



Rakennustekninen kuntotutkimus

Oksakosken koulu
Uusi koulu

TIIVISTELMÄ

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

Terveystarkastajan tarkastuskertomuksesta selvisi, että 1952 rakennetun 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 lukuun ottamatta kellarin aluetta. Yläkerrassa osa on opetustiloja ja osa tuulettuvaa yläpohjaa. Sinne on varastoitu kuitenkin runsaasti tavaraa, mikä voi olla yksi syy tunkkaiselle ilmalle yläpohjassa.

Alapohjassa ja välipohjissa on alkuperäinen kutterinlastueriste. Vesikate on peltiä ja melko hyvässä kunnossa. Otsalaudoissa on lieviä lahovaurioita. Osa ikkunoista on uusittu, mutta muut ovat välttävissä kunnossa. Rakennusta ympäröivä maanpinta kaataa rakennukseen päin.

Ulkoseiniin ja alapohjaan tehdyistä rakenneavauksista ei havaittu poikkeavia hajuja, mutta yhdessä alapohjan kutterinlastunäytteessä oli vahva viite mikrobivauriosta. Vaurion syynä on ollut patterivuoto. Lisäksi kellarin seinätasotteista löytyi vahva viite mikrobivauriosta. Kellarin seinissä on runsaasti kosteusvaurioita. Lattiasta ja seinistä löytyikin kohenneita kosteuspitoisuuksia. Muita merkittäviä mikrobivaurioita ei rakenneavauksista löytynyt.

Koulun sisäolosuhteita mitattiin kahden viikon ajan. Keskimääräinen paine-ero ulkoilmaan nähden on hieman alipaineinen. Paine-eroa voidaan pitää erinomaisena, eikä sen perusteella ole tarvetta säätää ilmanvaihtoa. Hiilidioksidipitoisuudet pysyivät alhaisina, mutta lämpötila luokissa nousi ajoin korkeaksi.

Mineraalivillakuituja kerättiin kahden viikon laskeumana. Luokan 53,4m² mittauspisteessä kuitupitoisuus 0,4 kuitua/cm² ylitti toimenpiderajan 0,2 kuitua/cm². Yleisin mineraalivillakuidun lähde on ilmanvaihtokoneiden tai kanavien äänenvaimentimet.

Muovimaton VOC-materiaalinäytteissä ei ollut viitearvojen ylityksiä, mutta tulosten perusteella voidaan kuitenkin ajatella mattojen olevan käyttöään loppupäässä.

Tutkimuksessa saatujen tietojen mukaan kellarissa on poikkeava olosuhde erittäin todennäköinen ja muualla koulurakennuksessa mahdollinen.

Tärkein korjausehdotus on kellarin kuivattaminen uusimalla lattiarakenteet ja salaojat. Sisäilmaa nopeasti parantavia toimenpiteitä on kuitulähteiden poistaminen ilmanvaihtokoneesta. Salaojituksen yhteydessä pystytään parantamaan myös pintavesien johtamista pois koulurakennuksesta.

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.....	7
4.1 Rakenneavaukset.....	7
4.2 Mikrobit.....	7
4.3 Materiaalinäytteiden VOC-emissiot.....	7
4.3.1 Mineraalivillakuitulaskenta	8
5. Rakenneteknisten tutkimusten tulokset	9
5.1 Rakenneavaukset.....	9
5.1.1 Ulkoseinät.....	11
5.1.2 Välipohja-avaus	12
5.1.3 Alapohja-avaukset	13
5.1.4 Johtopäätökset	14
5.2 Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet.....	15
5.2.1 Julkisivut ja ulkoseinät	15
5.2.2 Ikkunat ja ulko-ovet.....	15
5.2.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	17
5.3 Väliseinät.....	17
5.3.1 Väliseinät.....	17
5.4 Pintarakenteet ja väliovet.....	17
5.5 Yläpohjat, vesikatto ja kuivatusrakenteet	19
5.5.1 Yläpohja	19
5.5.2 Vesikatto.....	20
5.5.3 Kuivatusrakenteet.....	22
5.5.4 Kattoturvaluotteet	23
5.6 Piha-alueet	25
5.6.1 Johtopäätökset	26
6. Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset	27
6.1 Paine-ero ulkovaipan yli.....	27
6.2 Hiilidioksidipitoisuus	28
6.3 Lämpötila.....	29
6.4 Suhteellinen kosteus.....	30
6.5 Epäpuhtausmittaukset	31
6.5.1 Mikrobit.....	31
6.5.1 Kuituanalyysi	31
6.5.2 Materiaalin VOC-analyysi	31
6.6 Muiden selvitysten tulokset.....	31
6.6.1 Maatäytön rakeisuustutkimus.....	31
6.6.2 Kosteusmittaukset	32
7. Altistumisolosuhteiden arviointi	33
8. Yhteenveto.....	34
9. Toimenpide-ehdotukset.....	36
10. LIITTEET:.....	37

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 uudemman koulurakennuksen rakenteita ja sisäilmaolosuhteita. Tutkimuksessa saatuja tietoja voidaan käyttää rakennuksen sisäilma-ongelman 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

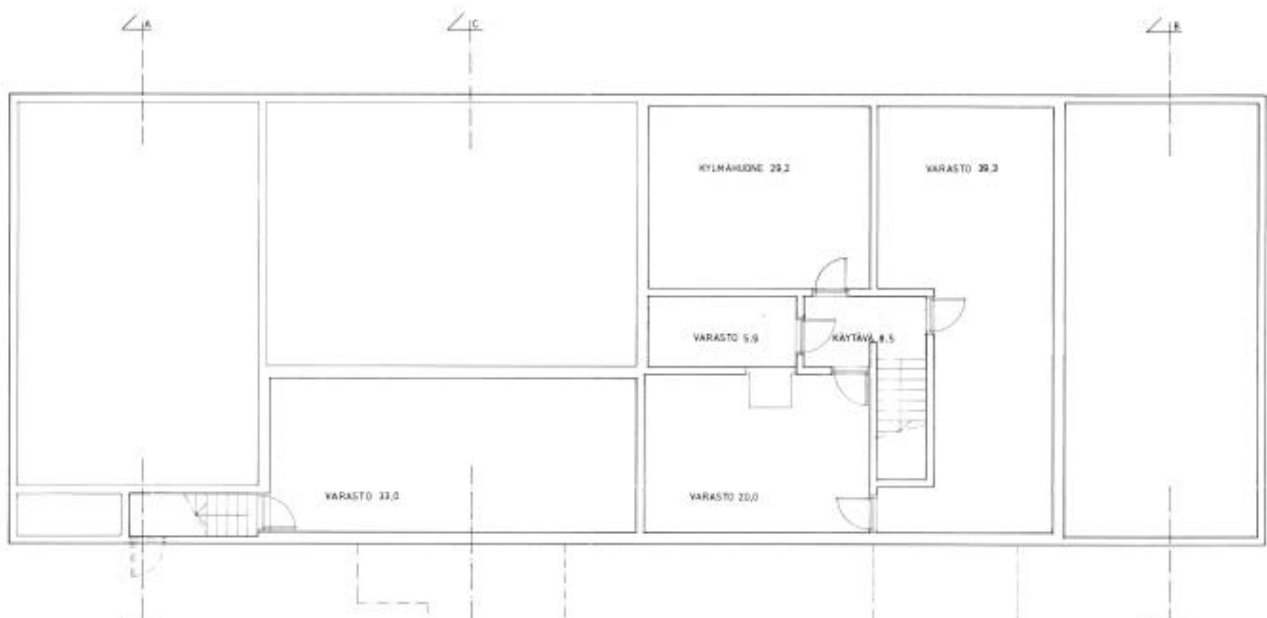
Tutkimuksessa tehdyt rakenneavaukset suoritettiin Perhon kunta. Rakenneavaukset tehtiin ennalta sovittuihin paikkoihin. Kunta aikoo tilata IV-mittaukset paikalliselta yritykseltä.

2. KOHTEEN YLEISKUVAUS

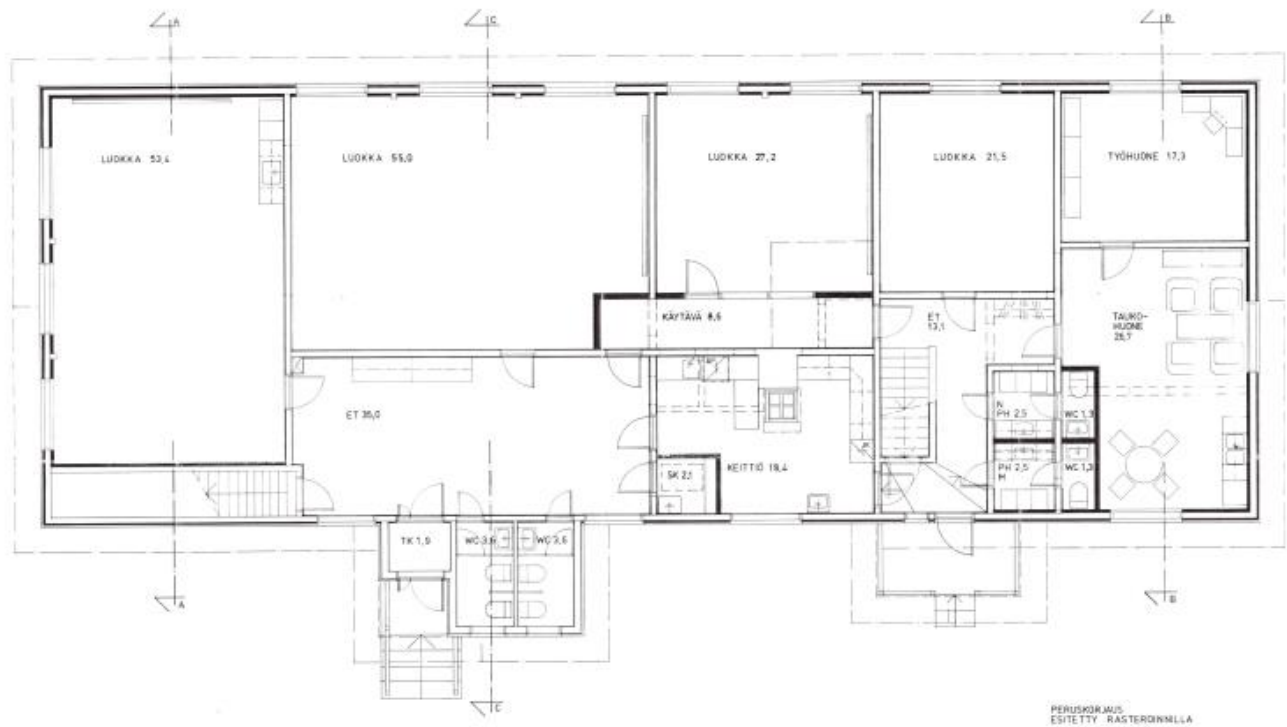
Rakennusvuosi	1952
Käyttötarkoitus	Koulu
Runko- ja rakenneratkaisut	Hirsirunkoinen, ulkoverhouksena paneeli
Ilmanvaihto	Koneellinen

3. LÄHTÖTIEDOT

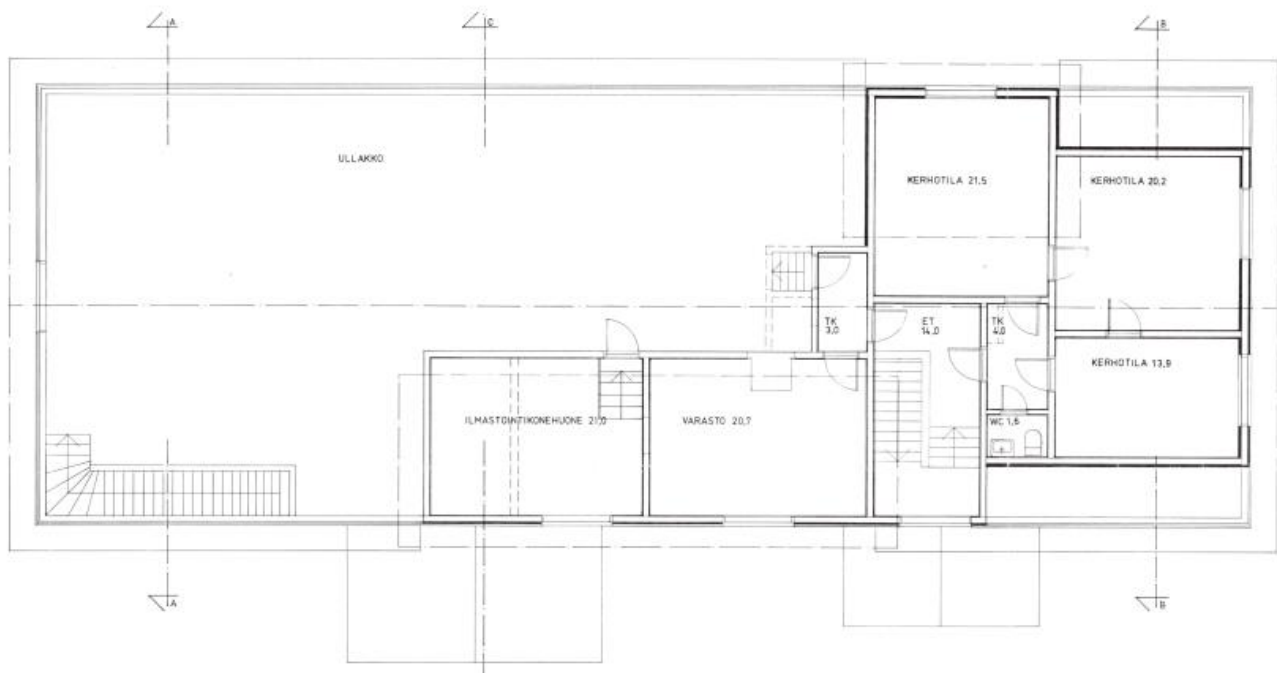
Tutkimuksen aikana käytössä oli pohjakuvia rakennuksesta. Terveystarkastajan tarkastuskertomuksesta selvisi, että 1952 rakennetun koulun luokkatiloissa on ilmennyt oireilua (1-2 luokka), mm. silmäoireita, äänen käheyttä ja liman kertymistä hengitysteihin.



Kuva 1: Tutkittavat tilat kellarikerroksessa



Kuva 2: Tutkittavat tilat ensimmäisessä kerroksessa



Kuva 3: Tutkittavat tilat toisessa kerroksessa

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, väli- ja alapohjasta. Materiaalinäytteet on analysoitu akkreditoitusti 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 opettajainhuoneesta ja luokan 21,5m² muovimattopinnoitteesta. VOC-yhdisteiden lähteitä ovat muun muassa rakennusmateriaalit, kalusteet, puhdistusaineet ja kosmetiikka. Tutkittavasta materiaalista irrotetaan näytepallo, 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 vertailuarvot eri materiaaleille (Työterveyslaitos^{4,5}).

Tarkasteltava osatulos	Materiaaliikohtaiset vertailuarvot:			
	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)}	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 ₉ -alkoholit ¹⁾	-	320 µg/m ³ g ^{#, 4)}	-	-
Propanihappo ¹⁾	-	-	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.

Taulukko 1. Materiaalinäytteiden VOC-emissioiden vertailuarvot

4.3.1 Mineraalivillakuitulaskenta

Kuitunäytteitä kerättiin kahdesta luokasta. Kuitunäytteet otettiin tasopinnoille asetetuilla Petrimaljoilla. Kuitujen keräysaika oli kaksi viikkoa.

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

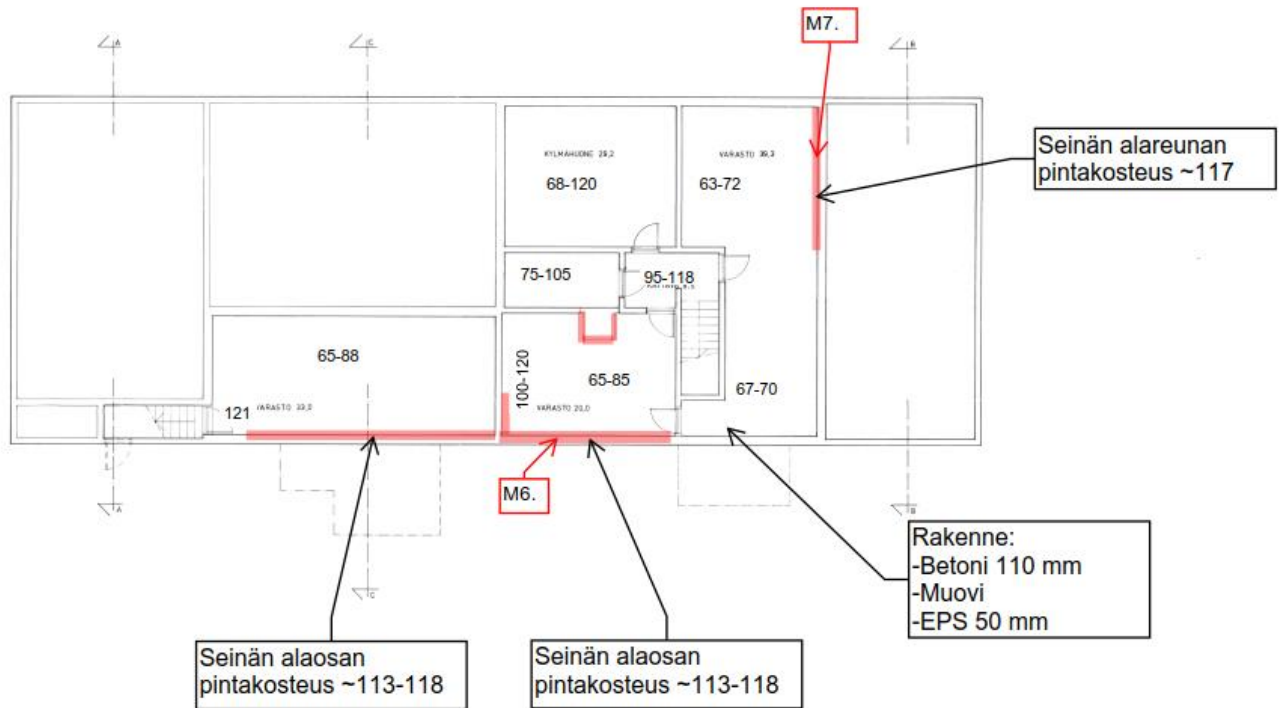
Työterveyslaitoksen käyttämiä viitearvoja:

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

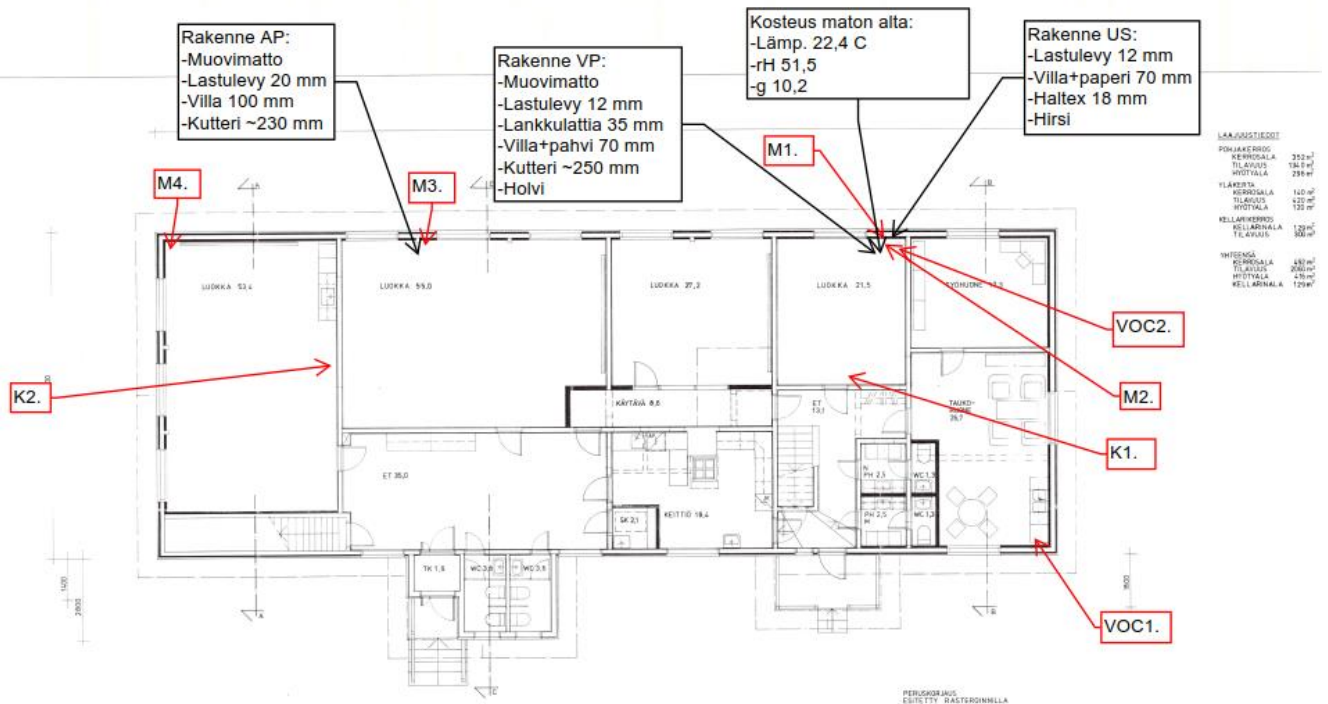
5. RAKENNETEKNISETN TUTKIMUSTEN TULOKSET

5.1 Rakenneavaukset

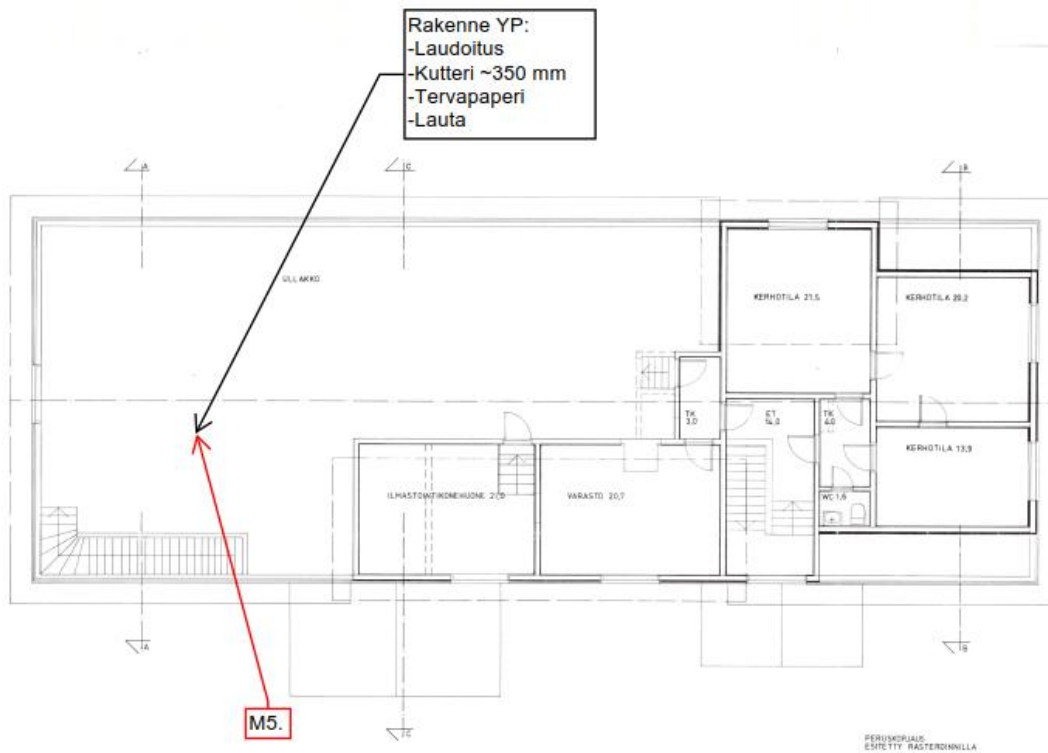
Rakennukseen tehtiin rakenneavauksia ulkoseiniin, väli- ja alapohjaan sekä tarkasteltiin rakenteita ja otettiin materiaalinäytteitä. Kuvissa 4-6 on esitetty tehtyjen rakenneavauksien ja näytteenotto-kohtien sijainnit. Lisäksi kellarin pohjapiirustukseen on merkitty kosteusmittaustuloksia.



Kuva 4: Rakenneavaukset ja näytteenottokohdat kellarissa



Kuva 5: Rakenneavaukset ja näytteenottokohdat ensimmäisessä kerroksessa



Kuva 6: Rakenneavaukset ja näytteenottokohdat toisessa kerroksessa

5.1.1 Ulkoseinät

Rakenteet on lueteltu sisäpinnasta ulospäin.

US-avaukset luokissa 55,0 ja 21,5m²

- lastulevy 12 mm
- paperi
- villa 70 mm
- haltex 18 mm
- hirsi



Kuvat 7 ja 8: Ulkoseinäavaus luokassa 21,5m²

US-avaus luokassa 53,4m²

- lastulevy 12 mm
- hirsi



Kuva 9: Ulkoseinäavaus luokassa 21,5m²

Ulkoseinään tehtiin sisäpuolelta rakenneavauksia kolme kappaletta. Luokissa 55,0 ja 21,5m² rakenteet ovat samat, luokassa 53,4m² ei ole sisäpuolista lisäeristystä. Rakenneavauksista ei havaittu aistinvaraisesti poikkeavia hajuja.

5.1.2 Välipohja-avaus

Rakennuksessa on kellari, pinta-alaltaan noin puolet ensimmäisen kerroksen pinta-alasta. Rakenneavaus tehtiin kellarin yläpuolisesta rakenteesta.

Välipohja-avaus luokassa 21,5m²

- muovimatto
- lastulevy 12 mm
- lankku 35 mm
- villa 70 mm
- pahvi
- Kutterinlastu noin 250 mm
- betoni



Kuva 10: Välipohjan avaus luokassa 21,5m²

Rakenneavauksesta ei havaittu aistinvaraisesti poikkeavia hajuja.

5.1.3 Alapohja-avaukset

AP-avaus 1, kellari

- Betoni 110mm
- Muovi
- EPS 50mm
- Hiekka



Kuva 11: Alapohja-avaus kellarissa, rakenne ei ole alkuperäinen

AP-avaus, luokka 55,0m²

- muovimatto
- lastulevy 20 mm
- lasivilla 100 mm
- Kutterinlastu n. 230mm
- lauta



Kuva 12: Alapohja-avaus luokassa 55,0m²



Kuva 13: Ryömintätila

Rakenneavauksista ei havaittu aistinvaraisesti poikkeavia hajuja.

Rakenne yläpohjassa

- Laudoitus
- Kutterinlastu n. 350mm
- Tervapaperi
- Lauta



Kuva 14: Yläpohjan eristekerros

5.1.4 Johtopäätökset

Rakennuksen ulkoseinät ovat hirsirunkoiset. Hirsirunko on lisäeristetty ulkopuolelta kauttaaltaan. Sisäpuolella ei ole lisäeristystä koko rakennuksen alueella. Rakenneavauksista ei havaittu mikrobiperäistä hajua.

Alapohjana on tuulettuva rakenne niiltä osin, missä ei ole kellaria. Kellarissa on osin uusittu alapohja. Uusitus alapohjassa, varasto 39,3m³, on betonilaatan alla styrox-eriste. Muualla laatta onkin kostea.

Yläpohjassa on eristeenä alkuperäinen kutterinlastu, lisäeristystä ei ole tehty.

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 15: Julkisivuverhous

5.2.2 Ikkunat ja ulko-ovet

Rakennuksen etupihan puolella 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 16: Etupihan puolen vanhojen ikkunoiden puuosien maalit ovat hilseilleet



Kuva 17: Luokkatilojen uudemmat ikkunat ovat hyväkuntoisia.

Ulko-ovet ovat puurunkoisia ikkunallisia ulko-ovia. Ulko-ovet ovat vielä tyydyttävässä kunnossa. Ulkovälinevaraston ovi on maan tasalla ja oven alta pääsee vesi rakennukseen sisälle. Oven edessä on kivi, joka myös todennäköisesti edesauttaa kosteuden kulkua rakennusta kohti. Oven päältä puuttuu lippa, joten esimerkiksi lumi ja jää kertyy oven eteen.



Kuva 18: Ulko-ovet ovat hyvässä kunnossa.



Kuva 19: Ulkoiluvälinevaraston ovi on maan tasalla ja oven edessä oleva kivi voi edesauttaa kosteuden pääsyä sisätiloihin. Oven päällä ei ole lippaa.

5.2.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Julkisivun puuverhous on silmämääräisesti tarkasteltuna vielä tyydyttävässä kunnossa.

Vanhojen ikkunoiden maalipinnat hilseilevät, uudet ikkunat ovat vielä hyväkuntoisia. Myös ulko-ovet ovat hyvässä kunnossa.

Ulkovälinevaraston oven päältä puuttuu lippa ja maanpinta kaataa kohti varastoa.

5.3 Väliseinät

5.3.1 Väliseinät

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

5.4 Pintarakenteet ja väliovet

1. ja 2. kerroksen lattioiden pintamateriaalina on muovimatto. Kellarin lattiapinnat ovat maalattua betonia. 1. kerroksen väliseinät ovat maalattua lastulevyä. Seinien ja kattojen pintamateriaalit ovat hyväkuntoisia. Väliovien kunto on tyydyttävä.

Toisessa kerroksessa on paikoin vanhaa muovimattoa, joka on jo käyttökänsä päässä ja vaihdon tarpeessa. Kellarin lattian maalit ovat suurelta osin hilseilleet.



Kuva 20. 1. kerroksen muovimatto on hyvässä kunnossa.



Kuva 21: Toisen kerroksen vanha huonokuntoinen matto.



Kuva 22: Kellarin lattiamaalit ovat suurelta osin hilseilleet irti alustastaan.

5.5 Yläpohjat, vesikatto ja kuivatusrakenteet

5.5.1 Yläpohja

Yläpohjan kuntoa tarkasteltiin aistinvaraisesti sekä mitattiin eristevahvuudet. Yläpohjassa on tunkkainen haju ja sen tuulettavuus on heikko. Ullakkotiloissa on varastoituna paljon tarpeetonta tavaraa kuten kirjoja, pulpetteja yms. Ylimääräinen irtaimisto yläpohjassa heikentää mm. tuulettuvuutta ja kasvattaa palokuormaa.



Kuva 23: Ullakkotilassa sinne kuulumatonta irtaimistoa.



Kuva 24: Ylimääräinen irtaimisto kasvattaa palokuormaa.

5.5.2 Vesikatto

Vesikatteena on pelti, jonka alla on todennäköisesti huopa aluskatteena. Ullakolta tarkasteltuna vanha pärekatto on jätetty uuden vesikatteen alle. Päreissä on paikoin havaittavissa suuriakin kosteusvaurioita etenkin läpivientien kohdilla. Vauriot ovat todennäköisesti vanhoja, sillä uusi peltikate on silmämääräisesti arvioituna tyydyttävässä kunnossa. Peltikatteessa on havaittavissa lievää maalin hilseilyä. Myös otsalauoissa havaittiin paikoin maalin hilseilyä.



Kuva 25: Pärekatossa kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 26: Suuria kosteusvaurioita hormin läpiviennin kohdalla.



Kuva 27: Peltikate on silmämääräisesti arvioituna hyvässä kunnossa.



Kuva 28: Peltikatteen maali hilseilee ulko-oven katoksen päältä.



Kuva 29: Otsalautojen maalit hilseilevät.

5.5.3 Kuivatusrakenteet

Sadevesien ohjaus on toteutettu sadevesikouruilla ja syöksytorvilla. Sadevedet on ohjattu syöksytorvista asianmukaisesti rännikaivoihin. Rakennuksen lounaiskulmalla havaittiin yksi salaojakaivo, jossa ei ollut vettä putkien tasolla, mutta sen perusteella ei voi sanoa salaojien varmuudella toimivan. Kellarissa havaittujen kosteuksien takia vaikuttaa, että salaojat eivät toimi kunnolla.



Kuva 30: Sadevesikourut on ohjattu rännikaivoihin.



Kuva 31: Salaojakaivo rakennuksen lounaiskulmalla.

5.5.4 Kattoturvatuotteet

Rakennuksen luoteisseinustalla on tikkaat vesikatolle. Vesikatolla on lapetikkaat katon harjalle, mutta katolla ei ole kulkusiltoja muille katon osille. Katon kulkutikkaat ovat ruostuneet ja kiinnitys harjalla on heikko. Lumiesteet ovat hyväkuntoiset. Peltikaton ollessa näin jyrkkä ja pitkä (harjalta räystäälle), on syytä harkita pihan puolelle asennettavaksi lumiesteet kahteen riviin.



Kuva 32: Tikkaat katon harjalle ovat ruostuneet.



Kuva 33: Tikkaiden kiinnitys harjalla on heikko.



Kuva 34: Lumiesteet ovat hyvässä kunnossa.



Kuva 35: Pihan puolelle on syytä harkita toista lumiestettä vanhan lisäksi.

5.6 Piha-alueet

Piha-alue on etupihalla sora- ja betonilaattapinnalla ja muilla osilla nurmialuetta. Maanpinnat on muotoiltu siten, että perusmuurin betonipintaa on hyvin näkyvillä. Maanpinnan kallistukset eivät kuitenkaan ole riittävät. Etenkin takapihan puolella maanpinta näyttäisi kallistavan jopa rakennusta kohti. Rakennuksen seinustoilla on pensaita. Liian lähellä rakennusta oleva kasvillisuus sotkee julkisivua sekä aiheuttaa sille turhaa kosteusrasitusta.



Kuva 36: Piha-alueen kaadot eivät ole riittävät.



Kuva 37: Takapihan maa näyttäisi kaatavan rakennusta kohti.



Kuva 38: Pensaita rakennuksen seinustalla.

5.6.1 Johtopäätökset

Yläpohjassa on tunkkainen haju ja sen tuulettuvuus on heikko. Ullakkotiloissa on varastoituna paljon tarpeetonta tavaraa kuten kirjoja, pulpetteja yms.

Vesikatteena on pelti, jonka alla on todennäköisesti huopa aluskatteena. Ullakolta tarkasteltuna vanha pärekatto on jätetty uuden vesikatteen alle. Päreissä on paikoin havaittavissa suuriakin kosteusvaurioita etenkin läpivientien kohdilla. Peltikatteessa on havaittavissa lievää maalin hilseilyä. Myös otsalautoissa havaittiin paikoin maalin hilseilyä.

Sadevesien ohjaus on toteutettu sadevesikouruilla ja syöksytorvilla. Sadevedet on ohjattu syöksytorvista asianmukaisesti rännikaivoihin.

Rakennuksen luoteisseinustalla on tikkaat vesikatolle. Vesikatolla on lapetikkaat katon harjalle, mutta katolla ei ole kulkusiltaja muille katon osille. Katon kulkutikkaat ovat ruostuneet ja kiinnitys harjalla on heikko. Lumiesteet ovat hyväkuntoiset.

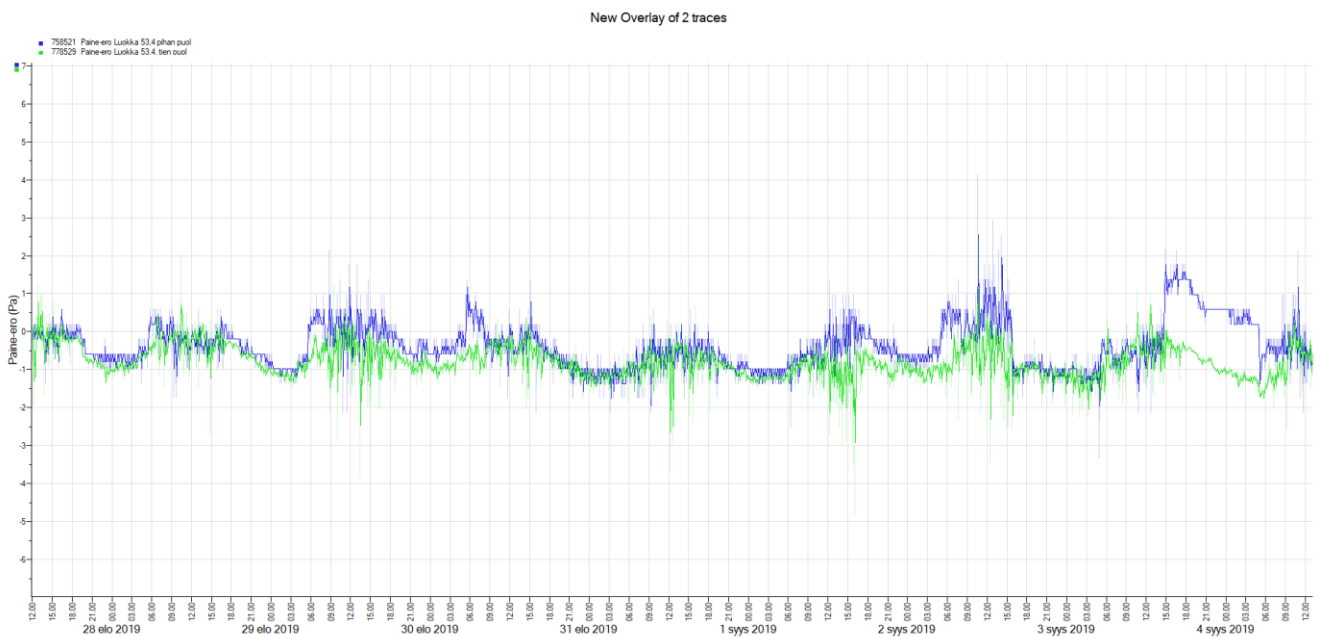
Piha-alue on etupihalla sora- ja betonilaattapinnalla ja muilla osilla nurmialuetta. Maanpinnan kallistukset eivät kuitenkaan ole riittävät. Rakennuksen seinustoilla on pensaita. Liian lähellä rakennusta oleva kasvillisuus sotkee julkisivua sekä aiheuttaa sille turhaa kosteusrasitusta.

6. SISÄILMAN OLOSUHDE- JA EPÄPUHTAUSMITTAUSTEN TULOKSET

Sisäilman olosuhteita mitattiin kahden viikon ajan loggaavilla mittareilla. Mittauksia tehtiin paine-eron, hiilidioksidipitoisuuden, lämpötilan ja ilman suhteellisen kosteuden osalta.

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 tien puolen tulokset ja sinisellä pihan puolen tulokset.



Kuva 39: Paine-eromittaus

Koulun keskimääräinen paine-ero on hieman alipaineinen. Öisin alipaine lisääntyy hieman, kuitenkin pysyen alle -2Pa. Kuvaajissa näkyy hyvin tuulenpuuskien vaikutus.

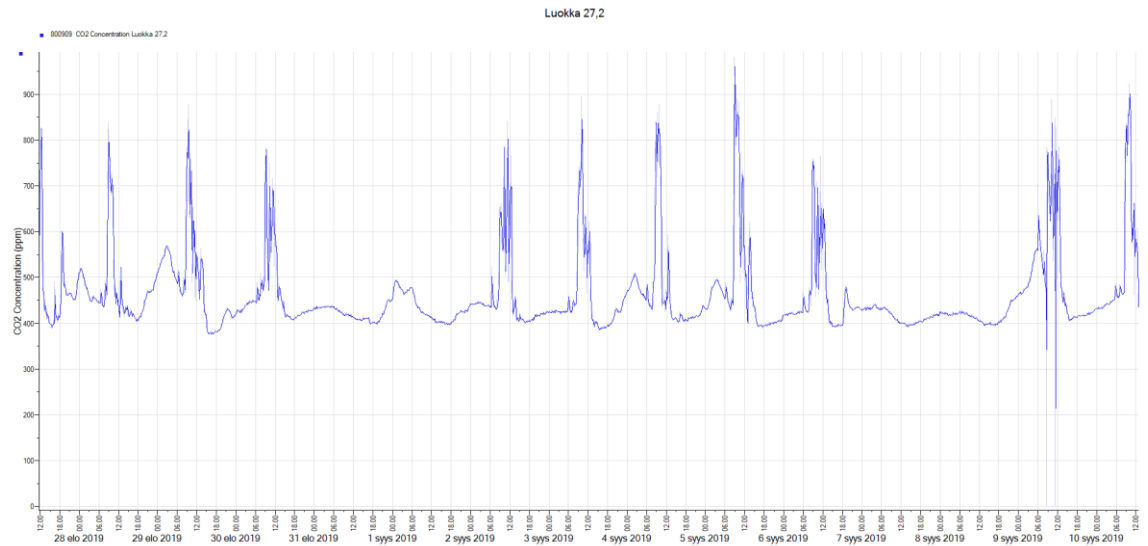
Toimenpide-ehdotukset:

- Paine-eroa voidaan pitää erinomaisena, eikä sen perusteella ilmanvaihdolle tarvitse tehdä mitään

6.2 Hiilidioksidipitoisuus

Sisäilmastoluokituksessa 2018 määritellään hiilidioksidipitoisuus kolmeen eri suositusluokkaan: S3 alle 1200 ppm, S2 alle 950 ppm ja S1 alle 750 ppm.

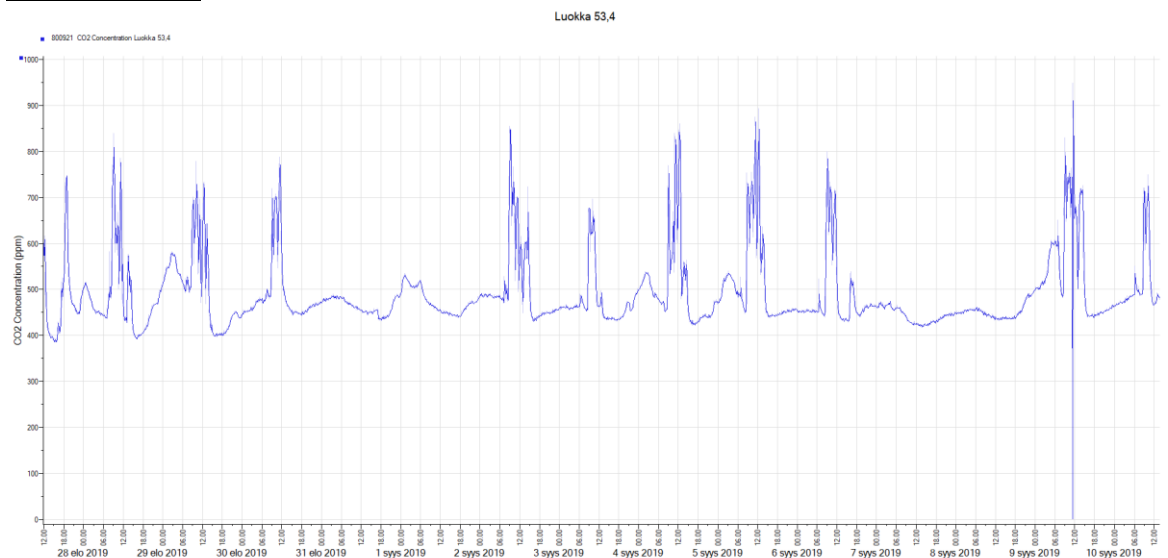
Luokka 27,2m²



Kuva 40: Hiilidioksidimittaus luokka 27.2m²

Mittausten perusteella luokan 27.2m² ilmanvaihto on Sisäilmastoluokkaan S2 kuuluva. Hiilidioksidipitoisuus pysyi pääosin alle 950 ppm pitoisuuden.

Luokka 53,4m²



Kuva 41: Hiilidioksidipitoisuus luokka 53,4m²

Mittausten perusteella luokan 53,4m² ilmanvaihto on Sisäilmastoluokkaan S2 kuuluva. Hiilidioksidipitoisuus pysyi pääosin alle 900 ppm pitoisuuden.

Toimenpide-ehdotukset:

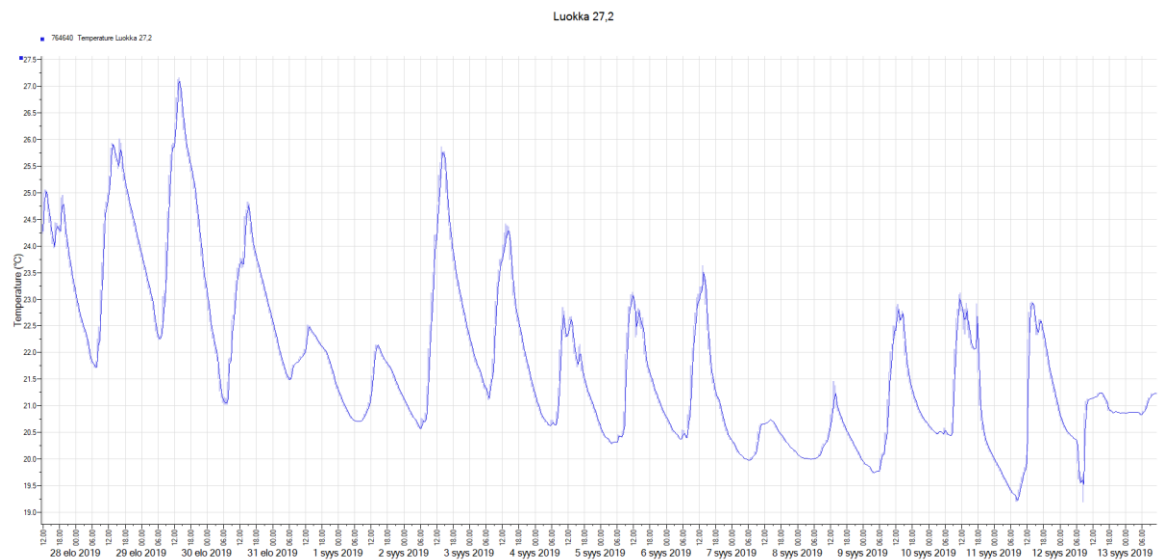
- ei toimenpiteitä

6.3 Lämpötila

Kohteessa mitattiin lämpötilaa luokkahuoneista. Lämpötilamittauksissa oli selvä lämpötilan nousu tarkastelujakson alussa, kun ulkona oli vielä lämmintä ja aurinko lämmitti rakennusta. Lämpötila nousi korkeimmillaan 27 asteeseen. Mittausajan keskilämpötila oli 22 astetta. Lämpötila käytön aikana nousi jopa kuusi astetta ja keskiarvoisesti kolmisen astetta.

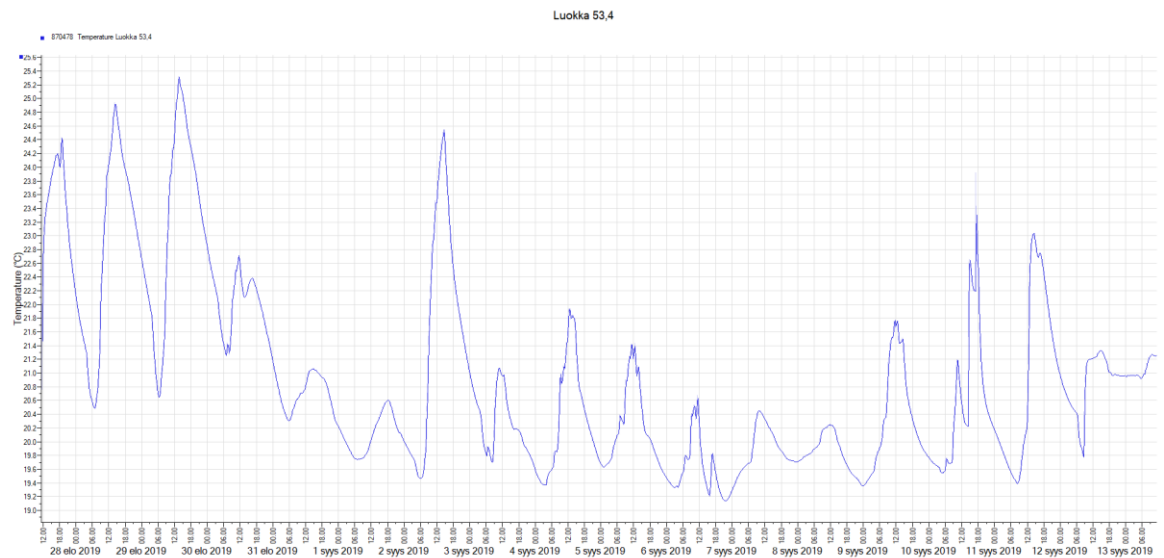
Kesäloman molemmin puolin tulee päiviä, jolloin lämpötila nousee korkealle. Kannattaa harkita, olisiko syytä hankkia luokkiin esim. ilmalämpöpumput tasaamaan lämpötiloja.

Luokka 27,2m²



Kuva 42: Lämpötila huone 27.2m²

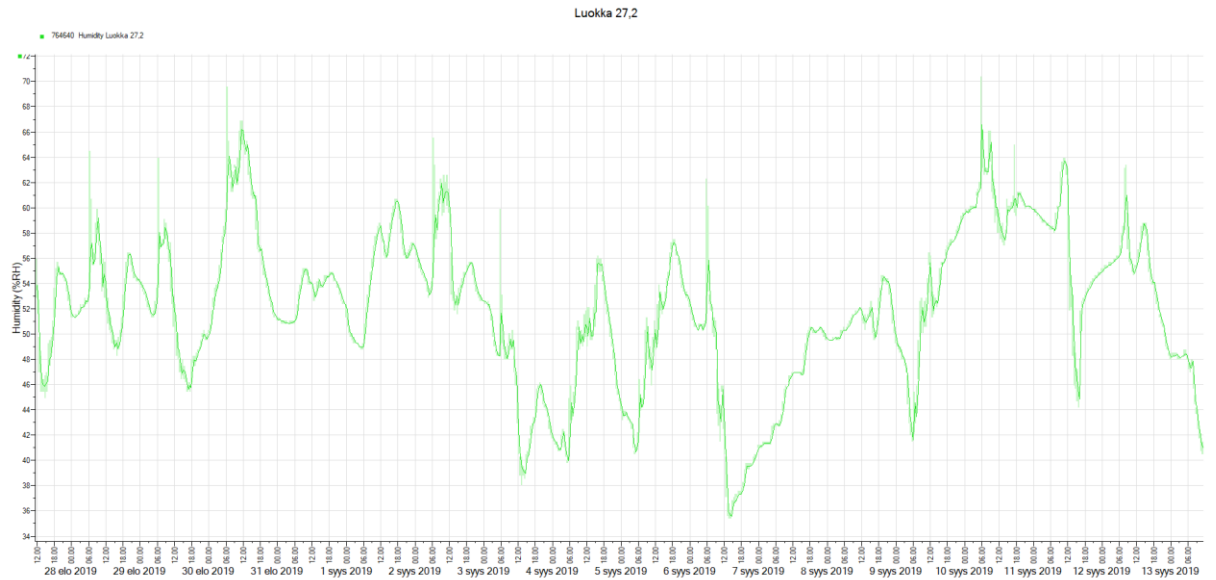
Luokka 53,4m²



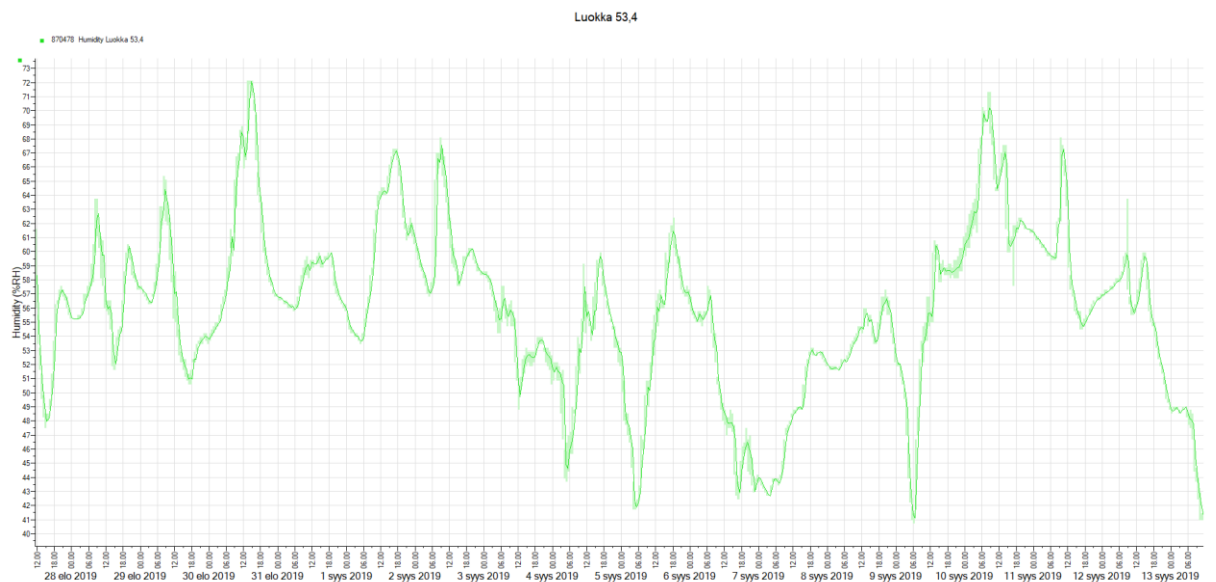
Kuva 43: Lämpötila huone53,4m²

6.4 Suhteellinen kosteus

Tiloista mitattiin myös suhteellista kosteutta. Sisäilman suhteellinen kosteus oli keskimäärin 54%, minimissään 35,4% ja maksimissaan 72,1%. Sisäilman kosteuden voidaan katsoa olleen tyypillinen loppukesän mittausjaksolla.



Kuva 44: Luokka 27,2m²



Kuva 45: Luokka 53,4m²

6.5 Epäpuhtausmittaukset

6.5.1 Mikrobit

Materiaalien mikrobinäytteitä otettiin rakenneavauksista ulkoseinistä, ala- ja välipohjasta.

Luokan 55,0m² alapohjaeristeessä on vahva viite vauriosta, samoin kuin kellarin seinätasoihteissa kosteusvaurioituneilla alueilla. Alapohjaeristeen vaurioitumisen syy lienee patterin vuoto. Seinäsäkin näkyi kostunutta paperia ko. rakenneavauksessa.

1. Lasivilla, ulkoseinä, luokka 21,5 m² – Ei viitettä vauriosta
2. Kutterilastu, välipohja, luokka 21,5 m² – Ei viitettä vauriosta
3. Kutterilastu, alapohja, luokka 55,0 m² – **Vahva viite vauriosta**
4. Lasivilla, alapohja, luokka 53,4 m² – Ei viitettä vauriosta
5. Kutterilastu, välipohja, ullakko – Ei viitettä vauriosta
6. Seinätasoite, perusmuuri, lämmönjakohuone – **Vahva viite vauriosta**
7. Seinätasoite, perusmuuri, varasto – **Vahva viite vauriosta**

6.5.1 Kuituanalyysi

Luokan 53,4m² mittauspisteessä kuitupitoisuus ylitti toimenpiderajan 0,2 kuitua/cm².

1. Luokka 27,2m² – 0,1 kpl/cm²
2. Luokka 53,4m² – 0,4 kpl/cm²

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

6.5.2 Materiaalin VOC-analyysi

Materiaalin VOC-näytteitä otettiin kaksi kappaletta. Näytteet otettiin opettajainhuoneen ja luokan 21,5m² lattiassa olevasta muovimattoa. Näytteissä pitoisuudet pysyivät vertailuarvojen alapuolella, mutta tulosten perusteella voidaan kuitenkin ajatella mattojen olevan käyttöään loppupäässä.

1. Opettajainhuone, välipohja, muovimatto TVOC 100 µg/m³g, 2-Etyyli-1-heksanoli 46 µg/m³g
2. Luokka 21,5 m², välipohja, muovimatto – TVOC 100 µg/m³g, 2-Etyyli-1-heksanoli 30 µg/m³g

6.6 Muiden selvitysten tulokset

6.6.1 Maatäytön rakeisuustutkimus

Alapohjaan tehdystä rakenneavauksesta otettiin näyte alapohjan maatäytöstä, josta määritettiin täyttömäiden rakeisuus ja kapillaarisuus. Näyte otettiin varastosta 39,3m². Maa-aineksen kapillaarisuus on 16 cm. Päiväkodin maa-aines on routimatonta. Rakeisuustutkimuksen laboratorioanalyysi on liitteenä.

6.6.2 Kosteusmittaukset

Tutkimuksen aikana mitattiin pintakosteuksia kellarin lattiasta ja seinistä. Mittauksissa käytettiin Trotec T3000 monitoimimittauslaitetta. Mittalaitteeseen kytketään SDI-anturi, joka määrittää mitasuureet ja siirtää ne T3000 laitteeseen digitaalisella tarkkuudella ilman poikkeuksia. Pintakosteuksia mitattiin Trotec TS 660 SDI – materiaalikosteusanturilla, joka kytketään monitoimilaitteen päähän. Monitoimimittalaite ja materiaalikosteusanturi on kalibroitu 4/2018.



Trotec T3000 monitoimilaitte ja TS 660 SDI – materiaalikosteusanturi

Kosteusanturilla voidaan mitata kosteusjakaumia lähellä pintaa aina 4 cm syvyyteen asti. Näytetyt mittausarvot eivät vastaa rakennuspalveluiden urakkaohjeiden tai yksiselitteisen ammattimääräysten mukaista pätevää kosteusmittausta. Menetelmän tuloksia tulee käyttää ainoastaan suuntaa antavana kosteusmittauksena.

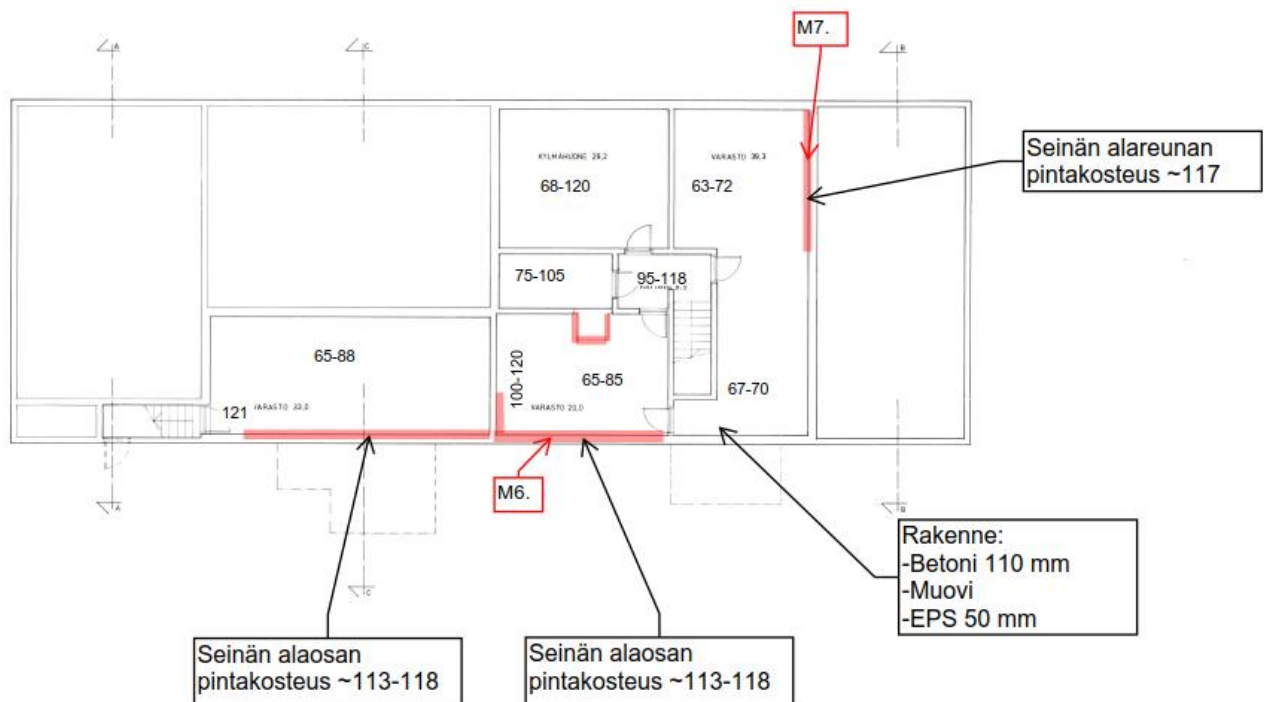
Mittalaite antaa mitatut kosteusarvot numeroyksikköinä, joilla voidaan arvioida materiaalien kosteuspitoisuuksia ja kosteudenvaihtelua materiaalissa. Kuivan, kostean ja märän materiaalin pitoisuuksia voidaan arvioida alla olevan taulukon mukaan.

Näyttö [yksikkö]	Rakennusmateriaalin kosteusalue
< 40 yksikköä	Kuiva
40 - 80 yksikköä	Kostea
> 80 yksikköä	Märkä

Taulukko: Trotec TS 660 SDI – materiaalikosteusanturin mittausarvot (Lähde: käyttöohjeet - T660)

Kuvaan on merkitty tulokset pintakosteusmittauksesta. Seinien alaosissa on kosteus koholla useassa kohdassa. Lattian kosteudet vaihtelevat kosteasta märkään.

Seinien alaosissa maalipinnat hilseilevät kosteissa kohdissa. Kastuneista kohdista otetuista materiaalinäytteistä löytyikin vahva viite vauriosta.



Kuva 46: Pintakosteustulokset

7. ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI

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

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

Koulurakennuksen kellarissa on poikkeava olosuhde erittäin todennäköinen, muissa kerroksissa mahdollinen.

8. YHTEENVETO

Tutkimuksessa havaittiin seuraavaa:

Rakenteet

- Ulkoseinät ovat hirsirunkoiset
 - seinää on lisäeristetty ulkopuolelta 45mm:n tuulensuojavillalla
 - 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 noin puolet rakennuksen pinta-alasta
- Välipohja-avauksessa ei havaittu mikrobiperäisiä hajuja
- Kellaria lukuun ottamatta alapohja on ryömintätällainen ja alkuperäinen, eristeenä koko koulun alueella on kutterinlastu
- Alapohja-avauksissa ei havaittu mikrobiperäisiä hajuja
- Kellarissa yhden huoneen alapohja uusittu
- Alushiekka on tässä huoneessa routimatonta ja sen kapillaarisuus on 16cm
- Muissa kellarin lattioissa on kohonneita kosteuksia
- Lähes kaikissa kellarin seinissä on kohonneita kosteuksia
- Vanhat ikkunat ovat kolmepuitteisia sisäänpäin avautuvia ikkunoita ja puuosista hilseilee maali
- Uusitut ikkunat ovat hyvässä kunnossa
- Ulko-ovet ovat puurakenteisia ja niissä on ikkuna-aukot. Ulko-ovet ovat tyydyttävässä kunnossa
- Ulkovälinevaraston oven päältä puuttuu lippa, joten lumi ja jää kertyy oven eteen.
- Kattojen ja seinien pinnat ovat ikäisekseen hyvässä kunnossa
- Yläpohjassa on eristeenä alkuperäinen kutterinlastu, lisäeristystä ei ole tehty
- Yläpohjassa on tunkkainen haju
- Yläpohjaan on varastoitu liikaa tavaraa
- Vesikate on peltiä ja suhteellisen hyvässä kunnossa, jonkin verran maalipinnat hilseilevät
- Vesikatolla on lapetikkaat katon harjalle, mutta katolla ei ole kulkusilloja muille katon osille
- Katon lapetikkaat ovat ruostuneet ja kiinnitys harjalla on heikko
- Otsalaudoissa on lieviä lahovaurioita
- Rakennuksella on hallittu sadevesijärjestelmä
- Rakennuksen ympärillä on salaojat ainakin kellarin kohdalla, toimivuus kuitenkin huono
- Maan pinnan kaadot eivät ole riittävät rakennuksen ympärillä
- Kasvillisuutta on liian läheltä rakennusta

Sisäolosuhteet ja epäpuhtaudet

- Rakennuksen paine-ero ulkoilmaan nähden on erinomainen eli hieman alipaineinen
- Luokkien hiilidioksidipitoisuudet pysyivät alhaisina
- Lämpötila nousi hetkellisesti korkealle, keskiarvon ollessa 22 astetta
- Luokkien lämpötilat kohoavat päivän aikana jopa kuusi astetta
- Sisäilman kosteus oli vuodenaikaan nähden normaalilla tasolla
- Luokan 55,0m² alapohjaeristeestä löytyi vahva viite vauriosta, muissa eristenäytteissä ei ollut viitteitä vaurioista
- Kellarin kahdessa tasoitenäytteessä oli vahva viite vauriosta
- Luokan 53,4m² mittauspisteessä kuitupitoisuus ylitti toimenpiderajan 0,2 kuitua/cm².
- Lattiapinnoitteista otetuissa VOC-materiaalinäytteissä ei ollut vertailuarvojen ylityksiä, mutta tuloksista voitiin todeta materiaalin olevan käyttöiän loppupuolella

Muut selvitykset

- Kellarin uusitun lattian alla olevan täyttöhiekka on routimatonta ja sen kapillaarisuus on 16 cm
- Kellarin muissa lattioissa on kohonneita kosteuksia
- Kellarin seinissä on myös kohonneita kosteuksia

9. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Tutkimuksen perusteella ehdotetaan seuraavia toimenpiteitä:

- Nopeana toimenpiteenä sisäilman parantamiseksi tulee kellari alipaineistaa ylempiin kerrokseen nähden, myös kellarin käyttöä pitäisi vähentää
- Vanhojen ikkunoiden maalauskorjaus
- Yläpohjan siivoaminen turhasta tavarasta ja tuuletuksen parantaminen
- Lapetikkaiden uusiminen ja kattosiltojen asennus
- Vaurioituneiden otsalautojen uusiminen
- Salaojituksen uusiminen ja samalla riittävien kaatojen saaminen rakennuksen vierille
- Samalla poistetaan liian lähellä rakennusta olevat puut ja pensaat
- Kellarin lattiarakenteiden uusiminen, myös hiekkatäyttö uusitaan (vähintään 20cm)
- Kellarin seinien tasoitteiden hiominen ja uudelleen pinnoitus
- Ilmanvaihtokoneesta ja kanavista poistetaan mineraalivillaa sisältävät äänenvaimentimet ja korvataan ne esim. dacronilla
- Asennetaan luokkiin ilmalämpöpumput tasoittamaan lämpötilaeroja
- Yläkerran mattojen uusiminen
- Lattiaeristeiden uusiminen ensimmäisessä kerroksessa samalla parantaen ilmatiiveyttä
- Yläpohjaeristeiden uusiminen, jos aiemmin mainitut toimenpiteet poistavat tunkkaisen hajun, niin toimenpiteellä ei ole kiire

A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy

Oulussa 4.11.2019



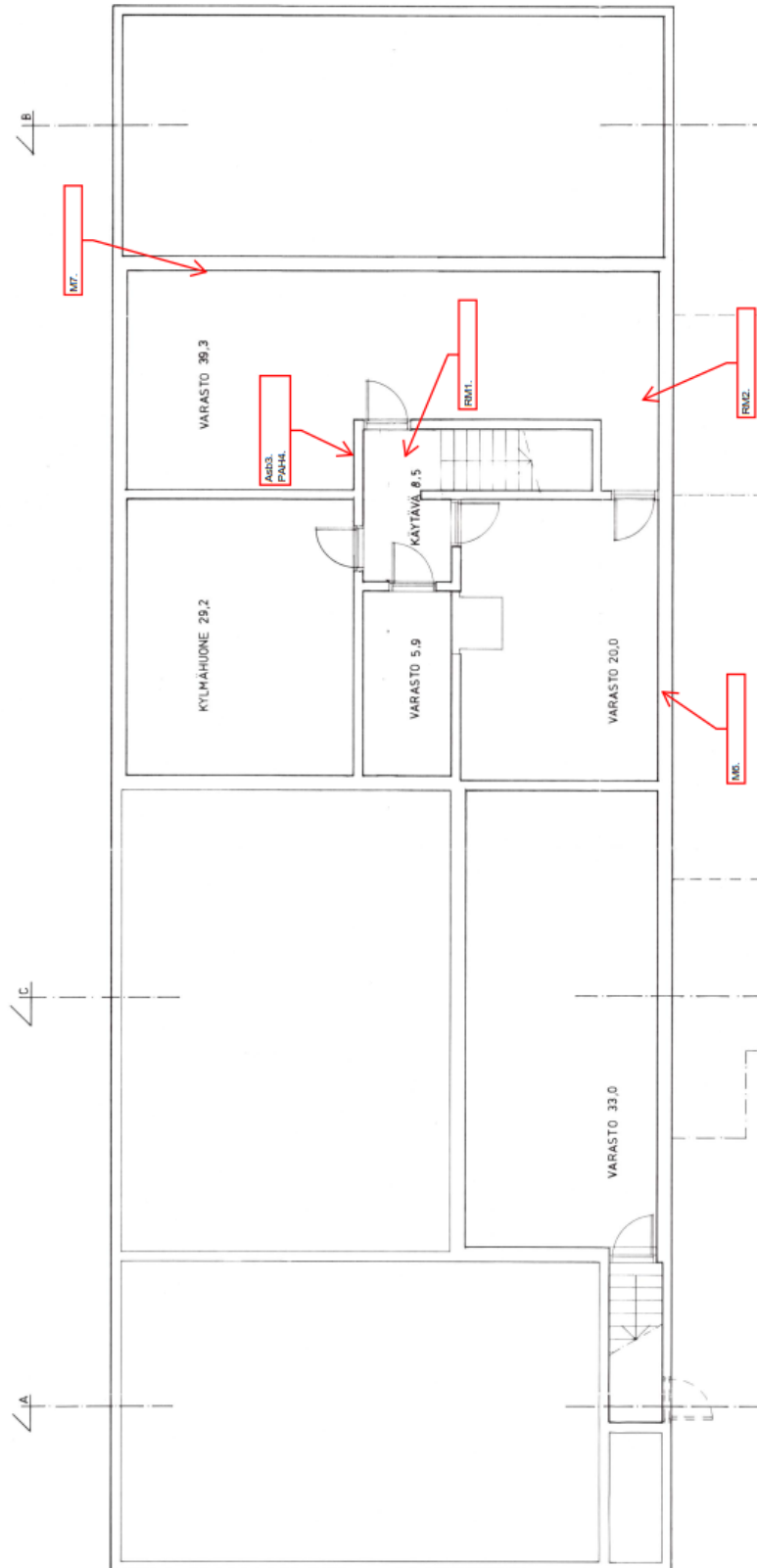
RI, RTA Rauno Pakanen

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

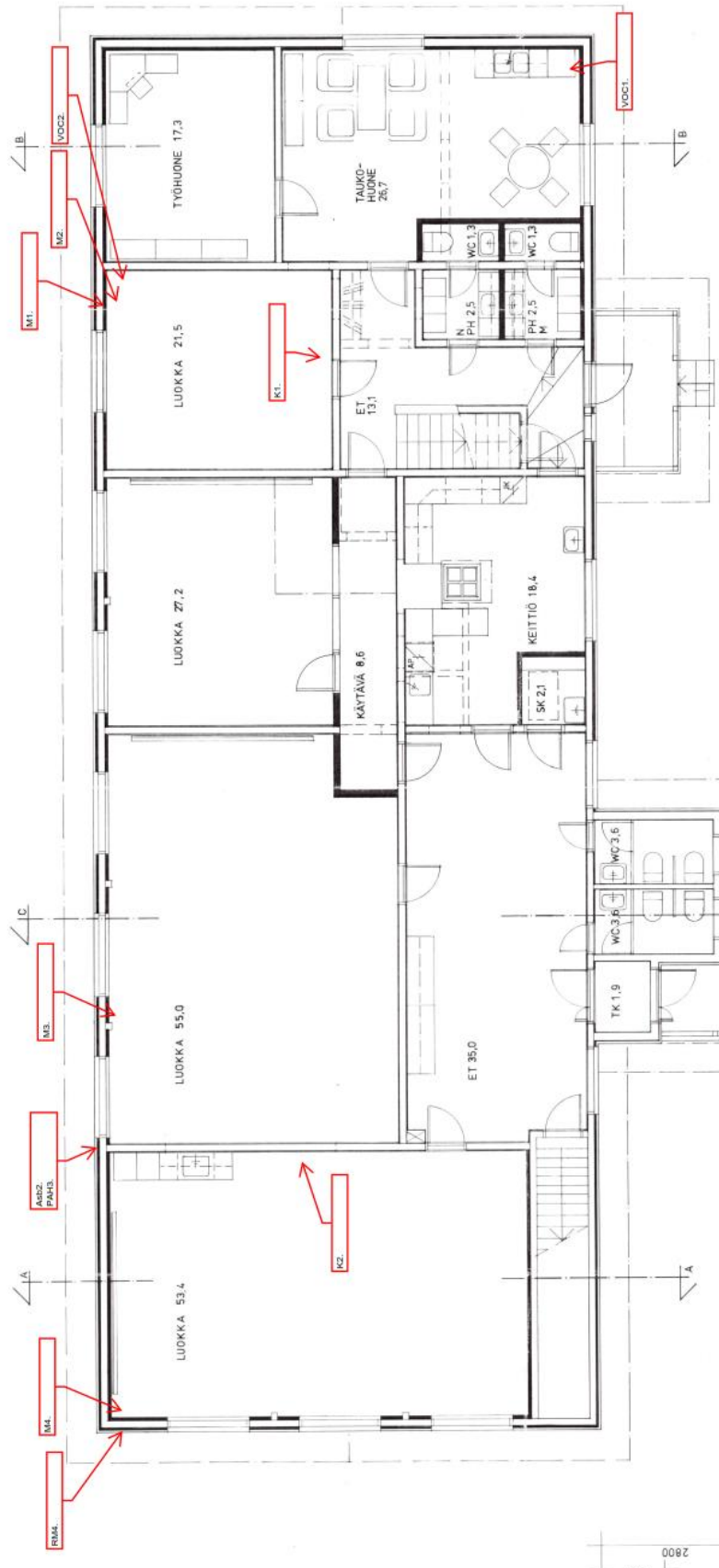
10. LIITTEET:

- Liite 1. Näytteenottokohdat
- Liite 2. Materiaalinäytteen mikrobianalyysi
- Liite 3. Materiaalinäytteen VOC-analyysi
- Liite 4. Kuitunäytteen analyysi
- Liite 5. Maaperänäytteen tulos
- Liite 6. Olosuhdemittaukset

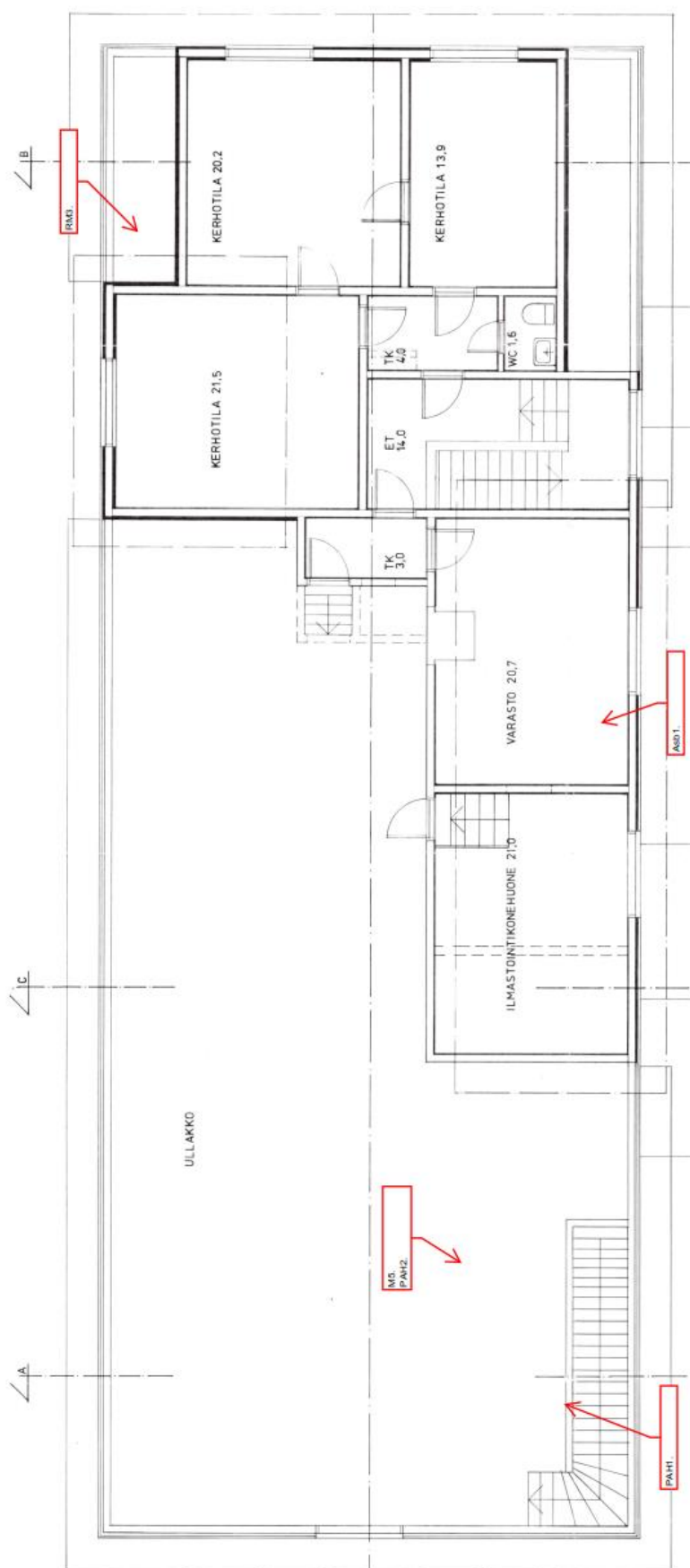
Liite 1. Näytteenottokohdat



Kuva 52: Näytteenottokohdat 1.krs



Kuva 53: Näyteenottokohdat yläpohja



Kuva 53: Näyteenottokohdat yläpohja

Liite 2. Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely
 MIK8013
 Kiwalab, 1.10.2019



Tilaja:	A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy			
Yhteyshenkilö:	Jaakko Luukkonen, Rauno Pakanen			
Kohde:	Oksakosken koulu (uusi puoli), Perho			
Työmääräin:	WO-00775020			
Näytteenottaja:	Janne Mäkelä			
Näytteenottopäivä:	11.9.2019			
Näytteet vastaanotettu:	13.9.2019			
Analyysit:	<p>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.</p> <p>Näytealustat: Homeet Rose Bengal -agar (Hagem-agar) / 2 % Mallasuuteagar (M2-agar) / Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)</p> <p>Bakteerit Tryptoni-hiivauute-glukoosiagar (THG-agar)</p> <p>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</p>			
Näytteet:				
Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
UM1	Lasivilla	Ulkoseinä	Luokka 21,5 m ²	Ei viitettä vauriosta
UM2	Kutterilastu	Välipohja	Luokka 21,5 m ²	Ei viitettä vauriosta
UM3	Kutterilastu	Alapohja	Luokka 55,0 m ²	Vahva viite vauriosta
UM4	Lasivilla	Alapohja	Luokka 53,4 m ²	Ei viitettä vauriosta
UM5	Kutterilastu	Välipohja	Ullakko	Ei viitettä vauriosta
UM6	Seinätaasoite	Perusmuuri	Lämmönjakohuone	Vahva viite vauriosta
UM7	Seinätaasoite	Perusmuuri	Varasto	Vahva viite 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
 MIK8013
 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 -	Yhteensä -	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä +
2	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä -
3	Yhteensä +++ Chaetomium* +++ Paecilomyces* 7 +	Yhteensä ++ Chaetomium* 30 ++	Yhteensä +++ Chaetomium* +++ Penicillium +	Yhteensä +
4	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Chaetomium* 2 +	Yhteensä + Chaetomium* 1 +	Yhteensä +
5	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium + vaaleat hiivat + muut sienet +	Yhteensä + Eurotium* 1 + Penicillium +	Yhteensä +
6	Yhteensä +++ A. ustus* 17 + A. versicolor* 20 ++ Penicillium ++	Yhteensä +++ A. ustus* 10 + A. versicolor* 26 ++ Penicillium +	Yhteensä +++ A. ochraceus* 1 + A. ustus* 7 + A. versicolor* +++ Penicillium ++	Yhteensä ++ aktinobakteerit* 43 ++ muut bakteerit +
7	Yhteensä ++++ A. ochraceus* ++++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ A. ochraceus* +++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ A. ochraceus* 25 ++ A. ustus* ++++ Cladosporium ++++ 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



Kiwalab

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely
 MIK8013
 Kiwalab, 1.10.2019



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 määrittäjärajaa tai näytteessä esiintyy vain muutamia pesäkkeitä, näytteestä tehdään suoramikroskopointi kuolleeseen, kuivuneeseen kasvuston havaitsemiseksi. Suoramikroskopointi 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, A. fumigatus, A. ochraceus, A. restricti, A. ustus, A. versicolor, Chaetomium, Eurotium, Fusarium, Geomyces, Oidiodendron, Paecilomyces, Phialophora, Scopulariopsis, Stachybotrys, Trichoderma, Trittirachium, Ulocladium, Wallemia, aktinobakteerit</i>
Tavanomaisia mikrobeja	<i>Aspergillus, Cladosporium, Penicillium, hiivat, steriilit sienet</i>

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-opas. Mikrobiologisten asumisterveys tutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveystieteiden 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, 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



Liite 3. Materiaalinäytteen VOC-analyysi

VOC-analyysi materiaalinäytteestä
 VOC1139
 Kiwalab, 26.9.2019



Sivu 1/4

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

Analyysit:

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 kattaen 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 pyydettyessä. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.

Näyte	Tila	Rakennusosa	Materiaali
VOC1	Opettajainhuone	Välipohja	Muovimatto
VOC2	Luokka 21,5m ²	Välipohja	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

kiwa

 Kiwalab

VOC-analyysi materiaalinäytteestä
 VOC1139
 Kiwalab, 26.9.2019


Tulokset

Näyte	1.	2.
Massa (g)	4,15	4,03
Kerätty ilmamäärä (l)	2,24	2,23
Suhteellinen kosteus (%)	< 5	< 5
Yhdiste ja -ryhmä	µg/m³ g	µg/m³ g
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Hiilivetyseos ^{(1),(2)}	9	8
Hiilivetyseos ^{(1),(3)}	5	11
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Tolueeni		44
ALKOHOLIT		
2-Etyyli-1-heksanoli	46	30
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	2	1
Oktanaali	1	1
Nonanaali	4	3
HAPOT		
Etikkahappo*	3	
Pentaanihappo	3	
Heksaanihappo	11	
2-Etyyliheksaanihappo	33	4
ESTERIT JA LAKTONIT		
TXIB**	3	2
TERPENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
a-Pineeni		1
GLYKOLIT JA GLYKOLIEETTERIT		
1-Metoksi-2-propanoli	1	
2-Butoksietanoli	1	
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	29	6
2-Fenoksietanoli	17	9
Butoksietoksietyyliasettaatti	2	
FENOLIT		
Fenoli	2	5
TYPPIYHDISTEET		
1-Metyyli-2-pyrrolidoni ⁽¹⁾	2	
TVOC	100	100

¹⁾ Erittäin haihtuvat VOC-yhdisteet, pitoisuus suuntaa antava yhdisteen osittain läpäistessä keräimen.

²⁾ Puolihaihtuvat SVOC-yhdisteet.

³⁾ Yhdisteen pitoisuus laskettu tolueeniekvivalenttina.

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

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

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
 PL 1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus
 1787853-0



VOC-analyysi materiaalinäytteestä
VOC1139
Kiwalab, 26.9.2019



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

PL 1000
00581 Helsinki
www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab

VOC-analyysi materiaalinäytteestä
 VOC1139
 Kiwalab, 26.9.2019



Sivu 4/4

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 menetelmällä 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 ylläpitovaiheessa 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 reuna-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 materiaaliakohtaisesti mitattujen emissiotasojen jakaumia, joissa 70-90 % tapauksista jää vertailuarvosta riippuen alle sen ilmaiseman 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	Materiaaliokohtaiset vertailuarvot:			
	PVC (pehmitin DEHP)	PVC (pehmitin DINCH, DNP 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 ₇ -alkoholit ¹⁾	-	320 µg/m ³ g ^{2), 4)}	-	-
Propanihappo ¹⁾	-	-	100 µg/m ³ g ²⁾	-

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

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 EPÄPUHAUSTASOISTA, JOIDEN YLITTYMINEN VOI VIITATA SISÄILMASTO-ONGELMIIN TOIMISTOTYYPISILLÄ 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
 PL 1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus
 1787853-0



Liite 4. Kuitunäytteen analyysi

Kuituanalyysi

KUI1624

Kiwalab, 17.9.2019

1 / 2

Tilaja:	A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy				
Yhteyshenkilö:	Rauno Pakanen				
Kohde:	Oksakosken koulu, Perho				
Työmääräin:	WO-00775020				
Näytteenottaja:					
Näytteenottopäivä:	27.08.2019 - 10.09.2019				
Näytteet vastaanotettu:	13.09.2019				
Tutkimusmenetelmä:					
BM-Dustlifter geeliteippinäytteistä analysoidaan epäorgaaniset mineraalivillakuidut valomikroskoopilla käyttäen 100-kertaista suurennosta. Näytteistä lasketaan yli 20 mikrometrin pituiset teolliset mineraalivillakuidut koko teipin (14 cm ²) pinta-alalta. Tulos ilmoitetaan mineraalivillakuituja kpl/cm ² . Näytteiden sisältämän muun pölymateriaalin ja orgaanisten kuitujen määrää arvioidaan asteikolla niukka, kohtalainen, runsas tai erittäin runsas. Asiakas vastaa näytteenotosta. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.					
Määrittämysraja 0,1 kpl/cm ² , pölykertymäaika 2 vko					
Näyte	Näytteenottoaikka	Tulos kpl/cm ²	Muun pölymateriaalin määrä		
			Hieno pöly	Orgaaniset kuidut	Siitepöly
1	Luokka 27,5m ²	0,1	Niukka	Kohtalainen	
2	Luokka 53,4m ²	0,4	Niukka	Kohtalainen	
Lisätiedot:					

 Niko Koskensalmi
 Geologi, FM

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab

 Professorintie 9, 04040 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 ilmavirtauksien 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 sisäilmahahtana. 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 hiukkaspäästöt, 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, 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 5. Maaperänäytteen tulos


RAKEISUUSTUTKIMUS
Laboratoriopalvelut

PANK-hyväksytty testausorganisaatio

Laboratoriopalveluita vuodesta 1951

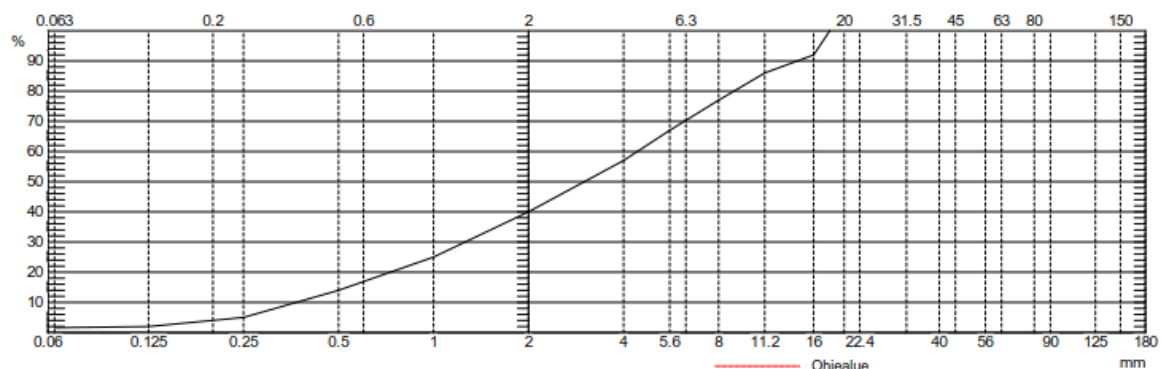
Asiakas	A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy	Kunta	Perho
Projekti	Oksakosken koulu	Materiaali	Hk
Urakoitsija		Lajite	Hk
Paikka	Oksakosken koulu	Diaarinro	19-1815
Yhteyshenkilö	Jaakko Luukkonen	Kasa	

Näytetunnus	1
Näytteenottopvm	13.09.2019
Näytteenottaja	Janne Mäkelä

Seulontatapa	Pesuseulonta (SFS-EN 933-1:2012)
E-moduli [MPa]	100
Routivuus TIEH-04	Routimaton

Kokeen nimi (Menetelmä) [Yksikkö]	Tulos
Kapillaarisuus (Kapillaarimetri) [cm]	16


Seulat mm	Ohjealue min	max	Läpäisy %
18			100
16			92
11.2			86
8			77
5.6			67
4			57
2			40
1			25
0.5			14
0.25			5
0.125			2
0.063			1.6



Jakelu	
--------	--

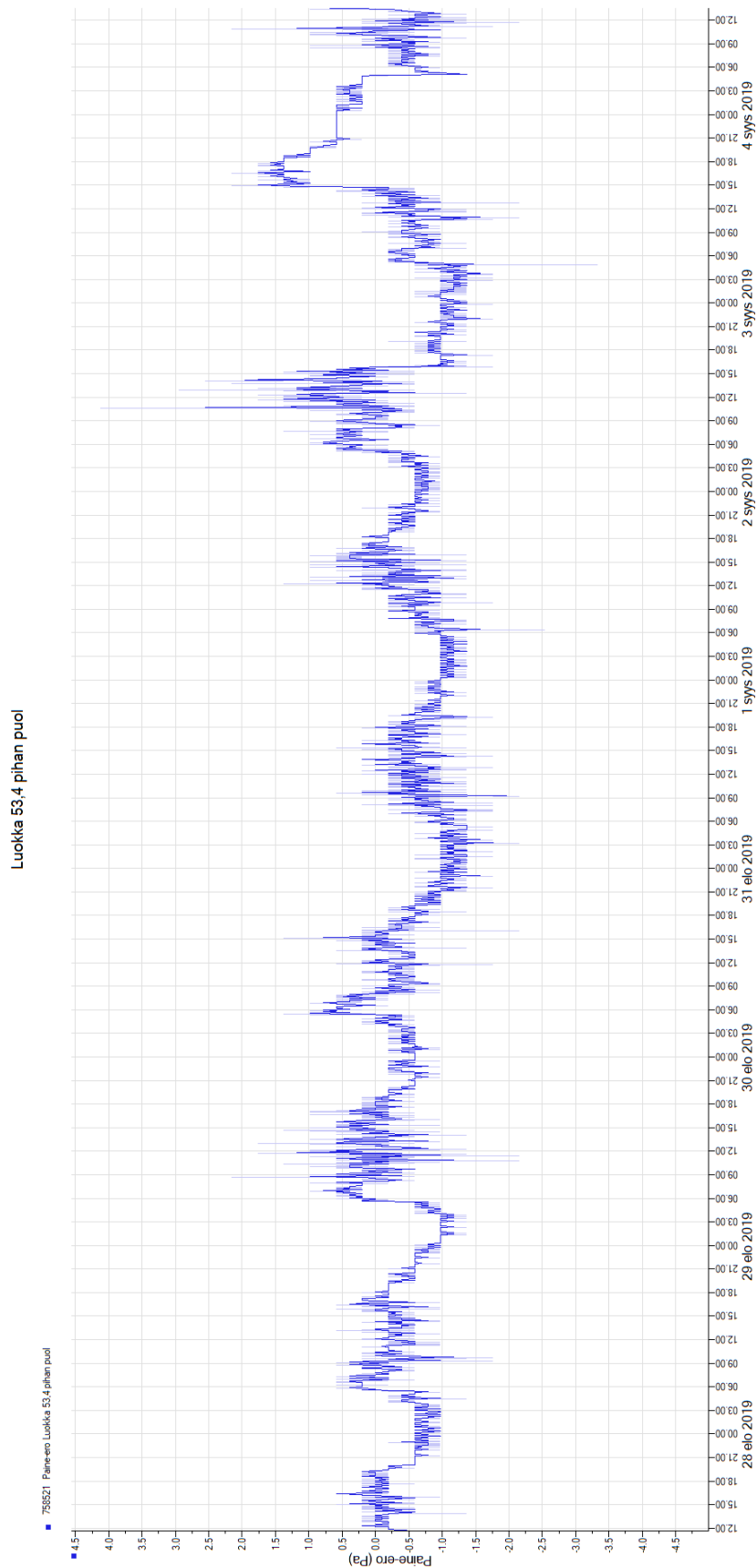
Päiväys 18.09.2019

Allekirjoitus

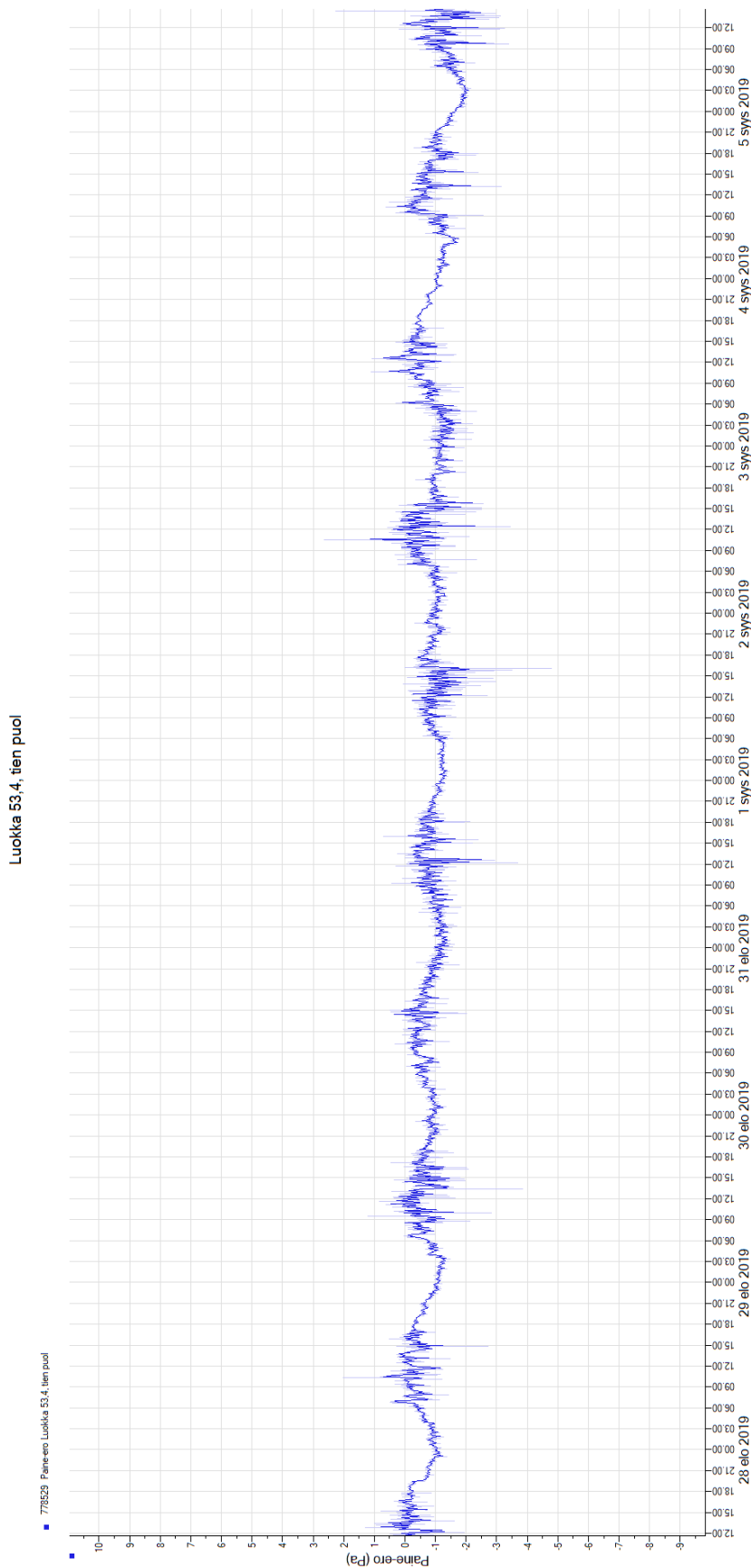

 Kantola Pekka

 PL 157
 00521 Helsinki
 Puhelin 08 5356 000
 etunimi.sukunimi@mitta.fi

Kivisei-190402-002-360277 (C) Mita Oy

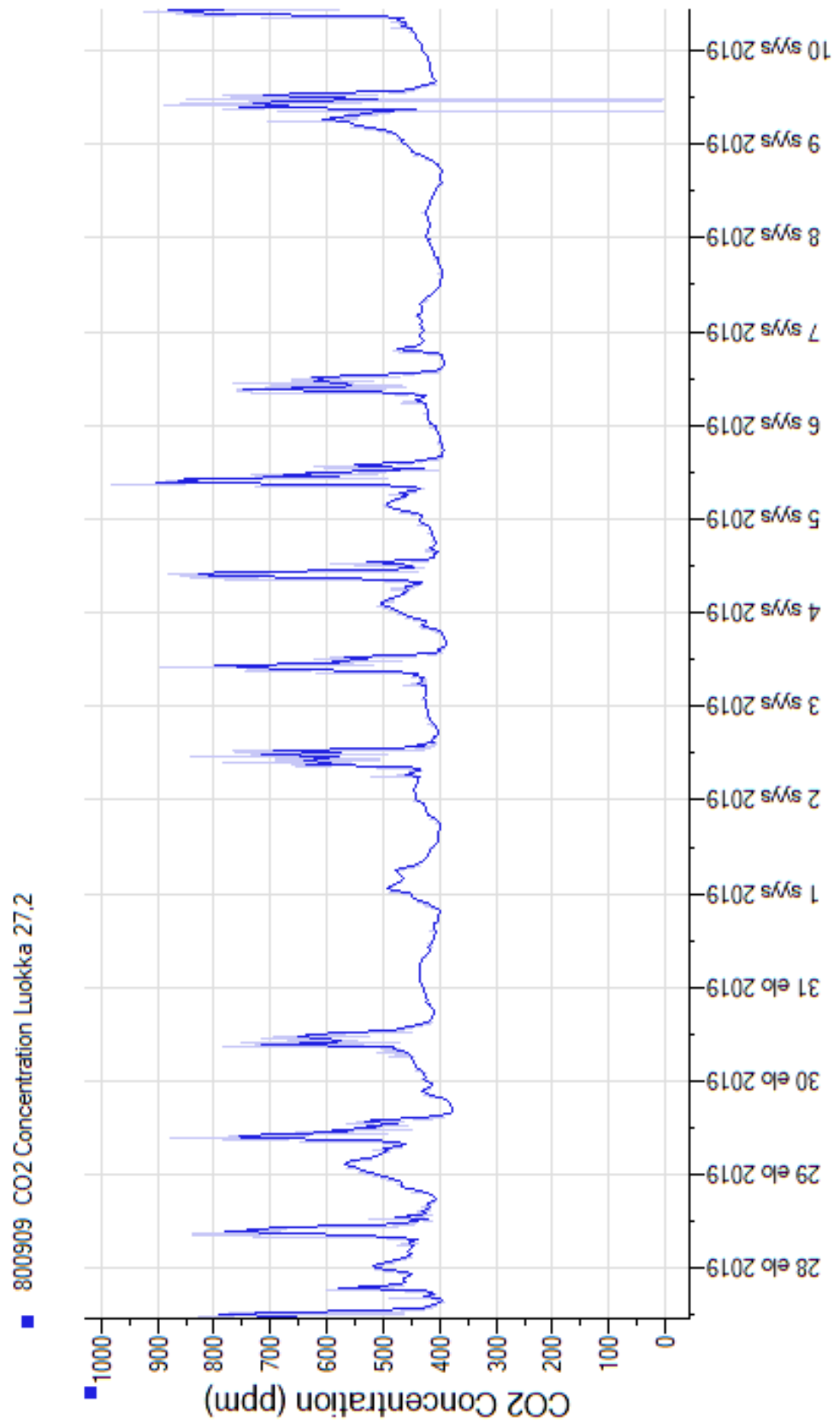
Liite 6. Olosuhdemittaukset
 Paine-ero pihan puolella


Paine-ero tien puolella



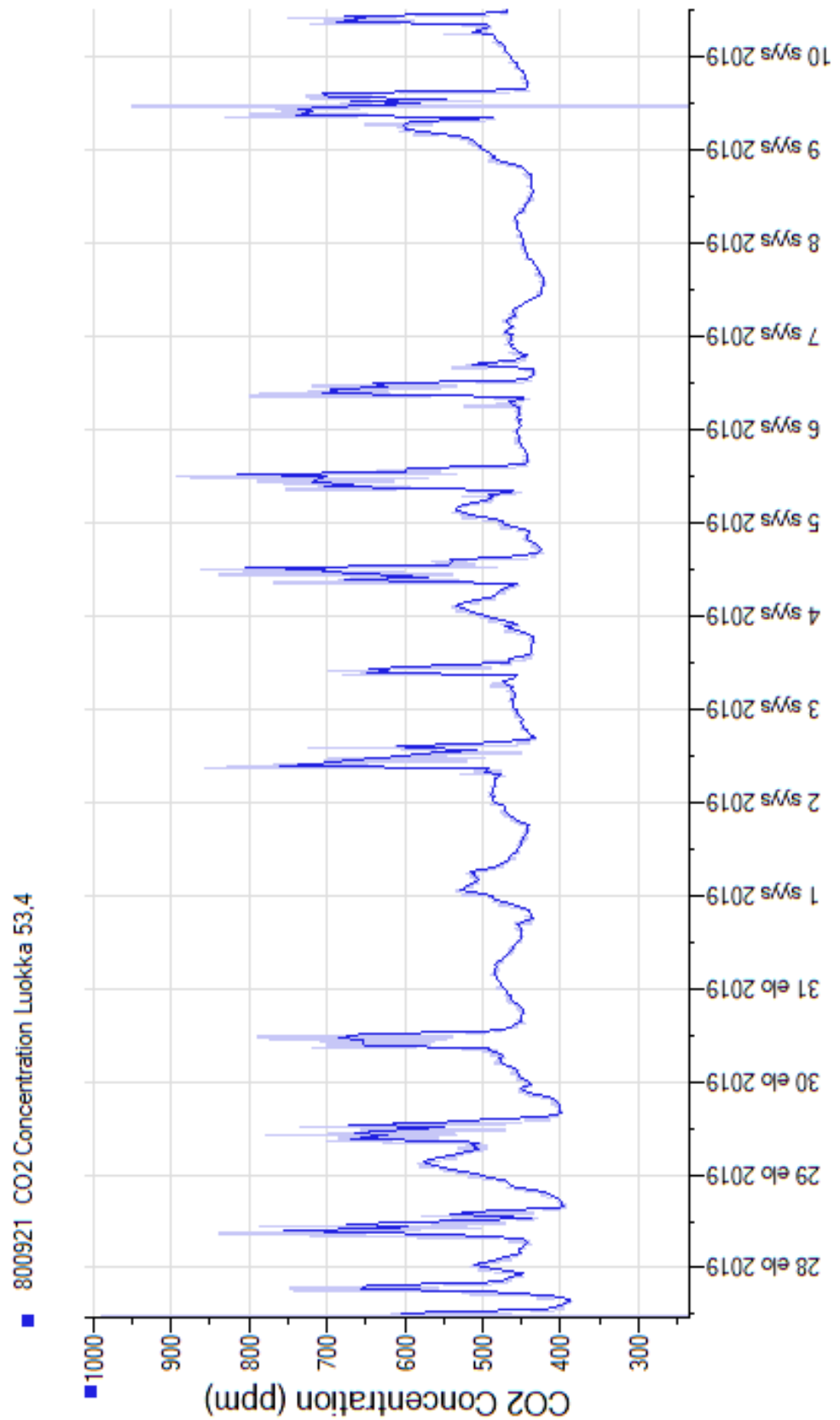
Hiididioksidipitoisuus luokassa 27,2m²

Luokka 27,2



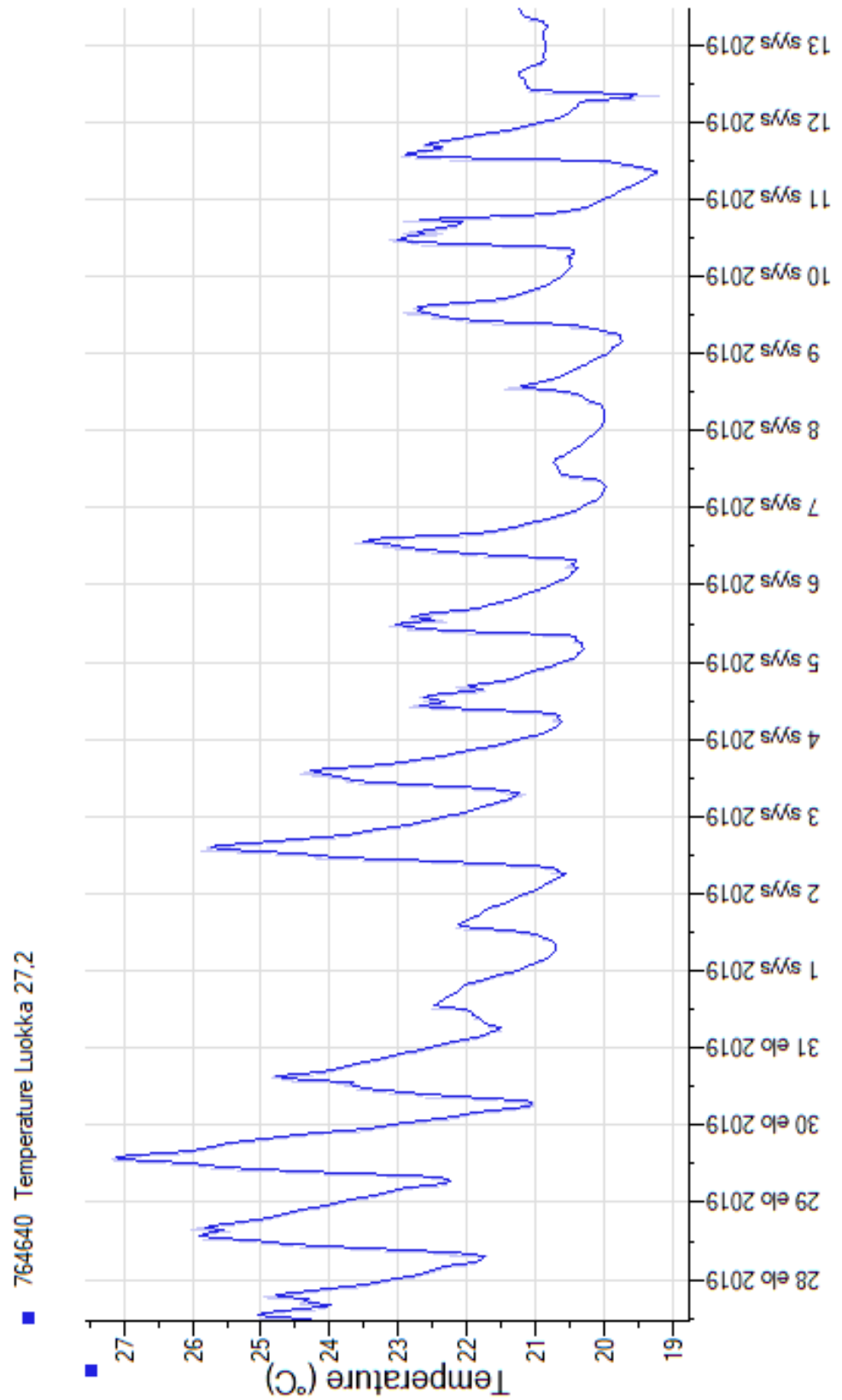
Hiilidioksidipitoisuus luokassa 53,4m²

Luokka 53,4



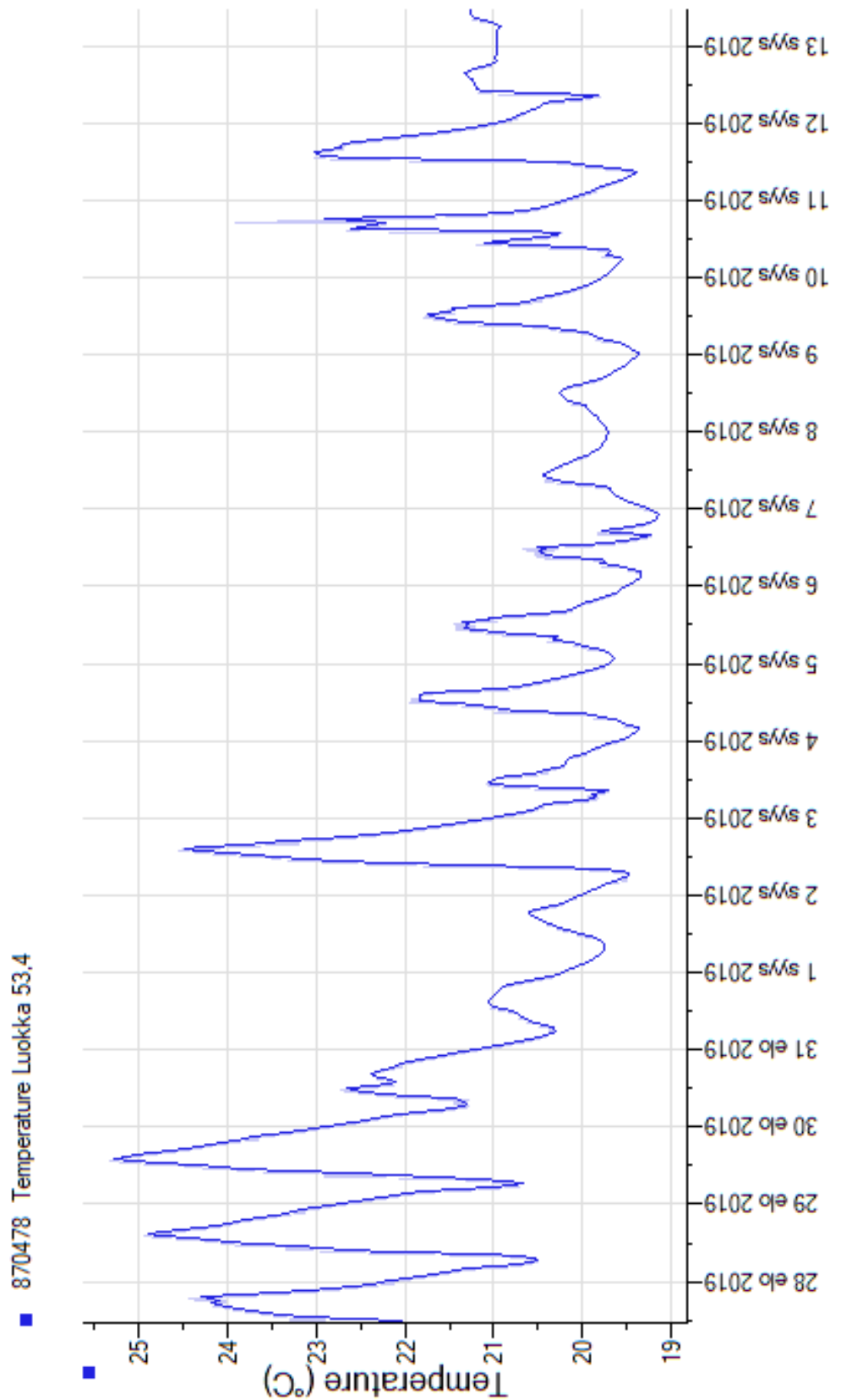
Lämpötila luokassa 27,2m²

Luokka 27,2



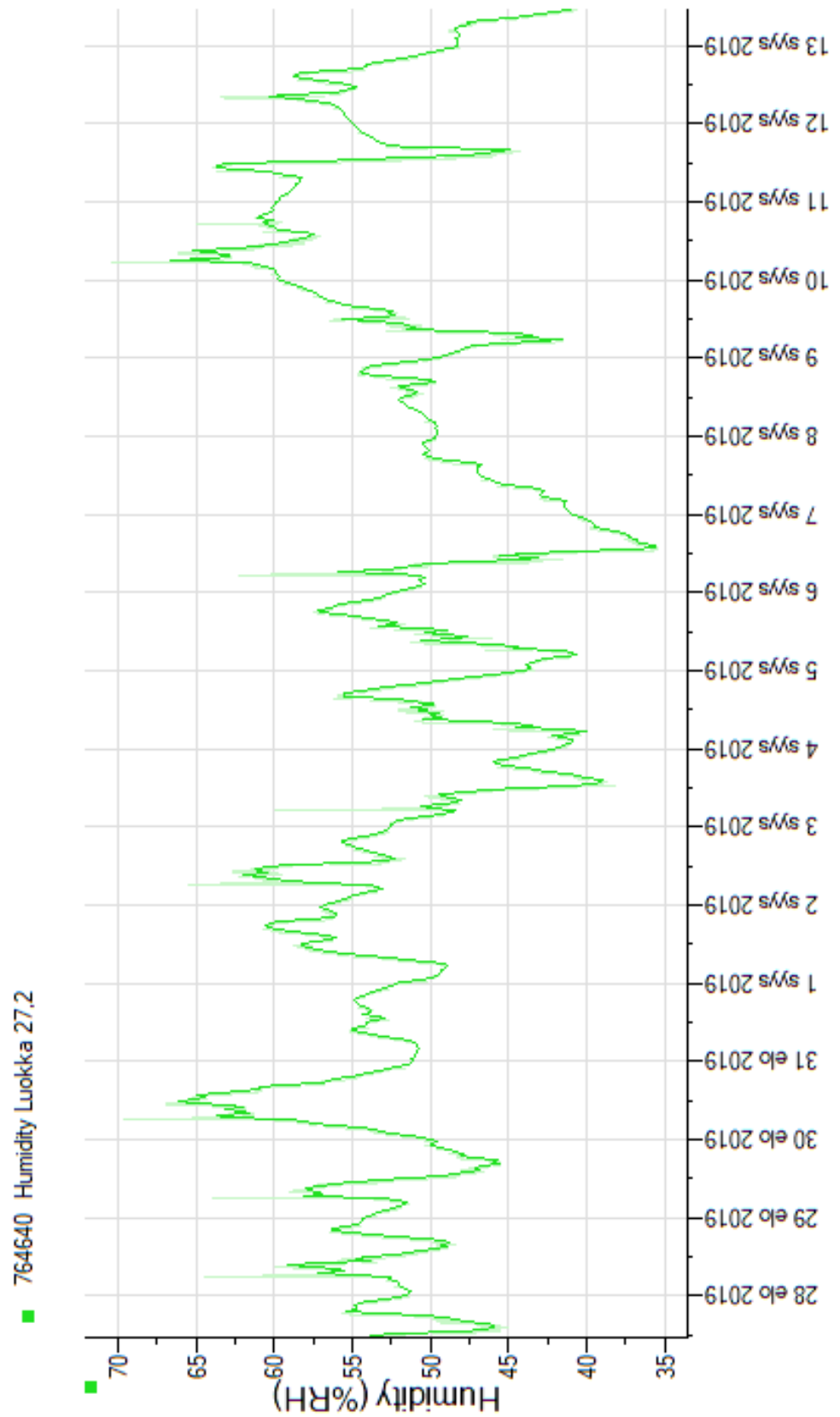
Lämpötila luokassa 53,4m²

Luokka 53,4



Sisäilman kosteus luokassa 27,2m²

Luokka 27,2



Sisäilman kosteus luokassa 53,4m²

Luokka 53,4

