

# Simon Ala-aste, Simon kunta

Sahatie 4, 95200 Simo



## Rakenne- ja kosteustekninen tutkimus

11.3.2019

Työnro 3515188

Ins. Vesa-Ville Niemelin

Ins. Petri Sippola

## Simon Ala-aste, Simon kunta

Sahatie 4, 95200 Simo

### SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	4
1 Yleistä.....	6
1.1 Tilaaja.....	6
1.2 Tutkimuksen tekijä.....	6
1.3 Kohde ja lähtötiedot.....	6
1.4 Haitta-aineet.....	7
1.5 Työn sisältö.....	7
1.6 Tutkimusmenetelmät ja yleistä työn suorituksesta.....	7
1.7 Tutkimuksille annetut viitearvot ja analyysilaboratorio.....	9
2 Rakennuksen vierustat ja kuivatusrakenteet.....	12
2.1 Havainnot.....	12
2.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	14
2.2.1 Toimenpide-ehdotukset.....	14
3 Alapohjarakenteet.....	16
3.1 Rakenneavaukset.....	16
3.1.1 Rakenteen kosteustekninen toiminta.....	19
3.2 Havainnot.....	20
3.3 Kosteusmittaukset.....	22
3.4 Merkkikaasututkimukset.....	23
3.5 Mikrobianalyysit.....	24
3.6 VOC-analyysit.....	25
3.7 Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset.....	26
3.7.1 Toimenpide-ehdotukset.....	27
3.7.1.1 Korjausvaihtoehto 1 (VE1) on alapohjarakenteen tiiveyden parantaminen (tavoitteellinen käyttöikä noin 3-5 vuotta).....	27
3.7.1.2 Korjausvaihtoehto 2 (VE2) on alapohjarakenteen uusiminen (tavoitteellinen käyttöikä n. 20-30 vuotta).....	27
4 Maanvastainen seinärakenne.....	28
4.1 Rakenne.....	28
4.2 Havainnot.....	30
4.3 Mikrobianalyysit.....	31
4.4 Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset.....	32
4.4.1 Toimenpide-ehdotukset.....	32
5 Ulkoseinärakenteet.....	33
5.1 Rakenteet.....	33
5.1.1 Rakenteen kosteus- ja lämpötekniinen toiminta.....	35
5.2 Havainnot.....	36

5.3	Merkkikaasututkimukset.....	38
5.4	Mikrobianalyysit.....	39
5.5	Yhteenvedo ulkoseinärakenteista.....	40
5.5.1	Toimenpide-ehdotukset .....	40
6	Yläpohja- ja vesikattorakenteet.....	41
6.1	Rakenneavaukset.....	41
6.2	Havainnot.....	43
6.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset .....	45
6.3.1	Toimenpide-ehdotukset .....	45
7	Välipohjat ja väliseinät .....	47
7.1	Rakenneavaukset.....	47
7.2	Havainnot.....	49
7.3	Mikrobianalyysit.....	50
7.4	VOC-analyysi .....	50
7.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset .....	51
7.5.1	Toimenpide-ehdotukset .....	51
8	Sisäilma ja ilmanvaihto .....	52
8.1	Havainnot.....	52
8.1.1	Aistinvaraiset havainnot sisäilman laadusta .....	52
8.1.2	Ilmanvaihdon toimivuustarkastelut merkkisavulla .....	53
8.2	IV-kanavien puhtaus ja kuidut.....	54
8.3	Paine-eromittaukset.....	56
8.4	Hiilidioksidimittaukset.....	57
8.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset .....	57
8.5.1	Toimenpide-ehdotukset .....	58

## LIITTEET

- Liite 1 Tutkimuskartta
- Liite 2 Mikrobianalyysi materiaalinäytteistä (2kpl)
- Liite 3 VOC -analyysi
- Liite 4 Teollisten mineraalikuitujen tunnistus
- Liite 5 Asbestianalyysi
- Liite 6 PAH-analyysi
- Liite 7 Hiilidioksidimittausten tulokset
- Liite 8 Paine-eromittausten tulokset

## TIIVISTELMÄ

Simon alakouluun suoritettiin rakenne ja kosteustekninen kuntotutkimus. Rakennus on valmistunut v. 1957-59. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakennuksessa koettujen sisäilmaongelmien syitä sekä rakennuksen yleiskuntoa tulevia toimenpiteitä varten. Rakennuksen vierustoja, kuivatusrakenteita ja vesikattoa ei voitu juuri tarkastella ulkona olleen runsaan lumen takia.

**Ulkopuolisista rakenteista** saatiin tietoa, että ainakin osalla rakennusta on uusittu salaojia. Syöksytorvissa havaittiin puutteita ja sadevedet pääsevät kastelemaan seinärakenteita syöksytorvien alueilla. Kellarin vanhan luiskan alueella havaittiin rakennekosteutta ummistetun seinän kohdalla.

**Alapohjarakenteissa** on alkuperäistä tojaeristettä laajoilla alueilla. Materiaalinäytteiden perusteella alapohjan tojaeristeessä todettiin kosteusvaurioita yleisesti. Tutkimusten yhteydessä löydettiin ennestään tuntematon kanaalirakenne alapohjasta, kanaalissa todettiin voimakasta maakellarimaista hajua. Vaurioituneet eristeet ja hajut sijaitsevat suhteellisen tiiviin lattialaatan alla, mutta alapohjasta on satunnaisia pieniä ilmanvuotokohtia, josta epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan.

Alapohjat on uusittu opettajainhuoneessa ja putkiremonttialueella, jossa tojaeriste on korvattu styroxilla. Uusituissa alapohjissa todettiin VOC-näytteiden perusteella paikallisia mattojen kosteusvaurioita. Muovimattojen vaurioitumisesta syntyvät VOC -yhdisteet voivat heikentää sisäilman laatua. Vanhoissa alapohjissa VOC-vaurioita ei todettu.

**Maanvastaisia seinärakenteita** on rakennuksessa suhteellisen vähän. Sisäpuolinen villieristys on riskirakenne, jossa kahden näytteen perusteella on vähäinen viite kosteusvauriosta. Varastossa 003 todettiin hajua, joka todennäköisesti on peräisin maanvastaisen seinän kosteusvauriosta. Vanhan polttoaineluiskan kohdalla todettiin kastuneita seinärakenteita. Maanvastaisen seinän kosteusvauriot voivat aiheuttaa hajuhaittaa sisäilmaan.

**Ulkoseinärakenteissa** todettiin villaeristeiden kosteusvaurioita otetuissa materiaalinäytteissä. Todennäköisimmät vaurioitumiseen johtaneet syyt ovat tuuletuksen puuttuminen ulkoseinärakenteesta. Myös sisäilman ylipaineisuus on voinut edesauttaa ulkoseinän vaurioita ilmanvuotoreittien kohdalla. Ulkoseinärakenteissa todettiin ilmapuotoreittejä, josta epäpuhtaudet voivat kulkeutua rakenteesta sisäilmaan. Sisäilma on keskimäärin ylipaineinen, joka vähentää osittain ilmapuotoriskiä epätiiviyshoidossa.

**Yläpohjarakenteissa** toisella räystäällä on vähäinen tuuletus, joka heikentää kosteuden kuivumista rakenteesta. Yläpohjassa on havaintojen perusteella suhteellisen heikko lämmöneristävyys, joka aiheuttaa lämpövuotoa. Lämpövuodot ja puutteet tuuletuksessa aiheuttavat todennäköisesti jään muodostumista räystäälle. Lunta pääsee paikoin tuiskuttamaan ullakolle puutteellisten tuulensuojausten vuoksi. Yleisesti vesivuotoihin viittaavia jälkiä ei havaittu rakenteissa ja todetut puutteet liittyvät räystäälle. Yläpohjan betoniholvin läpi tulee IV-läpivientejä, joiden tiiviydessä havaittiin puutteita.

Liikuntasalissa **välipohjarakenteessa** havaittiin kosteusvaurioita kahdessa materiaalinäytteessä. Liikuntasalin käyttö aiheuttaa lattiaan pumppaavaa liikettä, jonka seurauksena rakenteesta voi päästä epäpuhtauksia sisäilmaan.

Rakennuksen **ilmanvaihdon** toiminnassa todettiin puutteita. Hiilidioksidipitoisuudet nousevat yksittäisissä tiloissa ajoittain haitallisen korkeiksi vähäisen ilmanvaihdon takia. Yksittäis-



sissä tiloissa raitisilma huuhtelee vain osan tilasta. Paine-ero ulkoilmaan nähden on rakennuksessa keskimäärin hieman ylipaineen puolella. Ylipaineisuus voi aiheuttaa ilmavuotokohdissa haitallista kosteuden tunkeutumista rakenteeseen, mutta samalla ehkäisee epäpuhtauksien kulkeutumista rakenteesta sisäilmaan. Tuulet aiheuttavat ajoittain sisäilman alipaineisuuden, joka mahdollistaa ilmavuodot rakenteista sisäilmaan. Ilmanvaihtokanavissa todettiin kivivillakuituja, lisäksi osassa päätelaitteita oli villapintaisia äänenvaimennuslevyjä. Ilmanvaihdon kautta sisäilmaan pääsevät kuidut voivat olla yhtenä syynä oireiluun.

**Sisäilmaongelmiin** löydettiin useita mahdollisia syitä. Yksiselitteistä syytä yksilöiden kokeisiin oireisiin ei pystytä sanomaan, koska jokainen yksilö reagoi erilaisiin asioihin. Yksittäisissä luokissa ilmanvaihtomäärä on riittämätön, jolla on suora vaikutus ilmanlaatuun. Pääsisäänkäynnin tuulikaapissa ja varastossa 003 todettiin hajuhaittaa, joka heikentää sisäilmanlaatua. Mahdollisia syitä rakennuksen sisäilmaongelmiin ovat myös ilmavuodot rakenteista, joissa on todettu kosteusvaurioita. Mahdollisia syitä ovat myös paikalliset mattovauriot ja kuitulähteet ilmanvaihtojärjestelmässä.

**Sisäilmaongelmien ratkaisuehdotukset ovat järjestyksessä seuraavat (käyttöikä 3-5 vuotta). Vaikutusta sisäilmaan voidaan kokeilla jokaisen toimenpiteen jälkeen:**

1. Ilmanvaihdon parantaminen yksittäisissä tiloissa koneita lisäämällä ja päätelaitteita muuttamalla. Lisäksi villaaäänenvaimentimien korjaus, kanavien nuohous ja laitteiston säätö ylipaineiseksi.
2. Hajuhaitan poisto rakennekorjauksilla tuulikaapissa ja varastossa 003.
3. Alapohja- ja lattiarakenteiden tiivistyskorjaus vuotokohdissa sekä vaurioituneiden lattiainmattojen korjaus yksittäisissä tiloissa.
4. Ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjaus vuotokohdissa.
5. Lämpö- ja kosteustekniset parannukset yläpohjarakenteissa.

**Merkittävimmät korjausehdotukset rakennuksen pitkän tähtäimen suunnittelua varten (käyttöikä 20-30 vuotta):**

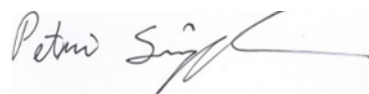
- Rakennuksen ulkopuolinen kosteudenhallinnan parantaminen ja salaojitus
- Vaurioituneiden alapohjarakenteiden uusiminen eristeineen ja maatyttöineen
- Maanvastaisten seinien lämmöneristeiden ja vedeneristeiden uusiminen
- Ulkoseinien tiivistäminen ja lämmöneristeiden vaurioiden korjaukset/uusiminen + lisää lämmöneristäminen ja tuuletuksen parantaminen.
- Yläpohjan tuuletuksen ja lämmöneristyksen parantaminen sekä todennäköisesti vesikatteen uusiminen.
- Ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen kokonaan.

Oulussa 11.3.2018

**A-Insinöörit Suunnittelu Oy**



Ins. (AMK) Vesa-Ville Niemelin  
Projekti-insinööri



Ins. (AMK) Petri Sippola  
Projektipäällikkö

Simon Ala-aste, Simon kunta  
Sahatie 4, 95200 Simo

## Rakenne- ja kosteustekninen tutkimus

### 1 Yleistä

#### 1.1 Tilaaja

Simon kunta  
Ratatie 6  
90520 Simo

Yhteyshenkilönä kohteessa toimi Seppo Arola Simon kunnasta.

#### 1.2 Tutkimuksen tekijä

A-Insinöörit Suunnittelu Oy  
Alasintie 10  
90400 Oulu

Tutkimuksen osallistuivat ins. (AMK) Petri Sippola ja ins. (AMK) Vesa-Ville Niemelin A-Insinöörit Suunnittelu Oy:stä. Tutkimukset suoritettiin joulukuussa 2018 ja tammikuussa 2019.

#### 1.3 Kohde ja lähtötiedot

Tutkimuskohteena oleva rakennus on rakennettu 1957-59 (alkuperäiset ARK -piirustukset vuodelta -57). Peruskorjaus tehty 1980- luvun loppupuolella. Tiedossa on, että rakennuksen 1.krs alueella alapohjarakenteita on uusittu osalta rakennusta. Rakennus on käytössä oleva koulu. Alkuperäisiä rakennepiirustuksia ei ole juurikaan saatavilla. Peruskorjauksen aikaisia piirustuksia saatiin käyttöön.

Korjaushistoriasta saatiin tietoa, että osa luokkasiiven alapohjanrakenteista on uusittu peruskorjauksen yhteydessä (Toja-levyt poistettu). Alapohjakorjauksen laajuus on tutkimuksen perusteella opettajanhuone kokonaan ja käytävien ja aulojen kohdalla pohjaviemärin uusimisen yhteydessä. Lisäksi liikuntasalisiiven kellariin (puretun ajoluiskan alueella) on asennettu sala-ojaputkia. Liikuntasalisiiven kellarin lattiapinnoite on vaihdettu keraamiseksi laatoitukseksi, aikaisempi pinnoite (ilmeisesti vinyylilaatta) irronnut alustastaan kosteuden vaikutuksesta.

Perustiedot on kerätty tilaajan toimittamista asiakirjoista.

Kohde	Simon Ala-aste
Osoite	Sahatie 4, 95200 Simo
Kerroksia	Liikuntasalon alapuolella kellari, luokkasiivessa 2.krs + kylmä ullakkotila
Rakenteet	Rakennus on perustettu kallion varaan. Kalliopinta on lähellä kellarin lattiapintaa. Kantavana runkona on paikalla valetut teräsbetonipilarit ja -ylälaattapalkistot.

Maanvaraiset laatat ovat pääosin ns. kaksoislaattarakenteella.  
 Ulkoseinät pääosin tiili-villa-tiili -rakenteisia. Ylemmissä kerroksissa julkisivuverhouksena aaltopeltilevy.  
 Yläpohjassa palopermanto, joka lisäeristetty puhallusvillalla  
 Vesikatto konesaumattu peltikate, ei aluskatetta. Puuristikot.

## 1.4 Haitta-aineet

Varsinaista haitta-ainetutkimusta ei tehty tässä tutkimuksessa. Rakenneaivausten yhteydessä kuitenkin otettiin muutamia näytteitä asbesti- ja PAH -analyysyjä varten.

Kellarin 012 Eteinen alapohjarakenteen piestä otettiin näyte PAH-analyysiä varten. Näytteessä ei havaittu vaarallisen jätteen raja-arvoa ylittäviä PAH-yhdistepitoisuuksia. Näytteen PAH-yhdistepitoisuus 62mg/kg (vaarallisen jätteen raja-arvo 200mg/kg).

Asbestinäytteet:

- Kellari 012 eteinen tervapaperi -> ei asbestia
- Kellari 012 alapohjan piki -> ei asbestia
- Yläpohja palopermanto tervapaperi -> ei asbestia
- **1.krs 128 opettajan huoneen eteinen, vanha luja/minerit levy katossa -> sisältää asbestia, antofylliitti.**

**Muuten asbestipitoisia materiaaleja havaittiin kellarin pannuhuoneessa putkieristeissä sekä 2.krs IV-konehuoneen lattiassa (musta liima).** Näistä ei otettu erikseen näytteitä. Tarkemmat tulokset asbesti- ja PAH-analyyseistä liitteissä: 5 ja 6.

## 1.5 Työn sisältö

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakenteiden kuntoa ja sisäilmaongelmien syitä. Rakennuksessa on koettu oireilua, joka oli yhtenä syynä tämän tutkimuksen tekemiseen. Rakenteiden kuntoa tutkitaan rakenteiden riskinarvion perusteella, joka on tehty olemassa olevien rakennepiirustusten perusteella. Lisäksi tutkimuksessa on otettu huomioon myöhemmin tehdyt korjaukset (ei piirustuksia saatavilla).

Tutkimustulosten perusteella tehdään johtopäätökset rakennuksen kunnosta ja annetaan suositukset korjaustoimenpiteiksi. Raportti on laadittu korjaussuunnittelun lähtötietomateriaaliksi. Suunnittelijat tekevät lopulta itse korjausratkaisut ja vastaavat omista suunnitteluratkaisuistaan sekä korjauksille määritellään laadulliset tavoitteet.

## 1.6 Tutkimusmenetelmät ja yleistä työn suorituksesta

Koko rakennus tarkastettiin aistinvaraisesti kokonaan. Merkittävimmät havainnot valokuvattiin. Tutkimukset tarkemmin ja näytteenottopisteiden lukumäärät ovat seuraavat:

- Rakenneavaukset alapohjarakenteisiin – 3 kpl
  - Lisäksi porareiät materiaalin tarkistusta varten – 10 kpl
- Rakenneavaukset maanvastaisiin seinärakenteisiin 2 kpl
- Rakenneavaukset ulkoseinärakenteisiin – 7 kpl
- Rakenneavaukset sokkelirakenteisiin – 1 kpl
- Rakenneavaukset yläpohjarakenteisiin – 1 kpl (olemassa olevan läpiviennin kautta)

- Rakenneavaukset välipohjarakenteisiin – 3 kpl
- Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit - 10 kpl
- Pintakosteusmittaukset maanvastaisiin alapohjarakenteisiin pääsääntöisesti kaikista yleisistä tiloista.
- Kosteusmittaukset viiltomenetelmällä – 4 kpl
- Muovimattojen kiinnityskerroksen astinvarainen tutkimus / mattoavaus – 15 kpl
- Muovimaton + kiinnityskerroksen VOC-analyysi – 3 materiaalinäytettä
- Mineraalivillatunnistus pölynäytteistä – 3 tutkimuspistettä
- Ilmavirtauksia tutkittu savukynän avulla IV-päätelaitteiden alueilta
- Paine-eromittaukset ulkoseinän yli - 4 mittauspistettä, kaksi eri ajankohtaa
- Hiilidioksidimittaukset ulkoseinän yli – 3 mittauspistettä
- Merkkiainekokeet rakenteisiin merkkikaasulaitteistolla - 8 mittauspistettä
- Lämpökamerakuvaus otantana
- Asbestianalyysi – 4 materiaalinäytettä
- PAH-analyysi – 1 materiaalinäyte

## 1.7 Tutkimuksille annetut viitearvot ja analyysilaboratorio

Tutkimus	Näytteenottomenetelmä	Viitearvot	Käytetty analyysilaboratorio
Materiaalien mikrobit	Suoraviljelymenetelmä	<p>Suoraviljelymenetelmän tulokset ilmoitetaan käyttäen + -asteikkoa seuraavasti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- = ei mikrobeja</li> <li>+ = 1-19 pesäkettä (niukasti mikrobeja)</li> <li>++ = 20-49 pesäkettä (kohtalaisesti mikrobeja)</li> <li>+++ = 50-199 pesäkettä (runsaasti mikrobeja)</li> <li>++++ ≥ 200 pesäkettä (erittäin runsaasti mikrobeja)</li> </ul> <p>Yllä mainittua asteikkoa käytetään sekä mikrobien kokonaismäärän että tunnistettujen mikrobien määrän arvioimiseen. Jos homeiden ja hiiwojen ja aktinomykeettien kokonaismäärät ovat pieniä (-/+/+), lasketaan ja ilmoitetaan kosteusvaurioindikaattorien pesäkemäärä.</p> <p>Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun suoraviljelyllä materiaalinäytteessä havaitaan elinkykyisiä sieniitiöitä ja/tai aktinomykeettejä runsaasti (+++/+). </p> <p>Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon silloin, kun mikrobeja on kohtalaisesti tai niukasti, mutta lajistossa on kosteusvaurioindikaattoreita. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje osa IV)</p>	Työterveyslaitos
Materiaalit bulk-emissiot, VOC-yhdisteet	<p>Työterveyslaitos on asettanut osalle materiaaleista viitearvot asiakas- ja seurantanäytteiden bulk-emissiotulosten perusteella.</p> <p>Näitä viitearvoja voidaan hyödyntää bulk-emissiomenetelmällä saatujen tulosten arvioinnissa. Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eivätkä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).</p> <p>Materiaalin VOC-emissioiden mittausta mikrokammiolaitteella Micro-Chamber/Therma Extractor, µCTE. Kammion kautta johdettiin puhdasta ilmaa Tenax TA-putkeen, josta emissiotuotteet analysoitiin kaasukromatografisesti. Tulokset on esitetty pitosuutena grammaa kohti (µg/m<sup>3</sup>g).</p>	<p>Työterveyslaitoksen käyttämät viitearvot perustuvat laboratorion omaan vertailuaineistoon ja tutkimukseen. Viitearvot eri materiaalityypeille ovat seuraavat:</p> <p>PVC-materiaali, jossa pehmittimenä DEHP:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TVOC 200 µg/m<sup>3</sup>g</li> <li>- 2-Etyyli-1-heksanoli 70 µg/m<sup>3</sup>g</li> </ul> <p>PVC-materiaali, jossa pehmittimenä DINCH, DINP tai DIDP:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TVOC 500 µg/m<sup>3</sup>g</li> <li>- 2-Etyyli-1-heksanoli 50 µg/m<sup>3</sup>g</li> <li>- C<sub>9</sub>-alkoholit 320 µg/m<sup>3</sup>g</li> </ul> <p>Tasoitteet ja betoni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TVOC 50 µg/m<sup>3</sup>g</li> <li>- 2-Etyyli-1-heksanoli 40 µg/m<sup>3</sup>g</li> </ul> <p>Linoleum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TVOC 650 µg/m<sup>3</sup>g</li> </ul> <p>Propaanihappo 100 µg/m<sup>3</sup>g</p>	Työterveyslaitos

Ulkoseinä- ja alapohjaraken- teiden tiiveyden tutkimus	Merkkiainetutkimus Merkkiainetutkimusten avulla sel- vitetään rakenteiden ilmatiiveyttä sekä rakenteissa mahdollisesti olevien epäpuhtauksien kulkeu- tumisreittejä. Merkkiaineko- keessa merkkiainekaasua (5 % vety+ 95 % typpi) johdetaan tut- kittavan rakenteen sisään ja merkkiaineen kulkeutumista si- säilmaan rakenneliittymien ja lä- pivientien kautta tutkittiin kaa- suanalysaattorin avulla. Merkkiai- nelaiteanalysaattorin herkkyyttä voidaan säätää tasoille 1-10.		
Rakennuksen painesuhteiden seurantamittaus	Painesuhteita ulkoilmaan nähden tutkittiin Tinytag-paine-eromitta- rilla. Rakennuksen ja ulkoilman välillä mitattuihin painesuhteisiin vaikut- tavat rakennuksen ilmanvaihto- järjestelmä, rakennuksen sisälle lämpötilaeroista muodostuva paine-ero (savupiippuvaikutus) ja tutkimushetkellä vallinneet tuuli- olosuhteet.	Asumisterveysoppaan mukaan tilo- jen, joissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, olisi suositeltavaa olla 0...-2 Pascalia (Pa) alipaineinen ulkoilmaan nähden. Rakentamismääräyskokoelma D2 mukaan rakennus suunnitellaan yleensä ulkoilmaan nähden hieman alipaineiseksi, jotta voitaisiin välttyä kosteusvaurioilta rakenteissa sekä mikrobien aiheuttamilta terveyshai- toilta. Alipaine ei kuitenkaan saa yleensä olla suurempi kuin 30 Pa.	
Sisäilman hiilidioksidipitoisuus	Sisäilman seurantamittaus suori- tettiin jatkuvatoimisten mittalait- teiden (Tinytag ja Trotec) avulla. Käytetyn mittalaitteen mittaus- tarkkuus on $\pm 50$ ppm.	Ilmanvaihto ei ole terveydensuojelu- lain edellyttämällä tasolla, jos sisäil- man hiilidioksidipitoisuus ylittää ar- von 1 500 ppm. Tyydyttävänä hiilidi- oksidipitoisuutena sisäilmassa voi- daan pitää arvoa 1 200 ppm. Sisäilmastoluokitus 2008:n mukaan hiilidioksidipitoisuuden tavoitearvot ovat eri sisäilmastoluokissa seuraa- vat: S1                   alle 750 ppm S2                   alle 900 ppm S3                   alle 1200 pm	
Pintakosteusmittaukset raken- teiden pinnoilta	Pintakosteusmittaukset suoriteti- tiin Gann LB70 pinta-anturilla ja LG2 – näytölaitteella. Lisäksi Trotec T3000 mittarilla sekä T660 SDI pinta-anturilla.	Pintakosteusmittarin lukemille ei ole tarkkoja viitearvoja. Mittaus perus- tuu materiaalin sähkön johtavuuteen ja tuloksia tulee vertailla rakennuk- sen eri osissa. Mittarivalmistajan suuntaa antavan ohjeen perusteella betonirakenteessa yli 90 lukemat viittaavat märkään rakenteeseen. Kuivaan rakenteeseen viittaavat alle 70 lukemat.	
Suhteellisen kosteuden mit- taukset rakenteista	Suhteellisen kosteuden mittauk- set suoritettiin puikkomittarilla, joka työnnettiin rakenteen sisään ja lattiamaton alle. Mittausreikä tiivistettiin mittausta varten. Mit- tauksissa käytettiin Vaisala HM40 -mittalaitteella varustet- tuna HM42S -mittapäätä. Mitta- laitteen ja mittausmenetelmän mittaustarkkuus on $\pm 3$ % RH.	Kriittisenä kosteutena kosteusvauri- oiden kannalta lattiamattojen alla 85 RH%. Virhemarginaalit ja kosteuden ajallinen vaihtelu huomioon ottaen 80 RH% voidaan pitää haitallisen korkeana kosteutena. Tavanomai- nen kosteus kosteusteknisesti hyvin toimivassa alapohjarakenteessa on alle 65 RH%, ja yli 65 RH% lukemia pidetään kohonneena.	

		<p>Puurakenteen ja villatilan yhteydessä kriittisenä kosteutena pidetään kosteusvaurioiden kannalta 75 RH%. Virhemarginaalit ja kosteuden ajallinen vaihtelu huomioon ottaen 70 RH% voidaan pitää haitallisen korkeana kosteutena. Tavanomainen kosteus kosteusteknisesti hyvin toimivassa eristetilassa tasoittuu ympärillä olevan ilman mukaisesti tasapainokosteuteen.</p>	
--	--	---	--



## 2 Rakennuksen vierustat ja kuivatusrakenteet

Rakennuksen vierustalla rakenteet tarkastettiin silmämääräisesti. Tutkimus tehtiin talviaikana ja rakennuksen vierustat olivat lumen peitossa mm. maanpinnan kallistuksia ei voitu tarkastella.

### 2.1 Havainnot



**Kuva 1.** Syöksytorvia on korjattu kierresaumatulla peltiputkella (vrt. IV-kanava).



**Kuva 2.** Rikkoontunut ja jäätynyt syöksytorvi. Ulosheittäjä on liian korkealla, josta aiheutuu tarpeetonta roiskevesirasitusta sokkelipinnalle.



**Kuva 3.** Saatujen tietojen perusteella rakennuksen liikuntasaliin alueelle tehty salaojajorjauksia.



**Kuva 4.** Vanha luiskan paikka, joka ummistettu 80-luvun korjauksessa. Todennäköistä että vanha luiska jätetty paikalleen (kellarin puolella seinä samalla kohtaa märkä).





## 2.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen syöksytorvien kunto on paikoin huono ja niiden asennukset ovat puutteelliset. Puutteet heikentävät syöksytorvien toimintaa ja aiheuttavat ylimääräistä kosteusrasitusta sokkeliin ja julkisivulle.

Lumitilanteen takia mm. kallistuksia ja salaojien mahdollisia tarkastuskaivoja ei voitu tarkistaa.

Alkuperäisten pääpiirustusten mukaan rakennuksen ympärillä on salaojat. Saatujen tietojen mukaan kellaritiloissa on tulvinut vesi useita kertoja muutamilla kohdilla, joka viittaa puutteelliseen salaojitukseen rakennuksen ympärillä. Yhdelle seinustalle (liikuntasalisiipi) myöhemmin uusittu salaojitus on todennäköisesti liitetty vanhaan järjestelmään. Saatujen tietojen mukaan salaojakorjaus on ehkäissyt tulvimista. Kosteusongelmia on ollut vain kellarillisissa tiloissa ja muualla todennäköisesti perusvesien aiheuttamaa ongelmaa ei ole.

Todennäköisesti vanha luiskarakenne on osittain jäänyt purkatta, joka aiheuttaa vesien kulkeutumista seinärakenteen juureen. Kosteusvaurioita on seinän alaosissa.

### 2.2.1 Toimenpide-ehdotukset

#### **Lyhyen tähtäimen korjausehdotukset (käyttöikä 3-5 vuotta):**

Lyhyellä tähtäimellä tehdään kevyitä korjaustoimenpiteitä, joilla vähennetään rakennuksen vierustan kosteusrasitusta rakenteisiin. Sokkelin ja ulkoseinän kuivana pitäminen vähentää vaurioriskiä rakenteessa.

- Uusitaan syöksytorvien alaosat. Uudet syöksyt lähemmäksi maanpintaa. Tarvittaessa asennetaan lämmityskaapelit syöksytorviin.
- Tarvittaessa maanpintojen kaatokorjaukset sokkelin juuressa (tarkistetaan lumien sulettua).
- Tarvittaessa loiskekourujen asennukset ja korjaukset syöksytorvien alle (tarkastetaan lumien sulettua).
- Tarkastetaan salaojien toiminta ja kunto (lumien sulettua). Tarvittaessa tehdään vähäisiä korjauksia salaojille.

**Peruskorjauksen korjausehdotukset (käyttöikä yli 20 vuotta):**

Rakennus on peruskorjauksiässä. Korjaustarpeeseen vaikuttaa rakenteen ikä ja kunto:

- Salaojat uusitaan rakennuksen ympäri, jolla estetään pohjavedenpinnan nousu ja pidetään kuivana perustusrakenteet rakennuksen ympärillä.
- Käytöstä poistetun luiskan purkaminen kokonaan ja perusmuurin vedeneristys
- Perusmuurien vedeneristys uusitaan kauttaaltaan.
- Kellarillisen osan perusmuurin ulkopuolinen lämmöneriste uusitaan (sisäpuoliset lämmöneristeet puretaan).
- Pintamaiden kallistusten parantaminen rakennuksen vierustalla. Pintamaiden kallistus tehdään vähintään 3 metrin matkalla rakennuksesta.
- Rännikaivot asennetaan syöksytorville.
- Syöksytorvet ja sadevesijärjestelmät uusitaan.

### 3 Alapohjarakenteet

Alapohjarakennetta tutkittiin aistinvaraisten tarkastusten lisäksi pintakosteusmittauksin, viilto-  
mittauksin (4kpl) ja rakenneavauksin 3 kpl (RA tutkimuskartoissa). Rakenneavauskohdista  
otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten yhteensä 5 kpl. Alapohjarakenteeseen po-  
rattiin lisäksi 10 kpl 32mm reikiä (RE tutkimuskartoissa), kun tarkasteltiin, onko lattiaita uusittu  
vain osittain, vai onko alapohjarakenteiden korjaus tehty kauttaaltaan. Ala- / välipohjien muo-  
vimattoihin tehtiin 17 kpl avauksia, avauksista arvioitiin aistinvaraisesti muovimaton vaurioitu-  
mista ja tarvittaessa otettiin materiaalin tarkemman kunnon selvittämiseksi. Lattiamaton VOC-  
analyseja teetettiin yhteensä 3 kpl.

#### 3.1 Rakenneavaukset

Rakenneavaukset ja näytteenottopisteet on merkattu koodeilla pohjapiirustuksiin.



Kuva 7. AP1: Rakenneavauksesta löytyi alkuperäinen Toja-  
levy sekä pikisively pohjalaatan päältä. Raken-  
neavauksesta tuli pistävä pien haju.



Kuva 8. AP2: Vanhan luiskan pohja hiekan alla. Hiekka vesi-  
märkää.

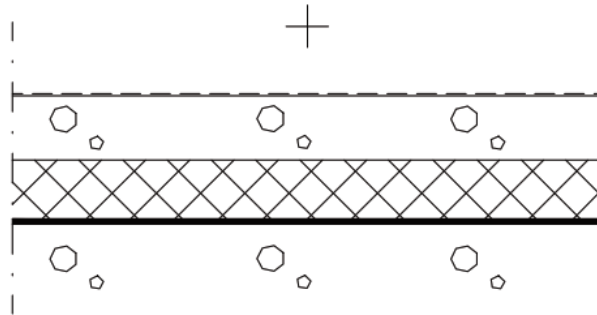


Kuva 9. AP3: Alapohjarakenteesta löytyi ulkoseinän reunalta  
n. 25cm korkea kanaali/kotelotila. Tila havaittiin ra-  
kennuksen molemmilla pitkillä sivuilla. Reiässä to-  
dettiin mikrobivaurioon viittaava haju. Todettiin ilma-  
virta porareistä sisäilmaan.



Kuva 10. 1.krs alkuperäinen alapohjarakenne kuten  
AP1.Tojaeristeen alla pikieriste näkyvissä.

**Kellarin ja 1.krs alkuperäinen rakenne rakenneavauskohdassa (RA1) AP1 rakenteet ovat ylhäältä päin lukien (vanha leikkaus liikuntasaliivestä):**

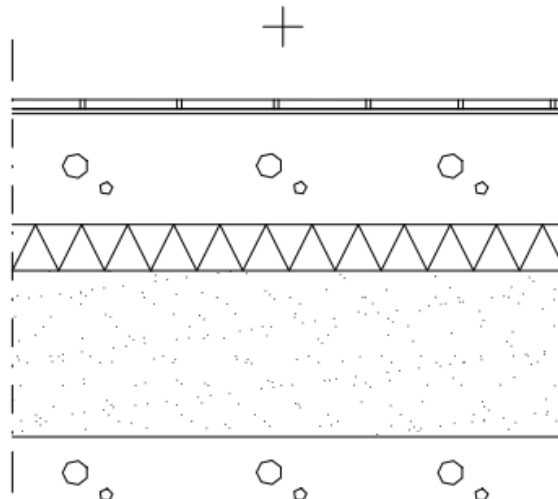


- Muovimatto
- Liima ja tasoite n. 1-2 mm
- Pintabetonilaatta n. 65 mm
- Tojalevy (lastuvilla) n. 60mm
- Pikisively n. 1-2mm
- Pohjalaatta

Rakennepaksuudet voivat vaihdella eri tiloissa.

Rakennetta havaittiin 1.krs 104 sähkökeskuksesta (RA8) sekä 117 Ruokasali (nyk. musiikki-luokka) käytävän viereisestä porareistä (RE2).

**Kellarin käytävällä 023 vanhan ummistetun luiskan rakenneavauskohdassa (RA4) AP2 rakenteet ovat ylhäältä päin lukien:**



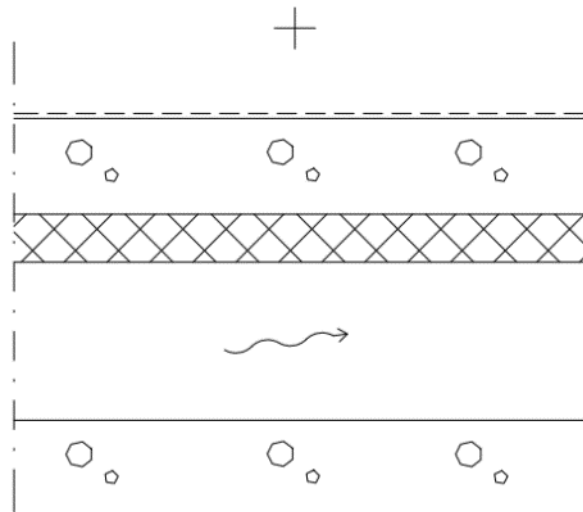
- Keraaminen laatoitus
- Kiinnityslaasti n. 3 mm
- Betonilaatta n. 120 mm
- EPS-eriste n. 50 mm
- Hiekkatäyttö n. 180 mm
- Vanhan luiskan pohjalaatta

**Lisäksi tehty myös rakenteen tarkistusreikätiloihin 003 Var (RE1) ja 025 Opett (RA3). Tarkistusreikien perusteella molemmissa tiloissa rakenne seuraava:**

- Pintabetonilaatta n.100-150 mm
- Pikisively (003 var lisäksi myös ohut valupaperi)
- Pohjalaatta

Yhteensä n. 25cm betoniin poraamisen jälkeen ei eristelevyjä eikä maata tullut vielä vastaan.

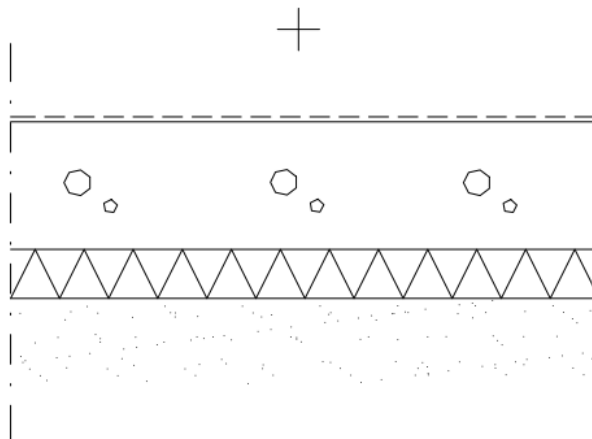
**1.krs maanvarainen alapohjarakenne, josta havaittiin kanaali/kotelotila lattian alla (AP3) ylhäältä päin lukien:**



- Muovimatto, kiinnitysliima
- Betonilaatta n. 100 mm
- Tojalevy n. 50 mm
- Ilmatila n. 250 mm
- Betonilaatta

Samanlainen havainto tehtiin tilojen 101 Kuvaamataito (RE3), 108 Varasto (RE4) ja 117 Ruokasali (nyk. musiikkiluokka) (RE5) tilojen ulkoseinien vierille poratuista rei'istä.

**AP4:**



**1.krs uusittujen alapohjarakenteiden osalta porattiin 5 kpl tarkistusreikiä (RE6-10). Tiedossa oli, että osalla lattioita roilottu uusien viemäreiden asennusta varten. AP4:**

- Muovimatto, kiinnityслиima
- Betonilaatta n. 130 mm
- EPS -eriste n. 50 mm
- Hiekka

Osalla reikiä havaittiin EPS ja hiekan välissä n. 50mm vahvaa betonikerrosta. Rakenteessa mahdollisesti paikoin vanha pohjalaatta.

### 3.1.1 Rakenteen kosteustekninen toiminta

Alapohjarakenteessa vanha pikieriste ei todennäköisesti ole enää vedenpitävä ikääntymisen seurauksena. Maakosteus pääsee nousemaan rasittamaan tojalevyä. Organisisessa tojalevyssä on kosteusvaurioitumisriski. Tojalevy on kahden tiiviin betonilaatan välissä eikä siihen joutunut kosteus pääse kuivumaan tehokkaasti.

Kellarissa korjatun luiskan alueella havaittiin voimakasta kosteusrasitusta lattia- ja seinärakenteen liittymän alueella (pinnoitteen alla ”kalkkihärmettä”). Mahdollista on, että vanha luiska on jätetty paikalleen, ja ohjaa vesiä alapohjarakenteeseen.

Kellarin sosiaalitilojen/pukuhuoneiden laatoitetuilla alueilla ei vedeneristettä rakenteessa. Kastuessaan rakennekosteus pääsee kuivumaan laatoituksen saumojen kautta sisäilmaan.

1.krs alapohjan korjatuilta osin havaittiin, että EPS eristeen alapuolella on hiekkaa. Täyttönä oleva hiekka nostaa kapillaarisesti kosteutta rakenteeseen. Alapohjarakenteessa olevat lämmöneristeet ja ikääntynyt pikieriste toimivat kapillaarikatkoina, jotka estävät kosteuden nousua pintalaattaan. Kosteusmittausten perusteella lattiapinnoilla ei yleisesti ole korkeita kosteuksia.



**3.2 Havainnot**



**Kuva 11.** Liikuntasalin kellarin korjatun luiskan kohdalla on korkeita pintakosteuslukemia ja näkyvää kalkkihärmettä lattianrajoilla.



**Kuva 12.** Musiikkiluokan varastohuoneessa on tunkkainen hajua. Tilassa on kaksi kuivana olevaa ”märkä”kaivoa, joissa ei vettä tarkastuksen yhteydessä. Voimakasta viemärinhajua ei kuitenkaan havaittu.



**Kuva 13.** Musiikkiluokan varastoa. Viemäri tulpattuna käsipaerilla/teipillä.



**Kuva 14.** Musiikkiluokan varastossa käytöstä poistettu muoviputki. Ei havaittu hajuja eikä vuotoja merkkiainekoiden yhteydessä. Putkesta ei tarkempaa tietoa.



**Kuva 15.** RE5. Tarkistusreiästä tuli voimakasta pien/öljyn hajua. Hajua voi viitata kastuneeseen pikieristeeseen.



**Kuva 16.** Tuulikaapissa todettiin tunkkaista hajua. Oviaستن kohdalla havaittiin reikiä alapohjalaatassa, jossa voi olla ilmayhteys lattiaan. Hajua voi olla peräsin alapohjasta.





Kuva 17. VOC1 näyte. Opettajanhuoneen muovimaton alta voimakas kemiallinen hajua ja analyysissä VOC-yhdisteet ylittävät viitearvot. Liimassa on värieroja kohdalla.



Kuva 18. Kuvaamataitoluokan muovimatossa (uusitulla lattian alueella) kemiallista hajua muovimaton alla. VOC 2 näytteessä ei kuitenkaan VOC-yhdisteiden viitearvot ylity.



Kuva 19. Kellarin 012 eteisessä luukku lattiassa. Luukku ei ole tiivistetty.



Kuva 20. Em. luukussa viemäriputki. Kaivon pohjalla runsaasti sakkaa tms. ainesta. Kaivosta ilmayhteys sisäilmaan.

### 3.3 Kosteusmittaukset

Pintakosteusmittaukset suoritettiin noin 90 % :sesti maanvastaisiin lattioihin. Pintakosteudet on merkattu tutkimuskarttaan (Liite 1).

#### Pintakosteusmittausten tulokset:

Kohonneeksi kosteudeksi on merkitty yli 80 lukemat lattiapinnalta. Kuivaan rakenteeseen viittaavat yleensä 50...70 pintakosteuslukemat.

- Yleisesti kellarin lattioissa pintakosteudet ovat 50...70, jotka viittaavat kuivaan rakenteeseen pl. ummistetun luiskan alue, jossa lukemat selvästi korkeampia.
- 1.krs tiloissa pääosin pintakosteudet alle 80. Paikoitellen löytyi alueita, joilla lukemat yli 80. Näiltä alueilta pinnoitteen alapuolinen kosteus tarkistettiin viiltomittauksin.
- Pääsääntöisesti pintakosteuslukemat olivat korkeampia luokkasiiven 1.krs uusittujen lattioiden alueilla.

#### Viiltomittausten tulokset:

Viiltomittaukset tehtiin Vaisalan HM40 lukijalaitteella sekä HMP42 mittapäillä. Mitta-antureiden tasaantumisaika mittapisteessä vähintään 15minuuttia.

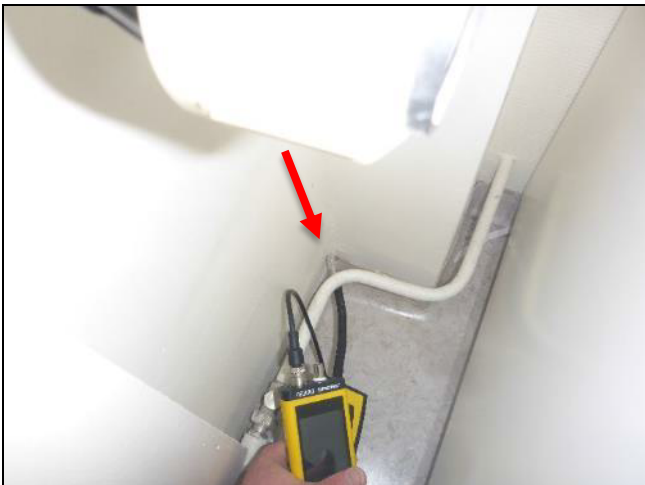
mittauspiste				lämpötila °C	suhteellinen kosteus Rh %	absoluuttinen kosteus g/m <sup>3</sup>
nro	tila	rakenne	materiaali			
Sisäilma				20,6	18,3	3,3
Ulkoilma				-3,8	90,9	3,3
VM1	115 Aula	Alapohja	Muovimatto	20,7	68,8	12,4
VM2	118 Käytävä	Alapohja	Muovimatto	20,2	70,7	12,4
VM3	118 Käytävä	Alapohja	Muovimatto	20,5	69,1	12,3
VM4	139 Aula	Alapohja	Muovimatto	20,1	73,0	12,7

Viiltomittaustulosten perusteella muovimattojen alapinnassa on kosteus normaali eikä kosteuspitoisuudet aiheuta vaurioriskiä rakenteeseen.

### 3.4 Merkkikaasututkimukset

Merkkikaasututkimuksilla selvitettiin ilmavuotokohtia kuvaamataitoluokassa, varastossa, musiikkiluokassa ja opettajanhuoneessa. Sisäilma on alipaineinen suhteessa alapohjarakenteeseen, joka todettiin mm. alapohjakanaaliin porattujen reikien ilmavirtauksista. Opettajainhuoneessa mitattiin tutkimushetkellä noin 4 Pa alipaine ulkoseinärakenteen yli. Alapohjarakenteen yli alipaine on todennäköisesti suurempi kuin ulkoseinän kohdalla.

- Kuvaamataito- ja musiikkiluokassa kaasua syötettiin alapohjassa havaittuun kanaaliin, muissa tiloissa kaasua syötettiin rakenteen eristetilaan (toja- ja EPS-levyä) ja vuotokohtia paikannettiin kaasuanalysaattorin avulla.
- Kuvaamataitoluokan luokkatilassa ei havaittu ilmavuotoja kanaalista sisäilmaan.
- Kuvaamataitoluokan varastossa havaittiin muutamia pistemäisiä ilmavuotoja sisäilmaan pilareiden kohdalla nurkkakohdissa (maton pyöritykset).
- Musiikkiluokan (ja musiikkiluokan varastossa) ulkoseinän rajalla ei havaittu ilmavuotoja kanaalista sisäilmaan. Ilmavuotoja ei havaittu myöskään musiikkiluokan keskialueella.
- Opettajanhuoneessa havaittiin ilmavuotoja lattian muovimaton nurkista sisäilmaan.



Kuva 21. Merkkiainekokeiden yhteydessä havaitut vuotokohdat alapohjasta sisäilmaan yleisesti muovimattojen nurkkapyörityksiä mm. pilarien kohdalla.



Kuva 22. Musiikkiluokan puolella tehtiin merkkiainekokeita syöttämällä kanaaliin kaasua. Kanaalista sisäilmaan ei havaittu vuotoa. Kanaalin kohta on merkattu sinisin viivoin.

### 3.5 Mikrobianalyysit

Alapohjarakenteista otettiin 5 kpl materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten. Näytteenotto-paikat on merkitty tutkimuskarttaan (Liite 1). Analyysitulokset kokonaisuudessaan liitteessä 2.

- Näyte M2 (tojaeriste) otettiin kellarin 012 Eteinen lattian rakenteesta. **Näytteessä on vahva viite kosteusvauriosta.**
- Näyte M7 (tojaeriste) otettiin 1.krs 104 sähkökeskuskaapin alapohjarakenteesta. **Näytteessä on viite kosteusvauriosta.**
- Näyte M9 (tojaeriste) otettiin 1.krs 108 varasto (kuvaamataidon luokan varasto) kanaalin yläpuolisesta tojalevystä. **Näytteessä on vahva viite kosteusvauriosta.**
- Näyte M10 (tojaeriste) otettiin 1.krs musiikkiluokan keskilattian alueelta alapohjarakenteesta. **Näytteessä on vahva viite kosteusvauriosta.**
- Näyte M11 (lattian muovimatto ja tasoite) otettiin 1.krs musiikkiluokan varaston lattian pinnoitteesta. Näytteessä ei ole viitettä kosteusvauriosta.

#### **Analyysitulokset ja tulkinta:**

Alapohjan kaikissa tojaeristenäytteissä on viite- tai vahva viite vauriosta. Sienikasvustojen määrä vaihtelee näytteissä, mutta sisältää kosteusvaurioon viittaavia lajeja kuten *Aspergillus penicillioides*, *Aspergillus ustus*, *Chaetomium*. Lisäksi kaikissa näytteissä kohtalaisesti – runsaasti *Streptomyces* aktinobakteereja.

Näytteessä M11 ei havaittu mikrobianalyysissä viitteitä kosteusvauriosta, muovimaton pohjassa / tasoitteessa havaittiin aistinvaraisesti poikkeava ”pilaantumiseen” viittaava haju.

### 3.6 VOC-analyysit

Alapohjan lattiarakenteista otettiin yhteensä 2 kpl materiaalinäytteitä VOC-analyysiä varten. Molemmat näytteet otettiin lattiamatosta + liimasta ja tasoitteesta. Näytteenottokohdat otettiin aistinvaraisten havaintojen perusteella. Näytteenottoaikat merkitty tutkimuskarttaan (Liite 1). Analyysitulokset liitteessä 3.

#### Analyytitulokset ja tulkinta:

- **Näytteessä VOC1** (PVC -muovimatto, opettajanhuone) haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä 610 ylitti vaurioitumisen viitearvon (500  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ). C9 -alkoholien määrä näytteessä 580  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$  ylittää vaurioitumisen viitearvon (500  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ). 2-etyyli-1-heksanolipitoisuus 19  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$  ei ylitä viitearvoa (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ). **Näytteessä on viite vauriosta.**
- **Näytteessä VOC2** (PVC -muovimatto, kuvaamataitoluokka) haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä 190  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$  ei ylittänyt vaurioitumisen viitearvoa (500  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ). C9 -alkoholien määrä hieman koholla 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ , mutta ei ylitä vaurioitumisen viitearvoa (320  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ). 2-etyyli-1-heksanolipitoisuus 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$  ei ylitä viitearvoa (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ). **Tulos ei ylitä vaurion viitearvoja.**

Näytteet otettiin peruskorjauksen yhteydessä uusituista alapohjarakenteista. Uusituissa lattioissa todettiin voimakkaampia hajuviihteitä kuin vanhoissa lattioissa, jota tutkittiin näytepaikoista hajuhavaintojen perusteella. Näytteessä VOC1 on viite vauriosta. Näytteessä VOC2 pitoisuudet ovat koholla mutta ei ylitä viitearvoa. Tutkimusten perusteella voidaan todeta, että uusituissa lattiamatoissa on paikoin vaurioita.

### 3.7 Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset

Alkuperäisen lattiarakenteen (eristeenä tojalevy) kosteustekninen toiminta on heikkoa eikä tutkimustulosten perusteella kosteuseristeenä toimiva piki ole kyennyt estämään kosteuden siirtymistä tojalevy eristeeseen. Tojalevy ei pääse kuivumaan tehokkaasti kastuessaan. Kaikissa tojalevyistä otetuissa näytteissä oli viitteitä kosteusvaurioista. Tarkistusrei'istä havaittiin, että tojaeristeitä/alkuperäistä alapohjarakennetta on rakennuksessa jäljellä vielä runsaasti, yleisesti luokkatiloissa. Tojaeriste on tutkimusten perusteella korvattu EPS-eristeellä opettajanhuoneessa ja käytäväalueilla putkiremontin vaikutusalueilla.

Alapohjarakenteista löydettyt kanaalit ovat riskirakenteita. Kanaalin pohja sijaitsee maanpinnan alapuolella ja voi olla näin alttiina rakennuksen ulkopuolelta tulevalle kosteudelle. Kosteuden kuivuminen kanaalissa on hidasta. Kanaalissa havaittiin voimakas maakellarimainen haju. Kanaalista tapahtuvat ilmavuodot voivat aiheuttaa epäpuhtauksien leviämistä sisätiloihin. Kanaalin rakenteita ei ole esitettyä yhdessäkään alkuperäisessä piirustuksessa, joten kanaalien sijainnit ja niiden tarkoitus ei ole tiedossa. Kanaaleja havaittiin rakennuksen ulkoseinän vierustalla.

Lattiamaton pistävää hajua havaittiin opettajanhuoneesta, ja paikoin käytävien uusituissa lattioissa. Opettajanhuoneen lattian muovimatosta otetun VOC-materiaalinäytteen tulokset viittaavat vaurioon. Todennäköinen syy lattiamattovaurioihin on maton liimaaminen liian kosteaan lattialaattaan.

Merkkiainekokeilla havaittiin pääosin pieniä ilmavuotoja alapohjasta sisäilmaan. Vuodot olivat pistemäisiä muovimattojen ylösnostojen kohdalla, kuten maton nurkkapyörityksillä. Eteisessä alapohjassa oli viitteitä betonilaatan epätiiviydessä. Rakennuksen ylipaineisuus / ilmanvaihdon tasapaino vähentää ilmavuotojen määrää alapohjarakenteista sisäilmaan.

### 3.7.1 Toimenpide-ehdotukset

Alkuperäisten alapohjarakenteiden korjausehdotukset:

Alkuperäisessä alapohjarakenteessa sijaitseva tojalevy on vaurioitunut, joten on tärkeää estää eristeen ilmayhteys sisäilmaan tai vaihtoehtoisesti poistaa eriste rakenteesta. Lisäksi alapohjassa havaittu pikieriste voi olla riski sisäilman laadulle. Piessä havaittiin öljymäistä hajua.

#### 3.7.1.1 Korjausvaihtoehto 1 (VE1) on alapohjarakenteen tiiveyden parantaminen (tavoitteellinen käyttöikä noin 3-5 vuotta)

- Muovimaton ylösnostojen pistemäiset vuotokohdat tiivistetään massaamalla. Tiivistettäviä kohtia ovat lähinnä nurkkapyöritykset. Samassa yhteydessä myös alapohjasta tulevat läpiviennit tiivistetään esim. viemäriputket tiivistetään
- Eteisalan ovien reiät alapohjassa tiivistetään
- Lattian kaivojen, kanaalien tms. luukkujen tiivistäminen
- Suositellaan aktiivista seuranta / tiivistysten toimivuuden tarkastelua menetelmän käyttöään loppuun saakka

Korjausehdotuksella VE1 saavutetaan n. 3-5 vuoden käyttöikä. Vaurioitunut tojaeriste aiheuttaa riskin sisäilmalle tavoitteellisen käyttöään lopulla (3-5 vuotta).

#### - **Toimenpide musiikkiluokan varaston lattiaan hajuhaitan vuoksi:**

- -VE1, Uusitaan lattiamatto tasoitteineen, ja tiivistetään alapohjarakenne (tavoitteellinen käyttöikä noin 20 vuotta)
- - VE2, Asennetaan vanhan maton päälle pintaemssioita torjuva ja sitova korjaustuote cTrap, tai vastaava + tiivistyskorjaus alapohjarakenteeseen (käyttöikä 3- 5 vuotta)

#### 3.7.1.2 Korjausvaihtoehto 2 (VE2) on alapohjarakenteen uusiminen (tavoitteellinen käyttöikä n. 20-30 vuotta)

- Alapohjarakenteista poistetaan vähintään vaurioituneet eristeet ja/tai rakenne uusitaan perusteellisesti. (käyttöikä 20-30 vuotta käyttöikä menetelmistä riippuen).

Korjaustoimenpiteet aikaisemmin korjatuilla alapohjan osilla:

#### - **Opettajainhuoneen lattiakorjaukset VOC-vaurion vuoksi:**

- -VE1 maton uusiminen tasoitteineen + VOC-yhdisteiden poistaminen lattialaatasta haihduttamalla ennen pintamateriaalin uusimista + tiivistyskorjaus (käyttöikä 20 vuotta)
- - VE2 Asennetaan vanhan maton päälle pintaemssioita torjuva ja sitova korjaustuote cTrap, tai vastaava + tiivistyskorjaus alapohjarakenteeseen. (käyttöikä 3- 5 vuotta)



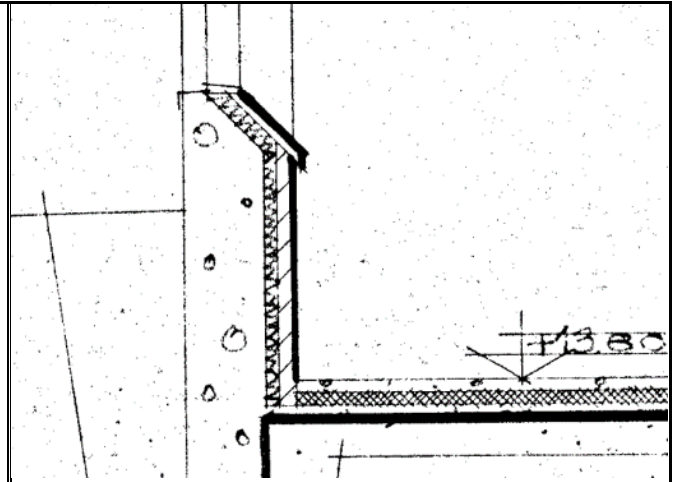
## 4 Maanvastainen seinärakenne

Maanvastaisia seiniin tehtiin silmämääräinen kartoitus ja pintakosteusmittarilla tehtiin piste-mäisiä tarkastuksia. Rakenneavauksia tehtiin 2 kpl ja materiaalinäytteiden mikrobialyysseja teetettiin 2 kpl.

### 4.1 Rakenne



Kuva 23. US1. Eristeenä valkoinen villamatto, jossa molemmin puolin tervapaperia. Ulkokuoren puolella myös pikisively. Rakenneavauksesta tuli hieman PAH-yhdistemäinen haju.



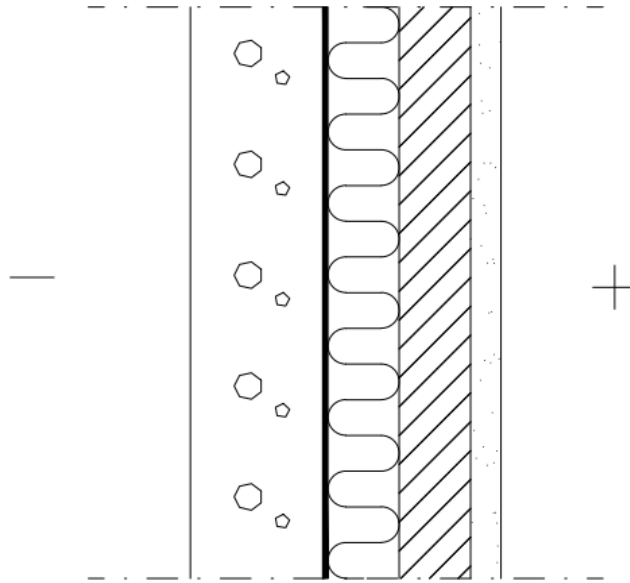
Kuva 24. Rakennepiirustus US 1 rakenneavauksen kohdalta (alkuperäinen).



Kuva 25. US3. Villaeristeen takana paksuhko pikisively.

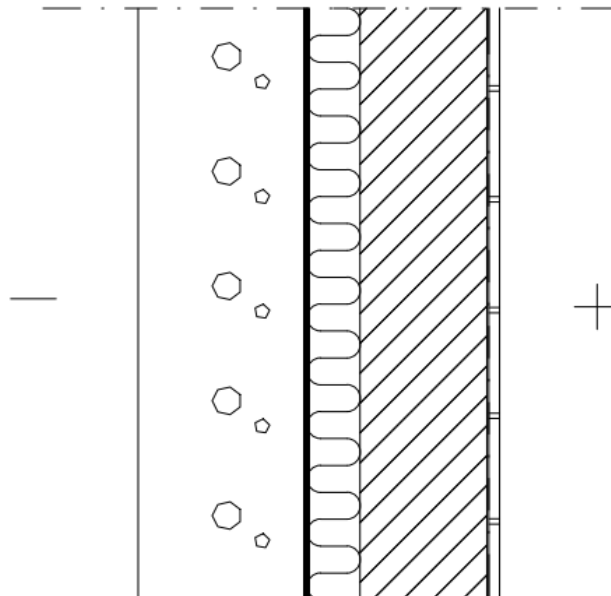


**US1 Maanvastainen seinä rakenneavauksen (RA1) perusteella sisältäpäin lukien:**



- pintarakenne vaihtelee (yleensä maalipinta)
- tasoiterappaus n. 30 mm
- syrjälleen muurattu tiili n. 70 mm
- villaeristematto + tervapaperit n. 65 mm
- pikisively
- perusmuuribetoni

**US3 Maanvastainen seinä rakenneavauksen (RA5) perusteella sisältäpäin lukien:**



- pintarakenne keraaminen laatoitus
- kiinnityslaasti n. 2-4 mm
- punainen reikätiili 130 mm
- kivivillaeriste n.
- pikisively (paksu kerros, runsaasti valumia)
- perusmuuribetoni

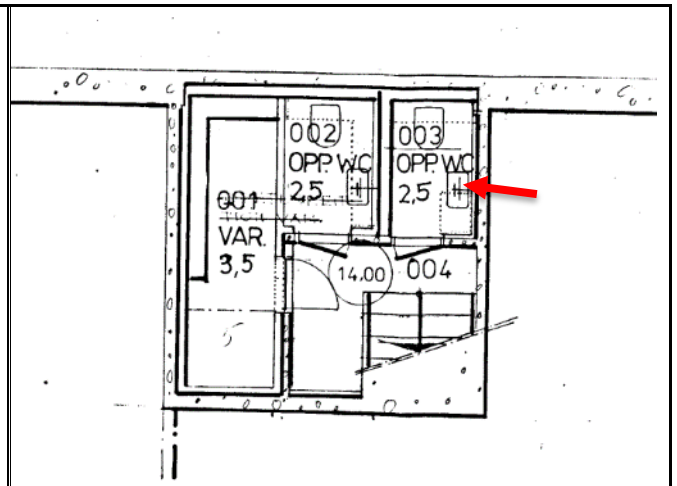
**Rakenteen kosteustekninen toiminta:**

Maanvastaisessa seinässä perusmuuribetonin ja tiilimuurin välissä oleva villaeriste on riskirakenne. Villaeriste ei pääse kunnolla kuivumaan, jos siihen kohdistuu kosteusrasitusta. Vanha pikisively perusmuurin sisäpinnassa ei ole enää kauttaaltaan tiivis ja pikieristys on todennäköisesti heikentynyt ikääntymisen ja ulkopuolisen vedenpaineen vaikutuksesta. Lisäksi pikieristys on rakenteen kylmällä puolella ja riskinä on, että siihen tiivistyy kosteutta kylmällä kaudella (kosteus sisäilmasta).

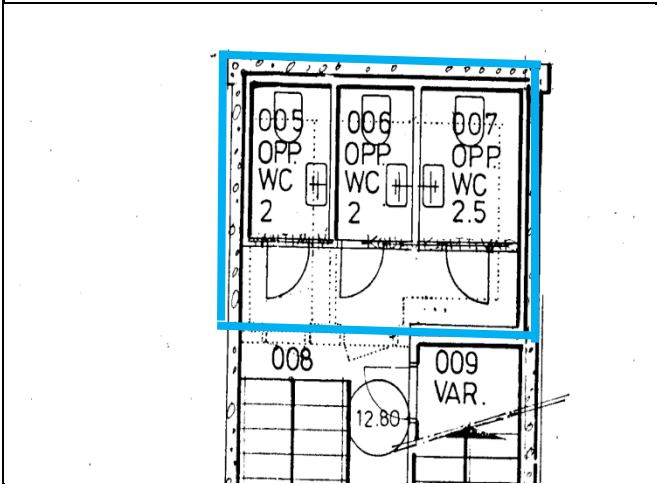
**4.2 Havainnot**



Kuva 26. Liikuntasalin kellarin luiskakorjauksen alueella seinärakenteessa korkeat pintakosteudet. Rakenteessa villaeriste tiilimuurauksen takana.



Kuva 27. Tilassa 003 havaittiin voimakas mikrobivaurioon viittaava hajua. Epäily kohdistui perusmuurirakenteeseen



Kuva 28. Tilat 005-007 on yhdistetty ja tiloihin tehty seinien kautta alipaineistus. Sisäilmassa ei havaittu mikrobivaurioon viittaavaa hajua.



Kuva 29. Tila alipaineistettu kanavapuhaltimella.

### 4.3 Mikrobianalyysit

Kellaritilasta liikuntasalisiivestä otettiin 1 kpl näytteitä maanvastaisen seinän villaeristemastosta sekä 1 kpl luokkasiiven maanpinnan alapuolisen varaston maanvastaisesta seinästä. Näytteenottoaikat on merkitty tutkimuskarttaan (Liite 1). Analyysitulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 2.

- Näyte M1 otettiin kellarin 012 Eteinen seinän villaeristemastosta. **Näytteessä on heikko viite kosteusvauriosta.**
- Näyte M8 otettiin luokkasiiven ”kellarin” varastosta 003 seinän villaeristeestä. **Näytteessä on heikko viite kosteusvauriosta.**

#### **Analyysitulokset ja tulkinta:**

Näytteen M1 heikko viite vauriosta voi tarkoittaa, että rakenteessa voi olla runsaampaa kasvustoa eri kohdassa rakennetta. Sienikasvuston määrä näytteessä niukka, mutta näytteessä esiintyy kohtalaisesti *Streptomyces* -aktinobakteereita, jotka ovat kosteusvauriota indikoivia bakteerilajia.

Tilassa, josta näyte M8 on otettu, oli aistinvaraisesti havaittavissa voimakas mikrobivaurioon viittaava haju. Näytteessä M8 on kuitenkin heikko viite vauriosta, tämä voi tarkoittaa, että varsinainen hajunlähde on rakenteessa eri kohdalla kuin mistä näyte on otettu esimerkiksi muottilauta seinän alaosassa. Näytteessä niukasti sienikasvustoa, mutta muutamia pesäkkeitä kosteusvaurioita indikoivia sienilajeja (*Aspergillus restrictus*, *Aspergillus ustus*) sekä aktinobakteeria *Streptomyces*.

#### 4.4 Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset

Maanvastaiset seinärakenteet ovat kosteusteknisesti riskirakenteita ja otettujen näytteiden perusteella rakenteissa on olemassa vähintään heikkoa viitettä rakenteen vaurioitumisesta.

Kellarissa korjatun luiskan alueella seinärakenteessa havaittiin pintakosteusmittarilla korkeita pintakosteuksia. Rakenteessa on villaeriste sisäpuolella, joka kosteaa rakennetta vasten. Villasta ei otettu näytettä eikä tehty rakenneavausta (kohta verraten pieni ja ongelma paikallinen).

##### 4.4.1 Toimenpide-ehdotukset

Maanvastaisten seinärakenteiden korjausvaihtoehdot:

- **Vaihtoehto 1 (VE1) on rakenteen tiiviynen parantaminen (tavoitteellinen käyttöikä 3-5 vuotta):**
  - o Tiivistetään rakenteiden saumat, liittymät ja läpiviennit
  - o Suositellaan aktiivista seuranta / tiivistysten toimivuuden tarkastelua menetelmän käyttöönsä loppuun saakka
- **Vaihtoehto 2 (VE2) on rakenteen perusteellinen korjaaminen ja parantaminen (tavoitteellinen käyttöikä 20-30 vuotta)**
  - o Vaurioituneiden eristeiden ja pikisivelyiden poistaminen sisäpuolelta.
  - o Rakennuksen ulkopuolisen vedeneristyksen ja ulkopuolisen lämmöneristyksen maanvastaisille seinille ja salaojituksen asentaminen/uusiminen
  - o Ummistetun luiskan kohdalta luiskarakenteen purkaminen ja salaojittaminen

## 5 Ulkoseinärakenteet

Aistinvaraisten tarkastusten lisäksi ulkoseinärakenteita tutkittiin rakenneavauksin sekä lämpökameralla. Materiaalinäytteistä teetettiin mikrobianalyysseja.

### 5.1 Rakenteet



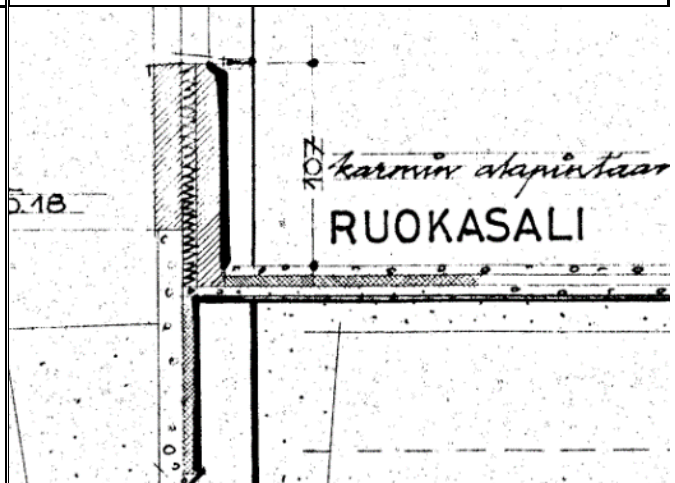
Kuva 30. US2. Rakenteessa ei selvää tuuletusrakoa.



Kuva 31. US4 ulkoseinää peltiverhoilun kohdalla ei ole toimivaa tuuletusta. Eristevillat pellissä kiinni ja pellityksen "rimojen" kohdalla kiinnikkeet. Tuulensuojalevy puuttuu rakenteesta

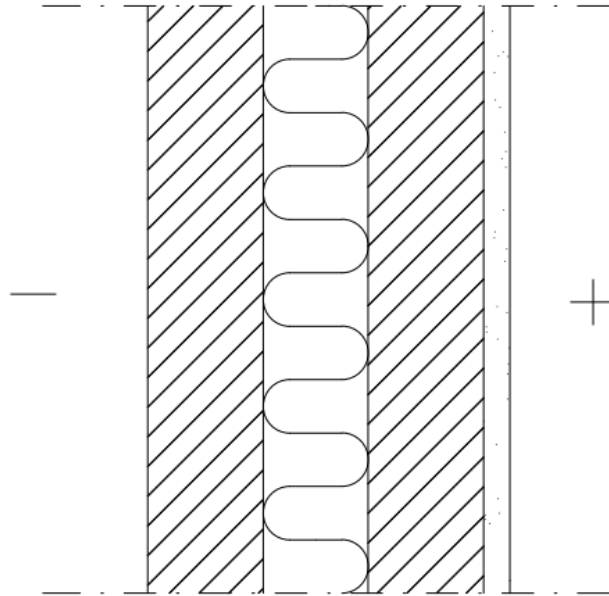


Kuva 32. Sokkelin rakenneavaus 32mm reikä. Rakenteessa ei havaittu toja,eristettä kuten suunnitelmissa esitetty. Eristeenä villa.



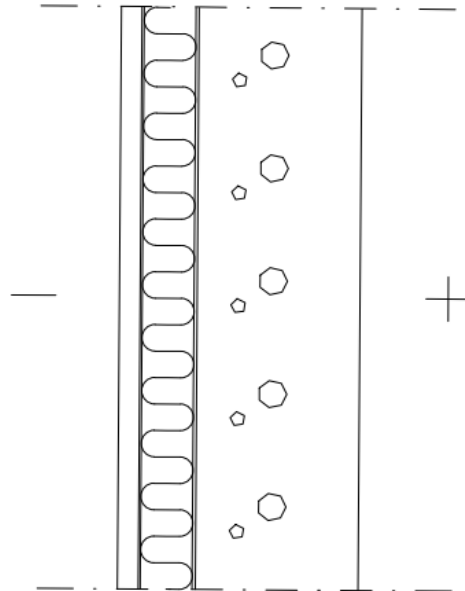
Kuva 33. 1.krs ulkoseinärakenteessa villaeriste ja sokkelissa piirrosmerkinnän perusteella tojalevy.

**US2 Tiiliverhoiltu ulkoseinä rakenneavauksen perusteella sisältäpäin lukien:**



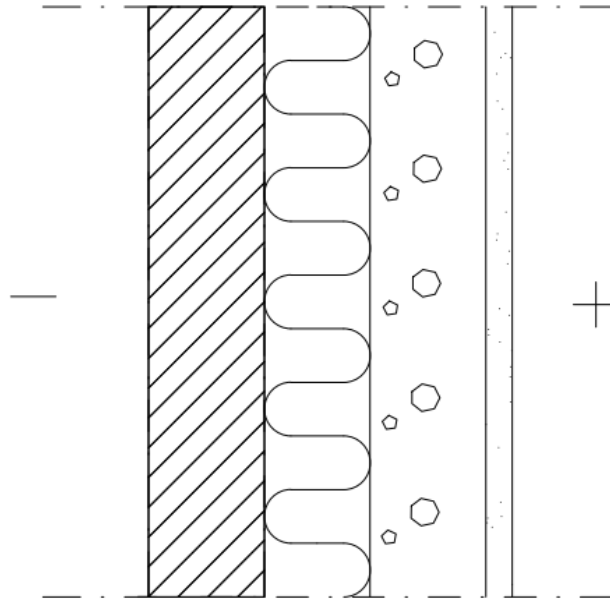
- pintarakenne maali
- tasoiterappaus n. 20 mm
- punainen reikätiili n. 130 mm
- kivivillaeriste n. 100 mm (tuuletus puuttuu)
- punainen reikätiili ulkokuorena

**US4 Peltiverhoiltu ulkoseinä rakenneavauksen perusteella sisältäpäin lukien:**



- sisäpuolen pinnoite
- betonipalkki välipohjan kohdalla / Välipohjan yläpuolella tiiliverhous kuten US2
- kivivillaeriste n. 80 mm ja koolauspuut peltiprofiilin kiinnikkeille (tuuletusrako ja tuulensuojalevy puuttuu)
- peltiprofiili julkisivuna

**US5 Liikuntasalin ulkoseinä rakenneavauksen perusteella sisältäpäin lukien:**



- sisäpuolen pinnoite
- välipohjan kohdalla betonipalkki
- kivivillaeriste n. 100 mm (tuuletus puuttuu)
- punainen reikätiili 130 mm

**5.1.1 Rakenteen kosteus- ja lämpötekniinen toiminta**

Ulkoseinä rakenteessa ei havaittu tuuletusrakoa eristetilassa. Tuuletusraon puuttumisen takia kosteus ei pääse kuivumaan eristekerroksesta riittävän tehokkaasti ja voi aiheuttaa kosteusvaurion syntymistä rakenteeseen. Riskikohta on villatilan alaosassa, johon kosteus kerääntyy.

Peltiverhoillulla osalla rakenteesta ei myöskään havaittu tuuletusrakoa. Tuuletusraon puuttumisen takia pelti toimii rakenteessa tiiviinä kerroksena eikä päästä kosteutta siirtymään rakenteen läpi. Ulkopinnassa olevaan tiiviiseen kerrokseen voi kondensoitua kosteutta. Villan lämmöneristävyys on heikko puuttuvan tuulensuojalevyn vuoksi.

Ikkunapellitusten limitysten puutteet voivat aiheuttaa ylimääräistä kosteusrasitusta seinärakenteille.



**5.2 Havainnot**



Kuva 34. Ulkoseinän tiiliverhouksen alareunoissa ei ole tuuletusreikiä (ei myöskään tuuletusväliä tiiliverhouksen takana).



Kuva 35. Erityisesti itäisivulla sokkelissa pintavaurioita. Osassa vauriokohtia näkyy ruostuneita betoniteräksiä. Sokkeliin kohdistuu kosteusrasitusta.



Kuva 36. Ikkunapellitykset tehty limittämällä uudempi pelti vanhaan n. 20-30mm. Pellit erin mittaisia.



Kuva 37. Peltijulkisivulla Villat ovat jäätyneet kiinni peltiin rakenneavauskohdassa. Rakenteessa on todennäköisesti ollut kosteutta.



Kuva 38. Pellityksen "rimat" toimivat kiinnikkeinä ja tukkii ilmaraon.



Kuva 39. Erityisesti länsijulkisivulla tiilissä yksittäisiä pakkasrapatumavaurioita, ilmeisesti materiaalin laadunvaihteluista. Seinä on sateelle altis.





### 5.3 Merkkikaasututkimukset

Merkkikaasututkimuksella selvitettiin ilmanvuotokohtia opettajanhuoneessa ulkoseinärakenteesta sisäilmaan. Kaasua laskettiin rakennuksen ulkopuolelta ulkoseinän villatilaan. Tutkimushetkellä opettajanhuone hyvin lievästi alipaineinen.

Vuotokohtia ulkoseinässä havaittiin patterikiinnikkeistä, pilarien ja alapohjan liitoksista (lieviä vuotoja), lattian muovimatton nurkista (pyöritykset nurkissa) ja ikkunakarmissa pääosin lieviä vuotoja (satunnaisia suuria vuotokohtia havaittiin myös).



**Kuva 42.** Ikkunakarmien alueilla monin paikoin pistemäisiä vuotokohtia. Paikoin havaittiin myös viivamaisia vuotoja kohdilla, joissa silikonit irronneet pidemmältä matkalta.



**Kuva 43.** Patterikiinnikkeissä havaittiin yksittäisiä vuotokohtia.

## 5.4 Mikrobianalyysit

Ulkoseinän eristeveilloista otettiin näytteitä sisäpuolelta 1 kpl ja ulkopuolelta 5 kpl materiaalinäytteitä mikrobianalyysia varten. Näytteenottoaikat on merkitty tutkimuskarttaan (Liite 1). Analyysitulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 2.

- Näyte M6 (kivivilla) otettu 2.krs luokan 212 (suunnitelmista) päätyseinän eristetilasta. Rakennneavaus tehty sisäpuolelta. **Näytteessä on viite vauriosta.**
- Näyte M12 (kivivilla) otettu 1. krs opettajanhuoneen ulkoseinän alaosa. Rakennneavaus ulkopuolelta. **Näytteessä on viite vauriosta.**
- Näyte M13 (kivivilla) otettu 1.krs kuvaamataidon luokan varaston päätyseinän alaosa. Rakennneavaus ulkopuolelta. **Näytteessä on viite vauriosta.**
- Näyte M14 (kivivilla) otettu 1.krs kuvaamataidon luokan ulkopuolelta pitkältä sivulta seinän alaosa. Rakennneavaus ulkopuolelta. **Näytteessä on viite vauriosta.**
- Näyte M15 (kivivilla) otettu 1.krs-2.krs välipohjan korkeudelta peltiverhoillun seinän eristetilasta. Rakennneavaus ulkopuolelta. **Näytteessä on vahva viite vauriosta.**
- Näyte M16 (kivivilla) otettu liikuntasalin ulkoseinästä kellarin ja salin välipohjan tasalta eristetilasta. Rakennneavaus ulkopuolelta. **Näytteessä on vahva viite vauriosta.**

### **Analyysitulokset ja tulkinta:**

Näytetulosten perusteella voidaan todeta, että ulkoseinän eristerakenteissa on kosteusvaurioita kauttaaltaan. Näytteissä havaittu erisukuisia kasvustoja sekä aktinobakteereja. Tarkemat näytetulokset löytyvät analyysivastauksista.

## 5.5 Yhteenveto ulkoseinärakenteista

Ulkoseinärakenteiden eristeet ovat tutkimustulosten perusteella vaurioituneet kauttaaltaan. Vaurioiden syynä on todennäköisimmin ulkoseinärakenteen tuulettumaton rakenne. Pelliteyllä julkisivulla tiivis pelti estää rakenteen kuivumista. Rakennuksen lyhyet räystäät eivät suojaa julkisivupintaa saderasituksesta.

Ulkoseinärakenteessa ei ole höyrynsulkua, mutta merkkiainekokeen perusteella rakenne suhteellisen tiivis nykyisissä olosuhteissa (ilmanvaihto lähellä tasapainoa).

Ikkunakarmien kohdalla todettiin ilmayhteys ulkoseinän eristetilasta sisäilmaan. Ilmayhteyden kautta ulkoseinän epäpuhtaudet voivat päästä sisäilmaan.

Betonisokkeleissa paikoittaisia betonivaurioita. Osa betonivaurioista viittaa voimakkaaseen kosteusrasitukseen mahdollisesti eristetilassa kosteus kerääntyy seinän alaosaan. Betonirakenteiden tutkimuksia ei tehty tässä yhteydessä.

### 5.5.1 Toimenpide-ehdotukset

- **Korjausvaihtoehto 1 (VE1) on ulkoseinärakenteen tiiveyden parantaminen (tavoitteellinen käyttöikä noin 3-5 vuotta)**

- Ulkoseinärakenteen tiiveyden parantaminen sisäpuolelta vedeneristemassa – nauhamenetelmällä. Rakenteesta tiivistetään mm. ikkunat, läpiviennit, liittymät.
- Suositellaan aktiivista seuranta / tiivistysten toimivuuden tarkastelua menetelmän käyttöänsä loppuun saakka

Korjausehdotuksella VE1 saavutetaan n. 3-5 vuoden käyttöikä. Vaurioituneet ulkoseinän eristeet aiheuttavat riskin rakennuksen sisäilmalle käyttöänsä lopulla.

- **Korjausvaihtoehto 2 (VE2) on ulkoseinärakenteen uusiminen**

- Rakenteesta poistetaan vähintään vaurioituneet ulkoseinän eristeet
- Betonisten sokkeleiden tutkiminen ja rakenteiden korjaaminen tutkimustulosten pohjalta.
- Ulkoseinärakenne uusitaan ja tarvittaessa parannetaan energiatehokkuutta
- Ulkoseinän sisäpinnan tiivistyskorjaus kauttaaltaan.

Korjausehdotuksella VE2 saavutetaan arviolta 20-30 vuoden käyttöikä, riippuen uusittavan rakenteen laajuudesta (sisä- ja ulkokuori).

## 6 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Vesikatteet ja yläpohjarakenteet tarkastettiin kauttaaltaan silmämääräisesti. Yläpohjan rakenne tarkistettiin IV-kanavan läpiviennin kautta (läpivientireikä palopermannossa huomattavasti isompi kuin kanavan halkaisija). Liikuntasalin yläpohjaan ei päästy tutkimaan runsaan lumen takia.

Vesikattoa ei tarkasteltu tässä yhteydessä. Tutkimusajankohtana oli keskitalvi ja katolla paljon lunta.

### 6.1 Rakenneavaukset

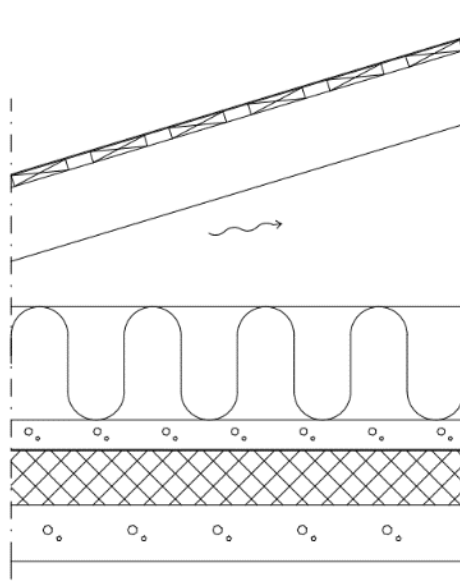


Kuva 44. Yläpohjassa puhallettu villa palopermannon päällä.



Kuva 45. Puhallusvilloja käytettiin auki IV-kanavan läpivienistä ja havaittiin, että yläpohjarakenteessa paloperkammon alla on Toja-levyä.

**Yläpohjan (YP1) rakennekerrokset ovat alhaalta päin lukien:**



- Sisäkaton pintamateriaali
- Yläpohjan betonilaatta
- Toja-levy n. 150 mm
- Tervapaperi
- Pintabetoni n. 30-50mm
- Puhallusvilla n. 200mm
- Tuulettuva yläpohja
- Vesikattorakenne

#### **Rakenteen kosteustekninen toiminta:**

Yläpohjarakenteessa räystäään tuuletus on puutteellinen, tuuletusraot ovat reilusti auki vain toisella puolen räystästä. Harjan alueella havaittiin yksi poistoilmapuhallin ja päätykolmiot ovat ummessa. Huono yläpohjan tuuletus voi aiheuttaa myös kosteuden kondensoitumista aluskatteettomaan konesaumapeltikattoon.

Yläpohjassa on palopermanto, jossa eristeenä välissä Tojalevyä. Tojalevyssä on olemassa vaurioitumisriski esim. vesikattovuodon yhteydessä, kun eristelevy sijaitsee kahden betoni-laatan välissä ja kuivuminen on hidasta. Yläpohjan kohdalla rakennuksessa on usein yli-paine, joten kostea sisäilma voi päästä virtaamaan rakenteeseen paineen vaikutuksesta erityisesti läpivientien kautta.

Lämmöneristys on vähäinen, joka voi aiheuttaa lämpövuotoa ja lumien sulamista vesikatolla.



**6.2 Havainnot**



Kuva 46. Yleiskuva, kulkusilta sijaitsee yläpohjassa vain toisella puolen lapetta. Yläpohjassa tunkkainen hajuu.



Kuva 47. Eteläpäädyssä oli lunta villojen päällä koko seinän matkalla.



Kuva 48. Lumi päässyt yläpohjaan todennäköisimmin ruodelautojen välistä kovalla tuulella.



Kuva 49. Yläpohjassa itäpuolen tuuletusraot räystäälle ka-peita, länsipuolelle tuuletus uusittu verkkoineen



Kuva 50. Konesaumapellityksen alla ei ole aluskatetta. Ruodelaudoitus tiheällä jaolla. Ei havaittu merkittäviä jälkiä kondenssikosteudesta ruodelaudoituksessa eikä puhallusvilloissa kosteusjälkiä.



Kuva 51. Yläpohjassa yksi poistopuhallin vesikatolle. Puhallin oli päällä molemmilla käyntikerroilla, kun yläpohjassa käytiin.



**Kuva 52.** IV-kanavien puhdistusluukku. Luukkuja ei avattu. Paljas metallipinta puhdistusluukun kohdalla voi aiheuttaa kosteuden tiivistymistä IV-kanavan sisäpintaan



**Kuva 53.** Kulku yläpohjaan on luukun kautta tikkailta. Tikkaiden tuentaa ei ollut, käynti ei ole turvallista.



**Kuva 54.** Liikuntasalin koripallorenkaalle tehty syvennys yläpohjarakenteeseen. Betoninen sisäholvi poistettu ja tojaeriste näkyvillä sisälle.

### 6.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Yläpohjassa tuuletus on osittain vähäinen. Yläpohjarakenteessa ei kuitenkaan havaittu kosteusjälkiä tuuletuksen puutteisiin liittyen. Saatujen tietojen mukaan jäätymisongelma räystäällä on ollut merkittävä, joka voi viitata lämpövuotoihin yläpohjarakenteessa.

Yläpohjassa käytäessä todettiin tunkkaista hajua. Rakennuksen eteläpäädyssä oli havaittavissa lunta puhallusvillojen päällä, joka voi aiheuttaa ajoittain liiallista kosteusrasitusta rakenteille ja voi aiheuttaa materiaalien vaurioituista.

Tutkimusajankohtana ulkoilma oli n. -25°C mutta yläpohjassa oli kylmästä ulkoilmasta huolimatta yllättävän lämmintä. Yläpohjan heikko lämmöneristävyys aiheuttaa korkeampia lämmityskustannuksia.

Saatujen tietojen perusteella vesikatolla räystääs on jäänyt jossakin vaiheessa ja vettä valunut luokkaan ikkunarakenteiden kautta 2. kerroksessa.

#### 6.3.1 Toimenpide-ehdotukset

Suppealla korjauksella (VE1) saadaan lisää käyttöikää muutamia vuosia. Laajalla peruskorjauksella (VE2) poistetaan vaurioriskit ja parannetaan rakenteen taso vastaamaan uuden rakennuksen vaatimuksia.

- **Lyhyen tähtäimen korjausvaihtoehto 1 (VE1), olevan yläpohja- ja vesikattorakenteen korjaus (tavoitteellinen käyttöikä n. 3-5 vuotta):**
  - o Eteläpäädyssä räystään ruodelaudoituksen välien tilkitseminen, ettei lunta pääse tuulemaan yläpohjaan
  - o Yläpohjan putkiläpivientien tiivistäminen (liittyy rakennuksen ilmatiiviyden parantamiseen kaikissa VE1)
  - o Liikuntasalissa Toja-eristeen pinnoittaminen/tiivistäminen yläpohjasta ilmatiiviiksi
  - o Vesikatteen tarkastaminen vuotojen varalta, kun lumet ovat sulaneet katolta / ulkona sataa vettä
  - o Yläpohjan tuuletuksen tehostaminen
  - o Yläpohjalaatan lisälämmöneristäminen olevan eristeen päälle

- **Korjausvaihtoehto 2 (VE2), yläpohjarakenteen ja vesikaton uusiminen (tavoitteellinen käyttöikä 30-50 vuotta):**
  - o Yläpohjan eristeiden poisto, palopermannon purkaminen eristeineen (tojalevy)
  - o Olevien läpivientireikien tiivistäminen yläpohjasta sisäilmaan
  - o Räystäiden pidentäminen rakennuksen ulkoseinältä kauemmaksi ja räystäiden tuuletusrakojen suurentaminen
  - o Yläpohjan tuuletuksen parantaminen kokonaisuudessaan
  - o Vesikatteen uusiminen ja uusien kattovarusteiden (mm. kulkusiltojen) asentaminen
  - o Yläpohjan lämmöneristävyyden parantaminen energiatehokkaammaksi

Korjausehdotuksella VE2 saavutetaan n. 30-50 vuoden käyttöikä katemateriaalista riippuen. Rakenne on uutta vastaava.



## 7 Välipohjat ja väliseinät

Välipohjien ja väliseinien kuntoa tutkittiin pääosin aistinvaraisesti. Välipohjarakenteisiin tehtiin rakenneavauksia 3 kpl (RA6-7, RA16), muovimaton avauksia 4 kpl, materiaalinäytteitä mikrobialyysia varten 3 kpl (M3-5) ja materiaalinäytteitä VOC-analyysia varten 1 kpl (VOC3).

### 7.1 Rakenneavaukset



Kuva 55. 210 Siivouskomeron rakenneavauksesta havaittiin, ettei välipohjarakenne vastaa suunnitelmia (VP1). Pohjalla näkyvä tumma materiaali on korkkieristettä.

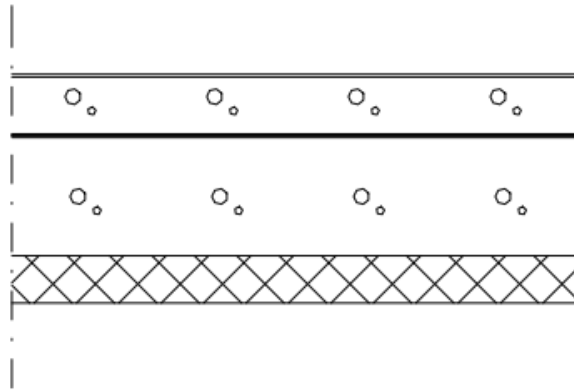


Kuva 56. Liikuntasalin rakenneavaus ja näytteen M3 kohta. Ei erikoisempaa hajua havaittu rakenneavauksesta, puun haju. Rakenne VP2.



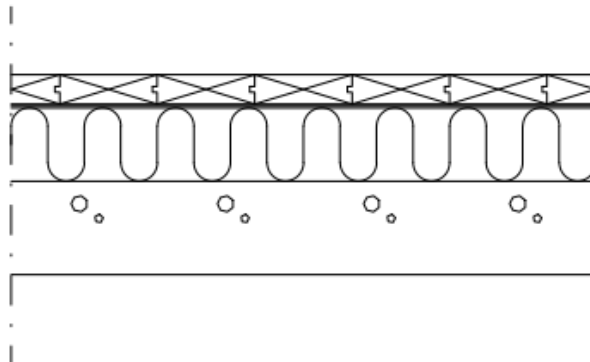
Kuva 57. Toinen rakenneavaus liikuntasaliin. Käytetty eri viljaa kuin edellisessä. Patteriputkien kohdalla betoninen valu. Puun haju rakenneavauksesta.

**VP1 (siivouskomero, RA16) ylhäältä lukien:**



- Muovimatto
- Kiinnitysliima
- Pintabetoni n. 60 mm
- Valupaperi
- Runkobetoni n. 125 mm
- Korkkieriste n. 50 mm (kannateltu kanaverkolla)
- Alapuolisen tuulikaapin putkikotelo

**VP2 (Liikuntasalon lattia, RA6-7) ylhäältä lukien:**



- Lakattu pontattu lattialankku n. 30 mm
- Rakennuspahvi n. 1 mm
- Eristevilla (lasi- ja kivivillaa) n. 75 mm
- Betonilaatta
- hiekkä 20...50 mm
- kantava ylälaattapalkisto



**Rakenteen kosteustekninen toiminta:**

Luokkasiiven rakennevausten perusteella välipohjarakenteessa ei havaittu kerroksellisuutta. Rakenne on kosteusteknisiltä ominaisuuksiltaan toimiva.

Liikuntasalissa puukoolatun lattian alla on villaeriste. Kastuessaan (esim. siivousvedet) villaeriste kuivuu hitaasti ja riski rakenteen vaurioitumiselle on olemassa. Villa ei juuri siirrä kosteutta puulattian puolelle (lasi-, ja kivivilla eivät ole hygroskooppisia materiaaleja). Ulkoseinän heikon lämmöneristyksen vuoksi sisäilman kosteus voi kondensoitua kylmään välipohjarakenteeseen ulkoseinän reuna-alueilla.

**7.2 Havainnot**



Kuva 58. Siivouskomeron muovimaton alla on kemiallinen haju.



Kuva 59. Sisäänkäyntiaulan yläpuolella IV-konehuoneessa mustaa liimaa jäänyt lattiaan (mahdollisesti sisältää asbestia).



Kuva 60. Opettajanhuoneen katossa akustovillalevyjä. Ei reunakäsittelyä levyjen saumoissa.



Kuva 61. Villakuidut voivat irrota akustolevyistä ja heikentää sisäilmanlaatua.



Kuva 62. Opettajanhuoneen eteisen alakaton taustalla asbestipitoista levyä. Levyä rikottu alakaton kiinnikkeitä ja putkia varten.



Kuva 63. 2.krs luokkatiloissa muovimaton alla ei havaittu voimakkaita hajuja.

### 7.3 Mikrobianalyysit

Välipohjarakenteiden eristemateriaaleista otettiin 3kpl materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten. Näytteenottoaikat merkitty tutkimuskarttaan (Liite 1). Analyysitulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä: 2

- Näytteet M3 ja M4 otettiin liikuntasalin välipohjan villaeristeistä. **Molemmissa näytteissä on viite vauriosta.**
- Näyte M5 otettiin 2.krs siivouskomeron välipohjarakenteen korkkieristeestä. Näytteessä ei havaittu viitettä vauriosta.

#### Analyysitulokset ja tulkinta:

- Näytteissä M3 ja M4 runsaasti aktinobakteerien pesäkkeitä. Erityisesti M3 näytteessä *Aspergillus Ustus* sienikasvuston pesäkkeitä on paljon. Aktinobakteerit ja A.Ustus ovat kostesvaurioita indikoivia mikrobilajeja.
- Näytteessä M5 ei ollut minkäänlaista mikrobikasvustoa.

### 7.4 VOC-analyysi

Välipohjan muovimatosta otettiin 1 kpl materiaalinäytteitä VOC -analyysiä varten. Näytteen otettiin myös hieman liimaa ja tasoitetta. Näytteenottoaikat merkitty tutkimuskarttaan (Liite 1). Analyysitulokset liitteessä 3.

#### Analyysitulokset ja tulkinta:

- **Näytteessä VOC 3** (PVC -muovimatto, luokka A4 / 207) ei havaittu viitearvoja ylittäviä määriä VOC -yhdisteitä.

Välipohjan muovimatosta otetusta näytteestä ei havaittu viitettä vauriosta. Myös aistinvaraisesti haju hyvin mieta.

## 7.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tutkimuksissa todettiin vaurioita liikuntasalin välipohjan eristevilloissa. Mahdollinen syy vaurioihin on mahdollisesti runsas pesuveden käyttö jossain vaiheessa käyttöhistoriaa. Eristevillojen vauriot voivat heikentää sisäilmanlaatua liikuntasalissa. Puulattia ei ole tiivis materiaali ja salin käyttö aiheuttaa lattiarakenteeseen pumppaavaa liikettä, mikä voi saada ilman liikkumaan eristevilloista sisäilmaan.

2.krs IV-konehuoneessa koneiden alle jäänyt vanhaa mustaa liimaa. Musta liima voi sisältää asbestia. Liimaa ei ole kapseloitu.

Opettajanhuoneen katossa havaittiin lasivillaisia akustolevyjä, joiden reunat auki. Villoista voi irrota helposti villakuituja sisäilmaan mm. ilmanvaihdon vaikutuksesta. Akustovillalevyjä oli myös muissa tiloissa, mutta niiden reunat olivat mm. paneloitu.

### 7.5.1 Toimenpide-ehdotukset

- **Korjausvaihtoehto 1 (VE1), kevyt korjaus. Tavoitteellinen käyttöikä n. 3-5 vuotta:**

- Akustovillalevyjen reunakäsittely esim. listoittamalla levyjen reunat
- Liikuntasalin lattiarakenteen tiivistäminen esimerkiksi muovimatolla. Muovimaton liitos seinään tehtävä tiiviiksi.
- Voidaan harkita myös liikuntasalin lattiarakenteen alipaineistamista
- Välipohjan läpivientien tiivistäminen vedeneristemassalla

Korjausehdotuksella VE1 saavutetaan n. 3-5 vuoden käyttöikä. Käyttöään lopulla erityisesti liikuntasalin lattian vaurioituneet eristeet aiheuttavat riskin sisäilman laadun heikkenemiselle.

- **Korjausvaihtoehto 2 (VE2) välipohjarakenteiden uusiminen. Tavoitteellinen käyttöikä n. 20-30 vuotta:**

- Akustovillojen purku ja uusien reunakäsiteltujen levyjen asentaminen. Tarvittaessa tarkemman akustointisuunnitelman laatiminen akustiikan parantamiseksi.
- Liikuntasalin välipohjarakenteen uusiminen. Vaurioituneet villaeristeet tulee purkaa ja alusta puhdistaa huolellisesti.
- Havaittujen asbestipitoisten materiaalien poisto, asbestikartoitus
- Vähintään vanhempien muovimattopinnoitteiden uusiminen (mm. siivouskomero)
- Rakenteiden tiiviyden parantaminen mm. rakenteiden liittymien ja läpivientien kohdilla.

Korjausehdotuksella VE2 saavutetaan n. 20-30 vuoden käyttöikä. Sisäilmaa heikentävät tekijät poistetaan kauttaaltaan.

## 8 Sisäilma ja ilmanvaihto

Ilmanvaihtoa tutkittiin merkkisavulla otantana, hiilidioksidi- ja paine-ero mittauksin ja aistinvaraisesti. IV-kanavien sisäpinoilta otettiin 3 kpl näytteitä teollisten mineraalikuitujen tunnistusta varten.

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. IV-konehuoneita on 2kpl.

Sisäilman laatua tarkasteltiin aistinvaraisesti.

### 8.1 Havainnot

#### 8.1.1 Aistinvaraiset havainnot sisäilman laadusta

Yleisesti tiloissa ilmanlaatu oli aistinvaraisesti hyvä. Yksittäisissä tiloissa todettiin poikkeamia, jotka on mainittu alla.

Varastossa 003 havaittiin selvästi voimakas maakellarimainen haju. Hajun lähdettä ei onnistuttu tarkasti paikantamaan aistinvaraisin havainnoin eikä rakenneavauksella. Todennäköisesti hajuhaitta tulee maanvastaisen seinän villatilasta, joka on riskirakenne.

Pääsisäänkäynnin tuulikaapissa todettiin tunkkainen haju. Mahdollinen syy hajuun on alapohjan epätiiviyyskohdissa.

Musiikkiluokan varastossa havaittiin tunkkainen haju, joka liittyy todennäköisesti lattiamattoon. Lattiamaton näytepalassa todettiin tunkkainen haju. Tilassa on lisäksi tilassa huomattavan lämmin. Tilassa ei ole ollenkaan tuloilmaventtiileitä, vain poistoilma.

1.krs korjattujen alueiden muovimattojen pohjissa havaittiin kemiallista hajua. Hajua ei kuitenkaan aistinvaraisesti ollut havaittavissa sisäilmassa.

Luokkatiloissa 208 ja 212 todettiin tunkkainen ilma, johon todennäköinen syy on liian vähäinen ilmanvaihto. Tuloilman ilmavirtaus todettiin näissä tiloissa heikoksi.

Opettajanhuoneen vaatenaulakolla havaittiin maakellarimaista hajua. Hajua todettiin ajoittain myös tilassa, mutta opettajien loman aikana hajua ei enää havaittu.



Kuva 64. Varastossa 003 oli maakelalrimainen haju.



Kuva 65. Musiikkiluokan varastossa oli tunkkainen haju. Puutteellinen ilmanvaihto (ei tuloa).

### 8.1.2 Ilmanvaihdon toimivuustarkastelut merkisavulla

Ilmanvaihdon toimivuutta tarkasteltiin merkisavun avulla. Havaintojen perusteella osassa tiloja ilmanvaihto on tehoton, tuloilmaventtiilit suunnattu väärin / tuloilma ei riitä huuhtelemaan koko tilaa. Havaintojen perusteella havaittiin myös tiloja, joissa ilmanvaihto toimi hyvin.

- luokissa 208 ja 212 tuloilmapuhallus todettiin olevan erityisen heikko (heikompi kuin muissa luokissa). Heikon ilmanvaihdon vuoksi tiloissa todettiin tunkkainen/raskas ilma.



Kuva 66. Poistoilmaventtiileitä luokan katossa ja tuloilma putki alla. Ilmanvaihdossa syntyy osittain oikosulkuvirtaus.



Kuva 67. Poistoilmaventtiileitä luokan katossa ja tuloilma putki alla. Ilmanvaihdossa syntyy osittain oikosulkuvirtaus.





Kuva 68. 101 Kuvaamataitoluokassa tuloilmaventtiilit ovat liitutaulun päällä. Merkkisavulla havaittiin, että tuloilma huuhtelee vain luokan etuosaa.



Kuva 69. Musiikkiluokassa tuloilmaventtiilit vain toisella puolen tilaa. Tuloilma huuhtelee vain osan luokasta.

## 8.2 IV-kanavien puhtaus ja kuidut

IV-kanavien puhtautta tarkasteltiin aistinvaraisesti. Lisäksi otettiin 3 kpl kuitunäytteitä teollisten mineraalikulitujen tunnistusta varten.

IV-kanavissa oli silminnähdyn pölykertymää sisäpuolella. Pöly väriltään kellertävää, joka todennäköisesti viittaa ulkoilman siitepölyyn. Ilmanvaihtokanavien pölyisyys voi johtua ilmanvaihtokoneen suodatustasosta tai ilmanvaihtokanavien nuohouksen puutteesta.

IV-kanavista otettiin 3 kpl näytteitä teollisten mineraalivillakulitujen tunnistusta varten. Näytteet otettiin 1.krs kuvaamataitoluokasta sekä 2.krs A1 ja A4 luokkien tuloilmakanavista. **Kaikissa näytteissä oli kivivilakuituja.** Villakuidut voivat olla peräisin mm. ilmanvaihtokoneiden äänenvaimentimista IV-koneista (IV-koneita ei tutkittu tässä yhteydessä). Tuloilmasta tuleva mineraalivillakuidut voivat aiheuttaa oireilua sisäilmassa. Mineraalivillakulitujen tunnistus tarkemmin liitteessä: 4.

Opettajanhuoneessa havaittiin tuloilmanvaihdon päätte-elimissä lasivillaisia äänenvaimennin-tilloja. Villoja ei pintakäsitelty, joten niistä voi päästä villakuituja sisäilmaan.





**Kuva 70.** Kuvaamataitoluokan tuloilmakanavassa on kellertävää pölyä.



**Kuva 71.** 2.krs luokan tuloilmakanavan sisäpuolta. Kanavan pohjalla on kellertävää pölyä.



**Kuva 72.** Opettajanhuoneen eteisessä alakattomallinen tuloilmalein.



**Kuva 73.** Ilmanvaihtolimessä on keltaista lasivillaa sisäpuolella. Villalevyissä ei ole pintakäsittelyä, lasivillaa voi irrota ilmavirran mukana sisäilmaan.

### 8.3 Paine-eromittaukset

Paine-eromittauksia sisäilman ja ulkoilman välillä tehtiin 5:ssä tilassa kahdessa kahden viikon jaksossa. Ensimmäinen seurantajakso oli joululoman aikaan 20.12.2018-3.1.2019 ja toinen seurantajakso 3.1.2019-17.1.2019 kun koulu oli normaalisti käytössä. Tulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 8.

- Juhlapyhien aikaan (joulu ja uusi vuosi) aikaan kaikissa mittapisteissä havaittiin poikkeama, joka todennäköisesti johtuu IV-koneiden sammuttamisesta. Koneiden sammuttamiseen viittaavia mittaustuloksia havaittiin myös yksittäisinä päivinä muulloinkin. Mittauksissa rakennuksen painesuhde muuttuu alipaineiseksi, kun koneet sammutetaan.
- Opettajainhuoneen (tila 121) mittauspiste on 1.kerroksessa länsiseinustalla. Painesuhde on mittausten perusteella hyvin lähellä tasapainitilaa. Mittausten tulkintaa vaikeutti mittarin ajoittainen sammuminen ja mittausputken tukkeutuminen. Onnistuneella mittausjaksolla keskimääräinen alipaine sisäilmassa oli -0,2...-0,5 Pa. Paikalla tehtyjen havaintojen mukaan opettajain huoneen paine-ero vaihteli noin -4 Pa alipaineesta (kun ovi käytävään oli kiinni), + 4 Pa ylipaineeseen (kun ovi käytävään auki). Piikkimäisen voimakkaan paine-eron vaihtelun syynä on ulkoilman tuulisuus ja tiloissa tapahtuva toiminta (ovien avaukset ja sulkemiset).
- Kuvaamataitoluokassa (101) 1. kerroksessa (seinät itään ja pohjoiseen, mittapiste itäsisivulla). Normaalina työviikkoina keskimääräinen ylipaine tilassa on +4,6 Pa. Piikkimäisen voimakkaan paine-eron vaihtelun syynä on ulkoilman tuulisuus ja tiloissa tapahtuva toiminta (ovien avaukset ja sulkemiset).
- 2.krs luokassa A1 (201) (seinät itään ja pohjoiseen, mittapiste itäsisivulla). Normaalissa käytössä sisäilma on ylipaineinen. Paine-ero ulkoilmaan nähden keskimäärin +4,7 Pa. Piikkimäisen voimakkaan paine-eron vaihtelun syynä on ulkoilman tuulisuus ja tiloissa tapahtuva toiminta (ovien avaukset ja sulkemiset).
- 2.krs luokassa B4 (208) (seinä itään) sisäilma ylipaineinen. Normaalissa käytössä sisäilma on ylipaineinen. Paine-ero ulkoilmaan nähden keskimäärin +4,4 Pa. Piikkimäisen voimakkaan paine-eron vaihtelun syynä on ulkoilman tuulisuus ja tiloissa tapahtuva toiminta (ovien avaukset ja sulkemiset).
- 2. krs luokassa B3 (209) mittapiste on länsiseinustalla. Normaalissa käytössä sisäilma on ylipaineinen. Paine-ero ulkoilmaan nähden keskimäärin +4,4 Pa. Piikkimäisen voimakkaan paine-eron vaihtelun syynä on ulkoilman tuulisuus ja tiloissa tapahtuva toiminta (ovien avaukset ja sulkemiset).

Yleisesti mittausten perusteella voidaan todeta, että ilmanvaihtokoneiden toiminta aiheuttaa rakennuksessa reilun 4 Pa ylipaineen. Todennäköisen IV.-koneiden sammutuksen vuoksi rakennuksen painesuhde muuttuu alipaineiseksi hetkellisesti. Opettajainhuoneessa alipaineisuutta mitattiin myös normaalin työviikon aikana. Paine-eromittauksen aikana havaitut piikkimäiset paineenvaihtelut johtuvat todennäköisesti ulkoilman tuuliolosuhteista ja tilojen toiminnasta (mm. ovien aukaiseminen ja sulkeminen). Mittausjakson aikana 31.12.2018-2.1.2019 poikkeuksellisen kova tuuli alueella (myrskyvaroitus).

## 8.4 Hiilidioksidimittaukset

Hiilidioksidimittauksia suoritettiin 3:ssa tilassa 2 viikon seurantana. Seuranta-aika 3.1 – 17.1.2019. Mittaustulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä: 7.

- 2.krs luokassa A1 (201) korkein mitattu hiilidioksidipitoisuus oli 1080 ppm. Pitoisuudet vaihtelevat koulupäivän aikana 530...1050 ppm välillä. Hiilidioksidipitoisuus taso täyttää sisäilmaluokituksen alimman tason S3 (=tyydyttävä).
- 2.krs luokassa B3 (209) korkein mitattu hiilidioksidipitoisuus oli 1430 ppm. Pitoisuudet vaihtelevat koulupäivän aikana 490...1430 ppm. Hiilidioksidipitoisuus taso ei täytä sisäilmaluokituksen alinta tasoa S3 (=tyydyttävä). Mittaustulos 1430 ppm on lähellä terveysperusteista viitearvoa (1500 ppm). Tilan ilmanvaihto on heikko.
- 2.krs luokassa B4 (208) korkein mitattu hiilidioksidipitoisuus oli 1640 ppm. Pitoisuudet vaihtelevat koulupäivän aikana 440...1640 ppm. Hiilidioksidipitoisuus taso ei täytä sisäilmaluokituksen alinta tasoa S3 (=tyydyttävä). Normaalina koulupäivänä tyypillisesti ylittää 1400 ppm:n taso. Yksittäisen päivänä hiilidioksidipitoisuus ylittää terveysperusteisen viitearvon 1500 ppm. Tilan ilmanvaihto on heikko.

Hiilidioksidimittausten perusteella ilmanvaihto heikkoa luokissa B3 ja B4. Luokassa A1 ilmanvaihto on tyydyttävällä tasolla. Mittaustulokset ovat aina suhteessa käyttäjämääriin. Luokkien henkilömääriä ei tässä tutkimuksessa huomioitu eikä käyttäjämäärien vaikutusta tuloksiin pystytty arvioimaan.

## 8.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtomäärät rakennuksessa ovat osin riittämättömiä, hiilidioksidimittausten ja aistinvaraisten havaintojen perusteella. Hiilidioksidimittausten perusteella (3 mittapistettä) sisäilmaluokituksen tyydyttävä taso täyttyi vain yhdessä mittapisteesä. Luokassa B4 hiilidioksidi taso ylittää ajoittain terveysperusteisen viitearvon 1500 ppm. Luokan B4 käyttäjät ovat kokeneet tilan huonoa sisäilmaa, joka todennäköisesti johtuu heikosta ilmanvaihdosta.

Yksittäisissä tiloissa tuloilman päätelaitteita sijoitettu usein siten, ettei raitis ilma pääse huuhtelemaan koko tilaa. Ilma ei vaihdu tiloissa tasaisesti.

Paine-eromittausten perusteella rakennuksessa on koulupäivinä yleisesti lievä ylipaine (n. 4 Pa), joka johtuu ilmanvaihdon säädöistä. Ajoittain hetkellinen ylipaine syntyy ulkoilman tuulisuuden ja tuulen suunnan muutoksista sekä tiloissa tapahtuvasta käytöstä. Juhlapyhinä ja viikonloppuna koneet olivat todennäköisesti pois päältä, jolloin rakennus oli lievästi alipaineinen. Ylipaine vähentää ilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan. Ajoittain alipaine voi aiheuttaa epäpuhtauksien kulkeutumista rakenteista sisäilmaan ilmapuotojen seurauksena. Pitkäaikainen ylipaine voi aiheuttaa rakenteisiin haitallista kosteusrasitusta ilmanvuotokohdissa.

Tuloilmakanavista löydettiin kivivillakuituja. Kuitulähde voi olla ilmanvaihtokoneiden äänenvaimentimet, joista irtoaa villakuituja. Sisäilmassa villakuidut heikentävät sisäilman laatua ja voivat aiheuttaa oireilua tilojen käyttäjissä.

Paikoin todetut hajuhavainnot voivat heikentää sisäilmanlaatua. Rakenteista peräisin olevia hajuhaittoja todettiin voimakkaimmin 003 varastossa ja pääsisäänkäynnin tuulikaapissa. Rakenteista tuleva tunkkainen haju viittaa rakenteiden epätiiviyteen.

### 8.5.1 Toimenpide-ehdotukset

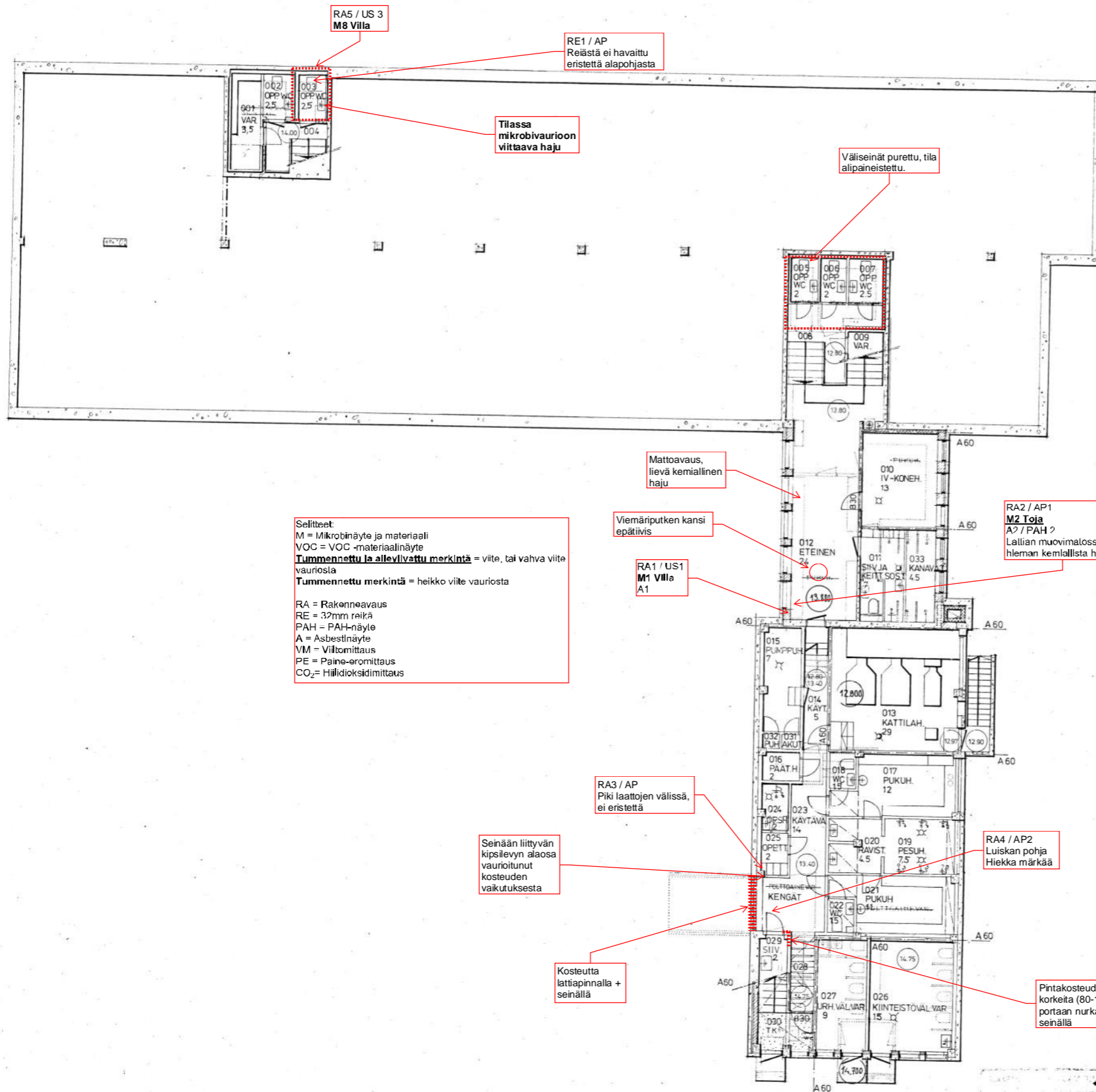
Ilmanvaihdolla on merkittävä rooli rakennuksen sisäilmaston kannalta. Tässä yhteydessä esitetyt toimenpide-ehdotukset on arvioitava erikseen kunkin rakenteellisen korjausehdotuksen yhteydessä.

- **Korjausvaihtoehto 1 (VE1) on ilmanvaihdon paikallinen parantaminen ja rakennuksen ylipaineistaminen. Korjauksella hankitaan lisää elinikää rakennukselle (tavoitteellinen käyttöikä 3-5 vuotta):**
  - o Ilmanvaihtoa suositellaan parantaa paikallisesti tiloissa, joissa ilmanvaihto ei nyt riitä. Yksittäisiin tiloihin voidaan asentaa erillinen ilmanvaihtokone. Oleva ilmanvaihto tulpataan yksittäisissä tiloissa, jolloin saadaan muualle rakennukseen lisättyä ilmamääriä.
  - o Rakennuksen painesuhteiden säätö hieman ylipaineiseksi +5 Pa. Ylipaine vähentään rakenteista tulevien ilmapuotoja riskiä.
  - o Olevien ilmanvaihtokoneiden ja päätelaitteiden villaeristeiden poisto/pinnoitus. Estetään kuitujen pääsy sisäilmaan. Kanavien nuohous villaeristeiden korjauksen jälkeen.
  - o Tarvittaessa uusien päätelaitteiden ja kanavien asentaminen tiloihin, joissa ilma ei vaihdu tasaisesti.

Korjausvaihtoehdolla VE1 saavutetaan n. 3-5 vuoden käyttöikä. Painesuhteita on seurattava rakennuksen käyttöajan ajan. Liika alipaineisuus voi korostaa rakenteista tulevien epäpuhtauksien määrää ilmavirtojen mukana.

- **Korjausvaihtoehto 2 (VE2) on ilmanvaihdon perusteellinen uusiminen. Jos rakennuksessa päädytään rakenteiden perusparannukseen, on suositeltavaa uusia ilmanvaihtokoneet (tavoitteellinen käyttöikä 30 vuotta):**
  - o Kokonaisvaltainen ilmanvaihdon suunnittelu kohteeseen
  - o IV-koneiden uusiminen (vanhat ovat käyttöikänsä lopussa)
  - o Ilmanvaihdon uusiminen edellyttää ulkovaipparakenteelta hyvää tiiviyyttä





Selitteet  
 M = Mikrobinäyte ja materiaali  
 VOC = VOC -materiaalinäyte  
**Tummennettu ja alleilvattu merkintä** = viite, tai vahva viite vauriosla  
**Tummennettu merkintä** = heikko viite vauriosta  
 RA = Rakenneavaus  
 RE = 32mm reikä  
 PAH = PAH-näyte  
 A = Asbestinäyte  
 VM = Viiltomittaus  
 PE = Paine-eromittaus  
 CO<sub>2</sub> = Hiilidioksidimittaus

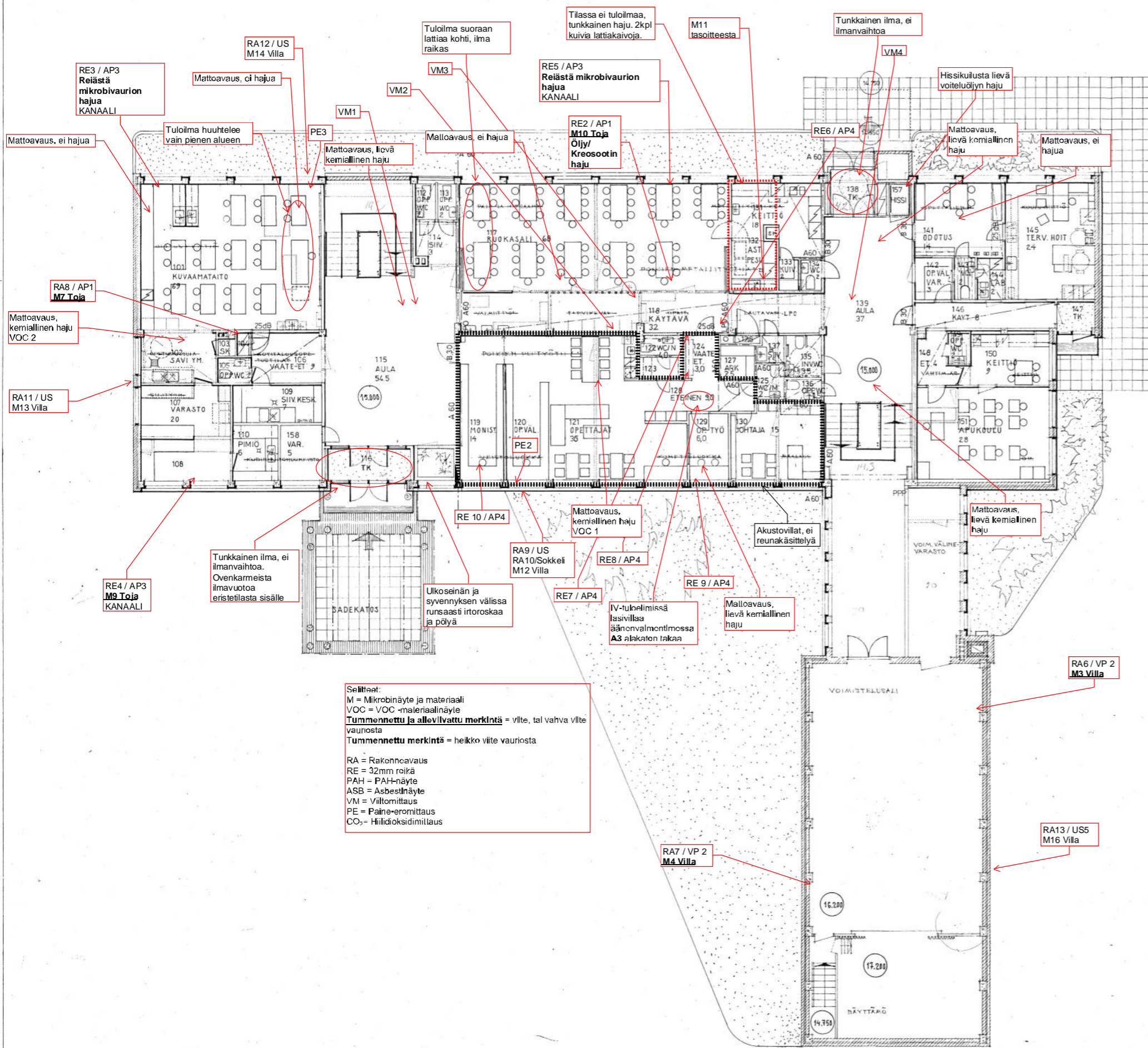
# SIMON KOULUKESKUS

5860 m<sup>2</sup>  
 koulukäyt. 1084 m<sup>2</sup>  
 varust. os. 25 m<sup>2</sup>

MAASEUDUN KESKUS TARKENNUKSETOIMISTO OY  
 SIMO Aseman kansikoulu  
 1885 A KELLARIKERROS 1/100  
 4  
 1997

Kassa/Kylä	Kortteli/Tila	Toimitt./Rm:o	Viranomaisen arkistointimerkintä/varten
SIMO			
Rakennustilanyhtiö	Sanitehtäjä	Piirustaja	Piir. n:o
SANEERAUS		PÄÄPIIRUSTUS	102
Rakennuksen nimi ja osite	Piirustuksen sisältö		Mittakaavat
ALA-ASTE	KELLARIKERROS		1:100
SIMO			
ARKKITEHTITOIMISTO OY JOUNI KOISO-KANTILA			
NOKELANTIE 35		90140 OULU 14	
31.10.1986		PUH 091 334	





**Seitit:**  
 M = Mikrobinäyte ja materiaali  
 VOC = VOC -materiaalinäyte  
**Tummennettu ja alleilvattu merkintä** = viite, tai vahva viite vauriosta  
**Tummennettu merkintä** = heikko viite vauriosta  
  
 RA = Rakonnoaus  
 RE = 32mm reiä  
 PAH = PAH-näyte  
 ASB = Asbestinäyte  
 VM = Viiltomittaus  
 PE = Paine-eromittaus  
 CO<sub>2</sub> = Hiilidioksidimittaus

# SIMON KOULUKESKUS

SIMON KOULUKESKUS  
 SIMO Aseman kansakoulu  
 1685A 2. KERROS 1/100  
 21.5.87

Kassa/Kylä	Kortti/Tila	Fontti/lin:o	Virenomaisen arkistointimerkintä varten
SIMO			
Rakennusvaihe	Piirustustila	Piir. n:o	
SANEERAUS	PAAPIIRUSTUS	103	
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Piirustuksen alähtö	Mittakaavat	
ALA-ASTE	1. KERROS	1:100	
SIMO			
ARKKITEHTITOIMISTO OY JOUNI KOISO-KANTILA			
NOKELANTIE 35		90140 OULU 14	PUH 9888304
31.10.1986			





A-Insinöörit Suunnittelu Oy  
Petri Sippola  
Alasintie 10  
90400 OULU



## Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

**Näytteenottaja:** Petri Sippola  
**Näytteenottoaika:** SAL  
**Näytteenotto päivämäärä:** 3.1.2019  
**Vastaanotto päivämäärä:** 7.1.2019  
**Näytemäärä:** 11 kpl

**Analyysimenetelmä:** Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-031) Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.  
Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ = runsaasti (50-200 pmy/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 pmy/malja).  
Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.  
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

### Mikrobiryhmät

### Kasvatusalustat

		<u>Kasvatus- lämpötila</u>	<u>Kasvatus- aika</u>
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

### Tutkitut näytteet

- SAL, M1, maanvastainen seinä, villaeriste+tervaperi
- SAL, M2, alapohja, toja-eriste
- SAL, M3, välipohja, liik.sali, villa-eriste
- SAL, M4, välipohja, liik.sali, villa-eriste
- SAL, M5, välipohja, korkkieriste
- SAL, M6, ulkoseinä, villaeriste
- SAL, M7, alapohja, toja-eriste
- SAL, M8, maanvastainen seinä, villa-eriste
- SAL, M9, alapohja, toja-eriste
- SAL, M10, alapohja, toja-eriste
- SAL, M11, alapohja, lattiamatto+tasoite

### Tulosten tulkinta

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

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



## Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiilliset sienet			Mesofiilliset bakteerit ja aktinobakteerit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
1. M1	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> ++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * +(3)	
2. M2	<b>Yhteensä</b> ++ hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> ++ steriilit +	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Penicillium</i> ++	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Penicillium</i> ++	<b>Yhteensä</b> +++ Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +++	
3. M3	<b>Yhteensä</b> ++ <i>A. ustus</i> * ++(28) <i>Chaetomium</i> * +(2)	<b>Yhteensä</b> ++ <i>A. ustus</i> * ++(22) <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> ++ <i>A. ustus</i> * ++(23) <i>Chaetomium</i> * +(16) <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> ++ Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * ++(22)	
4. M4	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Penicillium</i> ++	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Penicillium</i> ++	<b>Yhteensä</b> ++ <i>A. ustus</i> * +(6) <i>Penicillium</i> ++	<b>Yhteensä</b> ++ Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * ++(21)	
5. M5	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
6. M6	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Engyodontium</i> * +(16)	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Engyodontium</i> * ++(37) steriilit +	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Engyodontium</i> * +(13)	<b>Yhteensä</b> ++ Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * ++(23)	
7. M7	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>A. ustus</i> * +(1) <i>Chaetomium</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> ++ Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * ++(28)	
8. M8	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>A. restrictus</i> * +(4) <i>A. ustus</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(1)	
9. M9	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Penicillium</i> + steriilit +	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>A. ustus</i> * + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> +++ Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +++	
10. M10	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> +++ <i>A. penicillioides</i> * +++ <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> ++ Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * ++	
11. M11	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	

\* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, A. = Aspergillus, Streptomyces = aktinobakteeri (sädesieni), pesäkemäärä ilmoitettu suluissa

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

**Tulkintaohje:**

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Työympäristölaboratoriot



---

Maija Kirsi  
tuotepäällikkö  
Kuopio



---

Maija-Liisa Lyytinen  
laboratoriomestari  
Kuopio

A-Insinöörit Suunnittelu Oy  
Petri Sippola  
Alasintie 10  
90400 OULU



## Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

**Näytteenottaja:** Petri Sippola  
**Näytteenottoaika:** SAL koulu  
**Näytteenottopäivämäärä:** 17.1.2019  
**Vastaanottopäivämäärä:** 21.1.2019  
**Näytemäärä:** 5 kpl

**Analyysimenetelmä:** Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-031) Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.  
Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ = runsaasti (50-200 pmy/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 pmy/malja).  
Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.  
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

### Mikrobiryhmät

Mesofiiliset sienet  
Mesofiiliset sienet  
Mesofiiliset sienet  
Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit

### Kasvatusalustat

Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)  
Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)  
2% mallasuuteagar (M2-agar)  
Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)

### Kasvatus- lämpötila

25 °C  
25 °C  
25 °C  
25 °C

### Kasvatus- aika

7 vrk  
7 vrk  
7 vrk  
7-14 vrk

### Tutkitut näytteet

12. SAL, ulkoseinä länteen, mineraalivilla
13. SAL, ulkoseinä pohjoiseen, mineraalivilla
14. SAL, ulkoseinä itään, mineraalivilla
15. SAL, ulkoseinä itään, mineraalivilla
16. SAL, ulkoseinä etelään, mineraalivilla

### Tulosten tulkinta

viittaa vaurioon  
viittaa vaurioon  
viittaa vaurioon  
vahva viite vauriosta  
vahva viite vauriosta

## Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiliset sienet						Mesofiliset bakteerit ja aktinobakteerit THG-agar
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		
12. M12	<b>Yhteensä</b> ++ <i>A. versicolor</i> * +(3) <i>Penicillium</i> ++	<b>Yhteensä</b> + <i>Acremonium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> ++ <i>A. versicolor</i> * +(6) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(14)			
13. M13	<b>Yhteensä</b> ++ <i>A. versicolor</i> * +(3) <i>Engyodontium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> ++	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Engyodontium</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Engyodontium</i> * +(3) <i>Penicillium</i> ++	<b>Yhteensä</b> + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(9)			
14. M14	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>A. versicolor</i> * +(4) <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> ++ Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * ++(22)			
15. M15	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Cladosporium</i> + hiivat, vaalea ++ <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> +++ <i>Cladosporium</i> +++ hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Cladosporium</i> + hiivat, vaalea + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -			
16. M16	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Penicillium</i> ++ <i>Rhizopus</i> <sup>o</sup> +	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> + <i>Rhizopus</i> <sup>o</sup> +	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Penicillium</i> ++	<b>Yhteensä</b> +++ Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * +++			

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

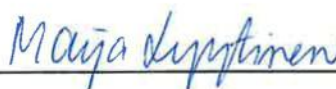
## Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

## Työympäristölaboratoriot



Maija Kirsi  
tuotepäällikkö  
Kuopio



Maija-Liisa Lyytinen  
laboratoriomestari  
Kuopio



A-Insinöörit Suunnittelu Oy  
Petri Sippola  
Alasintie 10  
90400 OULU



## VOC-analyysi materiaalinäytteestä

Näytteen kerääjät: Sippola  
Analyysin kuvaus: VOC-yhdisteiden bulk-emissio mikrokammiolla,  
Tulopvm.: 21.01.2019  
Käsittelijä(t): Susanna Viitasaari, Kim Kuusisto

## Analysointimenetelmä

Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammiolaitteella Micro-Chamber/Thermal Extractor,  $\mu$ CTE.

Materiaalinäytettä punnittiin kammioon, jonka kautta johdettiin puhdasta ilmaa Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-putkeen. Adsorptioputkeen adsorboituneet emissiotuotteet analysoitiin kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta, kyseiset aineet mukaanlukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Tulokset on ilmoitettu pitoisuutena näytegrammaa kohti ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ).

Tällä menetelmällä tehty materiaalianalyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä koeolosuhteissa.

## TYÖTERVEYSLAITOS

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 388987

25.01.2019

**VOC1 CK19-00222-1** Näyte/keräin: 253145  
 Mittauspaikka: SAL, koulu, opettajienhuone  
 Mittauskohde: VOC1, lattiamatto+liima+tasoite, P:3,55g  
 Analysointipvm.: 240119/KKU  
 Näytteenottoaika: 17.01.2019  
 Ilmamäärä: 2,07 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Haarautuneita C16-alkaaneja**	3	µg/m <sup>3</sup> g
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
Junipeeni	2	µg/m <sup>3</sup> g
Longisykleeni**	1	µg/m <sup>3</sup> g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	1	µg/m <sup>3</sup> g
C9-alkoholit**	580	µg/m <sup>3</sup> g
2-Etyyli-1-heksanoli	19	µg/m <sup>3</sup> g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	610	µg/m <sup>3</sup> g

**VOC2 CK19-00222-2** Näyte/keräin: 255388  
 Mittauspaikka: SAL, koulu, kuvaamataitoluokka  
 Mittauskohde: VOC2, lattiamatto+liima+tasoite, P:3,67g  
 Analysointipvm.: 240119/KKU  
 Näytteenottoaika: 17.01.2019  
 Ilmamäärä: 2,02 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Haarautuneita C16-alkaaneja**	3	µg/m <sup>3</sup> g
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Styreeni	1	µg/m <sup>3</sup> g
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
Junipeeni	1	µg/m <sup>3</sup> g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
C9-C10-alkoholit**	180	µg/m <sup>3</sup> g
2-Etyyli-1-heksanoli	4	µg/m <sup>3</sup> g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	190	µg/m <sup>3</sup> g

## TYÖTERVEYSLAITOS

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 388987

25.01.2019

**VOC3 CK19-00222-3** Näyte/keräin: 253617  
 Mittauspaikka: SAL, koulu, luokka A4, 2.krs  
 Mittauskohde: VOC3, lattiamatto+liima+tasoite, P:3,51g  
 Analysointipvm.: 240119/KKU  
 Näytteenottoaika: 17.01.2019  
 Ilmamäärä: 2,17 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
Haarautuneita C16-alkaaneja**	4	µg/m <sup>3</sup> g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
C9-alkoholit**	33	µg/m <sup>3</sup> g
2-Etyyli-1-heksanoli	11	µg/m <sup>3</sup> g
KETONIT		
Sykloheksanoni	2	µg/m <sup>3</sup> g
ESTERIT JA LAKTONIT		
Texanol 1)	5	µg/m <sup>3</sup> g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	60	µg/m <sup>3</sup> g

1) 2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolimonoisobutyraatti

### Tulosten tarkastelu

Näytteet on kerätty Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkiin.

Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettuja näytteitä.

Yhdellä tähdellä (\*) merkityt tulokset eivät ole akkreditoituja.

Kahdella tähdellä (\*\*) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn tai NISTin massaspektritietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

Kolmella tähdellä (\*\*\*) merkityt tulokset ovat semikvantitatiivisia, tunnistukseen on käytetty puhdasta vertailuainetta.

ISO 16000-6 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Tulokset on annettu yksikössä µg/m<sup>3</sup> haihtuneena grammaa kohti materiaalia (µg/m<sup>3</sup>g). Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

Bulk-emissioiden viitearvot eri materiaalityypeille:

1) PVC, jossa pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)

**TYÖTERVEYSLAITOS****ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 388987

25.01.2019

- TVOC 200 µg/m<sup>3</sup>g
- 2-Etyyli-1-heksanoli 70 µg/m<sup>3</sup>g

2) PVC, jossa pehmittimenä DINCH (di-isononyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyliftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliftalaatti)

- TVOC 500<sup>1</sup> µg/m<sup>3</sup>g
- 2-Etyyli-1-heksanoli 50 µg/m<sup>3</sup>g
- C9-alkoholit 320<sup>1</sup> µg/m<sup>3</sup>g

3) Tasoitteet ja betoni

- TVOC 50 µg/m<sup>3</sup>g
- 2-Etyyli-1-heksanoli 40 µg/m<sup>3</sup>g

4) Linoleum

- TVOC 650 µg/m<sup>3</sup>g
- Propaanihappo 100 µg/m<sup>3</sup>g

<sup>1</sup> viitearvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden perusteella emissiotasot kasvavat ajan funktiona

**TYÖTERVEYSLAITOS****ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 388987

25.01.2019

Työterveyslaitos Laboratoriotoiminta on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013 , SFS-EN ISO/IEC 17025.  
Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristölaboratoriot



Minna Hartonen  
erityisasiantuntija  
Helsinki



Kim Kuusisto  
laboratorioanalyttikko  
Helsinki

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.



<b>TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN TUNNISTUS</b>			
<b>Tilaaaja:</b>	A-Insinöörit Suunnittelu Oy		
<b>Kohde:</b>	SAK	<b>Tilauspäivä:</b>	7.2.2019
<b>Projektinnumero:</b>		<b>Toimituspäivä:</b>	7.2.2019
<b>Menetelmät:</b>			
Tilaajan toimittamista näytteistä tunnistettiin teolliset mineraalivillakuidut alkuaineanalyysillä käyttäen pyyhkäisyelektronimikroskooppia. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta			
<b>TULOKSET: Näytteenottaja: Petri Sippola</b>			
<b>Näyte</b>	<b>Materiaali / tila tai rakennusosa</b>	<b>Teolliset mineraalivillakuidut</b>	
SAK P1	Tuloilma, kuvaamataitoluokka	kivivilla	
SAK P2	Tuloilma, luokka A4	kivivilla	
SAK P3	Tuloilma, luokka A1	kivivilla	



Jussi Myllykangas  
Tutkija, FM  
050 4395 077



Saku Varpenius  
Tutkija, insinööri  
040 5743 685

<b>ASBESTIANALYYSI</b>			
<b>Tilaaaja:</b>	A-Insinöörit Suunnittelu Oy		
<b>Kohde:</b>	Näytteet SAL A1-A4	<b>Tilauspäivä:</b>	7.2.2019
<b>Projektinnumero:</b>		<b>Toimituspäivä:</b>	7.2.2019
<b>Menetelmät:</b>			
Asbestianalyysi on akkreditoitu menetelmä ja analyysi suoritetaan tilaajan toimittamista näytteistä soveltaen standardia ISO22262-1 optisella analyysillä käyttäen stereomikroskooppia sekä polarisaatiomikroskooppia ja/tai alkuaineanalyysillä käyttäen pyyhkäisy-elektronimikroskooppia. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiantoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.			
<b>TULOKSET: Näytteenottaja: Petri Sippola</b>			
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Menetelmä VM/EM*	Asbestipitoisuus
SAL A1	Maanvastainen seinä, tervapaperi	VM	Ei sisällä asbestia.
SAL A2	Alapohja, pikieriste	VM	Ei sisällä asbestia.
SAL A3	Alakatto, opettajain huone	VM	Sisältää asbestia, antofylliitti.
SAL A4	Yläpohja, tervapaperi	VM	Ei sisällä asbestia.

\*VM = polarisaatiomikroskooppi, EM = elektronimikroskooppi



Hanna Puotiniemi  
 Tutkija, FM  
 050 3259 213

PAH-ANALYYSI																				
Tilaja:		A-Insinöörit Suunnittelu Oy																		
Kohde:		Näytteet SAL A1-A4												Tilauspäivä:		7.2.2019				
Projektin numero:														Toimituspäivä:		7.2.2019				
Menetelmät:																				
Analyysi suoritettiin tilaajan toimittamasta näytteestä GC-MSD-menetelmällä. Analyysissä sovellettiin menetelmää ISO 18287. Menetelmän mittapövarmuus on 24%, ja tarkkaisuaste on 2,0 mg/kg. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Labroc Oy vastaa toimeksiantoista KST 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.																				
TULOKSET: Näytteenottaja: Petri Sippola [mg/kg]																				
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Naftaleeni	Asera(f)aleeni	Asera(f)eeni	Fluoroeni	Fenantreeni	Antraseni	Fluoranteeni	Pyreeni	Bertso(a)antraaceni	Kryseni	Bertso(b)fluoranteeni	Bertso(k)fluoranteeni	Bertso(a)pyreeni	Iridena(1,2,3-cd)pyreeni	Dibents(a,f)antraaceni	Bertso(g)peryleeni	PAH-yht.*		
SAL A2	Alapohja, pikieriste	< 2	< 2	< 2	< 2	14	< 2	10	10	6,2	12	< 2	2,3	7,5	< 2	< 2	< 2	62		

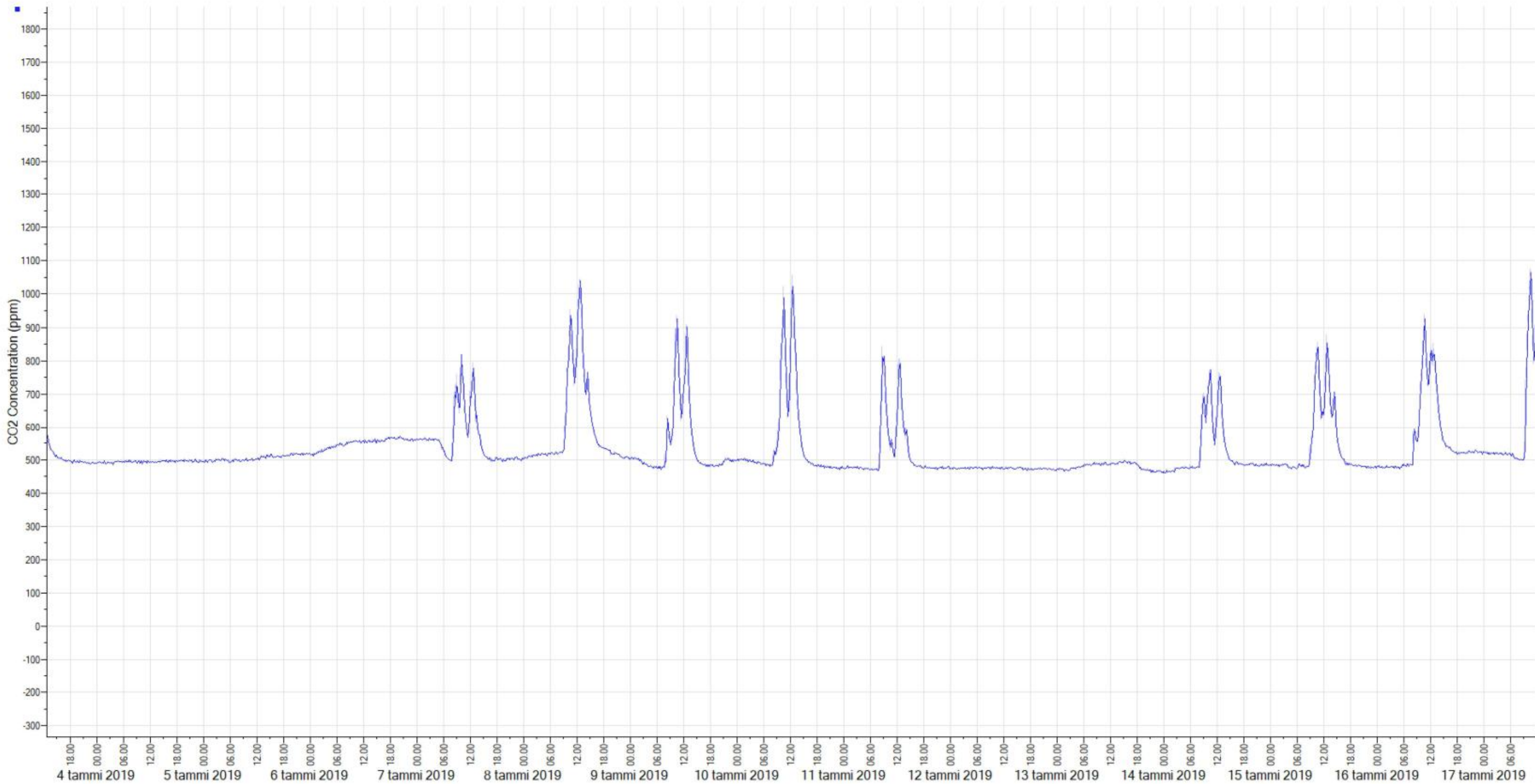
\* Vaarallisen raja-arvon 200 mg/kg (kokeenipiteus, 16 yleistettä) ylittävä tulos on ihavoitu

Näytettä SAL A2 vastaavat materiaalit voidaan PAH-pitoisuuden osalta käsitellä normaalisti.

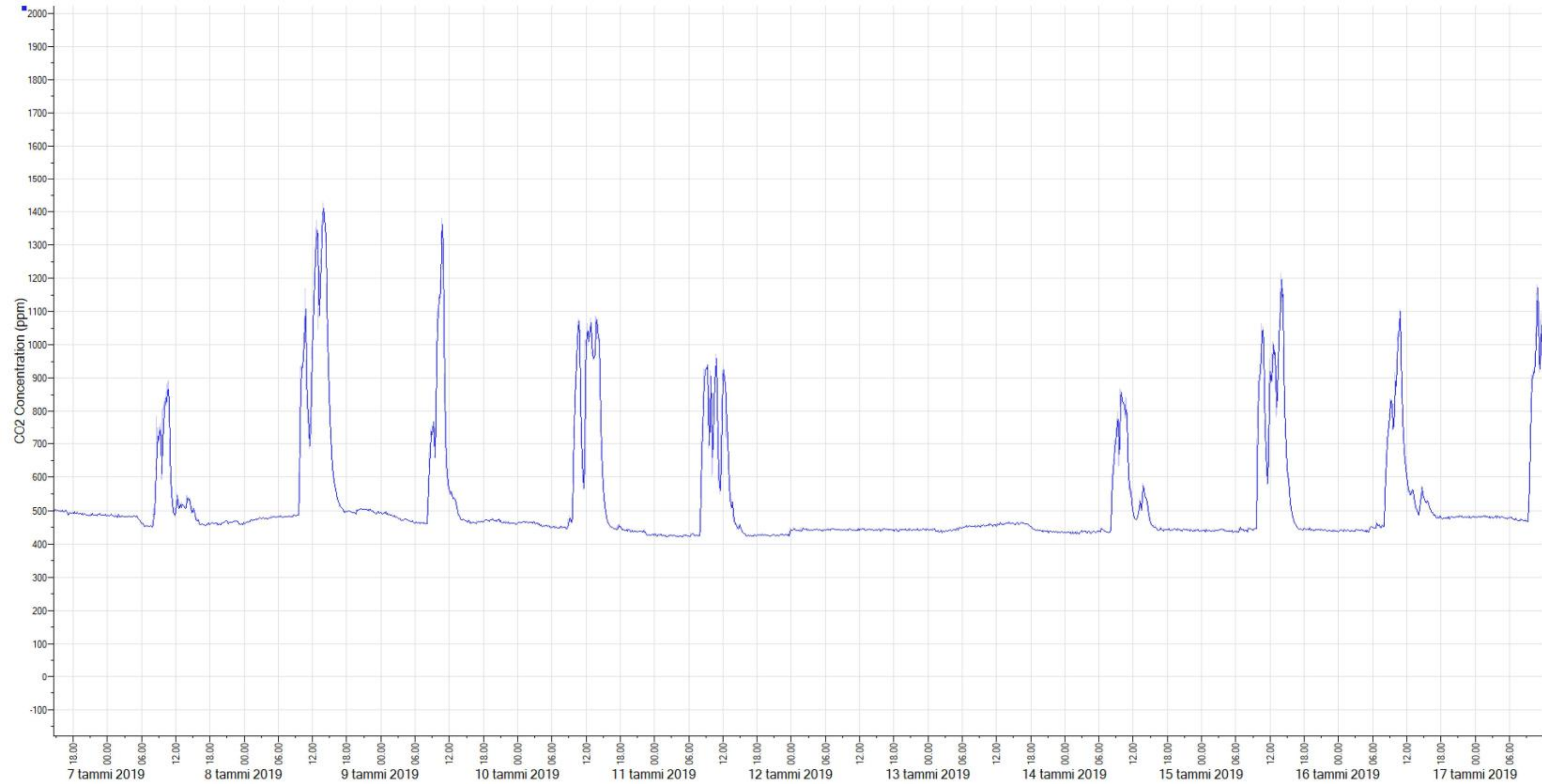


Mikko Kivelä  
 Tutkija, laboratorioanalytikko  
 050 4388 912

746365 CO2 Concentration Simo Luokka A1

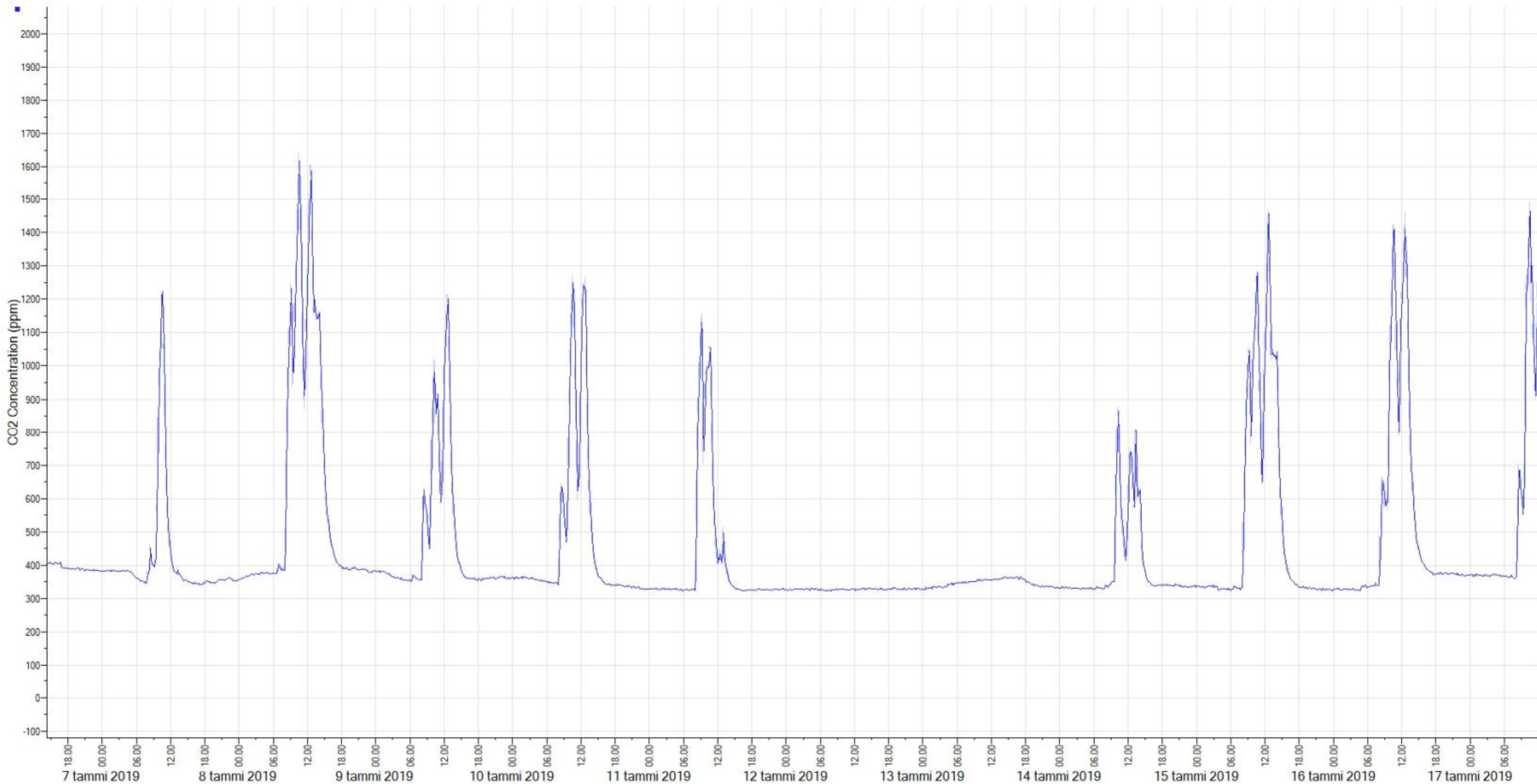


800896 CO2 Concentration Simo luokka B3

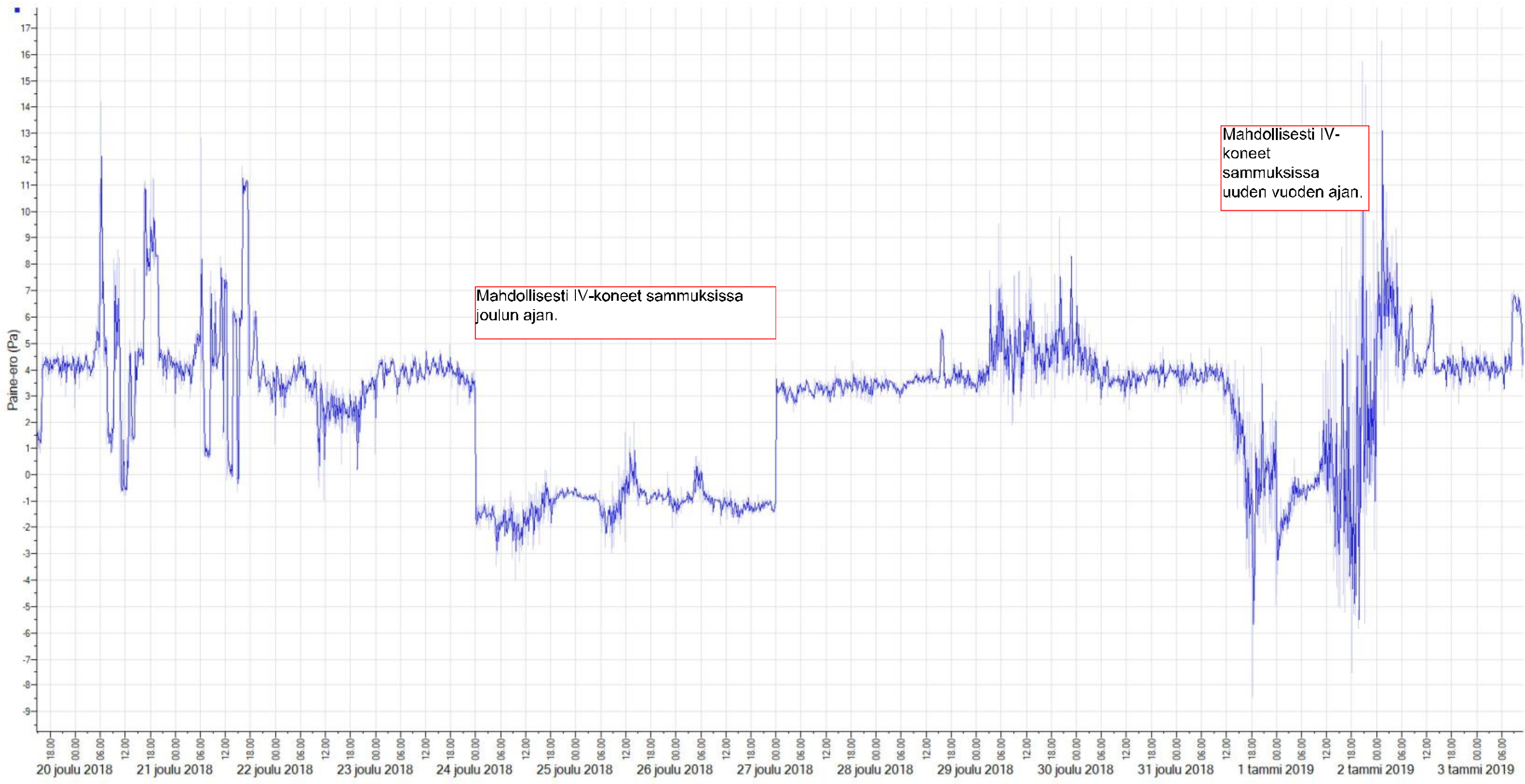




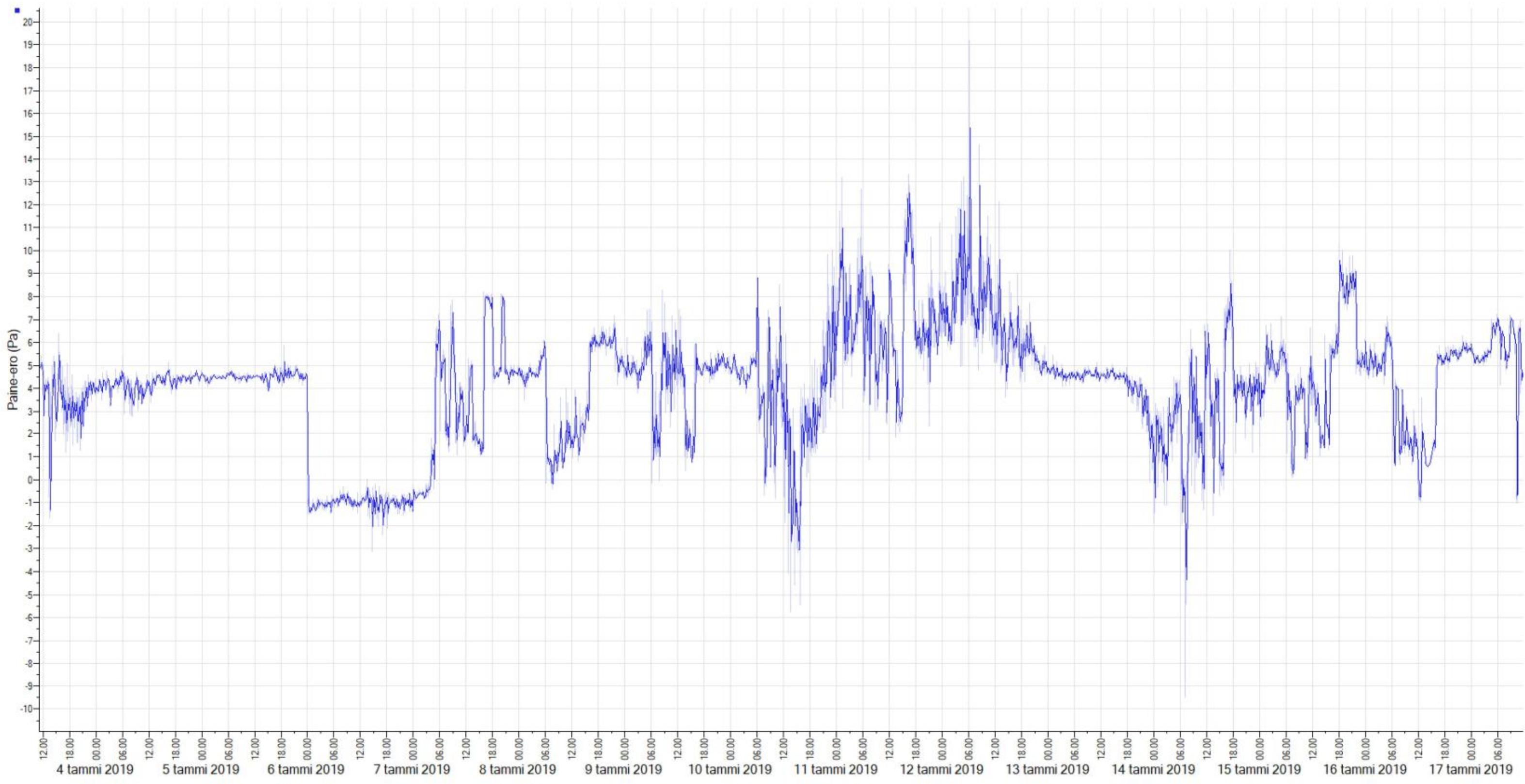
800921 CO2 Concentration Simo Luokka B4



793955 Paine-ero Simo luokka A1

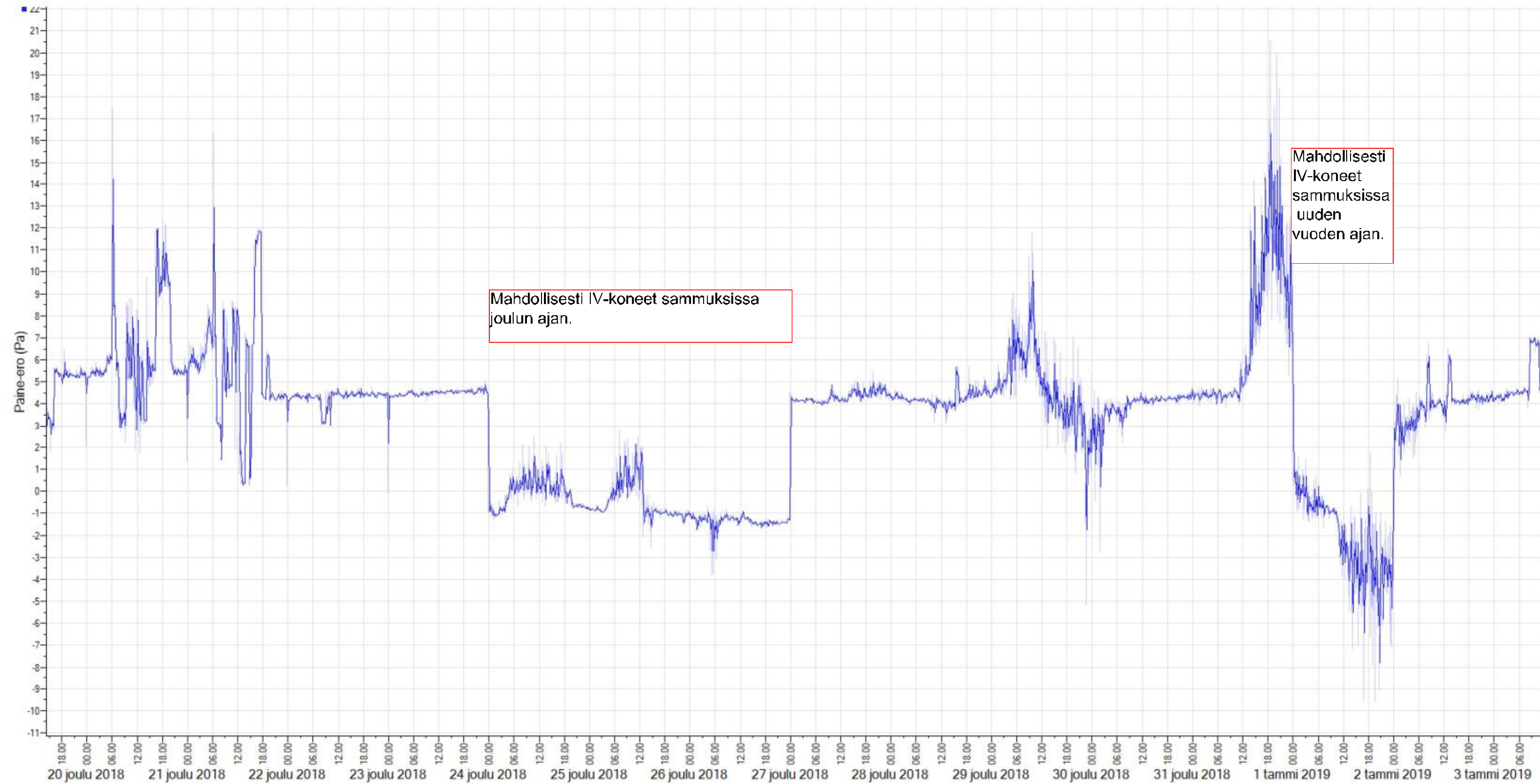


793955 Paine-ero Simo luokka A1

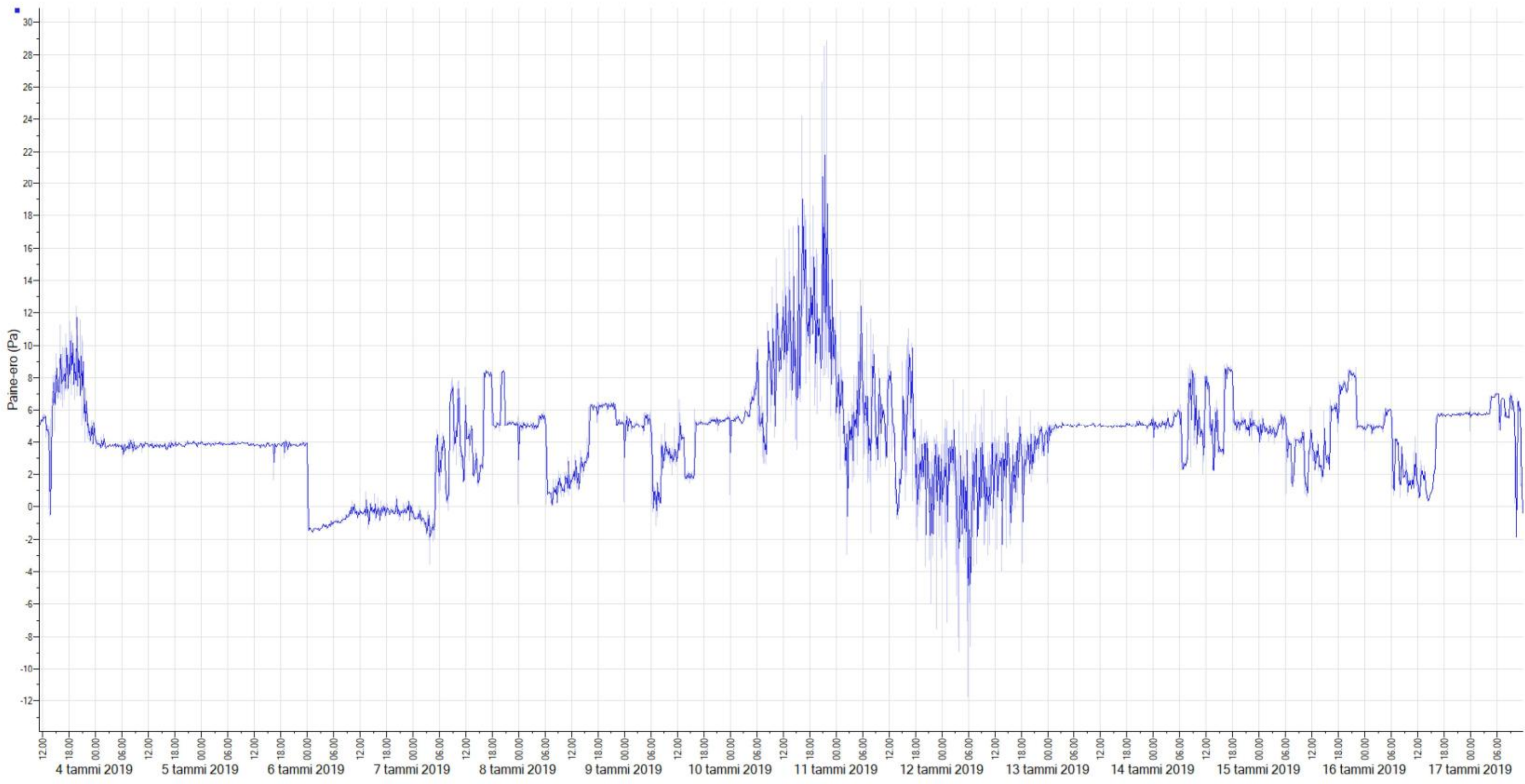




778517 Paine-ero Simon Ak luokka B3

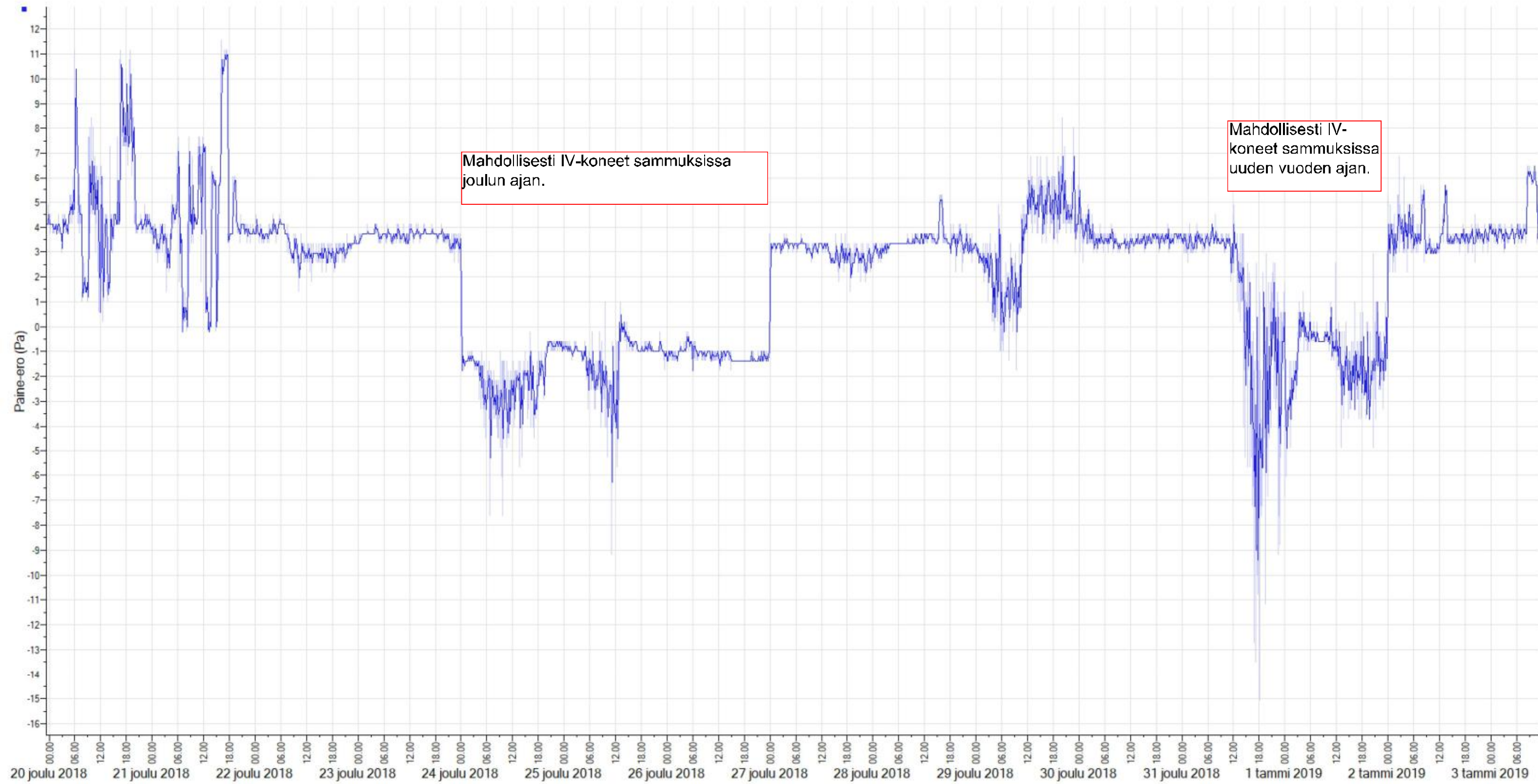


778517 Paine-ero Simon Ak luokka B3





758521 Paine-ero Simo luokka B4

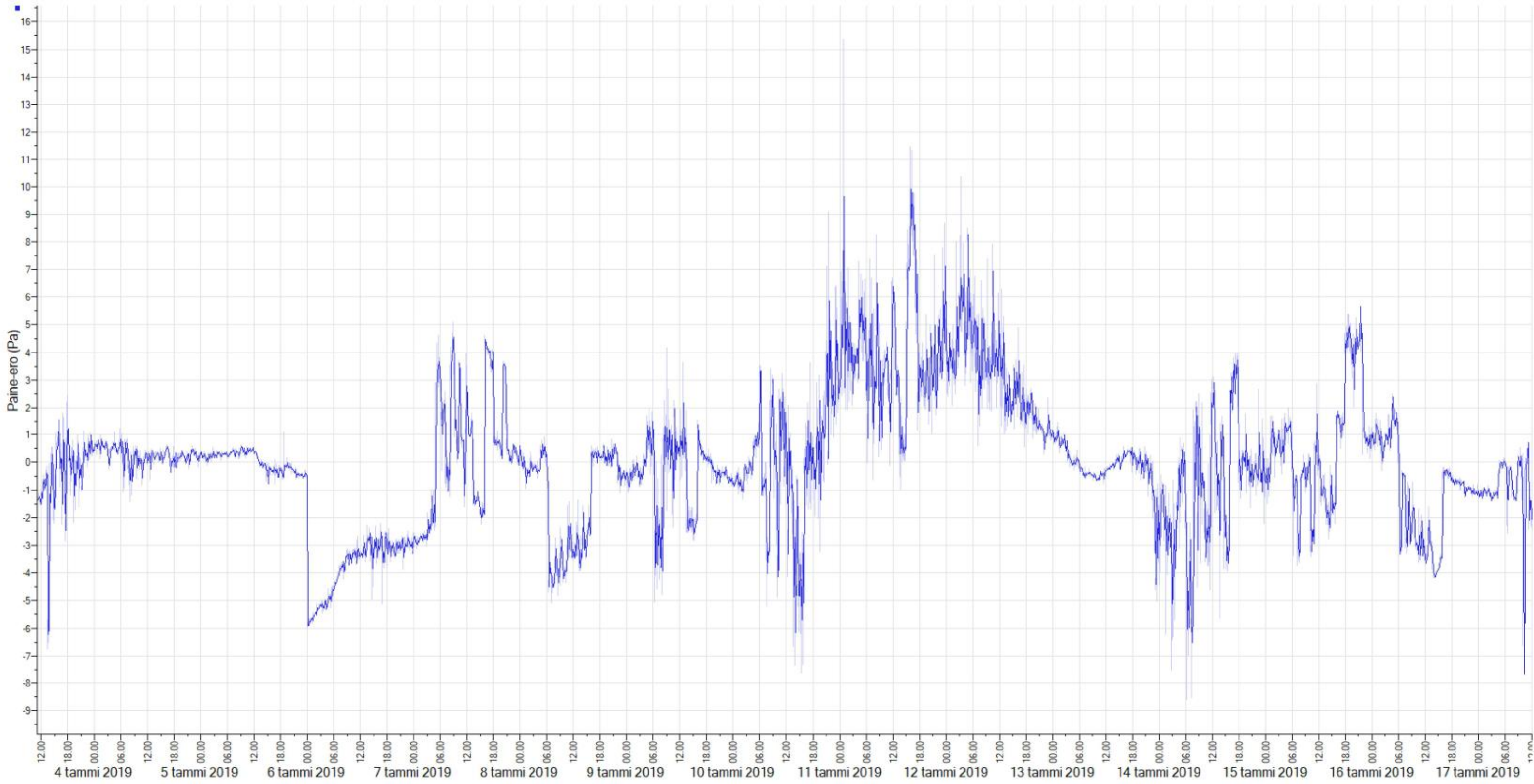








783331 Paine-ero Simo Kuvaamataitoluokk







754154 Paine-ero Simo opett.huone

