compounds in indoor air and test chamber air by active sampling on Tenax TA® sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID.
 [4] Työterveyslaitos (2015) Bulk-emissioiden viitearvot eri materiaalityypeille. Päivitetty 9.2.2015. Haettu 10.2.2016: <http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/kemialliset-analyysit/Sivut/default.aspx>
 [5] Työterveyslaitos (2019) KOOSTE EPÄPUHTAUSTASOISTA, JOIDEN YLITTYMINEN VOI VIITATA SISÄILMASTO-ONGELMIIN TOIMISTOTYYPPISSÄ TYÖPAIKOILLA. Päivitetty 19.3.2019. Haettu 2.6.2019: <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf>

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty

Kiwalab
 Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
 Puh. 010 521 600
 kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy
 PL1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus
 1787853-0



Liite 4. Kuituanalyysi

Kuituanalyysi
 KUI1623
 Kiwalab, 17.9.2019

1 / 2

Tilaaaja:	A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy				
Yhteyshenkilö:	Rauno Pakanen				
Kohde:	Oksakosken koulu, Perho				
Työmääräin:	WO-00775020				
Näytteenottaja:	Jaakko Luukkonen				
Näytteenottopäivä:	27.08.2019 - 10.09.2019				
Näytteet vastaanotettu:	13.09.2019				
<p>Tutkimusmenetelmä: BM-Dustlifter geeliteippinäytteistä analysoidaan epäorgaaniset mineraalivillakuidut valomikroskoopilla käyttäen 100-kertaista suurennotta. Näytteistä lasketaan yli 20 mikrometrin pituiset teolliset mineraalivillakuidut koko teipin (14 cm²) pinta-alalta. Tulos ilmoitetaan mineraalivillakuituja kpl/cm². Näytteiden sisältämän muun pölymateriaalin ja orgaanisten kuitujen määrää arvioidaan asteikolla niukka, kohtalainen, runsas tai erittäin runsas. Asiakas vastaa näytteenotosta. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.</p> <p>Määrittysraja 0,1 kpl/cm², pölykertymäaika 2 vko</p>					
Näyte	Näytteenottoaika	Tulos kpl/cm²	Muun pölymateriaalin määrä		
			Hieno pöly	Orgaaniset kuidut	Siitepöly
1	Esiopetus	0,3	Niukka	Niukka	
Lisätiedot:					

Niko Koskensalmi
 Geologi, FM

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab
 Professorintie 9, 90440 Kempele
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
 Puh. 010 521 600
 kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy
 PL1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus
 1787853-0



Kiwalab

Kuituanalyysi

2 / 2

Kiwalab,

LIITE: Kuitututkimusnäytteiden tulosten arviointi**1. TULOSTEN TULKINTA**

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015) mukaan kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneen pölyn teollisten mineraalikuitujen pitoisuudet 0,2 kpl/cm² tai enemmän edellyttävät toimenpiteisiin ryhtymistä. Yleisimpiä toimenpiteitä kuitukertymän pienentämiseksi ovat kuitulähteiden selvittäminen ja poistaminen, ilmanvaihtokanavien puhdistaminen ja siivouksen tehostaminen.

Tuloilmakanavan pinnalta otetuille näytteille ei ole määritetty viitearvoa, mutta kuituja voi liikkua sisäilmassa aina kun niitä löytyy tuloilmakanavasta.

2. KUITUJEN ESIINTYVYYS JA NIIDEN AIHEUTTAMAT OIREET

Teollisia villakuituja esiintyy rakennusten sisäilmassa vähän verrattuna muihin sisäilman hiukkasiin. Suurin osa sisäilman kuiduista on orgaanisia kuituja, joiden lähteitä ovat esimerkiksi paperituotteet, vaatteet ja sisustustekstiilit. Tavallisimmat sisäilman epäorgaaniset kuitulähteet ovat huonetilojen äänenvaimennusmateriaaleina toimivat osittain pinnoittamattomat akustiikkalevyt ja ilmanvaihtokanavien rikkoutuneet tai vanhentuneet äänenvaimentimet. Villaeristeitä voi olla myös tuloilmakanavien pääte-elimissä ja ilmanvaihtokoneessa.

Epäorgaaniset eli teolliset lasi- ja mineraalivillakuidut aiheuttavat tyypillisesti ylähengitysteiden, silmien ja ihon ärsytystä sekä äänenkäyttöongelmia. Vähäisetkin kuitumäärät voivat aiheuttaa ja lisätä oireilua etenkin muiden sisäilman laatuun liittyvien tekijöiden kanssa. Harvoin siivotuilla pinnoilla kuidut alkavat kerääntyä ja tilojen käyttäjät voivat altistua niille kuitupölyn lähtiessä liikkeelle ilmapirtausien tai mekaanisen kosketuksen vuoksi. Usein toistuvalla siivouksella voidaan hallita työskentelypintojen kuitumaisia epäpuhtauksia, mutta suositeltavaa on ensisijaisesti korjata tai poistaa kuitulähde.

3. KIRJALLISUUS

Lappalainen S., Riala R., Tossavainen A., Salonen H., Teikari M., Salmi K., Korhonen P. A. ja Reijula K., Mineraalikuidut sisäilmahaitana. Sisäilmastoseminaari 2003, SIY raportti 19. ss. 299-302.

Kovanen K., Heimonen I., Laamanen J., Riala R., Harju R., Tuovila H., Kämppi R., Sääntti J., Tuomi T., Salo S-P., Voutilainen R. ja Tossavainen A. (2006) Ilmanvaihtolaitteiden hiukaspäästöt, Altistuminen, mittaaminen ja tuotetestaus. VTT Tiedotteita 2360.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015.

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab

Professorintie 9, 00440 Kempele
Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
Puh. 010 521 600
kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

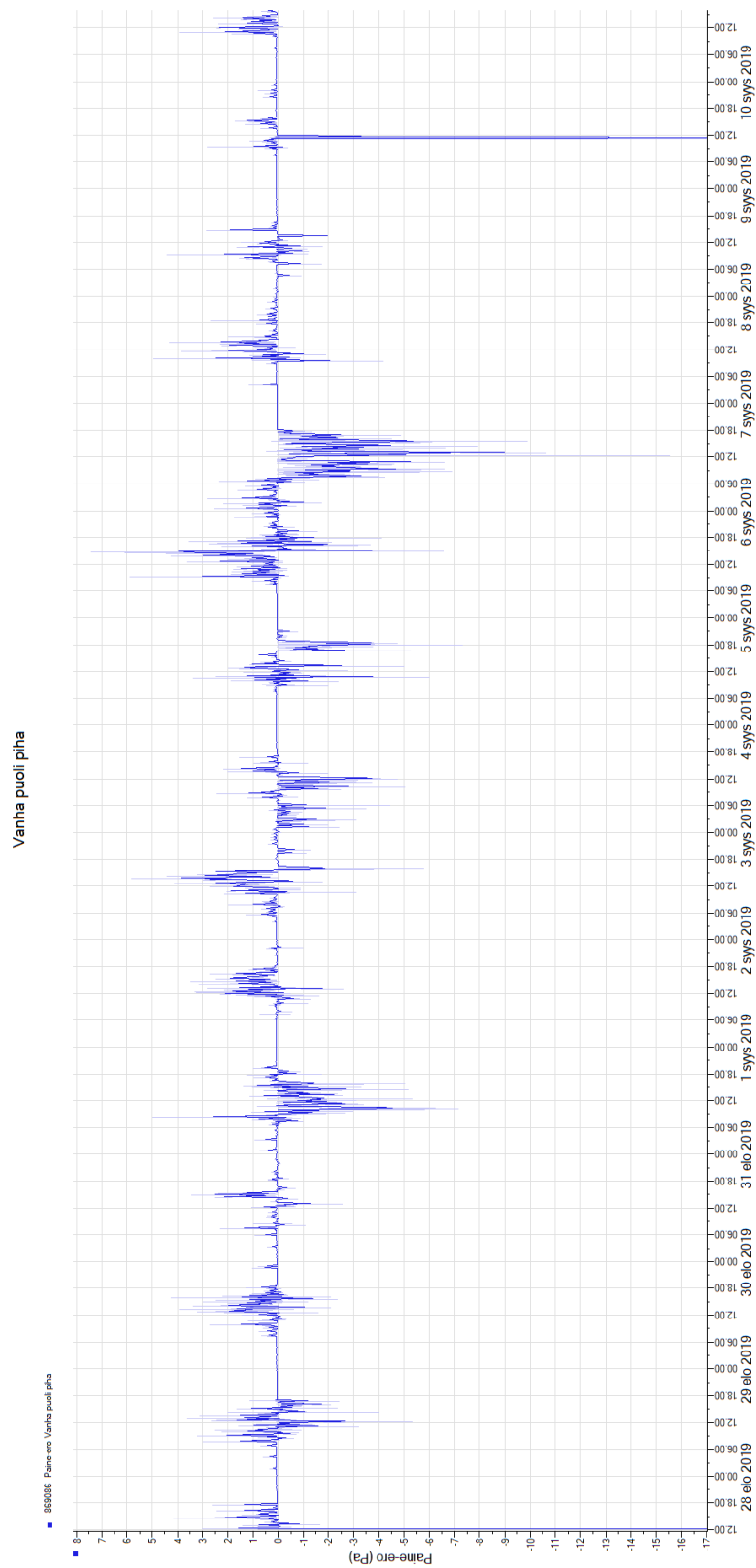
PL1000
00581 Helsinki
www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0

**Kiwalab**

Liite 5. Paine-eromittaus, pihan puoli



Liite 5. Paine-eromittaus, takapihan puoli

