

AKAAN KAUPUNKI

# TOIJALAN YHTEISKOULU KUNTOTUTKIMUS

10.10.2019

TÄYDENNETTY 02.02.2021



PROJEKTI 312542

# SISÄLTÖ

Tiivistelmä.....	1
1. Kohde ja lähtötiedot .....	2
1.1. Yleistiedot.....	2
1.2. Kohteen yleiskuvaus.....	2
1.3. Lähtötietoaineisto.....	2
1.4. Korjaushistoria.....	3
1.5. Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus.....	3
2. Tulkitseminen ja ohjeita.....	5
2.1. Mikrobivauriot.....	5
2.2. VOC-emissiot.....	5
3. Ulkopuoliset havainnot .....	6
3.1. Piha-alueet.....	6
3.2. Ryömintätilat.....	8
3.3. Julkisivu ja vesikatto .....	9
4. Sisäpuoliset havainnot .....	13
4.1. Alaslasketun katon tekniikkatilat .....	13
4.2. Hormit .....	13
4.3. Muut havainnot.....	15
5. Kosteusmittaustulokset .....	16
6. Rakenneavaukset .....	20
6.1. Maanvastaiset alapohjarakenteet .....	20
Ryömintätilaiset alapohjarakenteet.....	23
6.2. Välipohjarakenteet .....	25
6.3. Yläpohjarakenteet.....	27
6.4. Ulkoseinärakenteet .....	29
6.5. Ulkoseinä- ja ikkunaliitokset .....	34
7. Mikrobimateriaalinäytteiden tulokset.....	35
7.1. Materiaalien mikrobinäytteiden tulokset .....	35
7.2. Materiaalien mikrobinäytteiden tulokset 5.1.2021 .....	35
8. VOC-materiaalinäytteiden tulokset .....	36
8.1. Tulkitseminen ja ohjeita.....	36
8.2. Näytteiden yhteenveto .....	36
9. FLEC-pintaemissionäytteiden tulokset.....	37
10. Teollisten kuitujen analysointi.....	38
11. PAH-yhdisteet.....	39
11.1. Näyteanalyysit.....	39
11.2. Näyteanalyysit 5.1.2021 .....	39
12. merkkiainemittaukset.....	40
12.1. merkkiainemittaukset 2019.....	40
12.2. merkkiaine- ja savumittaukset 2021 .....	42

13.	Olosuhdemittausten tulokset .....	44
13.1.	107 Psykologi.....	44
13.2.	146 Erityisopetus.....	44
13.3.	150 Opetustila.....	45
13.4.	255 Musiikkiluokka .....	45
13.5.	287 Opettajainhuone .....	45
13.6.	320 Atk-luokka .....	45
13.7.	402 Opetustila.....	46
13.8.	409 Oppilaskunnan huone.....	46
13.9.	Ulkoilma.....	46
14.	Paine-eromittausten tulokset .....	47
14.1.	Paine-eromittausten tulokset 2019 .....	47
14.1.1.	Liikuntasali / ryömintätila .....	47
14.1.2.	150 Opetustila .....	47
14.1.3.	155 Opetustyö .....	47
14.1.4.	210 Opo 1 .....	47
14.1.5.	312 Opetustila .....	47
14.1.6.	320 ATK.....	47
14.2.	Paine-eromittausten tulokset 2021 .....	48
14.2.1.	Liikuntasali / ryömintätila .....	48
14.2.2.	Varasto 148 / ryömintätila .....	48
14.2.3.	Ruokasali 238 / ryömintätila.....	48
14.2.4.	Aula 242 / ryömintätila .....	48
14.2.5.	Puhelinhuone 286 / ryömintätila .....	48
14.2.6.	Toimisto 290 / ryömintätila .....	48
15.	Altistumisolosuhteiden arviointi.....	49
16.	Arviointi ja johtopäätökset.....	50
16.1.	Tutkimukset 2019.....	50
16.2.	Tutkimukset .....	51
17.	Yhteenveto jatko- ja korjaustoimenpiteistä .....	53
18.	Ilmanvaihtojärjestelmä.....	54
18.1.	Ilmanvaihtokoneet .....	54
18.2.	Ilmanvaihtokanavat varusteineen ja puhtaustarkastelut .....	59
18.3.	Päätelaitteet ja ilmanjakotapa .....	61
18.4.	Ilmavirtamittaukset .....	62
18.5.	Muut huomiot .....	64
18.6.	Johtopäätökset.....	65
18.7.	Toimenpide-ehdotukset .....	66
19.	Rakennusautomaatio, ohjaus-, säätö- ja valvontalaitteet.....	67
19.1.	Valvomolaitteet .....	67
19.2.	Säätö- ja alakeskukset .....	67
19.3.	Ohjelmistot ja aikaohjelmat.....	67
19.4.	Johtopäätökset.....	68
19.5.	Toimenpide-ehdotukset .....	68
20.	Käytetyt mittalaitteet ja tulkinnat .....	68
	Viitteet .....	70

## LIITTEET

- 1) Pohjakuvat, kosteuspoikkeama-alueet ja näytteenottokohdat
- 2) Pohjakuvat, näytteenottokohdat, **2.1** Pohjakuvat, tutkimuskohdat 4.-5.1.2021
- 3) Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, 1908231309OT, **3.1** Mat. mikrobianalyysi, 2101071114JL
- 4) VOC-analyysi materiaalinäytteestä, 1908231315OT
- 5) PAH-analyysi, 24054/PAH/19, **5.1** PAH-analyysi, 25934/PAH/21
- 6) Geeliteippinäytteen kuituanalyysi, 1909060846TL
- 7) FLEC-pintaemissionäytteen VOC-analyysi
- 8) Paine-eromittausten tulosten graafiset kuvaajat, **8.1** PE- tulosten graafiset kuvaajat 2021
- 9) Lämpötila ja suhteellisen kosteuden mittaustulosten graafiset kuvaajat
- 10) Hiilidioksidipitoisuuden mittaustulosten graafiset kuvaajat

## TIIVISTELMÄ

Rakennusteknisessä kuntotutkimuksessa havaittiin rakennuksen ulkopuolella puutteita sokkelinrakenteen lämmöneristeissä, ikkunoiden ja vesikaton pellitysten sekä vesikatteen läpivientien vesitiiveyksissä, syöksytorvien roiskesuojissa, maan pinnan kallistuksissa sekä hulevesien pääsemisessä pihakaivoon. Julkisivussa on paikoitellen halkeamia sekä räystäillä on paljon irtoroskia.

Kiinteistön ryömintätilan betonirakenteissa on paikoitellen muottilautojen jäänteitä sekä epätiivitä läpivientejä ryömintätilan ja viereisten koulutilojen välillä.

Koulun tekniikkakoteloissa havaittiin rakennuspölyä ja mineraalivillaa sekä yksittäisen kotelorakenteen sisäpuolelta aistittiin mikrobiperäistä hajua.

1. ja 2.kerroksessa mitattiin kosteuspoikkeamaa eri rakennesyvyyksistä. Samoilta kosteuspoikkeama-alueilta todettiin VOC-materiaalinäytteissä muovimaton ja liiman kemiallista vaurioitumista. Rakennavauksissa ilmeni peruskorjauksen yhteydessä korjattuja ja korjaamatta jätettyjä rakenteita. Rakennavauskohdista otetuista mikrobiinäytteissä ei esiintynyt mikrobikasvua. Merkkiainemittauksissa todettiin yksittäisiä epätiivitä liitoksia ja kiinnityskohtia.

Olosuhdemittauksissa toimenpiderajat eivät ylittyneet. Paine-eromittauksissa mitattiin yli- ja alipaineisia arvoja, jotka liittyvät ilmanvaihtokoneiden käyntiaikoihin.

Tulevat korjaukset tulee toteuttaa erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

Ilmanvaihtokoneiden tekninen kunto ja käyttöikä ovat hyvällä tasolla. Keskeisimpinä toimenpiteinä normaaleiden huoltotoimenpiteiden lisäksi koneiden raitisilmakammiot tulee varustaa viemäröinnillä ja raitisilmasäleiköt sääsuojalla. TK01-koneen tuloilmakammiossa havaittiin teollisia kuitulähteitä, joiden poistaminen/pinnoittaminen on suositeltavaa tehdä kiireellisenä toimenpiteenä.

Tehtyjen tutkimusten perusteella ilmavirtojen säätötyö ja painesuhteiden tasapainotus on suositeltavaa toteuttaa välittömästi rakenneteknisten korjaustöiden yhteydessä. Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus on järkevää sisällyttää samaan yhteyteen.

Tilojen ilmavirtamitoituksessa ei ole kaikin osin noudatettu rakentamisaikaisten määräysten vähimmäisvaatimuksia. Suunnitellut mitoitusilmavirrat ovat osin vajaita määräyksissä esitettäviin arvoihin. Tehtyjen olosuhdeseurantamittausten perusteella ilmavirtojen kasvattamiselle ei ole välttämätöntä tarvetta, mutta ilmanvaihtosuunnitelmien päivittäminen on suositeltavaa riittävän ilmanvaihdon varmistamiseksi.

Paine-eroseurantamittausten mittaustulosten perusteella käyttöajan ulkopuolella vallitsevaa alipaineisuutta on suositeltavaa tasata liittämällä erillispoistot yleisilmanvaihdon käyntiaikoihin (liittäminen aikaohjelmaan).

Ilmanvaihtokoneen TK05-palvelualueella sijaitsevien tilojen 287, 289 ja 291 ilmanvaihto on suositeltavaa muuttaa hiilidioksidipitoisuuden perusteella toimivaksi (muuttuvailmavirtainen järjestelmä), johon tuen vaihtuvasta henkilökuormituksesta. Lisäksi tilan 287 ilmanvaihtotekninen ääniongelma tulee selvittää ja korjata.

Rakennusautomaatiojärjestelmä vaikutti toimivilta sekä hyväkuntoisilta. Energiataloudellisuuden kannalta ilmanvaihtokoneen TK05 aikaohjelmaa on suositeltavaa muokata vastaamaan nykyistä käyttöä (tällä hetkellä kone käy jatkuvasti samalla teholla).

# 1. KOHDE JA LÄHTÖTIEDOT

## 1.1. Yleistiedot

Tilaaaja:	Akaan kaupunki
Osoite:	PL 34 / Myllytie 3 37801 Akaa
Yhteyshenkilö:	<b>Jaana Rajantaus</b> , Kiinteistöpäällikkö
Puhelinnumero:	040 335 3255
Sähköposti:	<a href="mailto:jaana.rajantaus@akaa.fi">jaana.rajantaus@akaa.fi</a>
Suunnitelman tekijä:	WSP Finland Oy
Osoite:	Kelloportinkatu 1 D, 33100 Tampere
Vastuuhenkilö:	Jarno Jaakkola
Puhelinnumero:	040 4863420
Sähköposti:	<a href="mailto:jarno.jaakkola@wsp.com">jarno.jaakkola@wsp.com</a>
Kohde:	Toijalan yhteiskoulu
Osoite:	Kurisjärventie 18, 37800 Akaa
Rakennusvuosi:	Vanha osa 1950-luku, uusi osa 1970-luku
Rakennusten määrä:	1
Kerroksia:	3-5
Huoneistoala:	~ 10000 m <sup>2</sup>
Ilmanvaihto:	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto
Lämmitysmuoto:	Seinäradiaattorit

## 1.2. Kohteen yleiskuvaus

Toijalan yhteiskoulu on rakennettu 1950-luvulla ja laajennettu 1970-luvulla. Rakennuksen 50-luvulla rakennettu osa on viisikerroksinen ja 70-luvulla rakennettu osa on kolmekerroksinen. Molempien osien alimmat kerrokset ovat joko osittain tai kokonaan maanpinnan alapuolella.

Kantavat rakenteet ovat betonia ja tiiltä. Alapohjat ovat osin maanvastaisia ja osin ryömintätalaisia betonirakenteita. Välipohjat ovat palkistorakenteisia. Ulkoseinä rakenteet ovat vanhalla osalla rapattuja massiivitiiliseiniä ja uudella osalla betoni-villa-tiili-rakenteisia. Peruskorjauksen yhteydessä rakennusosia on lisälämmöneristetty lämpörappauksella. Vesikate on vanhalla osalla betonitiilikate ja uudemmalla osalla konesaumattu peltikate.

## 1.3. Lähtötietoaineisto

Suunnitelmaa varten on ollut käytettävissä seuraavat suunnitelmat ja asiakirjat:

2009	Arkkitehtisuunnittelun pohjakuvat, leikkaukset Arkkitehtisuunnittelu Mikko Uotila Oy
1998	LVI-pohjakuvat Airix talotekniikka Oy
2009	Rakennepiirrustukset

## KA-rakenne Oy

Suunnitelman lähtöaineistona on ollut käytettävissä seuraavat asiakirjat kiinteistöön tehdyistä mittauksista, tutkimuksista ja kartoituksista:

2008 Asbestikartoitus  
Ylö-Asbest Oy

### 1.4. Korjaushistoria

Kiinteistöön on suoritettu peruskorjaus vuosien 2010-2012 aikana ja peruskorjauksen suunnittelusta on vastannut Insinööritoimisto KA-rakenne ja Arkkitehtitoimisto Mikko Uotila. Pääurakoitsijana on toiminut Luja-talo Oy ja hankkeen valvonnasta on vastannut FCG Oy. Suunnitelma-asiakirjojen perusteella rakennukseen on suoritettu muun muassa seuraavia korjaustoimenpiteitä:

- Alapohjarakenteista on poistettu vanhat kaksoislaattarakenteet ja maanvastaisissa rakenteissa pintalaatat, jotka on rakennettu uudelleen peruskorjausvaiheessa, laadittujen rakennetyyppien mukaisesti.
- Välipohjista on purettu 1950-luvun osalla vanha ylälaatta sekä palkkivälien täytteet. Välipohja on rakennettu uudelleen rakennetyyppien mukaisesti.
- Osa ulkoseinäistä on lisälämmöneristetty asentamalla 70 mm paksuinen mineraalivillaeriste, joka on kolmikerrosrapattu.
- Vesikattomateriaalit on purettu ja rakennettu uudelleen rakennetyyppien mukaisesti.

Tutkimuksia aloitettaessa peruskorjauksen korjausalueiden laajuudesta ei ollut tarkkaa tietoa.

### 1.5. Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus

Kohteesta saatujen lähtötietojen pohjalta laadittiin tutkimussuunnitelma kenttätutkimuksien toteuttamiseksi, joka hyväksyttiin tilaajalta ennen tutkimusten aloittamista. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää kattavasti kohteen sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä. Tilojen käyttäjien tekemien ilmoitusten perusteella tiloissa epäillään sisäilman laatuun liittyviä ongelmia. Kattavaa tilojen käyttäjäkyselyä ei ollut saatavilla ennen tutkimusten aloittamista.

Kenttätutkimukset kohteella suoritettiin elo- ja syyskuussa 2019. Tutkimukset suorittivat asiantuntija Jarno Jaakkola ins. (AMK), johtava asiantuntija, RI Jarmo Minkkinen ja tutkimusinsinööri Sampo Salminen.

Talotekniset tutkimukset kohteella toteutettiin elo- ja syyskuussa 2019. Tutkimukset toteuttivat asiantuntija ins. (AMK) Juha Kolari ja asiantuntija ins. (AMK) Jesse Airio WSP Finland Oy:stä.

Tutkimuksissa kerätyt näytteet analysoitiin WSP Finland Oy laboratoriossa. Analyysivastaukset ovat raportin liitteenä.

Tutkimuksen yhteydessä käytettiin seuraavia tutkimusmenetelmiä:

#### **Pintakosteusmittaus**

Pintakosteusosoittimella arvioidaan rakenteiden pintojen kosteusarvoja, jotka tulkitaan suhteellisella asteikolla. Pintamittaus perustuu rakenteen sähkönjohtavuuteen, joka nousee paikallisesti rakenteen kostuessa. Mittausarvoja poikkeavalla alueella verrataan aina ympäröivien alueiden arvoihin. Mittaukseen käytetään GANN Hydromette RTU 600 mittalaitetta ja sen mittapäätä B 50.

#### **Viiltomittaus**

Viiltomittauksessa rakenteen pinnoitteeseen (yleensä muovimatto tai vastaava) viilletään noin 50 millimetriä pitkä halkio. Halkioon työnnetään metallipiikit laitoihin, jotta pinnoite irtoaa alustastaan. Piikkien

väliin asennetaan suhteellisen kosteuden mittalaite. Halkio tiivistetään elastisella massalla ja mittapään annetaan tasaantua 10 minuuttia, jonka jälkeen tulos luetaan. Saatua tulosta verrataan sisäilmassa vallitsevaan olosuhteeseen sekä ympäröivien alueiden tuloksiin. Mittauksessa käytetään Vaisalan HMP42 mittapäitä sekä HMI41 lukulaitetta.

### **Porareikämittaus**

Suhteellisen kosteuden mittaukset tehdään rakenteesta Vaisala HM40S lämpö- ja kosteusmittauslaitteella. Mittapäinä käytetään HM40-antureita. Porareikämittaus: lattiarakenteeseen porattiin halkaisijaltaan 16 mm reikiä, halutulle mittaussyvyydelle, poratut reiät imuroidaan huolellisesti, asennetaan sivutukkiva putki, joka tiivistettiin lattian rajasta päästä kitillä. Mittauspisteen annetaan tasaantua ennen arvojen ottamista n. 3 vuorokautta. Mittausanturit annetaan tasaantua mitattavan rakenteen lämpöön.

### **VOC-materiaalinäyte**

Rakennusmateriaalista irrotetaan kappale materiaalia, yleensä vähintään viisi grammaa, joka käännetään alumiinifoliokääreeseen. Näyte toimitetaan laboratoriolle, jossa näytteen VOC-yhdisteiden pitoisuus määritetään MS-GC laitteella.

VOC-näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on FINAS akkreditoitu [testauslaboratorio T283](#), jonka pätevyysalueena ovat asumisterveyskemian ja -mikrobiologia. Laboratoriolla on myös [Ruokavirasto hyväksyntä](#) mikrobiologisille ja kemiallisille asumisterveystutkimuksille.

### **FLEC-mittaus**

Rakenteiden sisältämien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pintaemissionopeus voidaan määrittää kenttäkohteessa FLEC-laitteistoa hyväksi käyttäen (FLEC=Field and Laboratory Emission Cell). Käytännössä FLEC mittaus suoritetaan siten, että FLEC-kammio asetetaan tiiviisti tutkittavalle rakennepinnalle ja kammioon johdetaan ilmaa pumpun avulla suodattimen läpi. VOC-näytteet kerätään rinnakkaisiin Tenax-TA-adsorptiokeräimiin kammion ulostulokanavan ilmasta ja ne analysoidaan laboratoriossa TD-GC-MS-laitteistolla.

### **Teollisten kuitujen laskeumanäyte**

Teollisten kuitujen (yleisesti mineraalivillakuitujen) laskeumanäyte kerätään petrimaljalle 14 vrk:n kertymänä. Maljalle asetetaan geeliteippi, joka telataan kiinni pintaan tasaisesti. Teippi suljetaan petrimaljalle tiiviisti ja toimitetaan laboratoriolle, jossa teipistä lasketaan kuitujen määrä neliösenttimetriä kohden.

### **Mikrobinäytteet**

Rakennusmateriaalista irrotetaan desinfioiduilla välineillä näyte, joka suljetaan steriiliin näyteastiaan. Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen 8/2016 mukaisesti näytemäärän tulisi olla noin 100 x 100 millimetriä tai noin 1 dl materiaalia. Näytettä otetaan n. 0,5 – 1,0 cm paksuudelta pinnasta tai materiaalista irrotetaan vain vaurioitunut osa, esim. kipsilevyn pahviosa.

Mikrobinäytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on FINAS akkreditoitu [testauslaboratorio T283](#), jonka pätevyysalueena ovat asumisterveyskemian ja -mikrobiologia. Laboratoriolla on myös Ruokaviraston hyväksyntä mikrobiologisille ja kemiallisille asumisterveystutkimuksille.

### **Tallentava paine-eromittaus**

Tallentavassa paine-eromittauksessa tilaan asennetaan paine-eromittari, joka mittaa paine-eroa kahden tilan välillä, yleensä huonetilan ja ulkoilman välillä. Mittaustulokset tallennetaan. Paine-ero kertoo mihin suuntaan ilma liikkuu tiloja erottavien rakenneseosien yli.

### **Rakenteiden tiiveyden tarkastelu**

Merkkiainemittauksessa rakenteeseen tai rakenneseosaan lasketaan merkkiainekaasua, jonka kulkeutuminen rakenteen läpi mitataan pitoisuutta mittaavalla mittalaitteella. Tutkittava tila alipaineistetaan. Epätiiveistä kohdista merkkiainetta pääsee kulkeutumaan tilaan.



Tutkimuksen luotettavuuden kannalta epävarmuutta aiheuttavina tekijöinä esitetään seuraavat asiat:

- Kosteusmittaukset suoritettiin elokuussa 2019. Rakennekosteus saattaa vaihdella vuodenajan, sademäärän tai pohjavedentason vaihteluiden mukaan. Mittaukset edustavat mittaushetken tasoa.
- Suhteellisen kosteuden mittauslaitteiden mittaepätarkkuus on  $\pm 1,5 \dots 2 \%$  (RH). Kosteusmittauksen epätarkkuuteen vaikuttaa ympäristön ja mitattavan rakenteen välinen lämpötilaero, joka vaikuttaa suhteellisen kosteuden suuruuteen, kun anturi johtaa hyvin lämpöä. Mittausmenetelmät voivat aiheuttaa noin  $\pm 1 \dots 3 \%$  (RH) epätarkkuuden tuloksiin. Kosteusmittauksen kokonaismittausepätarkkuus on noin  $\pm 5 \%$  (RH).

## 2. TULKITSEMINEN JA OHJEITA

### 2.1. Mikrobivauriot

Materiaaleista otettujen mikrobinäytteiden laboratorioanalyysivastaukset ovat tämän raportin liitteenä. Raportin yhteydessä on tulkittu rakennekohtaisesti mikrobinäytteenoton tulokset yleisellä tasolla sekä otetuista näytteistä on tehty yhteenveto raportin erilliseen kappaleeseen.

Mikrobivaurioiden osalla on huomioitavaa, että varsinkin huokoisissa rakenteissa vaurio voi olla edennyt syvemmälle rakennekerrokseen. Tällöin rakenteen puhdistaminen vaatii osittaista rakennekerroksen mekaanista poistoa, jotta vaurio saadaan poistettua rakenteista.

Mikrobivauriosta johtuen rakenteisiin kohdistuvien korjaustoimenpiteiden arvioinnissa sovelletaan rakennustiedon korttia RT 80-10712 Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot, Korjausrakentaminen (1999). Mikrobivaurioihin liittyvissä purkutoimenpiteissä sekä purkuun kuuluvissa olosuhteiden hallinnassa on noudatettava ohjekorttia Ratu 82-0383 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku (2011).

### 2.2. VOC-emissiot

Materiaaleista otettujen VOC-näytteiden laboratorioanalyysivastaukset ovat tämän raportin liitteenä. Raportin yhteydessä on tulkittu VOC-materiaalinäytteiden tulokset yleisellä tasolla sekä otetuista näytteistä on tehty yhteenveto raportin erilliseen kappaleeseen.

VOC-näytteiden osalta on huomioitavaa, että pintamateriaalien mahdolliset VOC-emissiot ovat voineet siirtyä alempiin rakennekerroksiin. Mahdollisten vaurioiden laajuuden tarkentamiseksi suositellaan FLEC-mittausta, jolla voidaan todentaa muovimattopinnoitteen poistamisen ja tasoitekerroksen jyrsimisen jälkeen paljaalta betonipinnalta mahdolliset VOC-emissiot. Mikäli FLEC-mittauksen perusteella todetaan vaurioita betonipinnalla saakka, on vaihtoehtoja vähentää emissioiden pitoisuutta tuuletamalla ja lämmittämällä betonipintaa tai vaihtoehtoisena toimintatapana on lattiapinnoille tehtävä kapselointikäsitteily ennen uuden tasoite- ja pintakerroksen asentamista.

## 3. ULKOPUOLISET HAVAINNOT

### 3.1. Piha-alueet

Rakennuksen sokkelin vierustoille on asennettu vaihtelevasti asfalttipinnoitetta, pihalaattaa, nurmikkoa sekä karkea soraa. Maanpinnan kallistuksia rakennuksesta poispäin on pyritty toteuttamaan peruskorjauksen yhteydessä, mutta paikoitellen maanpinta on tasainen tai viettää rakennukseen päin.

Rakennuksen kaikilla julkisivuilla on useampi pihakaivo. 50-luvulla rakennetun kiinteistön nurmikolla sijaitseva pihakaivo on osittain peittynyt nurmikon kasvillisuudesta.

Tutkimusajankohtana, sateisena päivänä, ei havaittu sadevesien lammikoituvan rakennuksien vierustoille. Rakennuksen takaosalla sijaitsevan salaojakaivon kansi avattiin. Kaivon pohjalla oli vettä. Vesipinta oli asennettujen salaojaputkien alapuolella.

1970-luvun rakennetun kiinteistön osilla on havaittavissa ulkopuolinen vedeneristys, joka on toteutettu bitumihuovalla. Kyseinen huopamateriaali on paikoitellen nähtävissä viereisten maanpinnan kerrosten yläpuolella. 70-luvun rakennusosille tehtiin kaksi kaivuuavausta, joista toisessa ilmeni lämmöneriste (EPS-eriste 50 mm) sokkelirakenteen vieressä. Toisessa kaivuuavauksessa ilmeni, että sokkelirakenteen edustalle on valettu betonilaatta, jota ilmeni pienellä alueella. Betonilaatan alla on karkeaa hiekkaa. Havaitun betonilaatan tarkoituksesta ei ole tietoa.

1950-luvun rakennusosalle ei tehty sokkelirakenteen viereisten materiaalien selvityksiä.



**Kuva 1.** Maanpinta on paikoitellen tasainen tai viettää paikoitellen rakennukseen.



**Kuva 2.** Maanpinta viettää paikoitellen rakennukseen päin.



**Kuva 3.** Rakennuksen etuosan nurmialueella oleva pihakaivo on osittain peittynyt kasvillisuudesta.



**Kuva 4.** Ryömintätilan tuuletusputken ja etupihan asfaltoinnin liitos ei ole vesitiivis.



**Kuva 5.** 70-luvulla rakennetun sokkelin ulkopinnassa on paikoitellen lämmöneristeet.



**Kuva 6.** 70-luvulla rakennetun sokkelin ulkopinnassa on vedeneristysmateriaalina bitumihuopa.

### 3.2. Ryömintätilat

Kiinteistön ryömintätilat sijaitsevat 70-luvulla rakennetulla osiolla. Ryömintätiloissa oli havaittavissa louhittuja kalliorakenteita. Tilassa oli havaittavissa betonirakenteiden pinnassa paikoitellen muottilautoja ja niiden rippeitä. Tilassa oli näkyvissä betoniraidoitteita, jotka olivat ruosteessa. Huoltokäytävän vastainen seinä oli käsitelty bitumisivelyllä.



**Kuva 7.** Ryömintätilaan jäänyt muottilaudan rippeitä.



**Kuva 8.** Raudoitusteräket paikoitellen ruostuneet.



**Kuva 9.** Yksi seinistä päällystetty bitumilla.



**Kuva 10.** Muottilaudan rippeitä betonirakenteiden pinnassa.



Kuva 11. Läpivienti tukittu eristevillalla.



Kuva 12. Ryömintätilassa louhittua kalliota.

### 3.3. Julkisivu ja vesikatto

Rakennuksen julkisivut on todennäköisesti läpikäyty toteutetun peruskorjauksen aikana. Dokumentteja aiheesta ei saatu ennen tutkimusten aloittamista.

Rakennuksen sokkelirakenteet ovat betonirakenteisia, joiden näkyvät osat on rapattu ja maalattu. Maalipinnoitteessa havaittiin paikoitellen irtoilua ja rapautumista. Lisäksi muutamien syöksytorvien roiskevedet kastelevat rakennuksen sokkelirakennetta. Sokkelirakenteessa on paikoitellen havaittavissa pystysuuntaisia halkeamia.

Rakennuksen ulkoseinät ovat rapattuja tai lämpörapattuja ulkoseiniä. Rappauskerros on hyväkuntoinen, mutta kiinteistön 70- luvun osalla on havaittavissa paikoitellen pystysuuntaisia halkeamia, jotka sijoittuvat rakennuksen 1. ja 2.kerroksen seinärakenteisiin. Kyseisiä halkeamia on korjattu peruskorjauksen jälkeen. Korjaustavasta, ajankohdasta tai tekijästä ei ollut tutkimusvaiheessa tietoa. 50- luvulla rakennetulla osalla vastaavanlaisia halkeamia ei ole havaittavissa.

Ikkunoiden vesipellitusten kallistuksissa ei havaittu puutteita, mutta peltien kiinnitykset olivat paikoitellen puutteelliset. Erityisesti 50- luvulla rakennetun osan peltien kiinnitykset ovat paikoitellen heikonlaisia. Pellitusten kiinnitykset tulisi korjata välittömästi.

50-luvun osan vesikattona on tiilikate, jossa kasvaa paikoitellen jäkälää. Tiilistä on paikoitellen irronnut palasia. Harjatiilien liitokset sekä osittain läpivientien tiivistykset ovat epätiivit. Räystäskourut ovat osin irronneet kannakkeista. Räystäskouruissa on paljon irtoroskia.

70- luvun rakennetun osan vesikatto on hyvässä kunnossa. Suurin osa on konesaumattua peltikattoa. Pienessä osassa vanhan osan vieressä katteena on bitumihuopakate. Katon läpivientien tiivistykset ovat tiiviit eikä puutteita havaittu.



**Kuva 13.** Kiinteistön 50-luvun osalla on tiilikate.



**Kuva 14.** Tiilikatteessa on paikoitellen jäkälää.



**Kuva 15.** Harjalimitys on epätiivis.



**Kuva 16.** Pellitykset ovat osittain epätiivitä.



**Kuva 17.** Katteesta on lohkeillut palasia useasta kohtaa.



**Kuva 18.** Rästaskourut ovat osin irronneet kannakkeista. Rästaskouruissa on roskaa.



**Kuva 19.** Yleiskuva 70-luvun rakennuksen vesikatosta.



**Kuva 20.** 50-luvun osan viereisessä vesikatossa (IV-konehuone) on bitumihuopakate.



**Kuva 21.** Syöksyputkesta rännikaivoon tulevat vedet kastelevat viereistä sokkelirakennetta. Viereisen ikkunan vesipellin kiinnitys on puutteellinen.



**Kuva 22.** Ikkunoiden vesipeltien kiinnitykset ovat paikoitellen hyvin toteutetut.



**Kuva 23.** 50 – luvun ikkunoiden vesipellitusten kiinnitykset ovat paikoitellen puutteelliset. Kuvassa havaittavissa alkuperäisiä harmaantuneita ikkunakarmeja.



**Kuva 24.** Julkisivussa on paikoitellen pystysuunnan halkeamia, kuvassa halkeamia 1. ja 2.kerroksessa.



**Kuva 25.** Kiinteistön sokkelirakenteessa on paikoitellen pystysuunnan halkeamia.



**Kuva 26.** Sokkelin maalipinnoitteessa havaittiin irtoilua ja kulumista.



## 4. SISÄPUOLISET HAVAINNOT

### 4.1. Alaslasketun katon tekniikkatilat

Alaslasketut katot on ripustettu teräsbetonisen välipohjan laatan alapinnasta. Alaslaskettujen kattojen tekniikkatilat ovat yleisesti siistit, eikä tilassa ole havaittavissa avonaisia mineraalivillaeristeitä. Tiloissa on paikoitellen käytetty kovaa eristettä välipohjan alapinnassa.



**Kuva 27.** Alaslaskettujen kattojen tekniikkatilat ovat siistit.



**Kuva 28.** Kova eriste alaslasketun katon yläpuolella.

### 4.2. Hormit

Kiinteistön sisäpuolen tekniikkahormeja avattiin satunnaisesti ja mitattiin hormin sisäpuolen ja ympäröivän tilan hetkellisiä paine-eroja. Paine-erot vaihtelivat yleisesti + 1 ... -1 Pa:n yli- ja alipaineen välillä, poikkeuksena tila 210 (Opo), jossa paine-ero oli ~ - 3 Pa:n luokkaa. Hormien sisäpuolelta ilmeni yleisesti pinnoittamattomia villaeristeitä sekä rakennusaikaista pölyä. Hormien tarkastusluukkujen reunoista puuttui tiivistet.

Tilan 146 (opetustila) tekniikkakotelon sisäpuolelta aistittiin mikrobiperäistä hajua, tutkimuksissa ei pystytty selvittämään hajun lähdettä. Kyseisen kotelon tarkastusluukkuina on käytetty neliskanttisia peltilevyjä, jotka eivät ole tiiviitä.



**Kuva 29.** Tekniikkakoteloiden sisäpuolella on paikoitellen pinnoittamattomia villaeristeitä.



**Kuva 30.** Koteloiden sisäpuolella on paikoitellen runsaasti irtopölyä ja -likaa.



**Kuva 31.** Koteloiden tarkastusluukuista ja kansista puuttuu tiivisteet.



**Kuva 32.** Opetustilan 146 kotelon sisäpuolelta aistittavissa mikrobiperäistä hajua.



**Kuva 33.** Tilan 210 (OPO 1) kotelo on lievästi alipaineinen (~-3 Pa) sisäilmaan verrattuna, eli ilma liikkuu kotelosta tilaan päin.

### 4.3. Muut havainnot

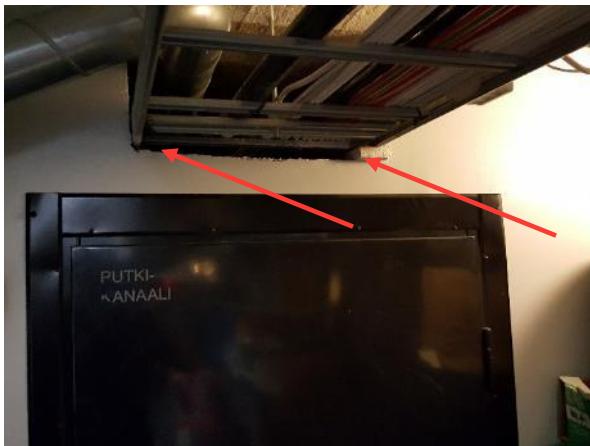
Tilan 128 (varasto) ja ryömintätilan välinen paine-ero mitattiin hetkellisesti tutkimusten aikana. Varasto on ylipaineinen 6...8 Pa ryömintätilaan nähden, eli ilma liikkuu varastotilasta kohti ryömintätilaa. Samanlaiset ryömintätilan ja työskentelytilojen väliset paine-eromittaukset toteutettiin tilan 101.1 (siiv.var) ja ryömintätilan välillä. Tilojen välillä on tiivistämättömiä läpivientejä, joiden vuoksi tilojen välillä ei mitattu paine-eroja. Kyseisten läpivientien kautta ryömintätilojen epäpuhtauden voivat levitä siiv.varastoon ja sitä kautta muualle koulutiloihin.

Liikuntasalin seinien puusäleikköjen takana havaittiin rikkoontuneita mineraalivillaeristeitä, joista on mahdollista vapautua kuituja sisäilmaan.

Tilan 255 (Musiikkiluokka) oven läheisyydessä havaittiin jonkin verran, 10-20 kpl, muurahaisia. Tutkimushetkellä ei selvinyt mistä muurahaiset ovat peräisin.

Aulan (242) välipohjarakenteeseen tehtiin rakenneavaus väestönsuojan mahdollisten eristemateriaalien havaitsemiseksi. Pintalaatan alapuolella havaittiin olevan alkuperäinen hiekkaeriste.

50- luvulla rakennetulla osalla on kylmä käyttöullakko, jossa on villan palasia, roskaa ja satunnaisia tavaroita.



**Kuva 34.** Tilan 101.1 (siiv.var) ja putkikanaalin välisen väliseinän läpiviennit tiivistämättömiä.



**Kuva 35.** Liikuntasalin puusäleikön takana näkyviä mineraalivillaeristeitä.

## 5. KOSTEUSMITTAUSTULOKSET

Tutkimukset aloitettiin tekemällä pintakosteudenmittauksia kaikkiin kiinteistön kerroksiin ja kattavasti eri tiloihin. Tilojen lattiapinnoitteina on käytetty erilaisia muovimattoja, lattialaattoja, sekä maalipinnoitteita. Kosteuspoikkeamaa havaittiin 70-luvulla rakennetulla osalla yleisesti 1.kerroksen käytävötiloissa, eri opetustiloissa, muutamassa wc-tilassa sekä väestönsuojan ja sähkökeskuksen tiloissa. Lisäksi 50-luvulla rakennetun 1.kerroksen varastotilojen lattiarakenteissa havaittiin yleisesti kostepoikkeamaa.

2.kerroksen tiloissa havaittiin kosteuspoikkeamaa opettajainhuoneen lattiapinnoitteissa sekä kahdessa eri wc-tilassa. Mitatuilla kosteuspoikkeama-alueilla pintakosteudenilmaisimen osoittamat arvot olivat yli 80. Normaaleina pidettävät arvot vaihtelivat 55...75 välillä. Tutkimuksissa ei käyty läpi keittiötiloja, koska tiloja ei voitu tutkimusajankohdalla käyttää ilman lattioiden pesua ja veden käyttöä. Havaitut kosteuspoikkeama-alueet on esitetty liitteessä 1.

Kosteuspoikkeama-alueille sekä kosteuspoikkeama-alueiden ulkopuolisille, niin sanotuille normaaleille arvoille tehtiin kosteusmittauksia viiltomittausmenetelmällä lattiapinnoitteen ja betonilattian rajapinnasta. Mittapisteitä tehtiin yhteensä kaksikymmentäkaksi (22). Mittaustulokset on esitetty taulukossa 1 ja mittapisteiden tarkempi sijainti liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 1: Viiltomittauksien tulokset 7.8.2019.

Mittauspiste	Tila	Rakenne	RH [%]	T [°C]	abs [g/m <sup>3</sup> ]
Ulkoilma	---	---	68	17	10
Sisäilma	----	---	59	21	11
VM1	Opet.työtila 155	Alapohja	<b>78</b>	<b>19</b>	<b>13</b>
VM2	Opet.työtila 155	Välipohja	<b>80</b>	<b>20</b>	<b>14</b>
VM3	Opet.työtila 155	Välipohja	56	20	10
VM4	Käyt 145.1	Välipohja	70	20	12
VM5	Käyt 145.1	Välipohja	<b>78</b>	<b>21</b>	<b>14</b>
VM6	Tekst.työ 124	Välipohja	<b>88</b>	<b>22</b>	<b>17</b>
VM7	Porras 144	Alapohja	57	21	10
VM8	Var 142	Alapohja	<b>79</b>	<b>21</b>	<b>14</b>
VM9	Tekst.työ 124	Alapohja	42	22	8
VM10	OT 213	Välipohja	64	20	11
VM11	Terv.huolto 105	Välipohja	<b>78</b>	<b>22</b>	<b>15</b>
VM12	Käyt 110	Välipohja	<b>79</b>	<b>25</b>	<b>18</b>
VM13	Käyt 110	Välipohja	64	24	14
VM14	Käyt 123	Välipohja	<b>94</b>	<b>22</b>	<b>18</b>
VM15	Käyt 123	Välipohja	42	22	8

Taulukko 2: Viiltokosteusmittaustulokset muovimattopinnoitteen alta 21.8.2019

Mittauspiste	Tila	Rakenne	RH [%]	T [°C]	abs [g/m <sup>3</sup> ]
Ulkoilma	---	---	60	18	9
Sisäilma	----	---	58	21	13
VM16	Psykologi 107	Alapohja	<b>75</b>	<b>23</b>	<b>15</b>
VM17	Kuraattori 106	Alapohja	56	23	12
VM18	Työtila 411	Välipohja	58	22	11
VM19	OT 3 414	Välipohja	59	22	12
VM20	Ope.työtila 287	Välipohja	<b>84</b>	<b>22</b>	<b>16</b>
VM21	Ope.työtila 287	Välipohja	68	22	13
VM22	Tekst.työ 124	Välipohja	40	23	8

Mittapisteiden VM1, VM2, VM5, VM6, VM8, VM11, VM12, VM14, VM16 ja VM20 viiltomittaustuloksia voidaan pitää poikkeavina, kun lukemia verrataan vertailumittapisteiden (VM3, VM7, VM9, VM10, VM13, VM15, VM17, VM18, VM19, VM 21 ja VM22) arvoihin. Kyseiset mittapisteet tehtiin pintakosteudenilmaisimen osoittamille kosteuspoikkeama-alueille. Kyseiset viiltomittausarvot vaihtelivat RH 75...94 %:n välillä. Vastaavanlaisesti tavanomaisina pidettävät arvot vaihtelivat RH 40...70 %:n välillä.

Pinnoittaessa vaatimuksena pintaosien raja-arvona käytetään alle RH 75 %. Tutkimushetkellä ei ollut tiedossa, onko kohteen rakennusaikana suoritettu pinnoitettavuusmittauksia. Pinnoittamisen jälkeen pintaosien kosteus nousee normaalisti tiiviin pinnoitteen alla, mutta ei saisi olla yli pinnoitettavuusarvojen pidempiaikaisesti.

Viiltomittausten yhteydessä suoritettiin muovimattopinnoista VOC-materiaalinäytteenottoja niiden kunnon selvittämiseksi. Näytteitä kerättiin viiltomittauspisteiden VM2 (MNVO5), VM6 (MNVO3) ja VM16 (MNVO4), VM20 (MNVO1) ja VM21 (MNVO2) kohdilta. Näytteiden analyysivastausten perusteella näytteissä 2 ja 4 ei havaittu poikkeavina pitoisuuksina vaurioon viittaavia yhdisteitä. Näyte 2 otettiin alueelta missä kosteusmittaustulokset olivat normaalit sekä näyte 4 otettiin alueelta, jossa viiltokosteusmittaustulos oli koholla (VM 16 RH 75%). Muissa näytteissä (1,3 ja 5) havaittiin muovimaton ja liiman vaurioitumiseen viittaavia yhdisteitä. Kyseisissä näytteissä aistittiin poikkeavaa kemiallista hajua muovimattopinnoitteen alla. Lisäksi näytteiden 1 ja 3 alueella käytetty kiinnitysliima oli näytteenottokohdissa nihkeää. Muiden näytteiden alueilla liima oli kosketuskuivaa.

Tehtyjen mittausten ja havaintojen perusteella ja VOC-materiaalinäytteissä esiintyneet poikkeavat pitoisuudet ovat todennäköisesti peräisin muovimaton ja liiman kosteudesta aiheutuneesta vaurioitumisesta.

Viiltomittausten lisäksi tiloihin 287 (opettajain työtila), 155 (opet.työtila) ja teks.työtila (124) tehtiin lattiarakenteiden kosteusjakauman selvitys. Mittaukset suoritettiin porareikämittauksin ja eristetilan suhteellista kosteutta mitattiin eristetilään asennetun mittapään avulla. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 3 ja mittapisteiden tarkempi sijainti liitteenä 1 olevassa pohjakuvassa. Rakennekosteusmittauksissa on käytetty samoja mittapisteiden numeroiteja mitä viiltomittauksissa.

Taulukko 3: Rakennekosteustulokset 23.8.2019

Mittauspiste	Tila	Rakennevahvuus [mm]	Mittaussyvyys [mm]	RH [%]	T [°C]	abs [g/m <sup>3</sup> ]
Ulkoilma				77	16	11
Sisäilma	----	---	-	55	22	11
MP1	Opet.työtila 155	betoni 120 mm eriste 60 mm betoni 120mm hieno hiekka	viilto	<b>78</b>	<b>19</b>	<b>13</b>
			30 (betoni)	<b>80</b>	<b>20</b>	<b>14</b>
			60 (betoni)	<b>83</b>	<b>20</b>	<b>14</b>
			90 (betoni)	<b>82</b>	<b>20</b>	<b>15</b>
MP6	Tekst.työ 124	betoni 50 mm eristetila 70 mm	viilto	<b>88</b>	<b>22</b>	<b>17</b>
			25 (betoni)	<b>94</b>	<b>22</b>	<b>16</b>
			120(eristetila)	<b>92</b>	<b>23</b>	<b>19</b>
MP20	Ope.työtila 287	betoni 120 mm bitumisively betoni	viilto	<b>84</b>	<b>22</b>	<b>16</b>
			30 (betoni)	<b>83</b>	<b>22</b>	<b>16</b>
			60 (betoni)	<b>88</b>	<b>22</b>	<b>17</b>
			90 (betoni)	<b>84</b>	<b>22</b>	<b>16</b>
MP21	Ope.työtila 287	betoni 120 mm bitumisively betoni	viilto	68	22	13
			30 (betoni)	69	22	13
			60 (betoni)	79	22	13
			90 (betoni)	52	22	10
MP22	Tekst.työ 124	betoni 50 mm eristetila 70 mm	viilto	40	23	8
			25 (betoni)	42	22	8
			120(eristetila)	40	23	8

Tiloista 124 (tekst.työ) ja 287 (opet.työtila) tehdyissä rakennekosteusjakauman mittaustuloksissa havaittiin eroavaisuuksia kosteuspoikkeama-alueen ja ei-kosteuspoikkeama-alueen välillä.

Mittapisteet 1, 6 ja 20 sijaitsevat kosteuspoikkeama-alueella ja mittapisteiden 21 ja 22 arvot ovat vertailuarvoja. Mittapisteen 1 rakennekosteusjakauman pintaosien pitoisuudet ovat koholla olevia, vaihdellen RH 78...80 välillä.

Taulukko 4: Eristetilan kosteusmittaustulokset 4.1.2021

Mittauspiste	Tila	Rakennevahvuus [mm]	Mittaussyvyys [mm]	RH [%]	T [°C]	abs [g/m <sup>3</sup> ]
Ulkoilma				91	-3	4
Sisäilma	----	---	-	21	21	4
MP23	Opet.työtila 155	betoni 180 mm min.villa 50 mm betoni	200 (korkeus 400 mm lattiasta)	57	16	8
			200 (korkeus 900 mm lattiasta)	43	15	8
			200 (korkeus 1500 mm lattiasta)	34	15	4
MP24	Käytävä 212	kahitiili 80 mm min.villa 80 mm bitumisively betoni	120 (korkeus 200 mm lattiasta)	35	13	4
			120 (korkeus 1100 mm lattiasta)	31	17	5

Taulukko 5: Rakennekosteustulokset ulkoseinästä 11.1.2021

Mittauspiste	Tila	Rakennevahvuus [mm]	Mittaussyvyys [mm]	RH [%]	T [°C]	abs [g/m <sup>3</sup> ]
Ulkoilma				98	-1	5
Sisäilma	----	---	-	24	21	5
MP23	Opet.työtila 155	betoni 180 mm min.villa 50 mm betoni	20	35	20	6
			90	50	19	8
			160	55	19	9
			250	86	10	8

## 6. RAKENNEAVAUKSET

Kohteen rakenteita tarkastettiin rakenneavauksin ja avauksien yhteydessä otettiin näytteitä materiaalin kunnon selvittämiseksi. Rakenneavauksilla pyrittiin selvittämään, minkälaisia korjaustoimenpiteitä eri rakenteille on toteutettu peruskorjauksen yhteydessä.

Avauksia suoritettiin ala-, väli- ja yläpohjarakenteisiin sekä ulkoseinärakenteisiin. Rakenteet selvitettiin 32 mm porareiän kautta. Otettujen materiaalinäytteiden analyysit on käsitelty tarkemmin raportin kohdassa 7. Avauksista tehdyt havainnot ja käytetyt rakenneratkaisut on kuvattu rakennekohtaisesti.

### 6.1. Maanvastaiset alapohjarakenteet

#### Vanha puoli



#### Rakenneavaus: 1. krs. kellari

- maalipinta
- betonilaatta 100 mm
- bitumi
- hiekka 40 mm
- betonilaatta

Rakenneavauksessa havaittiin olevan kaksoislaatta, jonka välissä on tasaushiekka ja bitumisively. Alemman betonilaatan läpi ei porattu. Oletuksena on, että selvitetty rakennetyyppi on alkuperäinen.

#### Uusi puoli



#### Rakenneavaus RAAP1: kellarikerros varasto (001)

- maali
- betoni 90 mm
- mineraalivilla 60 mm
- bitumisively
- betoni 315 mm
- hieno hiekka



Rakenneavauksessa havaittiin olevan kaksoislaatta, jonka välissä on mineraalivillaeriste ja bitumisively. Alemman betonilaatan alla on hieno hiekka. Oletuksena on, että selvitetty rakennetyyppi on alkuperäinen.



**Rakenneavaus RAAP2: kellarikerros  
LHJ (uusi puoli 002)**

- maali
- betoni 50 mm
- bitumisively
- betoni 315 mm
- hieno hiekka

Rakenneavauksessa havaittiin olevan kaksoislaatta, jonka välissä on bitumisively. Alemman betonilaatan alla on hieno hiekka. Oletuksena on, että selvitetty rakennetyyppi on alkuperäinen.



**Rakenneavaus RAAP3: 1. krs. varasto  
(101)**

- muovimatto
- betoni 150 mm
- tervapaperi
- min.villa 100 mm
- betoni 100 mm
- hieno hiekka

Rakenneavauksessa havaittiin olevan kaksoislaatta, jonka välissä on mineraalivillaeriste ja bitumisively. Alemman betonilaatan alla on hieno hiekka. Oletuksena on, että selvitetty rakennetyyppi on alkuperäinen.

**Rakenneavaus RAAP4: 1. krs. varasto**

- muovimatto
- betoni 55 mm
- bitumi
- betoni 45 mm
- hieno hiekka >300 mm



**Rakennearvaus RAAP5: 1. krs. terveydenhoitaja (105)**

- muovimatto
- betoni 80 mm
- suodatinkangas
- styrox-eriste 70 mm
- sepelimmerske 70 mm
- bitumisively
- betonilaatta 80 mm
- hieno hiekka

Rakennearvauksessa havaittiin olevan uusia sekä alkuperäisiä lattiarakenteita. Uuden asennetun sepelikerroksen alta ilmeni alkuperäinen bitumisively ja betonilaatta. Alimman betonilaatan alla on hieno hiekka.



**Rakennearvaus: 1. krs.käytävä (110)**

- muovimatto
- betoni 80 mm
- suodatinkangas
- styrox-eriste 70 mm
- sepelimmerske 60 mm
- bitumisively
- betonilaatta 80 mm
- hieno hiekka

Rakennearvauksessa havaittiin olevan uusia sekä alkuperäisiä lattiarakenteita. Uuden asennetun sepelikerroksen alta ilmeni alkuperäinen bitumisively ja betonilaatta. Alimman betonilaatan alla on hieno hiekka.

**Rakennearvaus RAAP6, RAAP7 (erityisopetuksen käytävä, varasto 128):**

- muovimatto+tasoite
- betoni 100 mm
- mineraalivilla 50/100 mm
- pohjalaatta (ei läpi)



#### Rakenneavaus 7: 110 käytävä

- muovimatto
- tasoite
- betonilaatta 160 mm
- bitumi
- EPS eriste
- ilmatila ~ 1000 mm (putkikanaali)

Rakenneavaus suoritettiin 110 käytävän alapohjarakenteelle. Samalla kohdalla sijaitsee 1000 mm syvä putkikanaali. Pintabetonilaatan alapuolella on bitumisively/EPS eriste. Eristekerroksen paksuutta ei saatu selvitettyä.

#### Rakenneavaus RAAP8 (kotitalousluokka):

- muovimatto+tasoite
- betoni 85 mm
- tervapaperi
- mineraalivilla 70 mm
- bitumi
- betoni 100 mm

#### Ryömintätillaiset alapohjarakenteet



#### Rakenneavaus RARP1: 2. krs liikuntasali näyttämön alue

- betoni 80 mm
- tervapaperi
- mineraalivilla 70 mm
- betoni 150 mm
- ryömintätila

Rakenneavaus tehtiin liikuntasalissa näyttämön alueelle. Rakenteessa on betonilaattojen välissä tervapaperi ja mineraalivillaeriste. Alemman betonilaatan alla on ryömintätila.



#### Rakenneavaus RARP2.1 RARP2.2: 2.krs liikuntasali

- lattiapinnoite
- vaneri 15 mm
- lankkulattia 32 mm
- ristikoolaus 120 mm + min.villa
- bitumisively
- betoni 150 mm
- ryömintätila

Kaksi rakenneavausta tehtiin liikuntasalin muovimattopinnoitteiselle alueelle. Lattiapinnoitteen alla on lattian puurakenteet sekä 120 mm mineraalivillaa. Eristeen alla on bitumisively sekä 150 mm vahvainen betonilaatta. Bitumisivelystä otettiin näyte PAH-pitoisuuksien määrittämiseksi. Sivelyssä ei havaittu haitta-aineita. Laatan alla on ryömintätila. Kiinteistöhoitajalta saadun tiedon mukaan liikuntasalin rakenteista on uusittu ainoastaan lattiapinnoite.

#### Rakenneavaus RARP3: aula

- muovimatto+tasoite
- betoni 135 mm
- tervapaperi
- mineraalivilla 150 mm
- betoni 125 mm
- ilmatila

#### Rakenneavaus RARP4: ruokala

- muovimatto+tasoite
- betoni 50 mm
- mineraalivilla 100 mm
- betoni 100 mm
- ilmatila



#### Rakenneavaus RARP5: 210 psyk. sairaanhoitaja

- muovimatto
- tasoite
- betoni 110 mm
- musta suodatinkangas
- solupolystyreenieriste 75 mm
- betoni 90 mm
- mineraalivilla 100 mm
- bitumisively
- betoni 300 mm
- ilmatila

Rakenneavauksessa havaittiin olevan uusia sekä alkuperäisiä lattiarakenteita. Uuden asennetun solupolystyreenieristekerroksen alla on kaksoislaattarakenne, jossa betonilaattojen välissä on mineraalivilakerros ja alemman laatan yläpinnassa bitumisively. Alimman betonilaatan alla on ryömintätila.



#### Rakenneavaus 4: 287 opettajainhuone

- muovimatto
- tasoite
- betonilaatta 120 mm
- bitumisively
- betonilaatta

Rakenneavaus tehtiin 287 opettajainhuoneen alapohjarakenteeseen, jonka alla on ryömintätila. Rakenne on kaksoislaatta, laattojen välissä on bitumisively. Välipohjarakennetta selvittäessä ilmeni useassa porauskohdassa rautaputkia (vanhoja viemäreitä tai vesijohtoja). Kiinteistön käyttäjiltä saadun tiedon mukaan nykyisen opettajainhuoneen kohdalla on aiemmin ollut koulun keittiö. Alkuperäisen keittiön rakenteesta ei ole ollut lähtötiedoissa rakennetyyppejä.

Kyseisestä rakenteesta mitattiin kosteuspoikkeama-alueelta sekä kosteuspoikkeama-alueen ulkopuolelta rakennekosteuspitoisuudet. Mittauksissa havaittiin eroavaisuuksia alueiden välillä.

## 6.2. Välipohjarakenteet

### Vanha puoli

Vanhalla puolella tehtiin välipohjiin 2 avausta (**RAVP2, RAVP5**) kolmanteen ja neljänteen kerrokseen. Avauksista todettiin, että vanhat muottilaudoitukset on poistettu rakenteesta ja rakenne kunnostettu. Välipohjissa on käytetty eristeenä EPS-eristettä tai kevytsoraa. Eristekerros n. 450 mm.



#### Rakenneavaus 2: 213 opetustila

- muovimatto
- tasoite
- betonilaatta 80 mm
- EPS eriste 180 mm

Rakenneavaus tehtiin 213 opetustilan välipohjarakenteeseen. Samalla kohdalla alemmassa kerroksessa sijaitsee kellaritila. Pintabetonilaatan alla havaittiin nykyaikainen EPS-eriste 180 mm. EPS-eristekerroksen alla on pohjabetonilaatta, jonka läpi ei porattu.



#### Rakenneavaus 6: 311 opetustila

- muovimatto
- tasoite
- betonilaatta 80 mm
- suodatinkangas
- EPS eriste

Rakenneavaus suoritettiin 311 opetustilan välipohjarakenteelle. Samalla kohdalla, alemmassa kerroksessa sijaitsee opetustila. Pintalaatan alapuolella oli suodatinkangas sekä EPS eriste. Eristekerroksen paksuutta ei selvitetty. Saatujen lähtötietojen perusteella vanhat välipohjarakenteen tätemateriaalit ja muottilauδοitukset on poistettu. EPS-eristeen olemassaolo viittaa siihen, että rakenne on korjattu peruskorjauksen yhteydessä suunnitelmien mukaisesti.

#### Uusi puoli

Uudella puolella välipohjiin tehtiin 3 avautusta (**RAVP1, RAVP3, RAVP4**). Rakenne on massiivinen ylälaattapalkisto. Rakenteessa ei ole erillistä pintalaattaa. Massiivilaatan vahvuus vaihtelee 160...200 mm. Poikkeava rakenne on lämmönjakohuoneen yläpuolisessa välipohjassa, jossa on lämmöneriste.



#### Rakenneavaus 3: 124 teks.työ

- muovimatto
- tasoite
- betonilaatta 50 mm
- paperi
- mineraalivillaeriste 70 mm
- tervapaperi
- punainen rautaputki

Alempia rakenteita ei tutkittu.

Rakenneavaus suoritettiin 124 teks.työ-luokan välipohjarakenteelle. Samalla kohdalla, alemmassa kerroksessa sijaitsee kiinteistön lämmitys- ja talotekniikkatilat. Pintabetonilaatan alla on paperipinnoitettu mineraalivillaeriste. Eristekerroksen paksuus on 70 mm. Eristekerroksen alla havaittiin punainen rautaputki, jonka käyttötarkoituksesta ei ollut selvyyttä (vanha patteriputkiston osa). Porauksia ei tästä syystä jatkettu.

Kyseisestä rakenteesta otettiin materiaalinäyte mitatulta kosteuspoikkeama-alueelta (MNMI3). Kyseisessä näytteessä ei esiintynyt poikkeavaa mikrobikasvustoa.



**Rakenneavaus 5: 303 opetustila**

- muovimatto
- tasoite
- betonilaatta >100 mm

Rakenneavaus suoritettiin 303 varastotilan välipohjarakenteelle. Samalla kohdalla, alemmassa kerroksessa sijaitsee opetustila. Rakenneavauksessa ei ollut bitumisivelyä tai eristemateriaalia. 70-luvun välipohjarakenteeksi on merkitty ylälaattapalkisto, jossa on pintalaatta.

### 6.3. Yläpohjarakenteet

#### Vanha puoli



**Rakenneavaus 8: 505 opetustila**

- maalipinta
- betonilaatta 90 mm
- olkieristys

Rakenneavaus suoritettiin 505 opetustilan yläpohjarakenteelle. Toteutus tehtiin poraamalla reikä tilan yläpohjarakenteeseen alhaalta päin. Laatan yläpuolella havaittiin olevan olkieristys. Eristekerroksen paksuutta ei saatu selvitettyä. Olettavasti kyseinen yläpohjarakenne on alkuperäinen.

Tämän lisäksi yläpohjaan tehtiin ullakolta käsin kolme avausta (**RAYP3, PAYP4, RAYP5**).

### Rakenneavaus ullakko

- betoninen palopermanto 40...60 mm
- tervapaperi
- koksikuona 50 mm
- lämmöneriste (kutterinpuru, olkea) 450 mm
- alalaatta, betoni

### Uusi puoli

Uudella puolella yläpohjaa tarkasteltiin kahdesta kohtaa (**RAYP1 RAYP2**). Rakenteet havaittiin rakenneavausten 9 ja 10 mukaisiksi.



#### Rakenneavaus 9: 5. krs. yläpohja

- puhallusvilla ~500 mm
- bitumihuopa
- betonilaatta 80 mm
- ilmatila 400 mm
- alapuolinen alaslaskettu katto

Rakenneavaus suoritettiin 70-luvulla rakennetun 5. kerroksen eristetilän yläpohjarakenteeseen. Rakenneavauksen alapuolella on tila 403 (opetustila). Betonilaatan alapuolella on ilmatila 400 mm. Rakennetyypistä ei pysty päättelemään, onko rakenne korjattu peruskorjauksen yhteydessä.



#### Rakenneavaus 10: 4. krs. yläpohja

- puhallusvilla ~500 mm
- bitumihuopa
- betonilaatta 80 mm
- ilmatila 220 mm
- alapuolinen sisäkattorakenne



Rakenneavaus suoritettiin 70- luvulla rakennetun 4. kerroksen yläpohjarakenteelle. Rakenneavauksen alapuolinen tila on liikuntasali. Betonilaatan alapuolella on ilmatilaa 220 mm. Nykyaikainen puhallusvilla viittaa siihen, että rakenne on korjattu peruskorjauksen yhteydessä.

#### 6.4. Ulkoseinärakenteet

##### Vanha puoli



**Rakenneavaus 15: 1. krs. kellari, maanvastainen seinä**

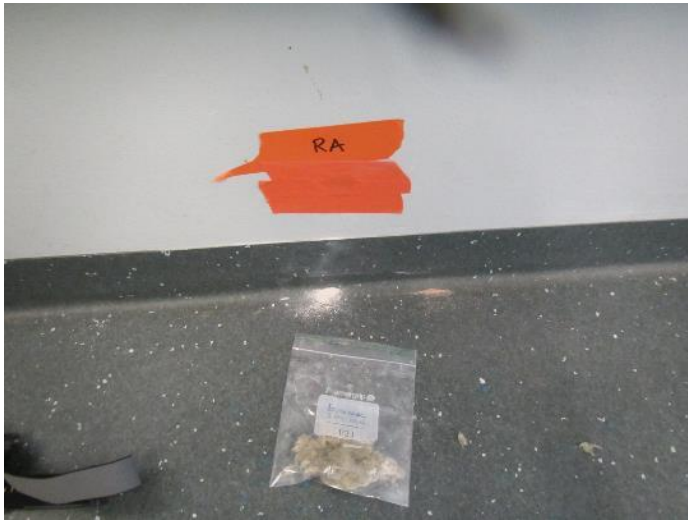
- rappaus
- tiili 135 mm
- ilmatila 35 mm
- bitumisively

Rakenneavaus suoritettiin vanhan osan 1. kerroksen kellaritilan maanvastaiselle ulkoseinärakenteelle. ½- kiven verhomuurauksen takana on 35 mm ilmatila sekä bitumisively. Porausta ei jatkettu. Oletuksena on, että nykyiset rakennekerrokset ovat alkuperäiset.



**Rakenneavaus 11: 213 opetustila**

- tasoite
- tiili > 350 mm



### Rakenneavaus 12: 212 käytävä ja opetustila 213

- tasoite
- kahitiili 80 mm
- mineraalivilla

Rakenneavaukset suoritettiin 50-luvulla rakennettujen tilojen ulkoseinärakenteeseen, ikkunoiden alapuolelle vanhan patterisyvennyksen kohdalle. Kahitiilimuurauksen takana on mineraalivillaeriste. Eristeen paksuutta ei mitattu. Rakennusajankohta huomioiden rakennuksessa on ollut patterisyvennykset, jotka on rakennettu uudelleen.

Rakenneavauksesta (212) otettiin mikrobinäyte MNMI6. Analyysivastauksen mukaan näytteessä ei ilmentynyt poikkeavaa mikrobikasvustoa.

Rakenneavauksesta (213) otettiin mikrobinäyte MNMI7. Analyysivastauksen mukaan näytteessä ei ilmentynyt poikkeavaa mikrobikasvustoa.



### Rakenneavaus RAUS1: 2.kerros 212 käytävä

Maanvastainen seinä

- kahitiili 80 mm
- mineraalivilla 80 mm
- bitumisively
- betoni (porattu 70 mm)

Ei-maanvastainen seinä

- kahitiili 80 mm
- mineraalivilla 80 mm
- maalattu lastulevy 20 mm
- tojalevy 50 mm
- bitumisively
- betoni

Seinäpatterin alapuolella, maanvastaisella seinällä, kahitiilen takana on 80 mm vahvuinen mineraalivillaeriste. Eristeen takana on bitumisively, joka on asennettu betoniseinän sisäpintaan.

Seinäpatterin yläpuolelle, ei-maanvastaiselle seinälle, kahitiilen ja mineraalivillakerroksen takana on 20 mm vahvuinen lastulevy sekä 50 mm vahvuinen tojalevyeriste. Tojalevyn takana on bitumisively, joka on asennettu betoniseinän sisäpintaan.

Rakenneavaukset tehtiin ikkunan alapuolelle. Kyseiset rakenteet sekä keskinäiset eroavuudet poikkeavuudet liittyvät vanhoihin patterisyvennyksiin ja syvennyksien pykäliin.

**Rakenneavaus 14: 311 opetustila**

- tasoite
- kahitiili 80 mm
- mineraalivilla 150 mm

Rakenneavaus suoritettiin 50-luvulla rakennettujen tilojen ulkoseinärakenteeseen, ikkunoiden alapuolelle vanhan patterisyvennyksen kohdalle. Kahitiilimuurauksen takana on mineraalivillaeriste. Rakennusajankohta huomioiden rakennuksessa on ollut patterisyvennykset, jotka on rakennettu uudelleen.

Rakenneavauksesta otettiin mikrobinäyte NMMI8. Analyysivastauksen mukaan näytteessä ei ilmennyt poikkeavaa mikrobikasvustoa.

**Uusi puoli****Rakenneavaus 13: 210 OPO 1**

- tasoite
- betoniseinä 80 mm
- mineraalivilla 100 mm

Rakenneavaus suoritettiin 210 OPO 1:n ulkoseinärakenteelle, patterin alle. Betoniseinän takana on mineraalivillaeriste. Eristeen paksuus on 100 mm. Alkuperäisessä rakennetyypissä betoniseinän paksudeksi on merkitty 150...200 mm, jonka takana on 100 mm vahvuinen mineraalivillaeriste.

Rakenneavauksesta otettiin mikrobinäyte MNMI5. Analyysivastauksen mukaan näytteessä ei ilmennyt poikkeavaa mikrobikasvustoa.



#### Rakenneavaus RAMS1: kellarikerros lämmönjakohuone (002)

- maali
- betoni 240 mm
- ilmatila

Rakenneavaus tehtiin kellarikerroksen lämmönjakohuoneen sellaiselle ulkoseinärakenteelle, josta ei pohjakuvien perusteella selviä, onko seinän takana ryömintätila vai maatyttö. Rakenneavauksessa on 240 mm vahvuisen betoniseinän takana ilmatila. Avauksesta havaittiin rakenteisiin paikoilleen jätettyjä muottilaudoituksia. Avauskohdasta on aistittavissa mikrobiperäistä hajua.



#### Rakenneavaus RAMS2: kellarikerros lämmönjakohuone (002)

- kahitiili 130 mm
- mineraalivilla 90 mm
- bitumisively 2 mm
- betoni 155 mm
- bitumihuopa
- solupolystyreenieriste 50 mm
- hieno hiekka

Lämmönjakohuoneen toinen rakenneavaus tehtiin maanvastaiseen seinärakenteeseen. Rakenneavauksessa on kahitiilen takana alkuperäiset mineraalivilla- ja bitumisivelykerrokset. Sively on asennettu 155 mm vahvuisen betoniseinän sisäpintaan. Seinän ulkopinnassa on uudet asennetut bitumihuopakkerrokset ja niiden ulkopuolella solupolystyreenieriste. Eristeen takana on hieno hiekka.

Lisäksi ulkoseinää avattiin putkikanaalista (**RAMS3, RAMS4**). Rappauksen ja verhomuurauksen takana oli betonin pinnassa bitumisively. Betonin takana alapohjatäyttö.



#### Rakenneavaus RAUS0: 1.kerros opettajat (155)

- maali
- betoni 180 mm
- mineraalivilla 50 mm
- betoni (porattu 260 mm, ei porattu syvemmälle)

Rakenneavaukset tehtiin 70-luvulla rakennetun tilan ulkoseinärakenteeseen, kolmelle eri korkeudelle. Betonirakenteiden välissä on 50 mm vahvuinen mineraalivillaeriste. Saman ulkoseinän ulkopuolelta tarkasteltiin ulkopuolisia kosteuseristysmateriaaleja, joita ei havaittu. Ulkoseinän vierestä sorakerrosta kaivettiin pois noin 300 mm verran.

Ulkoseinärakenteelle tehtiin kosteusmittaukset, joiden tulokset on esitetty kappaleessa.

Ulkoseinät yleensä.

#### Rakenneavaus RAUS1...RAUS6 : ulkoseinät yleensä

- maali
- rappaus 15...20 mm
- punainen reikätiili/ KAHI-tiili
- mineraalivilla 100 mm mm
- KAHI-tiili

## 6.5. Ulkoseinä- ja ikkunaliitokset

### Vanha puoli



#### Rakenneavaus 17: 213 opetustila

- liitoksessa vanhat ikkunakarmit

Rakenneavauksia suoritettiin ulkoseinä- ja ikkunaliitokselle tiloissa. Avauksien perusteella vanhat karmit ovat jätetty paikalleen peruskorjauksen yhteydessä. Lisäksi myös huonetiloissa 207, 253 sekä 414 ulkoseinä- ja ikkunaliitoksissa on vanhat karmit. Ikkunan ja ulkoseinän liitos on tiivistetty uretaanilla.

Lisäavauksia tehtiin **RAIK3...RAIK7**. Näissä avauksissa todettiin vanhan karmen takana olevan tilkkeenä rivettä. Riveestä otettiin kolme näyttettä mikrobianalysejä varten.

### Uusi puoli

Ikkunaliitosten avauksissa **RAIK1 ja RAIK2** todettiin ikkunat kiinnitetyiksi apukarmeihin. Apukarmit eivät ole kyllästettyä puuta.



#### Rakenneavaus 18: 107 Psykologi

- liitoksessa uusi ikkunakarmi
- tilkkeenä mahdollisesti alkuperäistä villaa, villa tummentunutta

Rakenneavaus suoritettiin 107 Psykologin huoneen ulkoseinä- ja ikkunaliitokselle. Avauksen perusteella uusien karmien välissä on alkuperäistä, tummentunutta mineraalivillaa.

## 7. MIKROBIMATERIAALINÄYTTEIDEN TULOKSET

### 7.1. Materiaalien mikrobinäytteiden tulokset

Tulosten tulkinta perustuu Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetukseen 545/2015 sekä Valviran ohjeeseen 8/2016. Asiakirjojen mukaisesti suoraviljelymenetelmän tulokset ilmoitetaan + -asteikkoa käyttäen seuraavasti: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ runsaasti (50-199 pmy/malja) ja ++++ erittäin runsaasti mikrobeja ( $\geq 200$  pmy/malja).

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun suoraviljelyllä tehdyssä materiaalinäytteessä havaitaan runsaasti (+++/++++) elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinomykeettejä. Mikrobikasvua voidaan epäillä, mikäli näytteessä havaitaan niukasti/kohtalaisesti (+/++) sieni-itiöitä ja kosteusvaurioindikaattoreita 2 tai useampi laji. Aktinobakteerien kohtalainen määrä (++) viittaa myös mikrobikasvuun. Tulosten tulkinnassa tulee huomioida myös näytteissä havaittu lajisto ja suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon, jos näytteessä esiintyy niukasti tai kohtalaisesti kosteusvaurioindikaattorilajia.

WSP Finland Oy:n analyysivastaus 1908231309OT on tämän raportin liitteenä. Poikkeavana pidettävät näytteet ovat listauksessa merkittynä lihavoidulla tekstillä. Näytteet on otettu seuraavista kohdista:

MNMI1: 155, maan vastainen ulkoseinä, lattiasta 700 mm, mineraalivillaa  
MNMI2: 155 alapohja, betonilaattojen välistä, mineraalivillaa  
MNMI3: 124, välipohja, betonilaattojen välistä, mineraalivillaa  
MNMI4: 107, ulkoseinä alaosa, mineraalivillaa  
MNMI5: 210, ulkoseinä, ikkunan alta, mineraalivillaa  
MNMI6: 2.kerros, käytävä, ulkoseinä, ikkunan alta, mineraalivillaa  
MNMI7: 213, ikkunan alta, patterisyvennyksestä, mineraalivillaa  
MNMI8: 311, ulkoseinä, ikkunan alta patterisyvennyksestä, mineraalivillaa

Tarkemmat tutkimustulokset analyysivastauksessa, liite 3.

### 7.2. Materiaalien mikrobinäytteiden tulokset 5.1.2021

WSP Finland Oy:n 5.1.2021 ottamien lisänäytteiden analyysivastaus 2101071114JL on tämän raportin liitteenä. Poikkeavana pidettävät näytteet ovat listauksessa merkittynä lihavoidulla tekstillä. Näytteet on otettu seuraavista kohdista:

**MNMI1: Tila 215 (vanha osa), ikkunarive**  
**MNMI2: Tila 312 (vanha osa), ikkunarive**  
MNMI3: Tila 414 (vanha osa), ikkunarive

Tarkemmat tutkimustulokset analyysivastauksessa, liite 3.1.

## 8. VOC-MATERIAALINÄYTTEIDEN TULOKSET

### 8.1. Tulkitseminen ja ohjeita

Materiaalinäytetulosten arviointiin on olemassa viitearvot Työterveyslaitoksen julkaisussa ”Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin”. Julkaisu on päivitetty 19.3.2019.

Materiaali	TVOC [µg/m³g]	2-etyyli-1-heksanoli [µg/m³g]	C9-alkoholit [µg/m³g]	Propanihappo [µg/m³g]
PVC, pehmitin DEHP	200	70	---	---
PVC; pehmitin DINCH, DINP tai DIDP	500 <sup>1</sup>	50	320 <sup>1</sup>	---
Tasoitteet ja betoni	50	40	---	---
Linoleum	650	---	---	100

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

Näytteet on analysoitu WSP Finland Oy:n laboratoriossa ja laboratorion referenssikirjaston perusteella viitearvot ovat saman suuntaisia Työterveyslaitoksen viitearvojen kanssa.

### 8.2. Näytteiden yhteenveto

WSP Finland Oy:n analyysivastaus 1908231315OT on tämän raportin liitteenä. Poikkeavana pidettävät näytteet ovat listauksessa merkittynä lihavoidulla tekstillä. Näytteet on otettu seuraavista kohdista:

MNVO1: Opettajainhuone 287, muovimatto, liima, tasoite  
 MNVO2: Opettajainhuone 287, muovimatto, liima, tasoite  
 MNVO3: Tekstiilityö 124, muovimatto, liima, tasoite  
 MNVO4: Psykologi 107, muovimatto, liima, tasoite  
 MNVO5: Opettajan työtila 155, muovimatto, liima, tasoite

**(viittaa vaurioon)**  
*(ei viitettä vauriosta)*  
**(viittaa vaurioon)**  
*(ei viitettä vauriosta)*  
**(viittaa vaurioon)**

Tarkemmat tutkimustulokset analyysivastauksessa, liite 4.



## 9. FLEC-PINTAEMISSIONÄYTTEIDEN TULOKSET

Näytteet otettiin standardin NT Build 484 mukaisesti. Standardista poiketen tilavuusvirtana käytetään 200 ml/min ja ulostulovirtaus on säädetty yli 20 % sisääntuloilman virtauksesta, Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti. Näytteenoton mittausepävarmuutta ei ole erikseen määritetty.

Maalipinnoitteille ei ole annettu raja- tai toimenpide-arvoja. Nyt mitatut arvot olivat vähäisiä ja yksittäisinä yhdisteinä havaitut orgaaniset piiyhdisteet ovat tavanomaisia maaleista lähteviä päästöjä. Näyte FLEC1 on otettu reuna-alueelta, jossa kuluminen on vähäisempää ja päästötkin ovat hieman vähäisemmät. Rasitetulta alueelta, jossa lattiapinnoite kulunut, otetun näytteen päästöt ovat hieman suurempia (TVOC 48  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$   $\rightarrow$  54  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ ).

WSP Finland Oy:n analyysivastaus 1908231430VK on liitteenä. Poikkeavana pidettävät näytteet ovat listauksessa merkittynä lihavoidulla tekstiilillä. Näytteet on otettu seuraavista kohdista:

FLEC1: Liikuntasalin lattia, reuna-alue (ehjä pinnoite)	TVOC 48 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$
FLEC2: Liikuntasalin lattia, keskialue (kulunut pinnoite)	TVOC 54 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$

---

## 10. TEOLLISTEN KUITUJEN ANALYSOINTI

Tulosten tulkinta perustuu Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetukseen 545/2015 sekä Valviran ohjeeseen 8/2016. Asiakirjojen mukaisesti säännöllisesti siivotuilla pinnoilla (näytejärjestelyn mukainen 14 vuorokauden kertymä) voidaan toimenpiderajana 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>. Toimenpiderajan ylityksessä tulee selvittää kuitulähteet ja ryhtyä toimenpiteisiin kuitukertymän pienentämiseksi.

Kohteesta otettiin kuusi kappaletta näytteitä. Näytteet, joissa havaittiin kuituja yli toimenpiderajan, on korostettu lihavoidulla tekstillä. Analyysivastauksen 1909060846TL mukaisesti näytteet on otettu seuraavista kohdista:

KUIT1: Opetustila 131 <0,1 kpl/cm<sup>2</sup>  
KUIT2: Liikuntasali 0,1 kpl/cm<sup>2</sup>  
KUIT3: Opetustila 214 <0,1 kpl/cm<sup>2</sup>  
KUIT4: Fysiikka 316 <0,1 kpl/cm<sup>2</sup>  
KUIT5: Kuvataide 344 <0,1 kpl/cm<sup>2</sup>  
KUIT6: Opetustila 403 <0,1 kpl/cm<sup>2</sup>

Analysoidut kuitupitoisuudet eivät ylittäneet toimenpiderajaa yhdessäkään näytteessä.

## 11. PAH-YHDISTEET

### 11.1. Näyteanalyysit

PAH-yhdisteiden pitoisuuden viitearvot ovat määritelty asetuksessa 202/2006, jossa kaatopaikalle pysyvästi sijoitettavan jätteen sisältämän PAH-yhdisteen raja-arvoksi on asetettu kokonaismäärällä 40 mg/kg.

Ratu 82-0381 ”Kivihiilipikeä sisältävien rakenteiden purku, osastointi menetelmä” ohjekortissa on esitetty vaaralliseksi jätteeksi luokiteltavan materiaalin PAH-yhdisteiden pitoisuudeksi 200 mg/kg, jota työsuojeluviranomaiset pitävät rajana, jolloin purkutyö tulee suunnitella ja toteuttaa osastointimenetelmällä.

Kohteesta otettiin yhteensä kaksi kappaletta materiaalinäytteitä, joista tehtiin PAH-analyysi. Näytteenottopisteet on esitetty liitteenä olevassa pohjakuvassa. Poikkeavat näytteet ovat korostettuna lihavoitulla tekstillä. Näytteet olivat seuraavat.

- **PAH1: Opettajainhuone 287, lattia / betonilaattojen välissä oleva bitumisively**
- PAH2: Putkikanaali / kivijalan rappauksen takana oleva bitumisively

PAH-yhdisteiden analyysivastaus on raportin liitteissä, liite 5.



**Kuva 36.** 287 Opettajainhuone, betonilaattojen välissä oleva bitumisively.



**Kuva 37.** Putkikanaalin kivijalan rappauksen takana oleva bitumisively.

### 11.2. Näyteanalyysit 5.1.2021

Kohteesta otettiin 5.1.2021 1 kpl lisänäytteitä materiaalinäytteitä, joista tehtiin PAH-analyysi. Näytteenottopisteet on esitetty liitteenä olevassa pohjakuvassa. Poikkeava näyte on korostettu lihavoitulla tekstillä. Näyte on seuraava

- PAH1: Juhlasalin alapohja, bitumi

PAH-yhdisteiden analyysivastaus on raportin liitteissä, liite 5.1.

## 12. MERKKIAINEMITTAUKSET

### 12.1. merkkiainemittaukset 2019

Merkkiainetutkimukset suoritettiin 23.8.2019 tilojen 124 (teks.työ) välipohja-, 146 (opetustila) alapohja- ja OPO 1 (210) ulkoseinärakenteille. Tutkimusten tarkoituksena on tarkastella rakenteiden liitosten ja läpivientien mahdollisia ilmavuotokohtia. Mittauksia varten tutkittaviin tiloihin järjestettiin väliaikainen osastointi ja osastoituun tilaan toteutettiin noin 10...15 Pa alipaine ulkoilmaan nähden.

#### Mittauspiste 1



**Kuva 38.** Yleiskuva



**Kuva 39.** Vuotokohdat

Tila: 124 (tekstiilityö)  
Paine-ero: -10 ... -12 Pa  
Arviointi: Selkeitä vuotokohtia muutamista eri rakenteiden liitoskohdissa

Vuotokohdat: Välipohja- ja väliseinärakenteen liitos, vuotokohta keittiökaappien takana  
Välipohja- ja ulkoseinärakenteen liitos

## Mittauspiste 2



**Kuva 40.** Vuotokohtat



**Kuva 41.** Kuva hormin sisäpuolelta

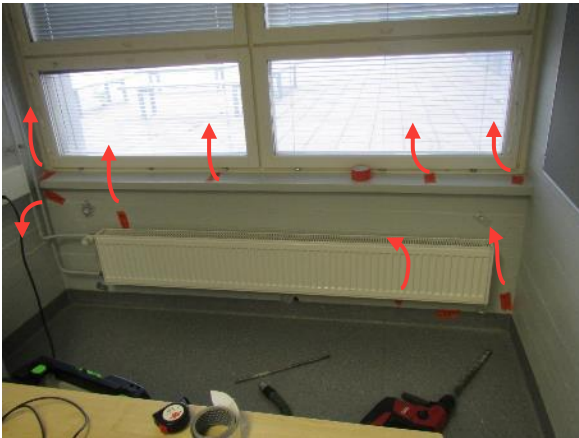
Tila: 146 (opetustila)

Paine-ero: -10 ... -13 Pa

Arviointi: Yksittäinen vuotokohta, tarkkaa kohtaa ei pystytty paikantamaan

Vuotokohtat: Huoneessa sijaitseva hormin tarkastusluukut

## Mittauspiste 3



**Kuva 42.** Vuotokohtat



**Kuva 43.** Yleiskuva

Tila: 210 (OPO 1)

Paine-ero: -10 Pa

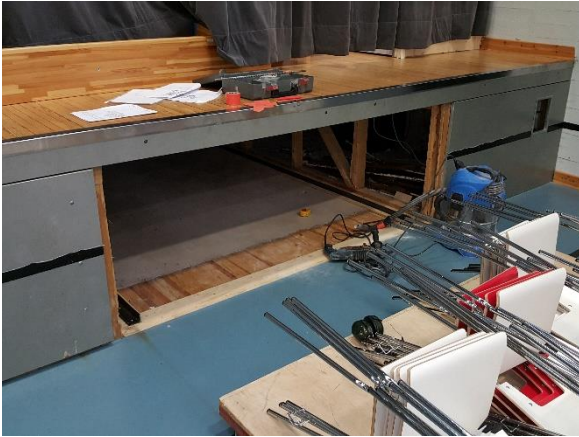
Arviointi: Useita ja selkeitä vuotokohtia ulkoseinärakenteen liitoksista.

Vuotokohtat: Ulkoseinän ja väliseinän liitoksen kulmassa  
 Ulkoseinän ja välipohjan liitoksessa  
 Patterin kiinnityskohdassa  
 Ulkoseinien liittymäkohdassa  
 Ikkunan ja ulkoseinän saumassa useita vuotokohtia

## 12.2. merkkiaine- ja savumittaukset 2021

Rakenteiden tiivyyden tarkastelu tehtiin eri kerroksien välillä oleville sähkökeskus- ja hormirakenteille. Tutkimukset tehtiin merkkiaine- ja merkkisavukoemenetelmin. Tutkimusten tarkoituksena on tarkastella rakenteiden liitosten ja läpivientien mahdollisia ilmavuotokohtia. Tutkimukset tehtiin merkkiaine- ja merkkisavukoemenetelmin. Mittauksia varten tutkittaviin tiloihin järjestettiin tarvittaessa väliaikainen osastointi ja osastoituun tilaan toteutettiin noin 10...15 Pa alipaine ulkoilmaan nähden.

### Mittauspiste 4



**Kuva 44.** Liikuntasalin näyttämö



**Kuva 45.** Havaittu vuotokohta



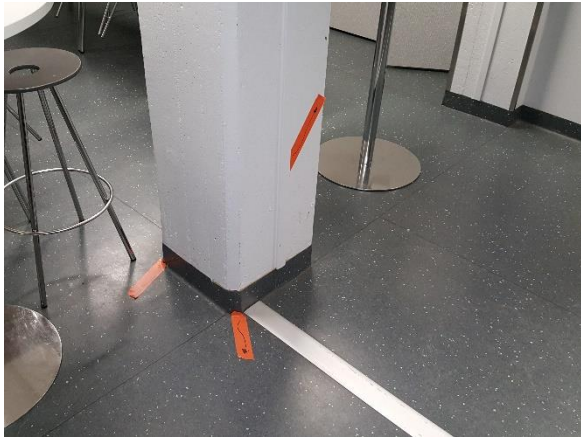
**Kuva 46.** Kuvassa ryömintätilan seinän ja liikuntasalin lattian liitos

Tila: Liikuntasali  
 Paine-ero: -15  
 Arviointi: Yksi vuotokohta selvitettävillä alueilla

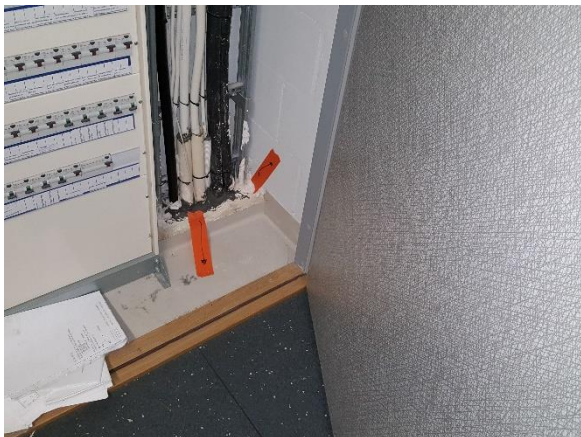
Vuotokohdat: Liikuntasalin ja alapuoleisen ryömintätilan välillä oleva läpivienti

---

**Mittauspiste 5 (kerrosten väliset hormit, sähkökeskukset, liikuntasaumamat)**



**Kuva 47.** Liikuntasaumamat eivät ole tiiviitä



**Kuva 48.** Sähkökeskukset eivät ole tiiviitä

Paine-ero: -10...-15 Pa

Arviointi: Vuotokohtia ilmeni eri kerrosten välisistä liitoksista ja läpivienneistä, mikäli niitä ei ole tiivistetty jälkikäteen tiivistysmassalla tai muulla vastaavalla aineella

Vuotokohtat: Kerrosten väliset hormit, sähkökeskukset, liikuntasaumamat

## 13. OLOSUHDEMITTAUSTEN TULOKSET

Sisäilman eri olosuhteita seurattiin kahdeksasta (8) eri tilasta. Mittausjakso oli noin kaksi viikkoa ajanjaksolla 22.08. – 05.09.2019.

Tulosten tulkinta perustuu Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetukseen 545/2015 sekä Valviran ohjeeseen 8/2016. Käytetyt tulkintaohjeet ovat seuraavat:

### Lämpötila

Huoneilman lämpötilan toimenpiderajat lämmityskaudella ovat välillä +20...+26 °C ja lämmityskauden ulkopuolella välillä +20...+32 °C.

### Suhteellinen kosteus

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

### CO<sub>2</sub> hiilidioksidi

Hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 1150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden arvona voidaan käyttää 400 ppm, jos ulkoilman hiilidioksidipitoisuutta ei mitata. Tällöin toimenpideraja sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle on 1550 ppm.

Tilakohtaiset mittaustulokset on esitetty seuraavissa kappaleissa ja tulosten graafiset mittakuvaajat ovat raportin liitteenä, katso liitteet 9 ja 10.

### 13.1. 107 Psykologi

Sisäilman lämpötila vaihteli välillä +21...+27 °C ja keskiarvolämpötila oli +23 °C. Mittausjakson aikana tilan lämpötila pysyi yleisesti toimenpiderajojen sisäpuolella.

Suhteellinen kosteus vaihteli välillä 40...66 % ja keskiarvo oli 52 %. Mitatut huoneilman suhteellisen kosteuden arvot olivat tavanomaisia mittausjakson aikana.

Hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 335...608 ppm ja keskiarvopitoisuus oli 420 ppm. Mittausjakson aikana hiilidioksidipitoisuudet pysyivät toimenpiderajojen sisällä.

### 13.2. 146 Erityisopetus

Sisäilman lämpötila vaihteli välillä +20...+24 °C ja keskiarvolämpötila oli +21 °C. Mittausjakson aikana tilan lämpötila pysyi yleisesti toimenpiderajojen sisäpuolella.

Suhteellinen kosteus vaihteli välillä 43...74 % ja keskiarvo oli 57 %. Mitatut huoneilman suhteellisen kosteuden arvot olivat tavanomaisia mittausjakson aikana.

Hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 416...1068 ppm ja keskiarvopitoisuus oli 522 ppm. Yhden koulupäivän aikana pitoisuudet nousivat hetkellisesti yli 1000 ppm, mikä saatetaan aistia ilman tunkkaisuutena. Mittausjakson aikana hiilidioksidipitoisuudet pysyivät toimenpiderajojen sisällä.



### 13.3. 150 Opetustila

Sisäilman lämpötila vaihteli välillä +21...+24 °C ja keskiarvolämpötila oli +22 °C. Mittausjakson aikana tilan lämpötila pysyi yleisesti toimenpiderajojen sisäpuolella.

Suhteellinen kosteus vaihteli välillä 40...74 % ja keskiarvo oli 55 %. Mitatut huoneilman suhteellisen kosteuden arvot olivat tavanomaisia mittausjakson aikana.

Hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 492...956 ppm ja keskiarvopitoisuus oli 562 ppm. Mittausjakson aikana hiilidioksidipitoisuudet pysyivät toimenpiderajojen sisällä.

### 13.4. 255 Musiikkiluokka

Sisäilman lämpötila vaihteli välillä +21...+25 °C ja keskiarvolämpötila oli +22 °C. Mittausjakson aikana tilan lämpötila pysyi yleisesti toimenpiderajojen sisäpuolella.

Suhteellinen kosteus vaihteli välillä 40...81 % ja keskiarvo oli 55 %. Mitatut huoneilman suhteellisen kosteuden arvot olivat tavanomaisia mittausjakson aikana.

Hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 384...1216 ppm ja keskiarvopitoisuus oli 509 ppm. Mittaustuloksista on nähtävissä korkeampia hiilidioksidipitoisuuksia, kun tiloissa on ollut käyttäjiä. Koulupäivien aikana pitoisuudet nousivat hetkellisesti yli 1000 ppm, mikä saatetaan aistia ilman tunkkaisuutena. Mittausjakson aikana hiilidioksidipitoisuuksien toimenpiderajoja ei ylitetty.

### 13.5. 287 Opettajainhuone

Sisäilman lämpötila vaihteli välillä +21...+25 °C ja keskiarvolämpötila oli +23 °C. Mittausjakson aikana tilan lämpötila pysyi yleisesti toimenpiderajojen sisäpuolella.

Suhteellinen kosteus vaihteli välillä 42...72 % ja keskiarvo oli 56 %. Mitatut huoneilman suhteellisen kosteuden arvot olivat tavanomaisia mittausjakson aikana.

Hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 333...1145 ppm ja keskiarvopitoisuus oli 435 ppm. Mittaustuloksista on nähtävissä korkeampia hiilidioksidipitoisuuksia, kun tiloissa on ollut käyttäjiä. Kolmen koulupäivien aikana pitoisuudet nousivat hetkellisesti yli 1000 ppm, mikä saatetaan aistia ilman tunkkaisuutena. Mittausjakson aikana hiilidioksidipitoisuudet pysyivät toimenpiderajojen sisällä.

### 13.6. 320 Atk-luokka

Sisäilman lämpötila vaihteli välillä +20...+26 °C ja keskiarvolämpötila oli +22 °C. Mittausjakson aikana tilan lämpötila oli jatkuvasti asetettujen toimenpiderajojen sisäpuolella.

Suhteellinen kosteus vaihteli välillä 40...75 % ja keskiarvo oli 54 %. Mitatut huoneilman suhteellisen kosteuden arvot olivat tavanomaisia mittausjakson aikana.

Hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 375...970 ppm ja keskiarvopitoisuus oli 458 ppm. Mittaustuloksista on nähtävissä korkeampia hiilidioksidipitoisuuksia, kun tiloissa on ollut käyttäjiä. Mittausjakson aikana hiilidioksidipitoisuudet pysyivät toimenpiderajojen sisällä.

### 13.7. 402 Opetustila

Sisäilman lämpötila vaihteli välillä +21...+26 °C ja keskiarvolämpötila oli +22 °C. Mittausjakson aikana tilan lämpötila oli jatkuvasti asetettujen toimenpiderajojen sisäpuolella.

Suhteellinen kosteus vaihteli välillä 42...74 % ja keskiarvo oli 55 %. Mitatut huoneilman suhteellisen kosteuden arvot olivat tavanomaisia mittausjakson aikana.

Hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 405...1080 ppm ja keskiarvopitoisuus oli 483 ppm. Mittaustuloksista on nähtävissä korkeampia hiilidioksidipitoisuuksia, kun tiloissa on ollut käyttäjiä. Kolmen koulupäivän aikana pitoisuudet nousivat hetkellisesti yli 1000 ppm, mikä saatetaan aistia ilman tunkkaisuutena. Mittausjakson aikana hiilidioksidipitoisuudet pysyivät toimenpiderajojen sisällä.

### 13.8. 409 Oppilaskunnan huone

Sisäilman lämpötila vaihteli välillä +21...+24 °C ja keskiarvolämpötila oli +22 °C. Mittausjakson aikana tilan lämpötila oli jatkuvasti asetettujen toimenpiderajojen sisäpuolella.

Suhteellinen kosteus vaihteli välillä 40...74 % ja keskiarvo oli 56 %. Mitatut huoneilman suhteellisen kosteuden arvot olivat tavanomaisia mittausjakson aikana.

Hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 406...1540 ppm ja keskiarvopitoisuus oli 493 ppm. Mittaustuloksista on nähtävissä korkeampia hiilidioksidipitoisuuksia, kun tiloissa on ollut käyttäjiä. Hiilidioksidipitoisuudet nousivat lähelle toimenpiderajaa (1550 ppm) useampana päivänä, pysyen kuitenkin toimenpiderajojen sisäpuolella.

### 13.9. Ulkoilma

Ulkoilman lämpötila vaihteli välillä +5,6...+26 °C ja keskiarvolämpötila oli +16 °C.

Suhteellinen kosteus vaihteli välillä 42...99 % ja keskiarvo oli 78 %.

## 14. PAINE-EROMITTAUSTEN TULOKSET

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-erovaihtelua seurattiin kuudesta (6) eri tilasta. Mittausjakso oli noin kaksi viikkoa ajanjaksolla 22.08. – 05.09.2019.

Mittaustulokset on esitetty seuraavissa kappaleissa ja tulosten graafiset mittakuvaajat ovat raportin liitteenä, katso liite 8.

### 14.1. Paine-eromittausten tulokset 2019

#### 14.1.1. Liikuntasali / ryömintätila

Liikuntasalin ja ryömintätilan välinen painesuhde vaihteli välillä -33...+28 Pa ja keskiarvo oli +6 Pa. Liikuntasali on keskiarvallisesti ylipaineinen ryömintätilaan verrattuna. Painesuhde on ylipaineinen pääsääntöisesti klo 18...06 aikana. Koulun käyttöaikana alipaineinen painesuhde vaihtelee -10...-4 Pa:n välillä.

#### 14.1.2. 150 Opetustila

Sisä- ja ulkoilman välinen painesuhde vaihteli välillä -18...+ 15 Pa ja keskiarvo oli - 4 Pa. Tila oli pääsääntöisesti ylipaineinen koulun käyttöaikana, klo 6 – 18 välillä. Kouluajan ulkopuolella ja viikonloppuisin painesuhde muuttuu alipaineiseksi. Käyttöaikana ylipaineisuus vaihtelee + 4...+8 Pa:n välillä.

#### 14.1.3. 155 Opetustyö

Sisä- ja ulkoilman välinen painesuhde vaihteli välillä -29...+20 Pa ja keskiarvo oli -2 Pa. Tila oli pääsääntöisesti ylipaineinen koulun käyttöaikana, klo 6 – 18 välillä. Kouluajan ulkopuolella ja viikonloppuisin painesuhde muuttuu alipaineiseksi. Käyttöaikana ylipaineisuus vaihtelee + 4...+ 12 Pa:n välillä.

#### 14.1.4. 210 Opo 1

Sisä- ja ulkoilman välinen painesuhde vaihteli välillä -10...+4 Pa ja keskiarvo oli -3 Pa. Tila oli pääsääntöisesti alipaineinen ulkoilmaan nähden, yksittäisiä ylipaineepiikkejä lukuun ottamatta. Mittaustulokista oli havaittavissa paine-eron muuttuminen reilusti alipaineisesta lähelle tasapainoa arkipäivinä klo 6 – 8 välillä.

#### 14.1.5. 312 Opetustila

Sisä- ja ulkoilman välinen painesuhde vaihteli välillä -12...+14 Pa ja keskiarvo oli -3 Pa. Tila oli pääsääntöisesti ylipaineinen koulun käyttöaikana, klo 6 – 18 välillä. Kouluajan ulkopuolella ja viikonloppuisin painesuhde muuttuu alipaineiseksi. Käyttöaikana ylipaineisuus vaihtelee + 0...+8 Pa:n välillä.

#### 14.1.6. 320 ATK

Sisä- ja ulkoilman välinen painesuhde vaihteli välillä -22...+10 Pa ja keskiarvo oli -4 Pa. Tila oli pääsääntöisesti ylipaineinen koulun käyttöaikana, klo 6 – 18 välillä. Kouluajan ulkopuolella ja viikonloppuisin painesuhde muuttuu alipaineiseksi. Käyttöaikana ylipaineisuus vaihtelee + 2...+8 Pa:n välillä.

## 14.2. Paine-eromittausten tulokset 2021

Rakennuksen eri tilojen ja alapuoleisen ryömintätilan välistä paine-eroa seurattiin kuudesta (6) eri tilasta. Mittausjakso oli noin kaksi viikkoa ajanjaksolla 11.01. – 25.01.2021.

Mittaustulokset on esitetty seuraavissa kappaleissa ja tulosten graafiset mittakuvaajat ovat raportin liitteenä, katso liite 8.

### 14.2.1. Liikuntasali / ryömintätila

Liikuntasalin ja ryömintätilan välinen painesuhde vaihteli välillä -14...+50 Pa ja keskiarvo oli +15 Pa. Liikuntasali on keskiarvollisesti ylipaineinen ryömintätilaan verrattuna. + 50 Pa:n ja sitä lähelle mitattuja ylipaineipikkejä mitattiin joka päivä, jotka ajoittuvat kouluajan ulkopuolelle, klo 15...21 väliselle ajalle. Painesuhde on pääsääntöisesti ylipaineinen klo 12 ... 06 välisenä aikana. Klo 06...12 välillä painesuhde vaihtelee yli- ja alipaineen välillä.

### 14.2.2. Varasto 148 / ryömintätila

Varaston ja ryömintätilan välinen painesuhde vaihteli välillä -28...+11 Pa ja keskiarvo oli -12 Pa. Varasto on keskiarvollisesti alipaineinen ryömintätilaan verrattuna. Varaston paine-ero muuttuu alipaineisesta ylipaineiseksi joka arkipäivä noin klo 06...16 välisenä aikana.

### 14.2.3. Ruokasali 238 / ryömintätila

Aulan ja ryömintätilan välinen painesuhde vaihteli välillä -1...+12 Pa ja keskiarvo oli +4 Pa. Ruokasali on ylipaineinen ryömintätilaan verrattuna. Ylipaineisuus lisääntyy yleisesti klo 06...19 välisenä aikana. Ruokasali oli hetkellisesti lievästi alipaineinen kahtena eri mittauspäivänä, alipaineisuus kesti eri jaksoina 10 minuutista yhteen tuntiin.

### 14.2.4. Aula 242 / ryömintätila

Aulan ja ryömintätilan välinen painesuhde vaihteli välillä +1...+12 Pa ja keskiarvo oli +6 Pa. Aula on ylipaineinen ryömintätilaan verrattuna. Ylipaineisuus lisääntyy yleisesti klo 06...19 välisenä aikana.

### 14.2.5. Puhelinhuone 286 / ryömintätila

Opettajan huoneen vieressä oleva puhelinhuoneen ja ryömintätilan välinen painesuhde vaihteli välillä -27 Pa... +14 Pa ja keskiarvo oli -8 Pa. Puhelinhuone on keskiarvollisesti alipaineinen ryömintätilaan verrattuna. Painesuhde vaihtelee arkipäivinä ali- ja ylipaineen välillä noin klo 06...16 välillä.

### 14.2.6. Toimisto 290 / ryömintätila

Rehtorin huoneen vieressä olevan toimiston ja ryömintätilan välinen painesuhde vaihteli välillä -40 Pa... +18 Pa ja keskiarvo oli -4 Pa. Toimisto on keskiarvollisesti alipaineinen ryömintätilaan verrattuna. Painesuhde muuttuu alipaineisuudesta useana päivänä ylipaineiseksi noin klo 06...17 välillä.

## 15. ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI

Altistumisolosuhteen arviointi perustuu Työterveyslaitoksen julkaisuun ”Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen” (2016). Rakennuksen kokonaisvaltainen altistumisolosuhteen arviointi sisältää rakennus- ja talotekniikan sekä sisäilman laatuun vaikuttavien riskitekijöiden tarkastelun. Lisäksi arvioinnissa on huomioitu päästölähteiden laajuus, voimakkuus, sijainti ja ilmayhteys sisäilmaan sekä epäpuhtauksien leviämiseen vaikuttavat tekijät, kuten ilmanvaihto, painesuhteet jne.

Altistumisolosuhteen arviointi on jaettu seuraavasti:

- Haitallinen altistumisolosuhde epätodennäköinen
- Haitallinen altistumisolosuhde mahdollinen
- Haitallinen altistumisolosuhde todennäköinen
- Haitallinen altistumisolosuhde erittäin todennäköinen

*Haitallinen altistumisolosuhde on mahdollinen.*

### Rakenteiden mikrobivaurioiden laajuus ja mikrobien kulkeutuminen

Tilan 146 tekniikkahormista aistittiin mikrobiperäistä hajua. Koulujän ulkopuolella tekniikkahormi on alipaineinen sisäilmaan nähden ja tällöin on mahdollista mikrobiperäisen hajun kulkeutuminen paikallisesti sisätiloihin.

Tilan 124 (teks.työ) välipohjarakenteen eristetilassa mitattu korkea kosteuspitoisuus mahdollistaa eristemateriaalin mikrobivaurioitumisen. Rakenteessa todettujen epätiivien liittymien vuoksi mahdolliset mikrobit pääsevät kulkeutumaan lähitilojen sisäilmaan.

### Rakennuksesta peräisin olevat muut epäpuhtaudet

Paikoin muovimattopinnoitteisilla alueilla mitattiin kosteuspoikkeamia ja osassa materiaalinäytteissä esiintyi muovimaton ja liiman kemiallista vaurioitumista. Vaurioituneista lattiapinnoitteista on mahdollista päästä vapautumaan VOC-yhdisteitä sisäilmaan. Tarkemmin yhdisteiden mahdollista kulkeutumista sisäilmaan voidaan selvittää VOC-ilma- ja FLEC-näytteellä.

Kiinteistön tekniikkahormeissa sekä liikuntasalissa havaittiin pinnoittamattomia mineraalivillaeristeitä. Tekniikkakuilujen tarkastusluukuista puuttuu tiivisteet sekä hormit ovat paikoitellen alipainaisia sisäilmaan nähden. Lisäksi hormoneissa on havaittavissa paikoitellen rakennusaikaista pölyä. Tutkituissa tiloissa on havaittu paine-eroissa vaihteluita yli- ja alipaineen välillä. Kyseiset asiat mahdollistavat mineraalivillakuitujen ja muiden rakennuspölyjen kulkeutumisen lähitilojen sisäilmaan.

Opettajainhuoneen välipohjarakenteesta todetun bitumisivelyn PAH-yhdisteiden on mahdollista kulkeutua rakenteiden epätiivien liitosten ja mahdollisten läpivientien kautta kiinteistön sisätiloihin.

### Sisäilman olosuhteet

Tutkimusajankohtana hiilidioksidipitoisuudet nousivat eri tiloissa hetkellisesti yli 1000 ppm, mikä saattaa aistia ilman tunkkaisuutena. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat eivät ylittyneet missään tilassa.

### Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilmaan ja rakennuksen paine-ero

Kiinteistön kouluaikana mitattu ylipaineinen painesuhde ulkoilmaan nähden mahdollistaa rakennuksen käytöstä aiheutuvan kosteuslisän kulkeutumisen rakenteeseen ja mahdollisesti aiheuttaa mikrobivaurioita rakenteissa, jotka voivat tulevaisuudessa heikentää sisäilman laatua. Tutkituissa tiloissa on havaittu paine-eroissa vaihteluita yli- ja alipaineen välillä.

## 16. ARVIOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 16.1. Tutkimukset 2019

1970-luvulla rakennetun kiinteistön osalla sokkelin ulkopinnassa on havaittavissa vedeneristeenä käytetty bitumihuopa. 70-luvun rakennusosille tehtiin kaksi kaivuuavausta, joista toisessa ilmeni lämmöneristemateriaali sokkelirakenteen vieressä. 50-luvulla rakennetun osan ulkopuolelle ei tehty erillisiä kaivuuavauksia. Tehdyissä sisäpuoleisissa rakenneavauksissa ilmeni, että 50-luvulla rakennetun kiinteistön maanpaineeseinän sisällä on bitumisively, joka on tavanomainen ratkaisu rakennusaika huomioiden.

Sokkelirakenteiden maalipinnoitteissa havaittiin paikoitellen maalipinnoitteen halkeilua ja irtoilua sekä muutamia pystysuunnan halkeamia. Kiinteistön ulkopuolella maanpinta on paikoitellen tasainen tai viettää rakennukseen päin, jotka lisäävät kiinteistöön kohdistuvaa ulkopuolista kosteusrasitusta. Nurmi-alueella olevan pihakaivon ympäriltä on paljon kasvillisuutta, jotka estävät hulevesien valumisen kohti pihakaivoa. Koska peruskorjauksesta ei ollut tutkimushetkellä saatavilla dokumentteja, ei ole tietoa onko ulkopuoliset vedeneristykset sovittu korjattavan, sokkelirakenteen viereiset lämmöneristeet asennettavan ja maanpinnan muokkaukset tehtävän kokonaisvaltaisesti peruskorjauksen aikana.

Kiinteistön ryömintätilan betonirakenteiden pinnoitteissa on havaittavissa paikoitellen muottilaudan jäänteitä. Muuta orgaanista ainesta ryömintätalassa ei esiintynyt. Ryömintätilan läpiviennit on tiivistetty mineraalivillalla, jotka eivät estä epäpuhtauksien ja mahdollisten hajuhaittojen kulkeutumista kiinteistön sisäpuolelle. Muottilautojen poistoista tai läpivientien tiivistyskorjauksista ei ole dokumentteja peruskorjauksen ajalta.

Kiinteistön 70-luvulla rakennetun osion julkisivuissa ilmeni paikoitellen pystysuunnan halkeamia rakennuksen 1. ja 2.kerroksessa. Joitain halkeamia on korjattu peruskorjauksen jälkeen. Tutkimusten yhteydessä ei ilmennyt syitä halkeamien muodostumiselle. Lisäksi muutamien syöksytörmien läheisyydessä roiskevedet kastelevat sokkelin ulkopintaa. Ikkunoiden vesipellityksissä ilmeni paikoitellen puutteita.

Kiinteistön 50-luvulla rakennetun vesikaton alueelle havaittiin paikoitellen sammaloitumista sekä tiilikatteesta irronneita palasia. Lisäksi harjatiilien liitokset sekä osa läpivientien tiivistyksistä on epätiivittä. Rakennusosan räystäällä on paljon irtoroskia.

Rakennuksen tekniikkakotelot sisäpuolella ilmeni paikoitellen rakennuspölyä sekä pinnoittamattomia mineraalivillaeristeitä. Koteloiden tarkastusluukut ovat tiivistämättömiä ja osa tarkastusluukuista oli korvattu peltilevyillä. Tilan 146 kotelon sisäpuolelta aistittiin mikrobiperäistä hajua ja tilan 210 kotelo oli alipaineinen varsinaiseen sisäilmaan verrattuna. Muiden koteloiden ja ympäröivän tilan painesuhteet olivat lähellä tasapainoa. 1.kerroksen siiv.varaston ja viereisten ryömintätilojen läpiviennit ovat tiivistämättä, joiden kautta ryömintätilojen epäpuhtaudet ja mahdolliset hajuhaitat voivat levitä muualle koulutiloihin.

Kosteusmittauksissa ilmeni poikkeavia kosteuspitoisuuksia rakennuksen 1. ja 2.kerroksen eri tiloissa. Kyseiset kosteuspoikkeama-alueet ovat paikallisia. Tutkimushetkellä ei ollut ilmennyt syytä havaituille kosteuspoikkeama-alueille. Kosteuspoikkeama-alueilta tehty viiltomittaukset vaihtelivat RH 75...94 %:n välillä. Mitatuilta kosteuspoikkeama-alueilta otettiin VOC-materiaalinäytteitä, joissa havaittiin vaurioitumiseen viittaavia VOC-yhdisteitä. Materiaalien vaurioituminen on aiheutunut muovimaton ja liiman kosteudesta aiheutuneesta vaurioitumisesta. Näytteessä 4 ei havaittu poikkeavia VOC-pitoisuuksia, vaikka kyseinen näyte otettiin kosteuspoikkeama-alueelta, missä viiltomittausarvo muovimattopinnoitteen alla oli koholla (VM 16 RH 75 %). Rakentamisaikana ennen pinnoitustöitä vaatimuksena pintaosien raja-arvona käytetään alle RH 75 %. Tutkimushetkellä ei ollut tiedossa, onko kohteen rakennusaikana suoritettu pinnoitettavuusmittauksia. Pinnoittamisen jälkeen pintaosien kosteus nousee normaalisti tiiviin pinnoitteen alla, mutta ei saisi olla nousta yli pinnoitettavuusarvojen pidempiaikaisesti.

Kosteuspoikkeama- ja ei kosteuspoikkeama-alueille tehtiin rakenteiden kosteusjakauman selvitys. Mittauksissa havaittiin selkeitä eroavaisuuksia alueiden suhteen. Kosteuspoikkeama-alueella rakennekosteusmittausten pintaosien arvot vaihtelivat RH 78-94 %:n välillä, kun kosteuspoikkeama-alueen ulkopuolella vastaavat arvot vaihtelivat RH 40-68 %:n välillä. Syvemmillä mittaussyvyyksillä kosteuspoikkeama-alueen arvot vaihtelivat RH 82 -92 %:n välillä, kosteuspoikkeama-alueen ulkopuolella vastaavat arvot ovat RH 40 – 79%.

Kiinteistöön tehtiin yhteensä 18 kappaletta rakenneavauksia, joista ilmeni, että kaikkia rakenteita ei ole korjattu peruskorjauksen yhteydessä. Tutkimuksien yhteydessä ei ilmennyt miksi tietyt rakenteita ei ole peruskorjauksen aikana läpikäyty. Rakenneavauksista otettujen näytteiden mikrobianalyyseistä tulosten tulkinta on: ei poikkeavaa mikrobikasvua.

Koulun liikuntasalista otetut FLEC-näytteiden pitoisuudet olivat vähäisiä, eikä jatkotoimenpiteille ole tarvetta.

Sisäilman kuitulähteitä selvitettiin 14 vuorokauden laskeumalevynäytteillä. Näytteiden kuitupitoisuudet eivät ylittäneet toimenpiderajaa.

Opettajainhuoneen 287 otetun bitumisivelyn PAH-pitoisuus ylitti kaatopaikalle pysyvästi sijoitettavan jätteen sisältämän PAH-yhdisteen raja-arvon, joka tulee huomioida, esimerkiksi purkutöiden yhteydessä.

Merkkiainemittauksissa havaittiin yksittäisiä epätiivittä rakenteiden liitos- ja kiinnityskohtia. Tutkimusten aikana ei ollut tietoa, onko rakenteiden liitokset ja läpiviennit läpikäyty peruskorjauksen aikana. Liitosten tiivistyskorjaustapaa ei selvitetty tutkimusten aikana.

Olosuhdemittauksissa ainoastaan tilassa 409 (OPK) hiilidioksidipitoisuudet nousivat lähelle asetettua toimenpiderajaa, pysyen kuitenkin toimenpiderajan alapuolella. Tutkittujen tilojen lämpötilat vaihtelivat 21-27 asteen välillä, pysyen toimenpiderajojen sisäpuolella. Suhteellisen kosteuden arvot olivat mitausajankohdalle tavanomaisia, 40...81%.

Sisä- ja ulkoilman välisissä paine-eromittauksissa opetustilat ovat yleisesti ylipaineisia kouluaikana. Kouluajan ulkopuolella painesuhde muuttuu alipaineiseksi. Mittauksista poikkeaa tila 210 (OPO), jonka painesuhde on pääsääntöisesti alipaineinen. Mittauksissa selvitettiin myös koulun liikuntasalin ja salin alapuolella olevan ryömintätilan painesuhde. Kouluaikana liikuntasali on ylipaineinen ryömintätilaan nähden, mutta kouluajan ulkopuolella painesuhde muuttuu alipaineiseksi. Paine-erojen muuttumiset liittyvät ilmanvaihtolaitteiden käyntiaikoihin.

## 16.2. Tutkimukset

Lisätutkimuksien rakenneavauksissa kiinteistön 50-luvulla rakennetulla osalla ilmeni, että peruskorjauksessa asennetut uudet ikkunat on asennettu kiinni vanhoihin, alkuperäisiin ikkunakarmeihin. Vanhojen ikkunakarmien tilkkkeenä on käytetty rivettä. Tilkkeestä otettiin näytteet mikrobi tutkimuksia varten. Näytteissä kahdessa kolmesta analyysivastauksen tuloksen tulkinta on epäily poikkeavasta mikrobikasvusta. 50-luvun osan käytävällä ilmeni poikkeava ulkoseinärakenne muihin tutkimuksissa esiintyneisiin rakenteisiin verrattuna. Saman osan yläpohjarakenne on alkuperäinen, johon ei ole peruskorjauksen yhteydessä tehty muita korjaustoimenpiteitä kuin vesikatteen maalaus.

70-luvulla rakennetun osan rakenneavauksissa ilmeni, että välipohja- ja ulkoseinärakenteet ovat peruskorjauksessa laadittujen rakennetyyppien mukaisia. Poikkeuksena on tilan 155 maanvastainen ulkoseinärakenne, josta ei havaittu vedeneristysmateriaalia rakenteen sisällä tai ulkopuolella. Seinärakenteen kosteusjakauman mittauksissa ilmeni hieman koholla olevia eristekerroksen kosteuspitoisuuksia.

---

sia seinän alaosassa. Liikuntasalin lattian rakenne on alkuperäinen, ainoastaan lattiapinnoite on uusittu vuosien aikana. Lämmönjakohuoneen viereisestä ryömintätilasta ilmeni tilan sisäpuolelle jätettyjä muottilautoja, joista ilmeni mikrobiperäistä hajua.

Lisätutkimuksissa tehtiin merkkiaine- ja merkkisavukokeita rakennuksen eri kerrosten välissä oleviin läpivienteihin, saumoihin, sähkökeskuksiin ja pystyhormeihin. Tutkimuksissa havaittiin yleisesti epätiivieyksiä kyseisten läpivientien ja liitosten kautta. Ainoastaan alueet, joita on tiivistetty jälkikäteen tiivistysmassalla tai muulla vastaavalla aineella, epätiivieyksiä ei havaittu.

70-luvulla rakennetulla osalla tehtiin kuudesta eri tilasta tilojen ja alapuoleisen ryömintätilan välisiä paine-eron seurantamittauksia. Yleisissä tiloissa (ruokala, aula ja liikuntasali) paine-erot olivat yleisesti ylipaineisia ryömintätiloihin. Liikuntasalista mitattiin säännöllisesti tapahtuvia lähelle 50 Pa:n nousevia ylipainepeikkejä. Ylipaineen avulla liikuntasalin toiminnasta johtuva, hetkellisesti nouseva kosteustuotto voi siirtyä ympäröiviin rakenteisiin ja aiheuttaa pitkällä aikavälillä materiaalien vaurioitumista. Muiden mitattujen työtilojen ja ryömintätilojen paine-erot vaihtelivat yli- ja alipaineen välillä, ollen pääsääntöisesti alipaineisia.



## 17. YHTEENVETO JATKO- JA KORJAUSTOIMENPITEISTÄ

Selvitetään peruskorjaushankkeen aikana tehdyt korjaustoimenpiteet, korjausten laajuus sekä peruskorjausten aikana tehdyt pinnoitettavuusmittaukset.

Keittiön pintakosteusmittaus ja havaittujen märkätilojen kosteuspoikkeama-alueet tulee tarkastaa loma-aikana, jolloin tilat eivät ole käytössä ja mittauksista aiheutuvien rakennevaurioiden voidaan korjata välittömästi.

Selvitetään sokkelirakenteiden ulkopuolisten lämmöneristeiden olemassaolo kattavasti koko kiinteistön osalta. 1950-luvun rakennusosalta selvitetään mahdolliset ulkopuoliset vedeneristemateriaalit.

Välittömät kiireelliset toimenpide-ehdotukset esitetään seuraavasti:

- Poistetaan muovimatot tiloista, joista mitattiin kosteuspoikkeamaa.
- Tilasta 124 (teks.työ) puretaan välipohjarakenne, niin että kastuneet eristeet saadaan poistettua kokonaisvaltaisesti. Erillinen kosteuskartoitus tarvittaessa.
- Kiinteistön painesuhteet tulee säätää kokonaisvaltaisesti lähelle tasapainoa. Tulee huomioida ryömintätilan painesuhde ympäröiviin tiloihin (oleskelutilojen on pysyttävä ylipaineisina koko ajan ryömintätilaan nähden).
- Kotelarakenteet tiivistetään tai koteloiden sisäpuolella olevat paljaat mineraalivillaeristeet uusitaan pinnoitetuilla tuotteilla.
- Näkyvät villaeristeet tulee pinnoittaa tai korvata pinnoitetuilla vaihtoehdoilla.
- Tilan 146 hormin mikrobiperäisen hajun lähde tulee selvittää ja mikrobivaurioituneet materiaalit tulee poistaa/estää hajun kulkeutuminen muualle tiloihin.
- Ikkunoiden ja vesikatteen pellitysten sekä vesikatteen liitoskohtien korjaaminen. Räystäsjärjestelmien kunnostaminen ja puhdistus.
- Rakenneliittymien ja läpivientien tiivistäminen.
- Ryömintätilojen ja viereisten työtilojen läpivientien tiivistäminen.
- Musiikkiluokassa havaittujen muurahaisten lähteen selvittely.
- Syöksytörmien roiskevesien estäminen ja sokkeleiden korjaaminen.

Lisätutkimuksien perusteella esitetään lisäksi:

- Rakenteiden sisällä olevien vanhojen ikkunoiden tilkeriveiden vuoksi ulkoseinärakenteiden kokonaisvaltaiset tiivistyskorjaukset
- Eri kerroksen välissä olevien liikuntasauvojen, läpivientien, sähkökeskusten ja hormien tiivistyskorjaukset

Toimenpide-ehdotukset 1-3 vuoden kuluessa esitetään seuraavasti:

- Sadevesien ohjauksen parantaminen sekä maanpinnan muokkauksen parantaminen rakennuksesta pois päin. Lisätutkimuksien perusteella kiinteistön maanvastaiset seinät tulee korjata peruskorjauksessa esitetyn rakennetyypin mukaan.
- Tiilikatteen jäkälän ja sammaleen poisto.
- Julkisivuhalkeamien syiden selvitys ja korjaaminen
- Ikkuna- ja ulkoseinäliittymien alkuperäisten villaeristeiden poistaminen ja uusiminen uusilla tuotteilla
- Sadevesi- ja salaojajärjestelmien kuvaus

Kaikki korjaustoimenpiteet tulee toteuttaa erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti

## 18. ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

Yhteiskoulun kiinteistössä on koneellinen tulo- ja poistoilmavaihtojärjestelmä, joka on kokonaisuudessaan saneerattu vuosien 2009-2011 aikana. Ilmanvaihtokoneita on kuusi kappaletta (TK01...06) ja niissä on lämmöntalteenottojärjestelmät (LTO). Ilmanvaihtokoneet sijaitsevat kolmessa erillisessä konehuoneessa ja ne ovat asennetut vuonna 2009. Ilmanvaihtokoneiden kuntoa ja toimintaa tutkittiin silmämääräisesti, sekä suorittamalla ilmamäärämittauksia ja kanavistojen puhtauden tarkastuksia. Tutkimukset kohdistettiin käyttäjäkyselyn ja -kokemusten perusteella valikoituihin tiloihin. Tiloja palvelevat ilmanvaihtokoneet ovat TK01, TK03 ja TK05. Muiden koneiden osalta suoritettiin silmämääräinen yleistarkastus.

### 18.1. Ilmanvaihtokoneet

Ilmanvaihtokoneet ovat asennetut saneerausvuonna 2009. LTO-järjestelmän malli ja toimintaperiaate ovat riippuvaisia koneen palvelualueen käyttötarkoituksesta. Tutkimuksen alaisissa koneissa (TK01, TK03 ja TK05) on kaikissa pyörivä LTO-järjestelmä. Lisäksi kiinteistön vesikatolla sijaitsevat poistoilman huippuimurit, joiden asennusajankohdat porrastuvat vesikatkon valmistumisvuosille 2009-2011.



Kuva 44. Yleiskuva, koneet TK02 ja TK03 (IVKH 417)

Kuva 15. Yleiskuva, koneet TK05 ja TK01 (IVKH 417)

Taulukko 2 Yhteiskoulua palvelevien ilmanvaihtokoneiden tiedot

Konepositio	Palvelualue	Valm. vuosi	Ilmamäärä l/s	Sijainti/Huomio
TK01	Lukion luokkatilat ja käytävät	2009	+4 200/-3 800	509 IVKH
TK02	Ruokasali, keittiö ja käytävät	2009	+ 4 400/ -1 900	417 IVKH
TK03	Luokkatilat ruokalan yllä, eteläisessä ja läntisessä siivessä	2009	+ 4 400/- 3 800	417 IVKH
TK04	Liikuntasali	2009	+ 3 900/- 3 650	417 IVKH
TK05	Opettajainhuone ja käytävät	2009	+ 700/- 500	417 IVKH
TK06	Auditorio	2009	+ 1 500/ - 1 500	341 IVKH

Koneiden raitisilmasäleiköissä ei havaittu sääsuojauksia. Huoltohenkilökunnan kertoman mukaisesti sääsuojien puuttuminen on ilmennyt lumen ja veden kulkeutumisena raitisilmasuodattimiin. Raitisilmakammioiden viemäröinnissä havaittiin merkittäviä puutteita. Raitisilmasäleikköjen (pl. kone TK06) takana sijaitsevassa yläkammiossa ei ole viemäröintiliittymiä. Ennen koneita sijaitsevilla alakammioissa on viemäriliittymät, mutta liittymiä ei ole liitetty putkittamalla lattiakaivoihin. Alakammioihin johtuva lumi ja vesi johtuvat alakammion viemäriliittymästä suoraan konehuoneiden lattiapinnoille, eivätkä ne johdu viemäreihin.



Kuva 46. TK02...05 raitisilmasäleiköt



Kuva 47. Raitisilman alakammion tarkastusluukku.



Kuva 48. Yleiskuva raitisilmakammion alaosasta. Havaittavissa pölyisyyttä, sekä viemäröintiliitin, johon ei ole liitetty putkittamalla.

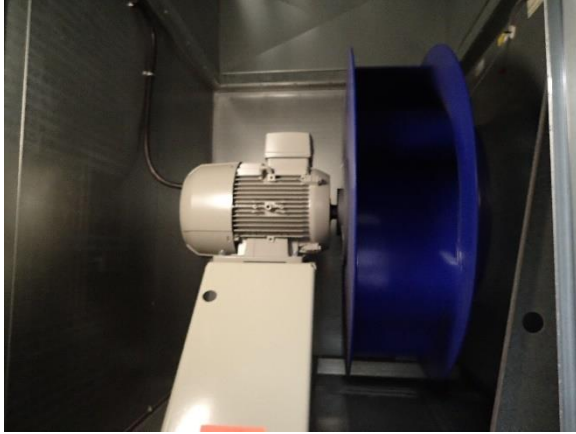


Kuva 49. Yleiskuva raitisilmakammion alaosan pohjasta. Viemäröintiä ei ole toteutettu putkittamalla, vaan vedet valuvat suoraan lattialle jonka kaadoista ei ole varmuutta.

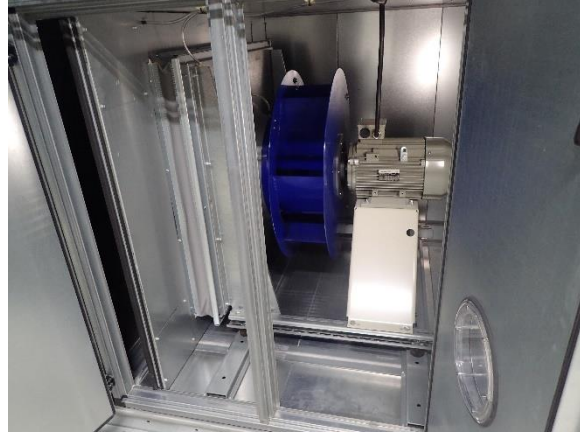
Säleikköjen sääsuojaus, sekä raitisilmakammioiden viemäröintien optimoiminen on välttämätöntä, jotta saadaan estettyä kosteuden kulkeutuminen raitisilmasuodattimiin.

Koneiden puhaltimet ovat suorakäyttöisiä kammio puhaltimia. Ilmanvaihtokoneissa ei havaittu normaalia poikkeavia ääniä. Ilmanvaihtokoneiden tehoa säädetään taajuusmuuttajilla ja niiden käyntiä ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän aikaohjelmilla. Ilmanvaihtokoneiden ohjauskytkimet sijaitsevat konehuoneissa koneiden välittömässä läheisyydessä. Taajuusmuuttajien sijainneissa havaittiin huomautettavaa, sillä esimerkiksi TK05-koneen yläpuolelle on asennettu TK05- ja TK04-koneiden taajuus-

muuttajat rinnakkain. Taajuusmuuttajien sijainnit tulisi olla sellaiset, että ne sijaitsisivat koneiden välittömässä yhteydessä. Näin ollen vältetään väärinkäsityksiltä esimerkiksi huolto- ja mittaustöiden yhteydessä.



Kuva 50. Yleiskuva poistoilmanpuhaltimesta.



Kuva 51. Yleiskuva tuloilmanpuhaltimesta.



Kuva 52. Yleiskuva taajuusmuuttajasta kiinteistössä.

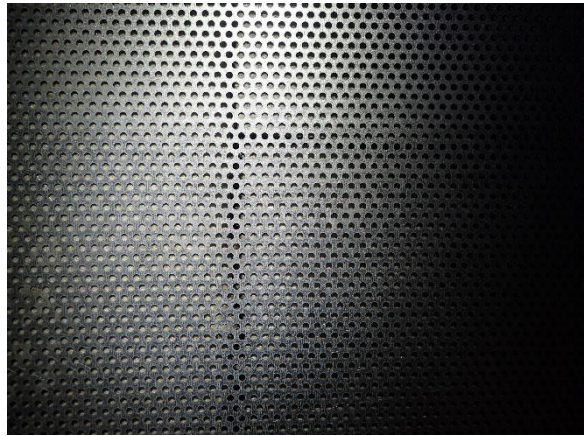


Kuva 53. Ilmanvaihtokoneiden ohjauskytkimiä.

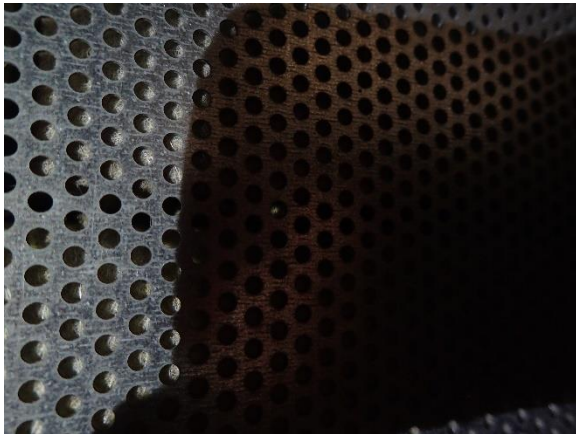
Tehtyjen havaintojen perusteella tuloilmakoneiden jälkeisissä äänenvaimennuskammioissa on käytetty mineraalivillaa. Mineraalivillakuitujen irtoamista on pyritty estämään suoja muovilla, mutta tehtyjen havaintojen perusteella suojaamatonta mineraalivillapintaa havaittiin TK01-koneen mineraalivillalevyjen saumakohdissa. Teollisten mineraalivillakuitujen irtoaminen tuloilmaan on näin ollen TK01-koneen vaikutusalueella mahdollista. TK01-koneen mineraalivillalevyt suositellaan ensisijaisesti korvattavaksi polyesteripintaisilla levyillä. Toissijaisena vaihtoehtona on nykyisten mineraalivillalevyjen saumapintojen tiivistäminen muovikapseloinnilla.



Kuva 54. Tuloilmakammion (TK01) äänenvaimennuskapseloinnin yleiskuva.



Kuva 55. Lukion koneessa (TK01) havaittiin saumakohtia, joiden reunoja ei ole kapseloitu.



Kuva 56. Kapseloimattomista saumakohdista saattaa päästä kuituja sisäilmaan, sillä suodattimet sijaitsevat virtaussuuntaan nähden kammion etupuolella.

Tutkimusalueen ulkopuolisten koneiden silmämääräisen tutkimuksen aikana havaittiin keittiön koneen (TK02) neulaputkilämmönsiirtimien olevan puhdistuksen tarpeessa. Huoltohenkilökunnan kertoman mukaan puhdistustyön tarpeesta ollaan jo tietoisia.



Kuva 57. TK02 neulaputket ovat puhdistamisen tarpeessa.

Koneiden ilmansuodatus on toteutettu pussisuodattimilla (F7), jotka vastaavat nykystandardin mukaista suodatusluokkaa ePM1 50-60%. Suodatinten ja asennuskiskojen tiivistepinnat todettiin ehjiksi ja tiiviiksi. Koneiden suodattimet on uusittu viimeksi elokuussa 2019 ja ne uusitaan tarpeen mukaisesti, mutta vähintään kahdesti vuodessa. Koneiden sisäpuoliset osat todettiin niin ikään silmämääräisesti tarkasteltuna puhtaiksi.



Kuva 58. Suodattimet ovat elokuussa uusitut.



Kuva 59. Suodatinten tiivistepinnat ovat tiiviit ja puhtaat.



Kuva 60. Lämmityspatterin havaittiin olevan puhdas.



Kuva 61. LTO-kiekon ja lämmityspatterin pinnat olivat järjestäen puhtaat.

## 18.2. Ilmanvaihtokanavat varusteineen ja puhtaustarkastelut

Rakennuksen ilmanvaihtokanavat ovat sinkittyä kierresaumattua kanavaa. Kanavat ovat asennetut saaneerausvuonna 2009. Runko- ja haarakanavat on asennettu pääosin alaslaskutilaan, jossa tuloilman runkokanavat ovat eristettyjä. Eristys on alumiinipintainen kivivilla.

Tuloilman kanavat ovat varustettu säätöpelleillä ja tarvittaessa palopelleillä. Kanavisto on varustettu äänenvaimentimilla. Kanavaäänenvaimentimien vaimennusmateriaalina on polyesteri.



Kuva 62. Tuloilmakanava (tila 255), ei merkittävää pölykertymää.



Kuva 63. Tarkennuskuva tuloilmakanavasta tilassa 255.



Kuva 64. Tuloilmakanava (tila 411), ei merkittävää pölykertymää.



Kuva 65. Tuloilmakanava (tila 311), ei merkittävää pölykertymää. Näkyvissä myös säätöpelti.

Ilmanvaihtokanavat ovat lähtötietojen perusteella puhdistettu vuonna 2018. Ilmanvaihtolaitteiden puhdistaminen, tarkastus ja huoltovelvoite määritellään seuraavasti:

Pelastuslaki 29.4.2011/379 (3 luku 13 §)

*"Rakennuksen omistajan, haltijan ja toiminnanharjoittajan on yleisten tilojen ja koko rakennusta palvelevien järjestelyjen osalta sekä huoneiston haltijan hallinnassaan olevien tilojen osalta huolehdittava, että: ilmanvaihtokanavat ja -laitteet on huollettu ja puhdistettu siten, että niistä ei aiheudu tulipalon vaaraa"*

Sisäilmastoluokitus 2018 LVI 05-10629

*"Kanavien puhdistus – Tulo- ja poistoilmakanavisto on tarkastettava vähintään viiden vuoden välein."*

Silmämääräisesti tai sormipyyhkäisyn avulla arvioituna tuloilmakanavistossa ei ole merkittävää pölykertymää. Visuaalisen arviointiasteikon perusteella tuloilmakanavien pölykertymä on keskimäärin määrältään alle 0,2 g/m<sup>2</sup>. Poistoilmakanavissa on vaihtelevissa määrin pölykertymää. Tutkimuksessa tehtyjen havaintojen perusteella välitöntä puhdistustarvetta ei ole.



Kuva 66. Poistoilmakanavassa (tila 145) pölyisyyttä havaittavissa.



Kuva 67. Poistoilmakanavassa (tila 500) pölyisyyttä havaittavissa.





Kuva 68. Tarkennuskuva poistoilmakanavasta tilassa 145.

### **18.3. Päätelaitteet ja ilmanjakotapa**

Tilojen tuloilman päätelaitteina toimivat pääosin DYKB hajottajat alakattoihin asennettuina (valmistaja Fläktwoods). Lukion luokkatiloissa havaittiin myös IBIS tulosuutinkanavia (Swegon). Poistoilmalaitteina on yleisesti ottaen käytössä KSO kartioventtiileitä (Fläktwoods). Aistinvaraisen tarkastelun perusteella ilmanvaihdon päätelaitteiden aiheuttama äänitaso ei ole häiritsevää lukuun ottamatta opettajien taukotilan (tila 287) tuloilmalaitteiden äänitasoa, mikäli kone käy täydellä mitoitusteholla. Resonansista ja mahdollisesta vedon tunteesta johtuen palvelualueen ilmanvaihtokoneen (TK05) käyntiteho on pudotettu 52%.

Tarkastetuissa tuloilmahajottimissa havaittiin olevan äänenvaimenninlaatikot, jotka ovat äänieristetyt polypropeenilla.



Kuva 69. Yleiskuva tuloilmalaitteesta luokkatiloissa.



Kuva 70. Osassa luokkatiloja oli suutinkanavia.



Kuva 71. Toimistotilojen tulo- ja poistoilmalaitteita.



Kuva 72. Yleiskuva luokka- ja toimistotiloissa olevista poistoilmalaitteista.

Tilojen ilmanvaihto on toteutettu sijoittamalla tulo- ja poistoilman päätelaitteet pääosin kaikkiin tiloihin ja ilmanjakotapa on sekoittava. Tiloissa käytettävät päätelaitemallit ja käytetty ilmanjakotapa ovat tiloihin hyvin soveltuvia. Ilmanvaihtosuunnitelmat ja olemassa olevat asennukset vastaavat tarkastelun perusteella toisiaan.

#### 18.4. Ilmavirtamittaukset

Tutkimusalueella tehtiin ongelma- ja vertailutiloihin kohdennettuja tilakohtaisia ilmavirtamittauksia, joiden tulokset ovat esitetty taulukossa 4. Ilmavirrat mitattiin päätelaitteista. Mittausten aikana ilmanvaihto kävi normaalilla teholla, lukuun ottamatta TK05-konetta. TK05-koneen palvelualueella on koettu vedontunnetta, sekä kärsitty resonanssiongelmistä, jos kone käy täydellä teholla. Edellä mainittu kone on säädetty toimimaan 52%-teholla niin sanottuna normaalikäyttöaikana. Opettajainhuonetilojen osalta ilmavirtamittaukset on suoritettu molemmilla tehoilla. Mittauspaikat on merkitty liitteeseen 2.

Finvac Ry:n loppuraportissa *ilmanvaihdon mitoituksen perusteet* on määritelty sallitut poikkeamat suunniteltujen ja mitattujen ilmavirtojen suhteen. Tilakohtaisesti  $\pm 20\%$  ja järjestelmäkohtaisesti  $\pm 10\%$ .

Taulukko 3. Ilmavirtamittaukset tiloittain.

Tila	Tyyppi	IV-KONE	Suunniteltu (dm <sup>3</sup> /s)	Mitattu (dm <sup>3</sup> /s)	Mitatun ero suunnitteluarvoon
106	tulo	TK03	40	32	-20 %
Psykologi	poisto	TK03	-40	-39	-3 %
107	tulo	TK03	20	19	-5 %
Kuraattori	poisto	TK03	-20	-20	0 %
148	poisto	TK03	-5	-5	0 %
Varasto		TK03			
150	tulo	TK03	80	57	-29 %
Erityisopetus	poisto	TK03	-60	-56	-7 %
151	tulo	TK03	15	16	7 %
Eriytys	poisto	TK03	-15	-15	0 %
152	poisto	TK03	-30	-25	-17 %
WC		TK03			
155	tulo	TK03	60	51	-15 %
Opettajien työtila	poisto	TK03	-60	-32	-47 %
210	tulo	TK01	30	19	-37 %
Opinto-ohjaaja	poisto	TK01	-30	-22	-27 %
255	tulo	TK03	200	208	4 %
Musiikkiluokka	poisto	TK03	-200	-193	-4 %
260	tulo	TK03	40	47	18 %
Opinto-ohjaaja	poisto	TK03	-40	-45	13 %
289 (52%)	tulo	TK05	50	31	-38 %
Rehtori	poisto	TK05	-50	-36	-28 %
291 (52%)	tulo	TK05	80	68	-15 %
Rehtori + neuvottelu	poisto	TK05	-80	-58	-28 %
289 (80%)	tulo	TK05	50	52	4 %
Rehtori	poisto	TK05	-50	-68	36 %
291 (80%)	tulo	TK05	80	108	35 %
Rehtori + neuvottelu	poisto	TK05	-80	-97	21 %
318	tulo	TK03	160	155	-3 %
Kemian luokka	poisto	TK03	-160	-132	-18 %
323	tulo	TK03	180	189	5 %
Opintotila	poisto	TK03	-180	-216	20 %
402	tulo	TK01	160	157	-2 %
Opintotila	poisto	TK01	-160	-218	36 %
409	tulo	TK01	50	37	-26 %
Abit	poisto	TK01	-50	-55	10 %
505	tulo	TK01	160	160	0 %
Opintotila	poisto	TK01	-160	-167	4 %

Ilmavirtamittausten perusteella mitatuissa arvoissa on säännöllisiä poikkeamia (yli 20 %) suunnittelu-arvoihin. Suunnitellut ilmavirrat eivät kaikilta osin vastaa täysin rakentamisaikaisten määräysten tasoa.

Lisäksi LVI-työselostuksessa on sanottu, että rakennuksen ilmastointi on suunniteltu Sisäilmastoluokitus 2000 suunnitteluarvojen luokan S2 vaatimusten mukaan. S2-luokan tavoitearvot henkilöperusteiselle ulkoilmavirralle on  $8 \text{ dm}^3/\text{s}$ , hlö.

TK03-alueen tilan 150 tuloilmavirta on riittämätön suunnitteluarvoihin nähden. Ilmavirrat ovat suositeltavia säätää suunnitelmien mukaisiksi, jolloin huoneiden 150 ja 152 muodostama ilmanjaollinen tulo- ja poistoilmavirtojen tasapaino säilyy. Suunnitelmien perusteella osa tilan 150 tuloilmavirrasta johdetaan siirtoilmana tilaan 152. Opettajien työtilassa (Tila 155) ilmavirrat eivät ole suunnitteluarvoissaan ja ne ovat reilusti epätasapainossa, joka aiheuttaa tilaan ylipainetta.

TK01-alueen tilassa 210 on suunnitelmiin nähden hieman liian pienet tulo- ja poistoilmavirrat. Tila on lievästi alipaineinen, vaikka se on suunniteltu tasapainoiseksi. Lievästä alipaineesta ja alaslaskukatoissa olevista seinäläpivientien huonoista tiivistämistä johtuen tilaan on päässyt virtaamaan ilmaa viereisistä tiloista. Tila on suunnitelman mukaisesti opinto-ohjaajan käyttöön suunniteltu tila, jossa on 1-3 henkeä kokoustarpeesta johtuen. Viime aikoina tila on ollut tyhjillään. Alaslaskukattojen suojiissa olevat seinäläpivientien tiivistykset tulee tarkastaa ja tarvittaessa tiivistää.

TK01-alueella sijaitsevassa 402-luokan ilmavirtamittauksissa havaittiin suunnitelmiin nähden merkittävää poikkeamaa. Tuloilmavirta on suunnitelmien mukainen, mutta poistoilmavirta on reilusti suunniteltua suurempi, joka aiheuttanee merkittävän alipaineen tilaan. Tila 409 on suunnitelmien mukaisesti merkattu oppilaskunnan tilaksi, joka toimii ryhmätyötilana 4-8 hengelle. Tällä hetkellä tila on abiturienttien oleskelutilana. Huoltohenkilökunnan kertoman mukaisesti tilassa saattaa oleskella jopa 20 abia yhtäaikaisesti. Tilaa ei ole ilmanvaihdon puolesta suunniteltu kahdeksaa henkeä suuremmalle ihmis määrälle. Tilaa on suositeltavaa käyttää jatkossa käyttötarkoituksen mukaisella ihmis määrällä.

TK05-vaikutusalueella on yleinen ongelma ilmavirtojen suuruudessa riippumatta siitä, onko kone 52%-teholla (nykyinen normaalikäyttö) vai 80%-teholla (suunniteltu käyttö). Ilmavirrat olivat lähtökohtaisesti poikkeavia suunnitteluarvoihin nähden, mutta kuitenkin riittäviä tiloissa työskenteleville henkilömäärille. Tilassa 289 työskentelee pääsääntöisesti yksi henkilö ja tilassa 291 yksi henkilö, jonka lisäksi tilassa on usein neuvotteluja 4-6 hengen kesken. Laskennallisesti tilojen ilmavirrat ovat riittävät 4-6 hengen kuormitukselle ilmanvaihtokoneen käydessä tehoilla 80% ja 52%, mutta yhden hengen kuormituksella mitoitettu ilmavirta on tarpeettoman suuri.

Lisähuomiona mainittakoon, että tilan 318 ilmavirtamittauksissa havaittiin merkittäviä päätelaitekohtaisia eroja (suurin 60 %). Ilmavirtojen mittaus- ja säätötyössä tulisi huomioida päätelaitekohtaiset erot, jotta tuloilman huuhtelualue on suunnitellun mukainen ja tasapainossa.

## 18.5. Muut huomiot

Tilassa 215 on havaittu opetushenkilöstön mukaisesti satunnaista viemärin hajua. Ilmavirtojen ja tiiviiden tarkastelussa havaittiin opetustilan 215 ja wc-tilan 217 välillä tiivistämättömiä putkiläpivientejä. Wc-tilan alaslaskukatossa on johdettu opetustilan 215 pesualtaan vesijohdot, jotka ovat jääneet läpivientien osalta tiivistämättä. Wc-tilan ja alaslaskun havaittiin kuitenkin olevan käyttöaikana alipaineinen tilaan 215 nähden, eikä hajuhaittoja pitäisi päästä kulkeutumaan luokkahuoneeseen. Yhtenä mahdollisuutena voidaan pitää wc-tilojen tuuletusviemärin kaukaista sijaintia suhteutettuna pesualtaan sijaintiin. Eli wc-tila 217 saattaa ottaa toimiessaan korvausilmaa tilan 215 pesualtaan vesilukon kautta aiheuttaen tilaan viemärihajua. Tilojen 215 ja 217 väliset läpiviennit suositellaan joka tapauksessa tiivistettäväksi.



Kuva 73. Läpivientejä tilasta 217 katsottuna.



Kuva 74. Läpivientejä tilasta 215 katsottuna.

## 18.6. Johtopäätökset

Ilmanvaihtokoneiden teknisessä toiminnassa ei havaittu vakavia puutteita. Teknistä käyttöikää koneilla on vielä jäljellä ja koneiden ylläpidolle suositellaan kulutusosien uusintaa tarpeiden mukaisesti tarkastelujakson (10 vuotta) aikana. Raitisilmasäleiköissä ei ole sää-/lumisuoja, jonka johdosta tuloilmasuodattimille kulkeutuu kosteutta. Säsuojien lisääminen raitisilmasäleikköihin on suositeltavaa. Lisäksi TK02...05-koneiden raitisilmakammioiden viemäröinnit ovat puutteelliset. Yläkammioissa ei ole lainkaan viemäröintiä ja alakammioiden viemäröintiä ovat jääneet putkittamatta lattiakaivoille. Yläkammioihin suositellaan asennettaviksi viemäröintiyhteet, joiden viemärit putkitetaan koneiden runkojen myötäisesti lattiakaivoihin. Lisäksi alakammioiden viemäröintiyhteisiin tulee asentaa putket, jotka liitetään osaksi viemäröintiä. Viemäröinteihin tulee asentaa vesilukot hajuhaittojen poistamiseksi.

Lämmöntalteenottolaitteiden ja lämmityspattereiden otsapintojen havaittiin olevan puhtaita. Tuloilmakoneiden raitisilmakammioiden lattiakaivojen puhdistaminen tulee sisällyttää säännöllisiin huoltotoimenpiteisiin. Tutkimuksen aikana havaittiin keittiön koneen (TK02) neulaputkilämmönsiirtimien olevan puhdistuksen tarpeessa. Tasauskammioiden (tuloilma) äänenvaimennusmateriaalina on käytetty mineraalivillaa, joka on suojattu muovikalvolla, lukuun ottamatta TK01-konetta. TK01-koneen tasauskammioissa olevien mineraalivillalevyjen saumakohdat ovat pinnoittamatta. TK01-koneen tasauskammion äänenvaimennusmateriaali suositellaan uusittavan polyesteripintaisilla levyillä. Toissijaisena vaihtoehtona on nykyisten levyjen saumapintojen tiivistäminen muovikapseloinnilla.

Tuloilmakanavat ovat kauttaaltaan puhtaita. Poistoilmakanavat ovat hieman likaisemmat, jonka johdosta ilmakanaviston puhdistus pöykertymän perusteella on suositeltavaa 1 - 3 vuoden kuluessa. Kanavaäänenvaimentimet ovat saneerausvuosien mukaisia (2009-2011). Äänenvaimennusmateriaalina on polyesteri.

Tiloissa käytetyt päätelaitemallit ja käytetty ilmanjakotapa ovat tiloihin hyvin soveltuvia. IV-suunnitelmissa havaittiin joitakin puutteita päätelaitemerkinnöissä sekä suunnitelmista puuttuvat osittain puhdistusluukkujen sijainnit. Suunnitelmia tarkastellessa havaittiin myös, että suunnitteluarvot eivät vastaa kaikilta osin suunnittelun lähtöperusteena käytettyä Sisäilmastoluokituksen 2000 S2-luokan vaatimuksia, eikä myöskään rakentamisaikaisten määräysten (SRMK D2, 2003) vähimmäisvaatimuksia. Sisäilmastoluokituksen S2-luokan henkilöperusteinen mitoitusulkoilmavirta on  $8 \text{ dm}^3/\text{s}$  ja rakentamisaikaisten määräysten mukainen henkilöperusteinen mitoitusulkoilmavirta on  $6 \text{ (dm}^3/\text{s)/hlö}$  sekä pinta-alkohollainen  $3 \text{ (dm}^3/\text{s)/m}^2$ . Suunnitelmien perusteella esimerkiksi lukion puolen luokkatilojen laskennallinen ulkoilmavirta on  $\sim 2,5 - 2,85 \text{ (dm}^3/\text{s)/m}^2$  ja istumapaikkojen perusteella henkilöperusteinen ulkoilmavirta  $\sim 4,4 - 4,85 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Lisäksi suunnitelmia tarkastellessa pantiin merkille, että erityisopetustilojen

150 ja 146 tulo- ja poistoilmavirtojen suhde poikkeaa toisistaan siten, että poistoilmavirrat ovat suunniteltu tuloilmavirtoja yli 10 % suuremmiksi (poisto 90 dm<sup>3</sup>/s, tulo 80 dm<sup>3</sup>/s). Normaalina käytäntönä suunnittelutyössä pyritään tulo- ja poistoilmavirtojen tasapainoon.

Ilmavirtamittausten perusteella hieman reilu kolmanneksessa on poikkeamaa suunnitteluarvoihin nähden ja lähes puolessa tiloista tulo- ja poistoilmavirtojen suhde on epätasapainossa. Tilakohtaisten tulo- ja poistoilmavirtojen epätasapaino aiheuttaa yli- tai alipaineisuutta tiloihin.

Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittausten perusteella ilmavirtojen kasvattamiselle ei ole välttämättöntä tarvetta. Tästä huolimatta suunnitteluarvojen määräystenmukaisuus olisi kuitenkin suotavaa, jonka perusteella suosittelemme ilmavaihtosuunnitelmien päivittämistä niiltä osin. Ilmanvaihtosuunnitelmien päivittämisessä tulee huomioida tilojen henkilökuormitus ja nykyinen käyttötarkoitus. Päivitys tulee tehdä erillisten selvitysten ja suunnitelmien pohjalta, sekä toteutus on järkevää seuraavan laajemman saneeraus- / korjaustyön yhteydessä.

Ilmanvaihtojärjestelmän kokonaisvaltaista säätö- ja tasapainotustyötä suositellaan tehtyjen ilmavirtamittausten sekä paine-eroseurantamittausten mittaustulosten johdosta. Ilmavirtojen säätötyössä on kiinnitettävä erityistä huomioita rakennuksen painesuhteiden tasapainoon, jonka tavoitteellinen arvo koneellisen tulo- ja poistoilmavaihdon omaavassa rakennuksessa on 0...-2 Pa. Yleisilmanvaihdon käynti aikaohjelmien mukaisesti vaikuttaa rakennuksen painesuhteisiin siten, että ilmanvaihdon siirtyessä osateholle (käyttöajan ulkopuolella) alipaine tiloissa kasvaa. Asian korjaamiseksi erillispoistojen käynti on suositeltavaa lukita yleisilmanvaihdon aikaohjelmiin (toimenpide-ehdotus esitetty raportin rakennusautomaatio-osiossa).

Ilmavirtojen säätö- ja tasapainotus sekä kanavien puhdistaminen on suositeltavaa tehdä rakenneteknisten korjaustöiden välittömässä yhteydessä.

Hallintosiipeä palvelevan ilmanvaihtokoneen TK05 palvelualueella ilmanvaihdon muutostyöt tilojen 287, 289 ja 291 osalta on suositeltavaa tehdä lähitulevaisuudessa. Vaihtuvan henkilökuormituksen johdosta tiloihin suositellaan asennettavaksi muuttuvilmavirtainen järjestelmä, jonka tehoa säädetään sisäilman hiilidioksidipitoisuuden perusteella tilakohtaisesti ilmavirtasäätimien (IMS) avulla. Samassa yhteydessä tilan 287 ilmanvaihdosta johtuva ääniongelman on suositeltavaa selvittää ja tehdä tarvittavat korjaustoimenpiteet ongelman poistamiseksi.

## 18.7. Toimenpide-ehdotukset

### Kiireelliset ja huoltoluonteiset toimenpiteet

- Raitisilman ylä- ja alakammioiden viemärointien asentaminen.
- TK01-koneen tasauskammion äänenvaimennusmateriaalin vaihtaminen mineraalivillasta polyesteriin tai vaihtoehtoisesti mineraalivillalevyjen saumakohtien tiivistäminen muovilla.
- TK02-koneen neulaputkilämmönsiirtimien puhdistus / pesu
- Tilassa 287 esiintyvän äänen selvitys- ja tarvittavat korjaustyöt, sekä tilojen 287, 289 ja 291 ilmanvaihdon muuttaminen muuttuvan ilmavirran järjestelmäksi, jota ohjataan hiilidioksidipitoisuuden perusteella (työt toteutetaan erillisten suunnitelmien pohjalta).

### Rakenneteknisten korjausten yhteydessä tehtävät toimenpiteet

- Tilojen 215 ja 217 väliset läpivientien tiivistystyöt.
- Ilmanvaihtokanavien puhdistus ja säätötyö

### Suosittelut toimenpiteet 1 – 5 vuoden kuluessa

- Tulo- ja poistoilmavaihtokoneiden, sekä huippuimureiden kulutusosien uusiminen osana järjestelmien teknistä ylläpitoa.
- Sääsuojauksen rakentaminen iv-koneiden ulkoilmakammioihin

- Ilmanvaihdon säätötyön jälkeinen laadunvarmistusluontoinen seurantamittaus (ilmavirrat, paine-ero ulkovaipan yli, hiilidioksidi)

#### **Seuraavan laajemman peruskorjauksen yhteydessä tehtävät toimenpiteet**

- IV-suunnitelmien päivittäminen ajan tasalle seuraavan peruskorjauksen yhteydessä (puhdistusluukkujen sijainnit sekä tilakohtaiset mitoitusilmavirrat)

---

## **19. RAKENNUSAUTOMAATIO, OHJAUS-, SÄÄTÖ- JA VALVONTALAITTEET**

Tutkimusalueita palvelevia ilmanvaihtokoneita (TK01...06) ohjataan, valvotaan ja säädetään rakennusautomaatiojärjestelmän välityksellä. Järjestelmänä on Computecin valmistama ja se on otettu käyttöön vuonna 2009.

### **19.1. Valvomolaitteet**

Järjestelmän paikan päällä oleva graafinen käyttöliittymä (valvomo-pc) sijaitsee kellarikerroksessa, lämmönjakohuoneen yhteydessä olevassa valvomotilassa. Pc :n käyttöjärjestelmä on Windows 7 ja siinä on valvomo-ohjelmisto.

### **19.2. Säättö- ja alakeskukset**

Järjestelmän alakeskukset sijaitsevat iv-konehuoneissa 341, 417 ja 509, samoissa tiloissa kuin ilmanvaihtokoneet TK01...06. Alakeskuksen asennukset vaikuttivat pääosin siisteiltä ja asianmukaisilta. Teknisen keskimääräisen käyttöiän perusteella alakeskuksen komponenttien uusiminen on ajankohtaista tarkastelujakson (10 vuotta) aikana.

### **19.3. Ohjelmistot ja aikaohjelmat**

#### **TK01, TK03 ja TK05**

Tuloilman lämpötilaa säädetään huonelämpötilan perusteella. Maksimi- ja minimiarvot tuloilman lämpötilan asetusarvolle ovat säätökäyrällä 23 °C ja 16 °C (saattaa vaihdella konekohtaisesti). Puhaltimien tehoa säädetään painesäätönä (täysi- ja osateho). Tehonsäädön kanavapaineiden täysi- ja osateho arvot ovat määriteltä konekohtaisesti. Puhaltimien tehoa pudotetaan lämmityskaudella ulkolämpötilan perusteella säätökäyrän mukaisesti (-5 °C / 100 %... -15 °C / 65 %). Koneet käyvät aikaohjelmien ohjaamana määritellyllä kanavapaineella. Tarkastelun perusteella mittausarvot vastaavat asetusarvoja. Käytössä on myös yötuuletusohjelma, joka käynnistyy asetellun aikaohjelman mukaisesti, kun ulkoilman lämpötila on yli asetellun raja-arvon sekä huonelämpötilan ollessa yli asetellun raja-arvon.

#### **Ilmanvaihtokoneiden aikaohjelmat**

Ilmanvaihtokoneet TK01 ja TK03 käyvät tällä hetkellä täydellä teholla 05:30-18:00 välisen ajan. Kello 18:00-05:30 koneet käyvät 1/2-teholla. TK05 käy jatkuvasti 52%-teholla. Aikaohjelmat vastaavat pääosin tilojen käyttöaikaa (pl. TK05) ja saadun tiedon mukaan aikaohjelmia muutetaan tarpeen tullen. Yleisenä huomiona todettakoon, että ilmanvaihtokoneet olisi hyvä käynnistää täydelle teholle n. 2 tuntia ennen tilojen käytön alkua ja pitää täydellä teholla n. 1 - 2 h käytön jälkeen. Myös rakennuksen käyttöaikojen ulkopuolella tulisi olla tarpeenmukainen ilmanvaihto. Erillispoistojen käynti on suositeltavaa liittää yleisilmanvaihdon aikaohjelmaan. Tutkimustulosten perusteella tällä hetkellä erillispoistot käyvät jatkuvasti täydellä teholla.

## 19.4. Johtopäätökset

TK05-koneen aikaohjelmaa tulisi muuttaa lähemmäksi käytön mukaista tarvetta. Jatkuva käynti kuluttaa ylimääräistä sähköenergiaa. Tutkimuksessa havaittujen mittaustulosten perusteella erillispoistojen käynti on suositeltavaa liittää yleisilmanvaihdon aikaohjelman mukaiseksi. Rakennusautomaatiojärjestelmän laitteet ja ohjelmistot vaikuttavat toimivilta, mutta niitä on suositeltavaa päivittää tarkastelujakson aikana.

## 19.5. Toimenpide-ehdotukset

### Kiireelliset ja huoltoluonteiset toimenpiteet

- TK05-koneen aikaohjelman muuttaminen käytön mukaiseksi
- Erillispoistojen liittäminen yleisilmanvaihdon aikaohjelmaan

### Suosittelut toimenpiteet 1 – 5 vuoden kuluessa

- Rakennusautomaatiojärjestelmän laitteiden ja ohjelmistojen päivitystä teknisen käyttöiän perusteella.

## 20. KÄYTETYT MITTALAITTEET JA TULKINNAT

Vaisala HMI41-näyttölaite

Mittausalue - 20...+ 60 °C:

tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,1 °C

Mittausalue % RH kosteus:

tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,1 % RH

Vaisala HMP42- ja HMP46-mittapää

Mittausalue - 40 ... + 100 °C

tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,2 °C

Mittausalue 0 ... 90 % RH:

tarkkuus + 20 °C:ssa ± 2 % RH

Mittausalue 90 ... 100 % RH:

tarkkuus + 20 °C:ssa ± 3 % RH

Kalibrointi:

helmikuu 2019

HMP40S mittapää ja HM40 mittalaite

Mittausalue 0 ... + 40 °C:

tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,2 °C

Mittausalue - 40 ° ... 0 C:

tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,4 °C

Mittausalue 0 ... 90 % RH:

tarkkuus + 20 °C:ssa ± 1,5 % RH

Mittausalue 90 ... 100 % RH:

tarkkuus + 20 °C:ssa ± 2,5 % RH

Kalibrointi:

marraskuu 2018

GANN Hydromette RTU 600, mittapää B 50

Tiili / höyrykarkaistu kevytbetoni:

< 50 = normaali kosteus; > 50 = kohonnut kosteus

Betoni:

< 80 = normaali kosteus; > 80 = kohonnut kosteus

Levyrakenne / puu:

< 40 = normaali kosteus; > 40 = kohonnut kosteus

Kalibrointi:

helmikuu 2019

KIMO AQ200 –tallennin; suhteellinen kosteus, lämpötila, hiilidioksidi

Mittausalue CO2 hiilidioksidi:

0...5000ppm, tarkkuus ±3 % lukemasta

Mittausalue °C lämpötila:

-20...+80°C, tarkkuus ±0.4 % lukemasta

Mittausalue % RH kosteus:

5...95%RH, tarkkuus ±1,8 % lukemasta

TinyTag Ultra II –tallennin; suhteellinen kosteus, lämpötila

Mittausalue °C lämpötila:

-25...+85 °C, tarkkuus < 0.9 °C

Mittausalue % RH kosteus:

5...95 % RH, tarkkuus ±3.0 %



Dwyer Magnesense paine-erolähetin, TinyTag TGPR-0704 tallennin

Paineen mittausalue:  $\pm 50$  Pa  
Tarkkuus:  $\pm 1$  %  
Resoluutio: 0,1 Pa

Trotec TS 800 SDI -vetyanturi ja Trotec T 2000 E -mittalaite

Käytetty kaasuseos: Formier 5

TSI DP-CALC 5815 paine-eromittalaite

Paineen mittausalue: 0 ...  $\pm 3735$  Pa, tarkkuus  $\pm 1$  % tai  $\pm 1$  Pa  
Kalibrointi: helmikuu 2019 + kenttäkalibrointi ennen mittausta

Ilmanvaihdon tutkimuksessa käytetyt mittalaitteet:

Mittalaite	Käyttötarkoitus	Kalibrointi
SwemaFlow 125 D	Ilman tilavuusvirtamittaukset	4/2019
Swema 3000 MD	Paine-eromittaus, ilman nopeus	4/2019

Tampereella 10.10.2019

WSP Finland Oy

Raportointi rakennustekniikka:



Jarno Jaakkola  
Asiantuntija, RI (AMK)

Tarkastanut rakennustekniikka:



Jarmo Minkkinen  
Johtava asiantuntija, RI



Sanna Lappi  
Erityisasiantuntija,  
rakennusterveysasiantuntija, FM  
C-9796-26-13

Talotekniikka:

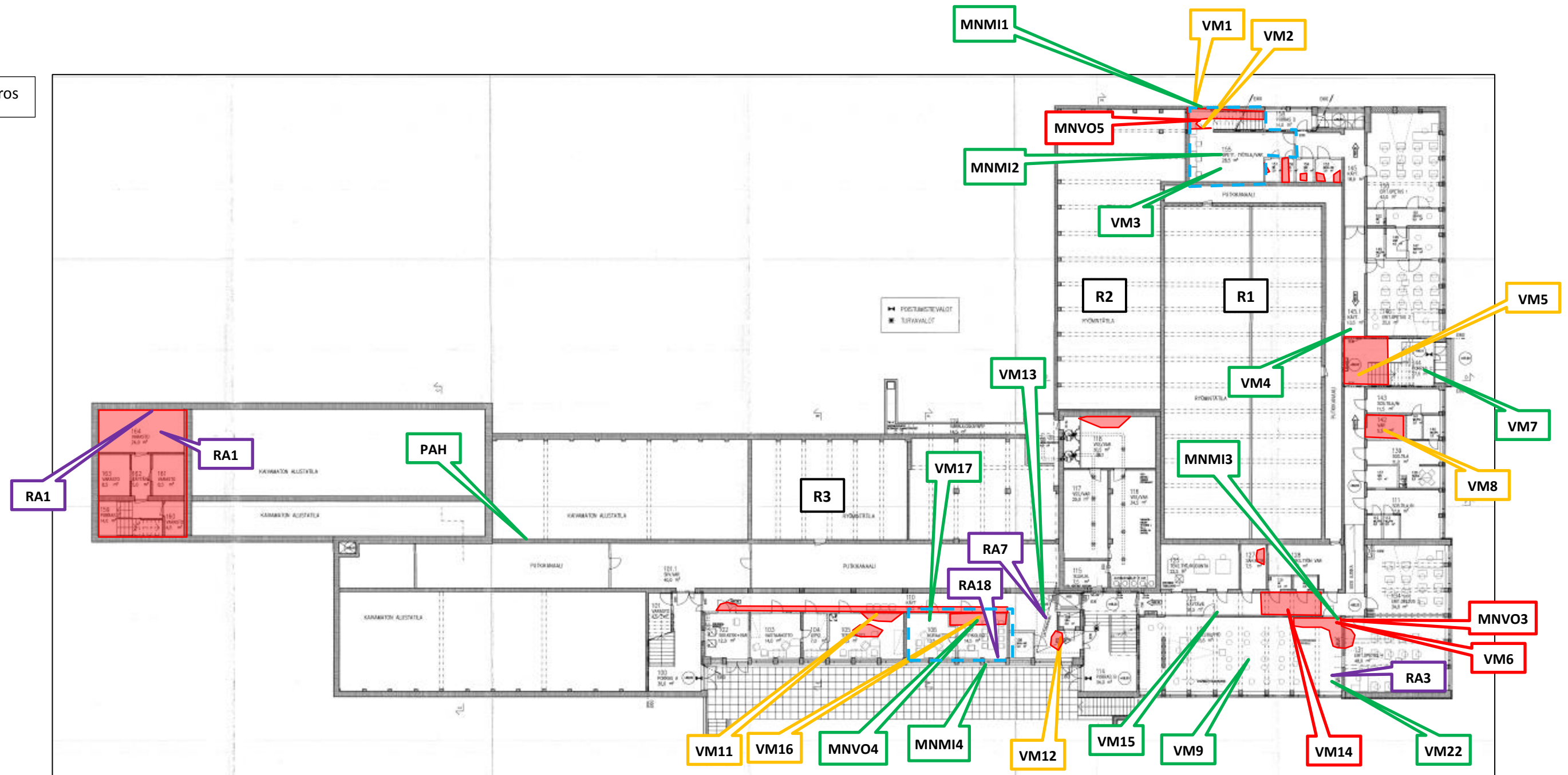


Juha-Matti Kolari  
LVI-asiantuntija, Ins. (AMK)



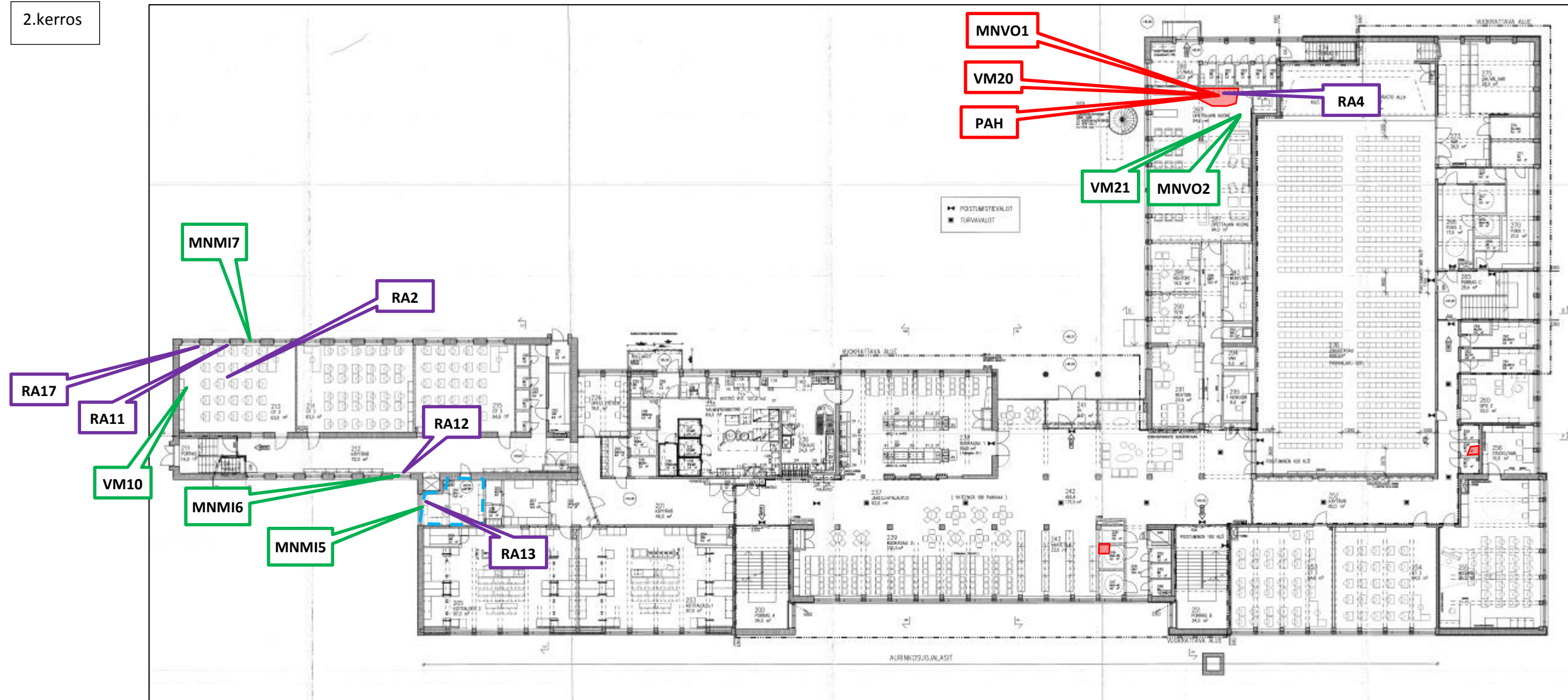
Jesse Airio  
LVI-asiantuntija, Ins.

1.kerros

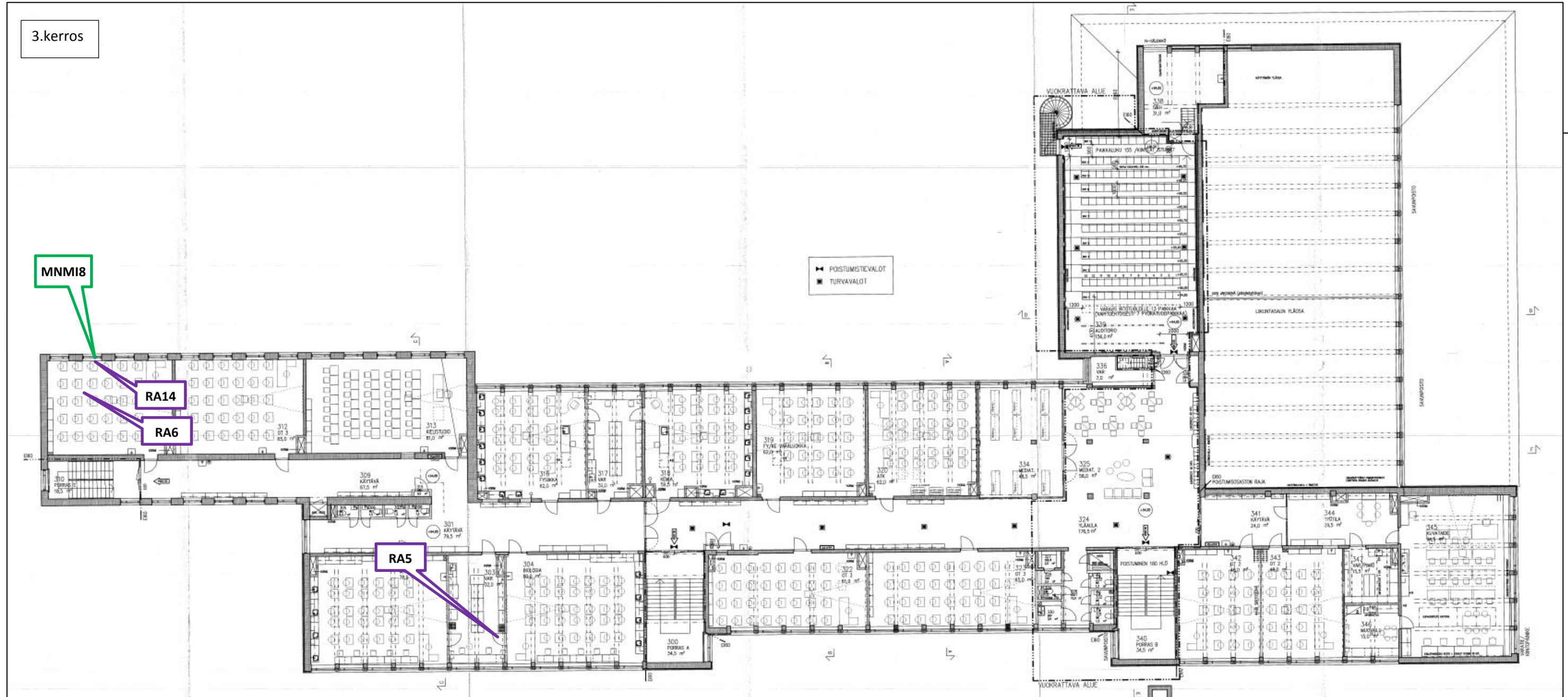


	Kosteuspoikkeama-alue		Viiltomittaus, kosteuspitoisuus poikkeava		VOC-materiaalinäyte, pitoisuus yli viitearvon		Materiaalinäyte, viittaa vaurioon
	Rakenneavauskohta		Viiltomittaus, kosteuspitoisuus koholla		VOC-materiaalinäyte, pitoisuus alle viitearvon		Materiaalinäyte, mikrobilajisto tavanomainen
	Käyttäjien mukaan oireilutila		Viiltomittaus, kosteuspitoisuus normaali				

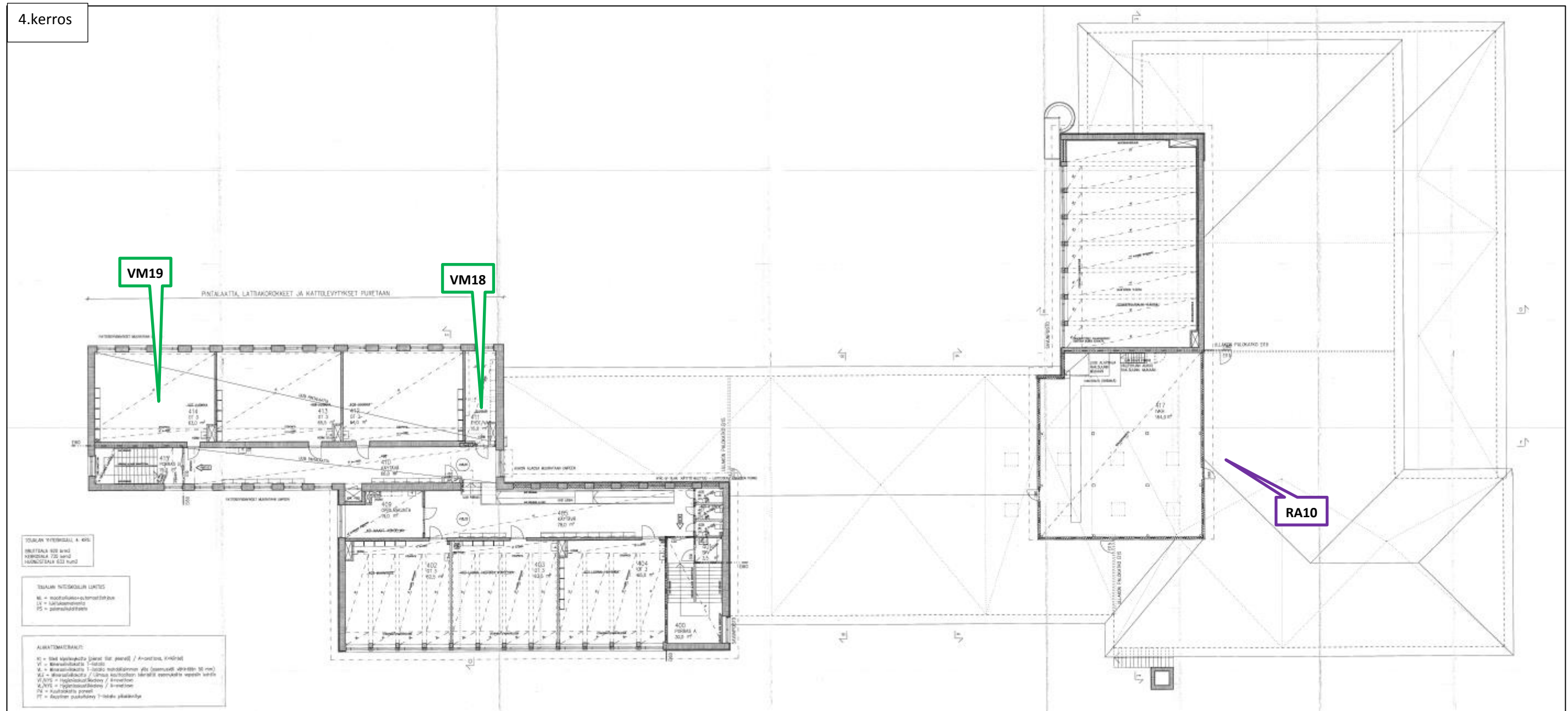
2.kerros



	Kosteuspoikkeama-alue		VM# Viiltomittaus, kosteuspitoisuus poikkeava		MNVO# VOC-materiaalinäyte, pitoisuus yli viitearvon		MNNI# Materiaalinäyte, viittaa vaurioon
	Rakenneavauskohta		VM# Viiltomittaus, kosteuspitoisuus koholla		MNVO# VOC-materiaalinäyte, pitoisuus alle viitearvon		MNNI# Materiaalinäyte, mikrobilajisto tavanomainen
	Käyttäjien mukaan oireilutila		VM# Viiltomittaus, kosteuspitoisuus normaali				

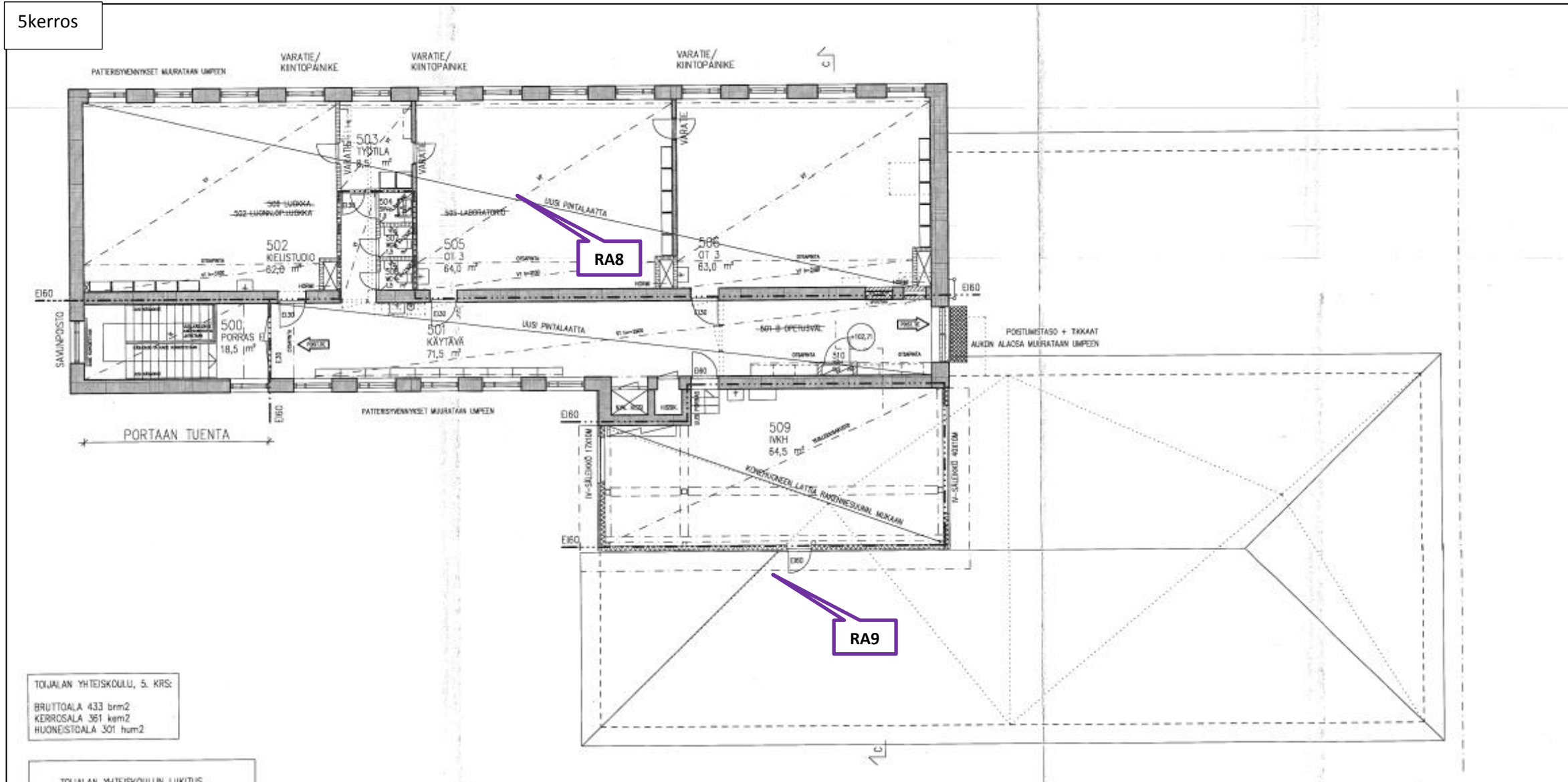


	Kosteuspoikkeama-alue		VM# Viiltomittaus, kosteuspitoisuus poikkeava		MNVO# VOC-materiaalinäyte, pitoisuus yli viitearvon		MNMI# Materiaalinäyte, viittaa vaurioon
	Rakeneavauskohta		VM# Viiltomittaus, kosteuspitoisuus koholla		MNVO# VOC-materiaalinäyte, pitoisuus alle viitearvon		MNMI# Materiaalinäyte, mikrobilajisto tavanomainen
	Käyttäjien mukaan oireilutila		VM# Viiltomittaus, kosteuspitoisuus normaali				



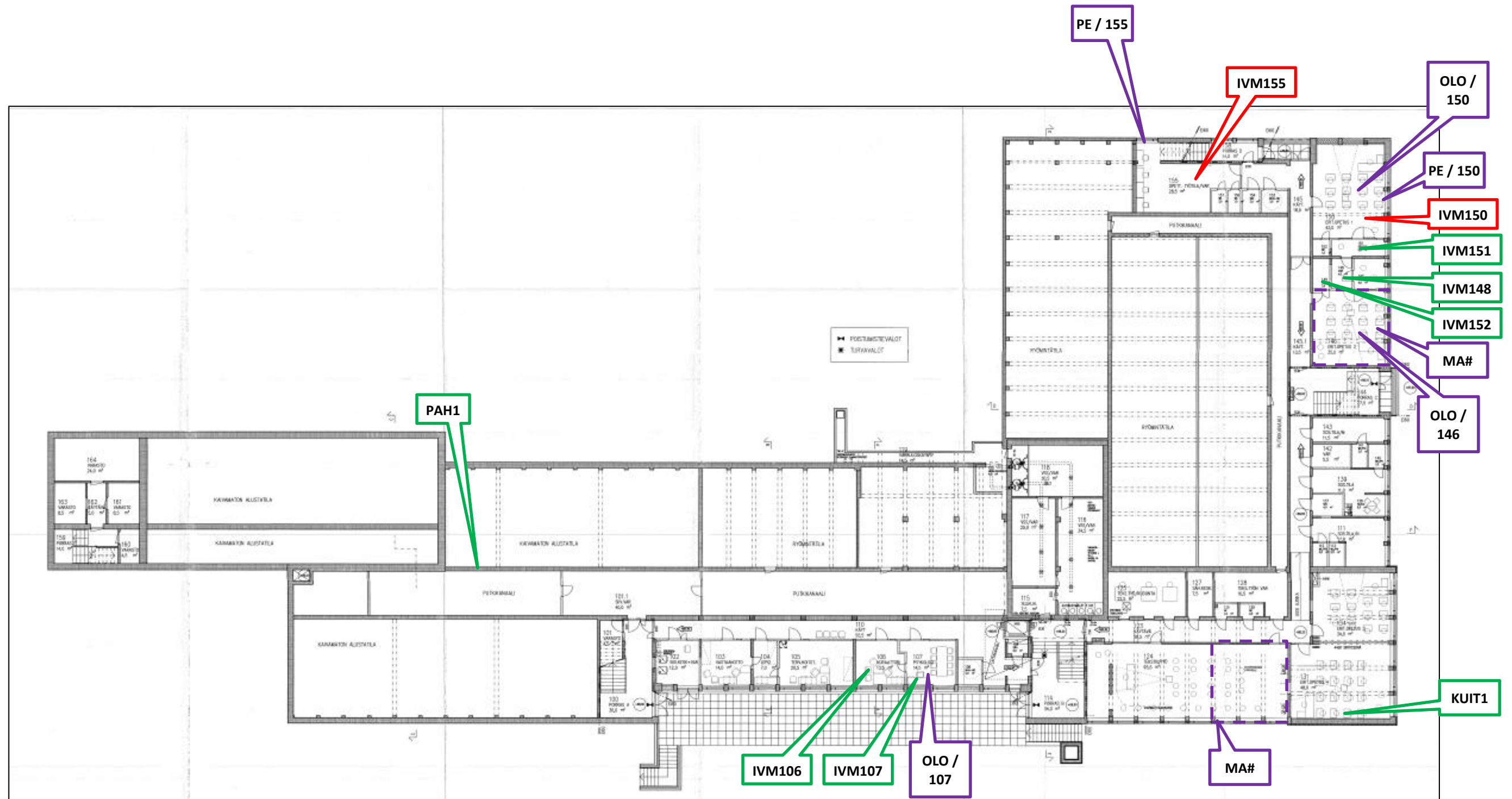
	Kosteuspikkeama-alue		Viiltomittaus, kosteuspitoisuus poikkeava		VOC-materiaalinäyte, pitoisuus yli viitearvon		Materiaalinäyte, viittaa vaurioon
	Rakenneavauskohta		Viiltomittaus, kosteuspitoisuus koholla		VOC-materiaalinäyte, pitoisuus alle viitearvon		Materiaalinäyte, mikrobilajisto tavanomainen
	Käyttäjien mukaan oireilutila		Viiltomittaus, kosteuspitoisuus normaali				

5kerros



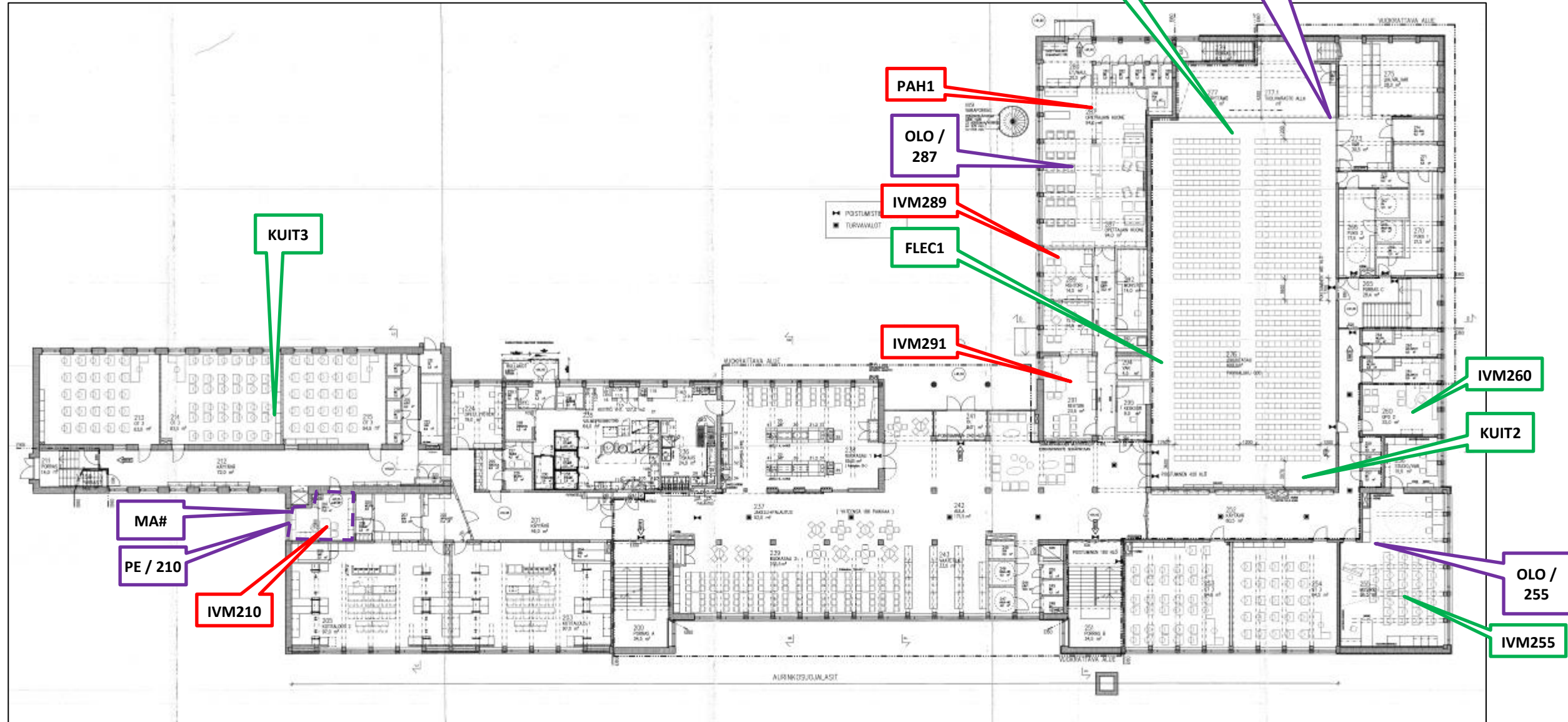
	Kosteuspikkeama-alue		VM# Viiltomittaus, kosteuspitoisuus poikkeava		MNVO# VOC-materiaalinäyte, pitoisuus yli viitearvon		MNMI# Materiaalinäyte, viittaa vaurioon
	Rakenneavauskohta		VM# Viiltomittaus, kosteuspitoisuus koholla		MNVO# VOC-materiaalinäyte , pitoisuus alle viitearvon		MNMI# Materiaalinäyte , mikrobilajisto tavanomainen
	Käyttäjien mukaan oireilutila		VM# Viiltomittaus, kosteuspitoisuus normaali				

1.kerros



<b>IVM#</b>	Ilmavirtamittaus, ei poikkeamaa	<b>KUIT#</b>	Kuitunäyte, pitoisuus alle viitearvon	<b>FLEC#</b>	FLEC-näyte, pitoisuus tavanomainen	<b>PAH#</b>	Näytteen PAH-pitoisuus ylittää asetetut viitearvot
<b>IVM#</b>	Ilmavirtamittaus, poikkeama $\geq \pm 20\%$	<b>KUIT#</b>	Kuitunäyte, pitoisuus yli viitearvon	<b>FLEC#</b>	FLEC-näyte, pitoisuus poikkeava	<b>PAH#</b>	Näytteen PAH-pitoisuus alittaa asetetut viitearvot
<b>MA#</b>	Merkkiainemittaus, mitattu alue rajattu	<b>OLO#</b>	Olosuhdemittaus	<b>PE#</b>	Paine-eromittaus		

2.kerros

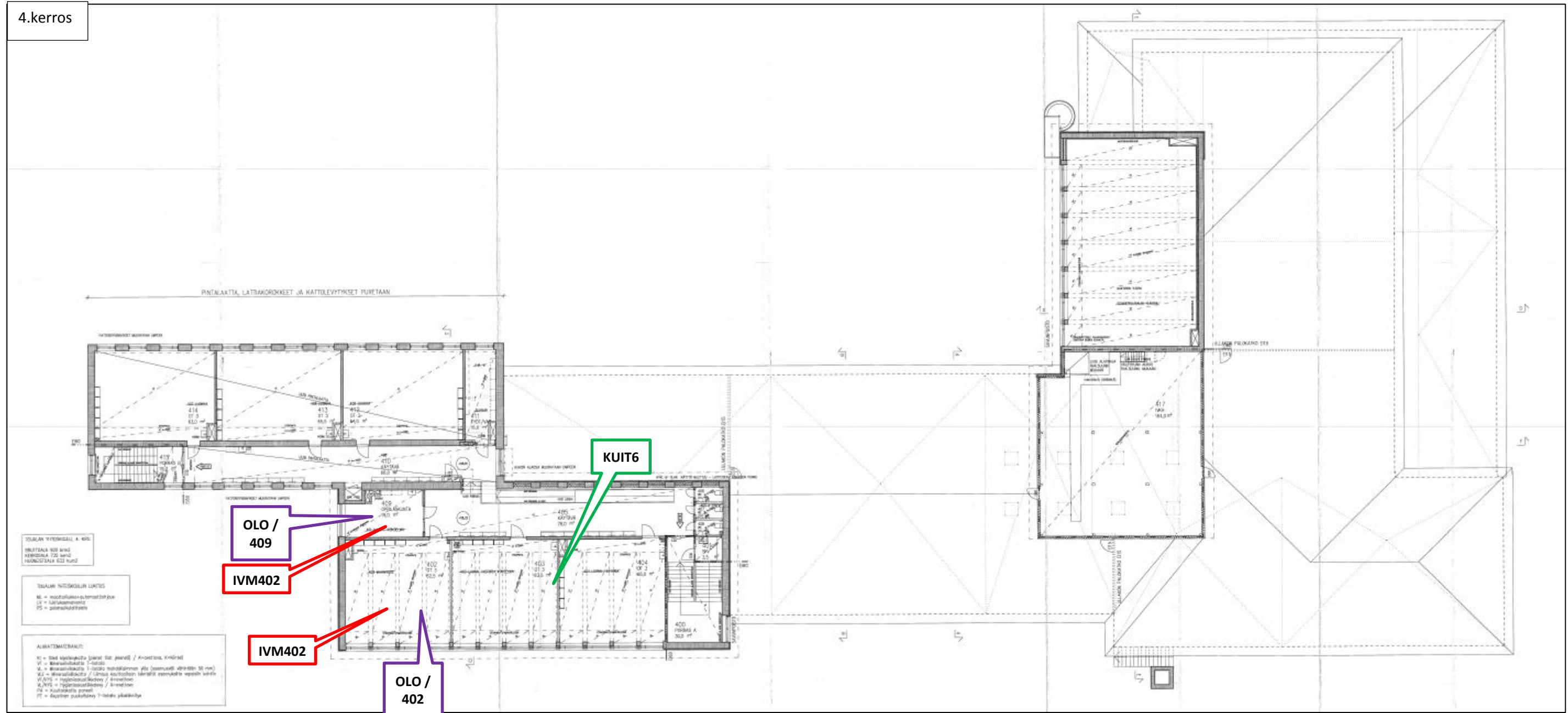


<b>IVM#</b> (green)	Ilmavirtamittaus, ei poikkeamaa	<b>KUIT#</b> (green)	Kuitunäyte, pitoisuus alle viitearvon	<b>FLEC#</b> (green)	FLEC-näyte, pitoisuus tavanomainen	<b>PAH#</b> (red)	Näytteen PAH-pitoisuus ylittää asetetut viitearvot
<b>IVM#</b> (red)	Ilmavirtamittaus, poikkeama > ±20 %	<b>KUIT#</b> (red)	Kuitunäyte, pitoisuus yli viitearvon	<b>FLEC#</b> (red)	FLEC-näyte, pitoisuus poikkeava	<b>PAH#</b> (green)	Näytteen PAH-pitoisuus alittaa asetetut viitearvot
<b>MA#</b> (purple)	Merkkiainemittaus, mitattu alue rajattu	<b>OLO#</b> (purple)	Olosuhtemittaus	<b>PE#</b> (purple)	Paine-eromittaus		

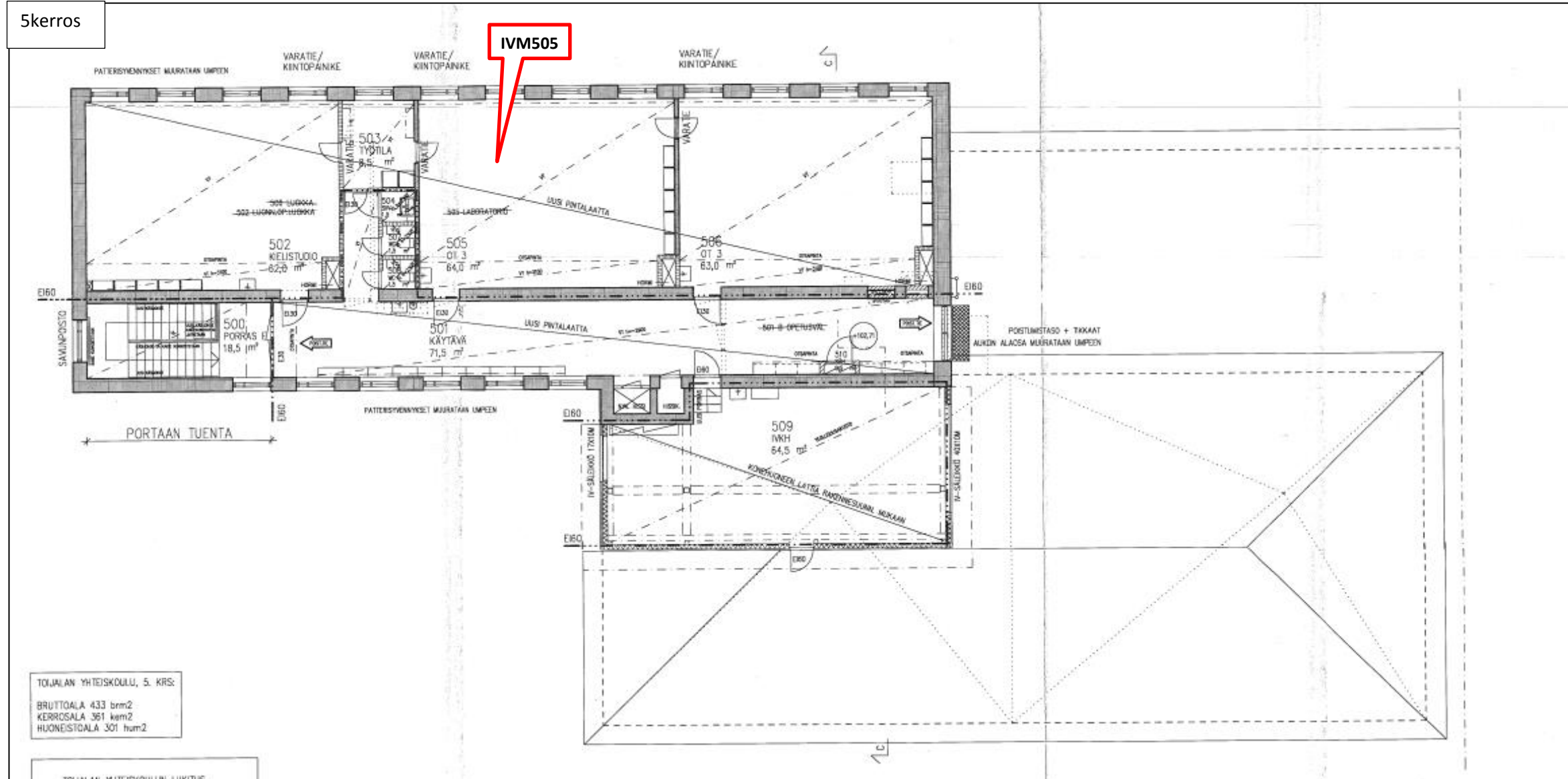




<b>IVM#</b>	Ilmavirtamittaus, ei poikkeamaa	<b>KUIT#</b>	Kuitunäyte, pitoisuus alle viitearvon	<b>FLEC#</b>	FLEC-näyte, pitoisuus tavanomainen	<b>PAH#</b>	Näytteen PAH-pitoisuus ylittää asetetut viitearvot
<b>IVM#</b>	Ilmavirtamittaus, poikkeama > ±20 %	<b>KUIT#</b>	Kuitunäyte, pitoisuus yli viitearvon	<b>FLEC#</b>	FLEC-näyte, pitoisuus poikkeava	<b>PAH#</b>	Näytteen PAH-pitoisuus alittaa asetetut viitearvot
<b>MA#</b>	Merkkiainemittaus, mitattu alue rajattu	<b>OLO#</b>	Olosuhtemittaus	<b>PE#</b>	Paine-eromittaus		

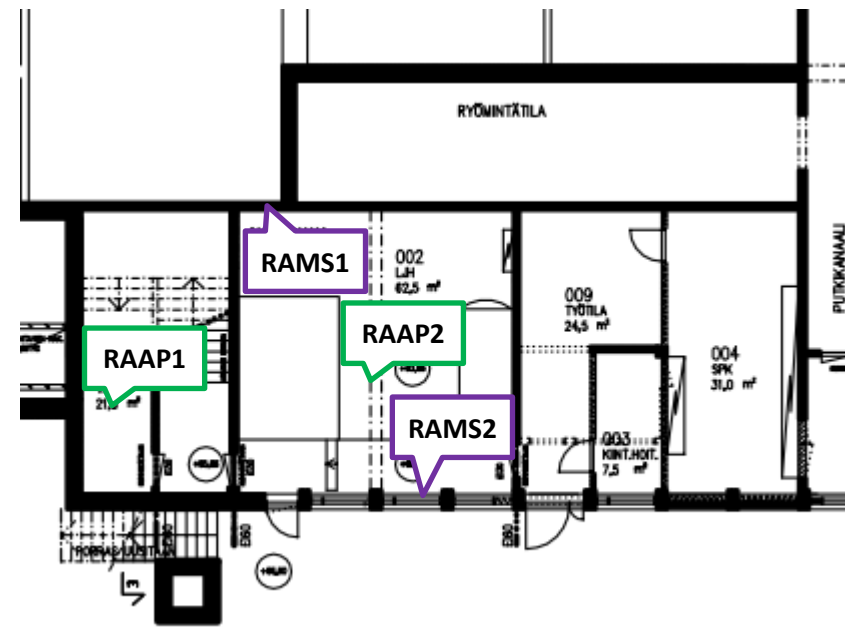


<b>IVM#</b>	Ilmavirtamittaus, ei poikkeamaa	<b>KUIT#</b>	Kuitunäyte, pitoisuus alle viitearvon	<b>FLEC#</b>	FLEC-näyte, pitoisuus tavanomainen	<b>PAH#</b>	Näytteen PAH-pitoisuus ylittää asetetut viitearvot
<b>IVM#</b>	Ilmavirtamittaus, poikkeama > ±20 %	<b>KUIT#</b>	Kuitunäyte, pitoisuus yli viitearvon	<b>FLEC#</b>	FLEC-näyte, pitoisuus poikkeava	<b>PAH#</b>	Näytteen PAH-pitoisuus alittaa asetetut viitearvot
<b>MA#</b>	Merkkiainemittaus, mitattu alue rajattu	<b>OLO#</b>	Olosuhdemittaus	<b>PE#</b>	Paine-eromittaus		



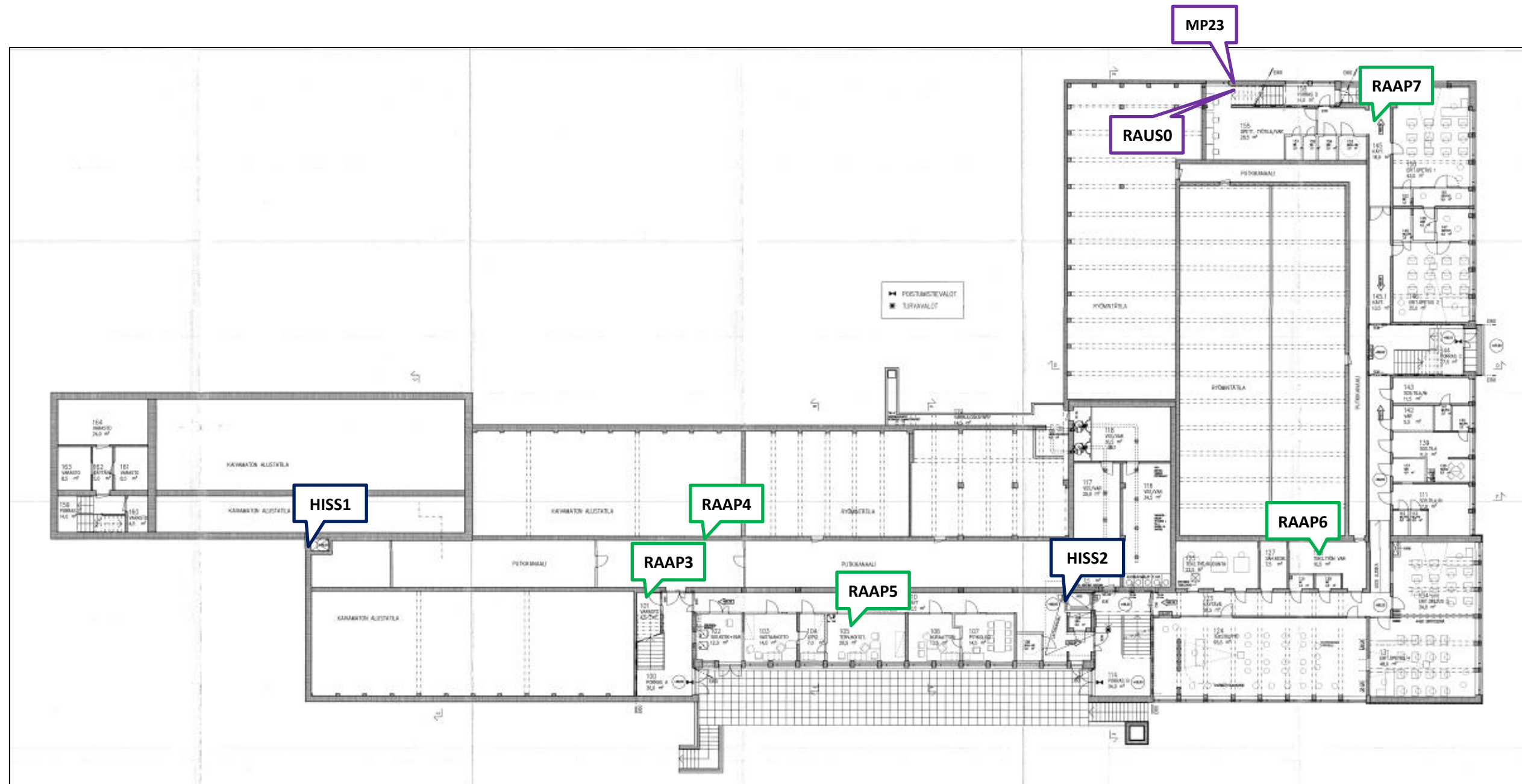
<b>IVM#</b>	Ilmavirtamittaus, ei poikkeamaa	<b>KUIT#</b>	Kuitunäyte, pitoisuus alle viitearvon	<b>FLEC#</b>	FLEC-näyte, pitoisuus tavanomainen	<b>PAH#</b>	Näytteen PAH-pitoisuus ylittää asetetut viitearvot
<b>IVM#</b>	Ilmavirtamittaus, poikkeama > ±20 %	<b>KUIT#</b>	Kuitunäyte, pitoisuus yli viitearvon	<b>FLEC#</b>	FLEC-näyte, pitoisuus poikkeava	<b>PAH#</b>	Näytteen PAH-pitoisuus alittaa asetetut viitearvot
<b>MA#</b>	Merkkiainemittaus, mitattu alue rajattu	<b>OLO#</b>	Olosuhdemittaus	<b>PE#</b>	Paine-eromittaus		

1. kerroksen alapuolinen kellari (lämmönjakuhuone ja varastot)



<b>RAAP#</b>	Rakenneavaus alapohjaan	<b>RAVP#</b>	Rakenneavaus välipohjaan	<b>RAYP#</b>	Rakenneavaus tai rakenneselvitys yläpohjaan	<b>RAIK#</b>	Rakenneavaus ikkuna/ulkoseinä-liittymä	<b>RAUS#</b>	Rakenneavaus ulkoseinä
<b>RARP#</b>	Rakenneavaus ryömintätilaan alapohjaan, tiiveysmittaus	<b>RAMS#</b>	Rakenneavaus maanvastainen seinä	<b>HISS#</b>	Hissikuilun pohjan selvitys	<b>TITA#</b>	Hormin/ kotelon/ läpivientien tiiveystarkastelu kaikissa kerroksissa		

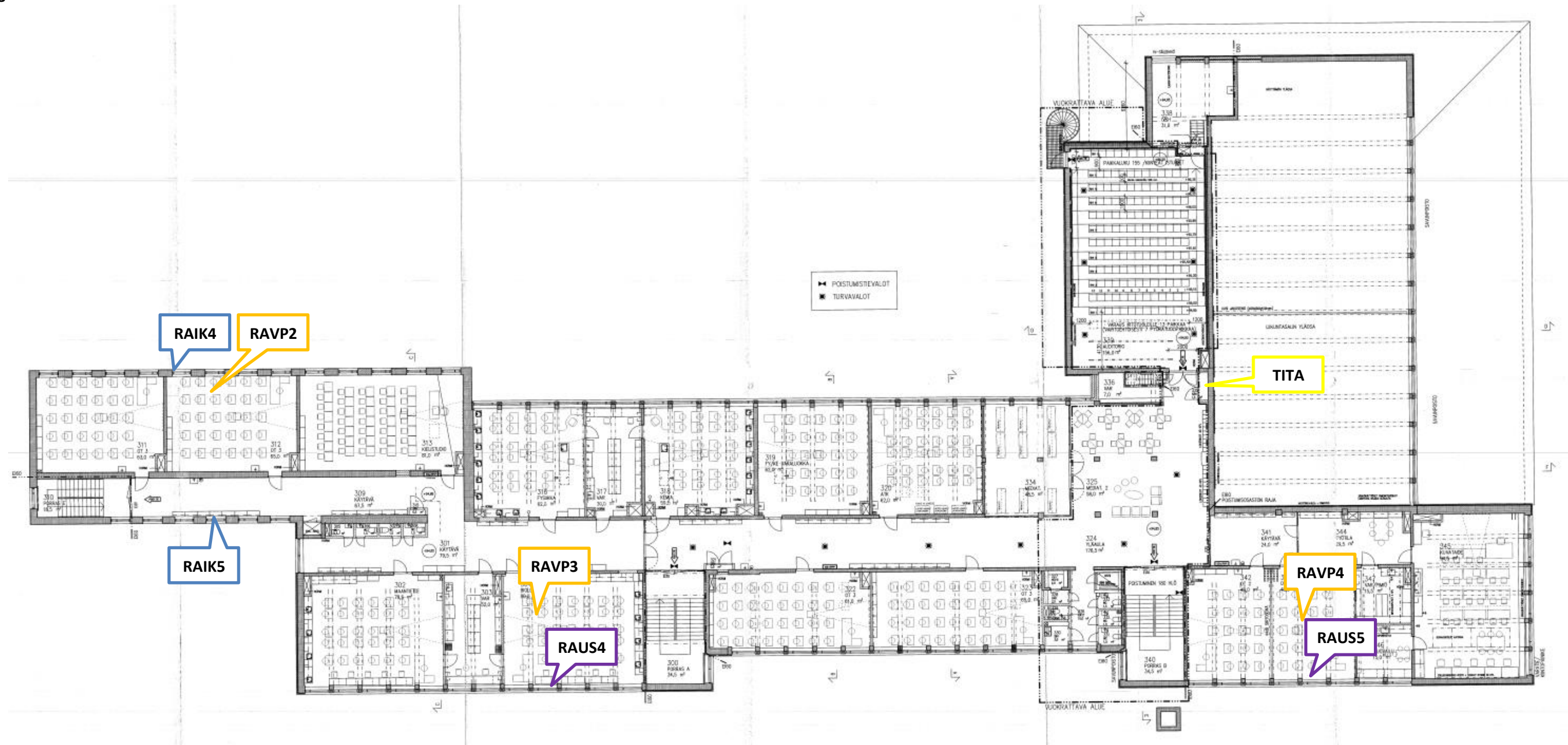
1. kerros



<b>RAAP#</b>	Rakenneavaus alapohjaan	<b>RAVP#</b>	Rakenneavaus välipohjaan	<b>RAYP#</b>	Rakenneavaus tai rakenneselvitys yläpohjaan	<b>RAIK#</b>	Rakenneavaus ikkuna/ulkoseinä-liittymä	<b>RAUS#</b>	Rakenneavaus ulkoseinä
<b>RARP#</b>	Rakenneavaus ryömintätilaan alapohjaan, tiiveysmittaus	<b>RAMS#</b>	Rakenneavaus maanvastainen seinä	<b>HISS#</b>	Hissikuilun pohjan selvitys	<b>TITA#</b>	Hormin/ kotelon/ läpivientien tiiveystarkastelu kaikissa kerroksissa	<b>MP#</b>	Rakennekosteusmittaukset

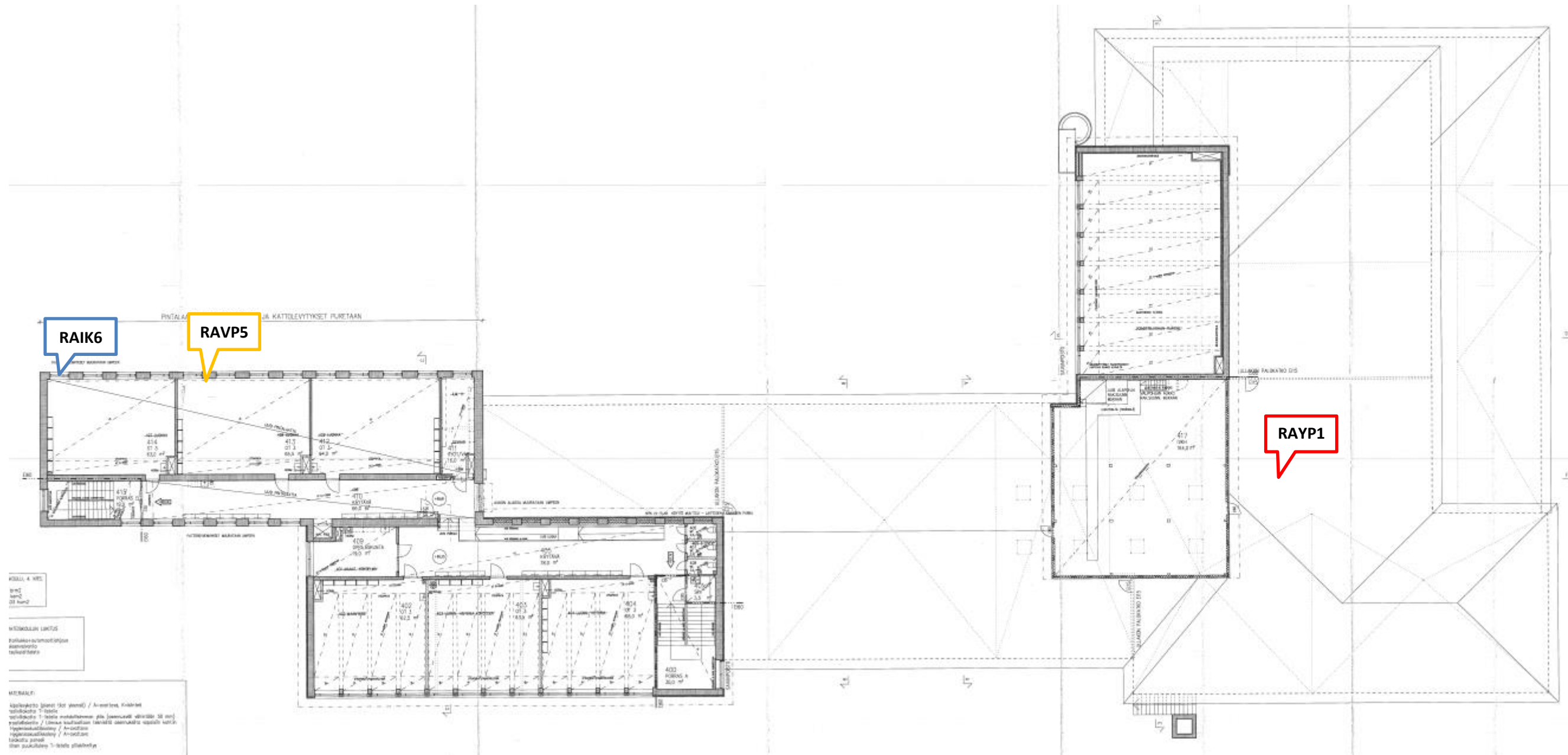


3. kerros



<b>RAAP#</b>	Rakenneavaus alapohjaan	<b>RAVP#</b>	Rakenneavaus välipohjaan	<b>RAYP#</b>	Rakenneavaus tai rakenneselvitys yläpohjaan	<b>RAIK#</b>	Rakenneavaus ikkuna/ulkoseinä-liittymä	<b>RAUS#</b>	Rakenneavaus ulkoseinä
<b>RARP#</b>	Rakenneavaus ryömintätilaan alapohjaan, tiiveysmittaus	<b>RAMS#</b>	Rakenneavaus maanvastainen seinä	<b>HISS#</b>	Hissikuilun pohjan selvitys	<b>TITA#</b>	Hormin/ kotelon/ läpivientien tiiveystarkastelu kaikissa kerroksissa		

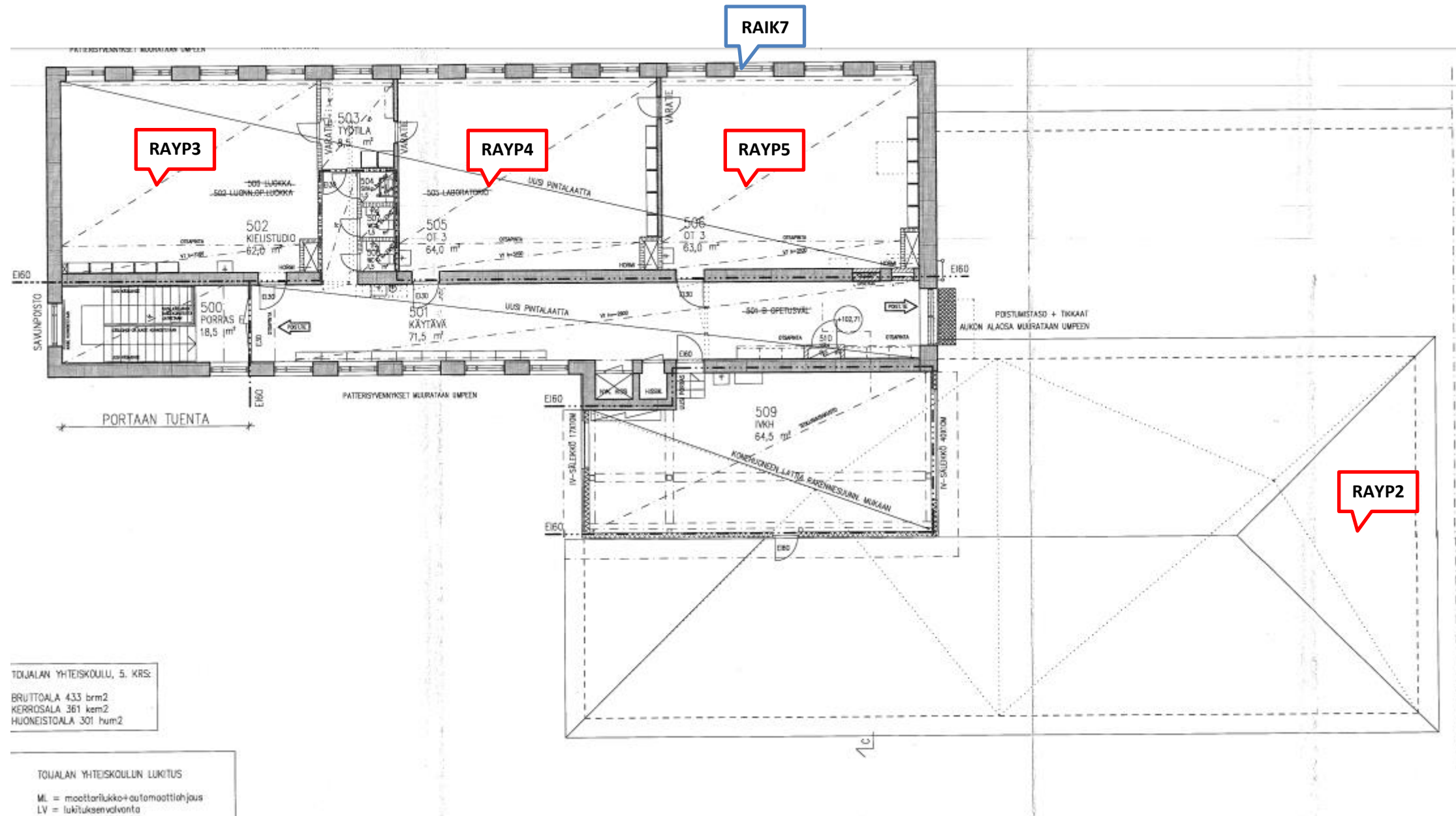
4. kerros



<b>RAAP#</b>	Rakenneavaus alapohjaan	<b>RAVP#</b>	Rakenneavaus välipohjaan	<b>RAYP#</b>	Rakenneavaus tai rakenneselvitys yläpohjaan	<b>RAIK#</b>	Rakenneavaus ikkuna/ulkoseinäliittymä	<b>RAUS#</b>	Rakenneavaus ulkoseinä
<b>RARP#</b>	Rakenneavaus ryömintätalaiseen alapohjaan, tiiveysmittaus	<b>RAMS#</b>	Rakenneavaus maanvastainen seinä	<b>HISS#</b>	Hissikuilun pohjan selvitys	<b>TITA#</b>	Hormin/ kotelon/ läpivientien tiiveystarkastelu kaikissa kerroksissa		



5. kerros



<b>RAAP#</b>	Rakenneavaus alapohjaan	<b>RAVP#</b>	Rakenneavaus välipohjaan	<b>RAYP#</b>	Rakenneavaus tai rakenneselvitys yläpohjaan	<b>RAIK#</b>	Rakenneavaus ikkuna/ulkoseinäliittymä	<b>RAUS#</b>	Rakenneavaus ulkoseinä
<b>RARP#</b>	Rakenneavaus ryömintätilaan alapohjaan, tiiveysmittaus	<b>RAMS#</b>	Rakenneavaus maanvastainen seinä	<b>HISS#</b>	Hissikuilun pohjan selvitys	<b>TITA#</b>	Hormin/ kotelon/ läpivientien tiiveystarkastelu kaikissa kerroksissa		

**Tilaja**

WSP Finland Oy / Jarno Jaakkola  
Kelloportinkatu 1 D  
33100 Tampere

**Materiaalinäytteen mikrobianalyysi**

**Näytteenottokohde** Toijalan yhteiskoulu, Kurisjärventie 18, Toijala (proj. nro. 312542)  
**Näytteenottaja** Jarno Jaakkola, Sampo Salminen, Jarmo Minkkinen  
**Näytteenottopäivämäärä** 21.- 22.8.2019  
**Vastaanottopäivämäärä** 23.8.2019  
**Viljelypäivämäärä** 23.8.2019

**Analyysimenetelmä** materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi suoraviljelymenetelmällä

**1 Näytteenotto**

Näytteet on otettu tilaajan toimesta. Näytteet on ohjeistettu otettavaksi puhtain välinein esim. puhtaaseen Minigrip-pussiin. Näytteenotto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

**2 Analysointi**

Materiaalinäytteet on viljelty WSP:n Sisäilmalaboratoriossa (Kympinkatu 3 B, 40320 Jyväskylä) materiaalinäytteiden suoraviljelyn menetelmänohjeen mukaisesti (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV; Pessi & Jalkanen 2018). Näytteet, joissa ei viljelyssä tule esille mikrobikasvustoa, suoramikroskopoidaan. Mikroskopoitavaksi soveltuvia materiaaleja ovat mm. erilaiset rakennuslevyt, puun palaset, muovimatot jne. Jauhemaisia materiaaleja kuten esim. hienoa purua, hiekkaa ja muita vastaavia materiaaleja ei voi suoramikroskopoida.

Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Inkubointiajat sienille ovat olleet 7 vrk (2% mal-lasuuteagar, DG18-agar ja Hagem-agar) ja bakteereille 7 vrk:tta (muut kuin aktinobakteerit) ja 14 vrk:tta (aktinobakteerit). Aktinobakteerien pitoisuus voidaan raportoida myös jo 7 vrk:n kasvatusajan jälkeen, mikäli pitoisuus on jo tällöin runsas tai erittäin runsas. Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

**3 Viitearvot**

Suoraviljeltyjen materiaalinäytteiden tulosten tulkinta perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen (Osa IV, 2016) ja Laboratorio-oppaaseen (2018). Materiaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa silloin, kun suoraviljelyssä näytteessä esiintyy elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinobakteereita



Näyte MNMI3. 124, välipohja, betonilaattojen välistä, mineraalivillaa			
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
			Aktinobakteerit* - Muut bakteerit -
Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Bakteerit yhteensä -
Näyte MNMI4. 107, ulkoseinä alaosasta, mineraalivillaa			
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
			Aktinobakteerit* - Muut bakteerit -
Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Bakteerit yhteensä -
Näyte MNMI5. 210, ulkoseinä, ikkunan alta, mineraalivillaa			
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
			Aktinobakteerit* - Muut bakteerit -
Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Bakteerit yhteensä -
Näyte MNMI6. 2. kerros käytävä, ulkoseinä, ikkunan alta, mineraalivillaa			
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
			Aktinobakteerit* - Muut bakteerit +
Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Bakteerit yhteensä +
Näyte MNMI7. 213, ulkoseinä, ikkunan alta patterisyvennyksestä, mineraalivillaa			
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
<i>Penicillium</i> +	<i>Penicillium</i> +	<i>Penicillium</i> +	Aktinobakteerit* - Muut bakteerit +
Sieni-itiöt yhteensä +	Sieni-itiöt yhteensä +	Sieni-itiöt yhteensä +	Bakteerit yhteensä +
Näyte MNMI8. 311, ulkoseinä, ikkunan alta, patterisyvennyksestä, mineraalivillaa			
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
steriilit + <i>Penicillium</i> +	<i>Cladosporium</i> +	<i>Penicillium</i> +	Aktinobakteerit* - Muut bakteerit -
Sieni-itiöt yhteensä +	Sieni-itiöt yhteensä +	Sieni-itiöt yhteensä +	Bakteerit yhteensä -

- = alle määrittämissä rajat, kasvustoa ei esiintynyt

\* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi

steriilit = pesäkkeitä, jotka eivät käytettävillä kasvualustoilla muodosta itiöitä

WSP Finland Oy  
Laboratoriopalvelut  
Sisäilmalaboratorio



Venla Kuosmanen  
Tutkija, LuK

### Kirjallisuusviitteet

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV. Asumisterveysasetus § 20, Ohje 8/2016.

Pessi, A-M. & Jalkanen, K. (2018) Laboratorio-opas – Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy. 76 s.

WSP Finland Oy Sisäilmalaboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T283, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoinnin pätevyysalue: Asumisterveyskemia ja -mikrobiologia; sisäilmanäyte VOC ja TVOC (ISO 16000-6:2011-muunneltu), sisä- ja ulkoilmanäyte (Andersen), Rakennusmateriaalinäyte, pintanäyte (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016). Akkreditointi ei koske tulosten tulkintaa. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Näytteenottoa ei ole akkreditoitu. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain vastaanotettuja ja testattuja näytteitä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

**Tilaja**

WSP Finland Oy, Jarmo Minkkinen  
Kympinkatu 3 B  
40320 Jyväskylä

**Materiaalinäytteen mikrobianalyysi**

<b>Näytteenottokohde</b>	Toijalan yhteiskoulu ja Akaan lukio, Akaa (proj. 314932)
<b>Näytteenottaja</b>	Jarmo Minkkinen
<b>Näytteenottopäivä</b>	5.1.2021
<b>Vastaanottopäivä</b>	7.1.2021
<b>Viljelypäivä</b>	8.1.2021

**Analyysimenetelmä** Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi suoraviljelymenetelmällä

**1 Näytteenotto**

Näytteet on otettu tilaajan toimesta. Näytteet on ohjeistettu otettavaksi puhtain välinein esim. puhtaaseen Minigrip-pussiin. Näytteenotto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

**2 Analysointi**

Materiaalinäytteet on viljelty WSP:n sisäilmalaboratoriossa (Kympinkatu 3 B, 40320 Jyväskylä) materiaalinäytteiden suoraviljelyn menetelmänohjeen mukaisesti (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV; Pessi & Jalkanen 2018). Näytteet, joissa ei viljelyssä tule esille mikrobikasvustoa, suoramikroskopoidaan. Mikroskopoitavaksi soveltuvia materiaaleja ovat mm. erilaiset rakennuslevyt, puun palaset, muovimatot jne. Jauhemaisia materiaaleja kuten esim. hienoa purua, hiekkaa ja muita vastaavia materiaaleja ei voi suoramikroskopoida.

Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Inkubointiajat sienille ovat olleet 7 vrk (2% mallasuuteagar, DG18-agar ja Hagem-agar) ja bakteereille (THG-agar) 7 vrk:tta (muut kuin aktinomykeetit) ja 14 vrk:tta (aktinomykeetit). Aktinomykeettien pitoisuus voidaan raportoida myös jo 7 vrk:n kasvatusajan jälkeen, mikäli pitoisuus on jo tällöin runsas tai erittäin runsas. Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

**3 Viitearvot**

Suoraviljeltyjen materiaalinäytteiden tulosten tulkinta perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen (Osa IV, 2016) ja Laboratorio-oppaaseen (2018). Materiaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa silloin, kun suoraviljelyssä näytteessä esiintyy elinkykyisiä sieni-itiöitä

ja/tai aktinomykeettejä (= sädesieniä) runsaasti (+++/++++) (taulukko 1). Tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon myös silloin, kun sieniä tai aktinomykeettejä on niukasti tai kohtalaisesti, mutta lajistossa esiintyy useita kosteusvaurioindikaattoreita ( $\geq 2$ ) millä tahansa käytetyistä kasvualustoista, kuitenkin siten, että yksittäisten pesäkkeiden esiintyminen ei riitä. Pelkästään suuren bakteeripitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta. Suuri bakteeripitoisuus voi johtua esim. materiaalin likaisuudesta.

Kosteusvaurioindikaattoreiksi luetaan laboratoriossamme Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (Osa IV) ja Laboratorio-oppaassa (2018) mainitut indikaattorimikrobit.

#### Taulukko 1. Suoraviljeltyjen materiaalinäytteiden tulosten tulkinta.

Tulkinta	Löydökset
Esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua	sienet +++ / ++++ aktinomykeetit +++ / ++++
Epäily poikkeavasta mikrobikasvusta	sienet +, lajistossa kosteusvaurioindikaattoreita ( $\geq 2$ )/ sienet ++ aktinomykeetit ++
Ei poikkeavaa mikrobikasvua	sienet - / +, ei kosteusvaurioindikaattoreita tai havaittu vain yksittäisiä pesäkkeitä aktinomykeetit +

#### 4 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Materiaalinäytteiden näytteenottoaikat, mikrobipitoisuudet ja mikrobilajit on esitetty taulukossa 2. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Viljelytulokset on esitetty suhteellisella asteikolla, joka on seuraava:

- = alle määritysrajan, ei kasvua
- + = niukka kasvusto (1-19 pesäkettä/malja)
- ++ = kohtalainen kasvusto (20-49 pesäkettä/malja)
- +++ = runsas kasvusto (50-199 pesäkettä/malja)
- ++++ = erittäin runsas kasvusto ( $\geq 200$  pesäkettä/malja).

Menetelmän laajennettu, tekninen mittausepävarmuus (U) 95% luottamustasolla on bakteereille 38% ja sienille 19%. Mittausepävarmuudessa on huomioitu pesäkelaskennan epävarmuus. Sienitunnistuksen epävarmuus on 10%.

**Taulukko 2.** Materiaalinäytteiden näytteenottopaikat, materiaali, mikrobipitoisuudet ja sienilajisto suhteellisella asteikolla esitettynä.

MNMI 1. Tila 215 (vanha osa), ikkunarive			
Tulkinta: Epäily poikkeavasta mikrobikasvusta			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
<i>Aspergillus fumigatus</i> * +(1)	<i>Eurotium</i> * +(3)	<i>Penicillium</i> +	aktinomykeetit -
<i>Aspergillus versicolores</i> * +(1)			muut bakteerit ++
<i>Penicillium</i> +			
<b>sieni-itiöt yhteensä +</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä +</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä +</b>	<b>bakteerit yhteensä ++</b>
MNMI 2. Tila 312 (vanha osa), ikkunarive			
Tulkinta: Epäily poikkeavasta mikrobikasvusta			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
<i>Penicillium</i> ++	<i>Penicillium</i> +	<i>Penicillium</i> ++	aktinomykeetit -
			muut bakteerit ++
<b>sieni-itiöt yhteensä ++</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä +</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä ++</b>	<b>bakteerit yhteensä ++</b>
MNMI 3. Tila 414 (vanha osa), ikkunarive			
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
	<i>Penicillium</i> +	<i>Penicillium</i> +	aktinomykeetit -
			muut bakteerit +
<b>sieni-itiöt yhteensä -</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä +</b>	<b>sieni-itiöt yhteensä +</b>	<b>bakteerit yhteensä +</b>

- = alle määritysrajan, kasvustoa ei esiintynyt

\* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi

WSP Finland Oy  
Laboratoriopalvelut  
Sisäilmalaboratorio

Salla Sovelius  
Tutkija, FM

## Kirjallisuusviitteet

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV. Asumisterveysasetus § 20, Ohje 8/2016.

Pessi, A-M. & Jalkanen, K. (2018) Laboratorio-opas – Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy. 76 s.

WSP Finland Oy Laboratoriopalvelut on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T269, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta ja toimipaikat ovat nähtävissä verkkosivuilta [www.finas.fi](http://www.finas.fi). Akkreditointi ei koske tulosten tulkintaa. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Näytteenottoa ei ole akkreditoitu. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain vastaanotettuja ja testattuja näytteitä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.



2.9.2019

**Tilaja**

WSP Finland Oy  
Jarno Jaakkola  
Kelloportinkatu 1 D  
33100 Tampere

**VOC-analyysi materiaalinäytteestä**

**Näytteenottaja** Jarno Jaakkola, WSP Finland Oy  
**Näytteenottoaika** Toijalan yhteiskoulu, Kurisjärventie 18, Toijala  
**Näytteenottopäivämäärä** 22.8.2019  
**Vastaanottopäivämäärä** 23.8.2019  
**Näytemäärä** 5 kpl  
**Analyysin suorituspaikka** WSP Sisäilmalaboratorio, Kympinkatu 3 B, Jyväskylä

**Näytteenotto- ja analyysimenetelmä**

Materiaalin pinnoilta kerättiin ilmanäyte VOC-analyysiä varten Markes µCTE-250-mikrokammoliattella adsorptioputkeen (Tenax-TA). Kaasuna oli instrumenttityppi. Näyte analysoitiin TD-GC-MS - laitteistolla (Markes Unity 2, Agilent GC-MS (7890A/5975C) standardin ISO 16000-6:2011 (muunneltu) mukaisesti. Yhdisteet tunnistettiin puhtaiden vertailuaineiden / massaspektirikjaston (NIST) avulla. Kvantitointiin käytettiin puhtaiden vertailuaineiden vastetta tai tolueenivastetta. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) on määritetty tolueeniekvivalentteina väliltä n-heksaani-heksadekaani (C6-C16) nämä mukaan lukien. Analyysimenetelmän laajennettu kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 22- 55 % yhdisteistä riippuen ollen keskimäärin 29 % pitoisuusalueella 5-68 µg/m<sup>3</sup>. Pitoisuusalueella 1-5 µg/m<sup>3</sup> kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 29-75 % yhdisteistä riippuen. Määritysraja (LOQ) on yhdistekohtainen ollen keskimäärin 3,0 ng/näyte eli 0,8 µg/m<sup>3</sup> g laskettuna 2,0 gramman ja 2,0 litran näytteelle. Tulosten ilmoittamisraja on 1,0 µg/m<sup>3</sup> g. Yhdistekohtaiset määritysrajat ja mittausepävarmuudet on tarvittaessa saatavissa laboratorion. Tunnistettujen yhdisteiden CAS-numerot voidaan myös tarvittaessa toimittaa laboratorion. Näytteistä voidaan määrittää myös TVOC-alueen ulkopuolella olevien yhdisteiden pitoisuuksia, mikäli niiden pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Analyysi kertoo, mitä yhdisteitä ja missä suhteessa niitä emittoituu koeolosuhteissa. Tällä menetelmällä analysoitujen näytteiden tulokset eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

2.9.2019

## Tulokset

Näyte/mittauskohde:	MNVO1, Opettajainhuone 287, Toijalan yhteiskoulu, Kurisjärventie, Toijala	
Materiaali:	muovimatto, liima ja tasoite	
Analysointipvm:	27.8.2019	
Keräin:	277199	
Näytepalan koko:	2,45 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	2,02 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m <sup>3</sup> g)
Aldehydit	Heksanaali	4,6
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	Tridekaani*	1,2
	Alifaattisia ja alisyklisiä hiilivetyjä (yht.)*	540
	Tyydyttymättömiä, alifaattisia hiilivetyjä (yht.)*	19
Aromaattiset hiilivedyt	C10-12-alkyylibentseenit (yht.)* (1	15
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli**	150
	3,5,5-trimetyyli-1-heksanoli* (C9-alkoholi)	5,9
	6-metyyli-1-oktanoli* ***(C9-alkoholi)	190
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	64
	Muita C9-alkoholeja* (tarkemmin tunnistamattomat, yht.)*	460
Glykolit	(1-metoksi-1-metyylietoksi)-2-propanoli*	6,7
	1-(2-metoksipropoksi)-2-propanoli*	4,2
	2-(2-butoksietoksi)etanoli*	9,0
	1,1-dietoksipropaani*	3,3
	(1-metoksi-1-metyylietoksi)-2-propanoli*	4,4
TVOC <sub>MS</sub> *,**		<b>1500</b>

\*Tolueenivaste

\*\* Tulos yli lineaarisuusalueen, laitteen kapasiteetti ylittynyt. Tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi epävarmuus.

1) TVOC-alueen ulkopuolella

2.9.2019

Näyte/mittauskohde:	MNVO2, Opettajainhuone 287, Toijalan yhteiskoulu, Kurisjärventie, Toijala	
Materiaali:	muovimatto, liima ja tasoite	
Analysointipvm:	27.8.2019	
Keräin:	233570	
Näytepalan koko:	2,15 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	2,03 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m <sup>3</sup> g)
Aldehydit	Heksanaali	3,3
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	Alifaattisia hiilivetyjä (yht.)*	85
Aromaattiset hiilivedyt	Tolueeni	3,8
	C10-12-alkyylibentseenit (yht.)* (1	1,7
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	30
	6-metyyli-1-oktanoli (C9-alkoholi)*	25
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	8,2
	Muita C9-alkoholeja (yht.)*	36
Esterit	Butaanihapon 2-etyyliheksyyliesteri*	2,2
TVOC <sub>MS</sub> *		<b>210</b>

\*Tolueenivaste

1) TVOC-alueen ulkopuolella

Näyte/mittauskohde:	MNVO 3, Tekstiilityö 124, Toijalan yhteiskoulu, Kurisjärventie, Toijala	
Materiaali:	muovimatto, liima ja tasoite	
Analysointipvm:	27.8.2019	
Keräin:	186613	
Näytepalan koko:	2,04 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	2,01 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m <sup>3</sup> g)
Aldehydit	Heksanaali	4,5
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	2,2,4,6,6-pentametyyliheptaani*	1,6
	Muita alifaattisia hiilivetyjä (yht.)*	220
Aromaattiset hiilivedyt	C10-12-alkyylibentseenit (yht.)* (1	67
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli**	300
	6-metyyli-1-oktanoli* (C9-alkoholi)	100
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	17
	Muita C9-alkoholeja* (tarkemmin tunnistamaton, yht.)	630
Orgaaniset piiyhdisteet	Heksametyylisyklotrisiloksaani*	2,8
	Oktametyylisyklotetrasiloksaani*	5,0
TVOC <sub>MS</sub> ***		<b>1300</b>

\*Tolueenivaste

\*\* Tulos yli lineaarisuusalueen, laitteen kapasiteetti ylittynyt. Tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi epävarmuus.

1) TVOC-alueen ulkopuolella

2.9.2019

Näyte/mittauskohde:	MNVO 4, Psykologi, 107, Toijalan yhteiskoulu, Kurisjärventie, Toijala	
Materiaali:	muovimatto, liima ja tasoite	
Analysointipvm:	27.8.2019	
Keräin:	436772	
Näytepalan koko:	2,41 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	2,01 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m <sup>3</sup> g)
Aldehydit	Heksanaali	1,3
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	2,2,4,6,6-pentametyyliheptaani*	3,2
	Muita alifaattisia hiilivetyjä (yht.)*	48
Aromaattiset hiilivedyt	C10-12-alkyylibentseenit (yht.)* (1	19
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	35
	3,5,5-trimetyyli-1-heksanoli* (C9-alkoholi)	1,7
	6-metyyli-1-oktanoli* (C9-alkoholi)	29
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	9,5
	Muita C9-alkoholeja* (tarkemmin tunnistamaton, yht.)	150
Glykolit	1-(2-metoksipropoksi)-2-propanoli*	1,4
Terpeenit ja terpenoidit	Longifoleeni*	1,5
Orgaaniset piiyhdisteet	Heksametyylisyklotrisiloksaani*	5,5
	Oktametyylisyklotetrasiloksaani*	6,7
<b>TVOC<sub>MS</sub>*</b>		<b>370</b>

\*Tolueenivaste

\*\* Tulos yli lineaarisuusalueen, laitteen kapasiteetti ylittynyt. Tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi epävarmuus.

1) TVOC-alueen ulkopuolella

2.9.2019

Näyte/mittauskohde:	MNVO 5, Opettajan työtila, 155, Toijalan yhteiskoulu, Kurisjärventie, Toijala	
Materiaali:	muovimatto, liima ja tasoite	
Analysointipvm:	27.8.2019	
Keräin:	423225	
Näytepalan koko:	2,66 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	2,02 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m <sup>3</sup> g)
Aldehydit	Heksanaali	9,1
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	2,2,4,6,6-pentametyyliheptaani*	3,8
	Muita alifaattisia hiilivetyjä (yht.)*	160
Aromaattiset hiilivedyt	C10-12-alkyylibentseenit (yht.)* (1	17
Alkoholit	1-butanoli*	6,6
	2-etyyli-1-heksanoli**	330
	3,5,5-trimetyyli-1-heksanoli* (C9-alkoholi)	12
	6-metyyli-1-oktanoli*, ** (C9-alkoholi)	160
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	49
	Muita C9-alkoholeja* (tarkemmin tunnistamaton, yht.)*	810
Glykolit	Glykoli (tarkemmin tunnistamaton)*	1,1
Esterit	Esteri (tarkemmin tunnistamaton)*	7,0
Orgaaniset piiyhdisteet	Heksametyylisyklotrisiloksaani*	1,5
	Oktametyylisyklotetrasiloksaani*	2,0
	Dekametyylisyklopentasiloksaani*	3,5
<b>TVOC<sub>MS</sub>*,**</b>		<b>1400</b>

\*Tolueenivaste

\*\* Tulos yli lineaarisuusalueen, laitteen kapasiteetti ylittynyt. Tulokseen sisältyy tavanomaista suurempi epävarmuus.

1) TVOC-alueen ulkopuolella

2.9.2019

WSP Finland Oy  
Laboratoriopalvelut  
Sisäilmalaboratorio



Jenni Lehtinen  
tutkija

WSP Finland Oy Sisäilmalaboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T283, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoinnin pätevyysalue: Asumisterveyskemia ja -mikrobiologia; sisäilmanäyte VOC ja TVOC (ISO 16000-6:2011-muunneltu), sisä- ja ulkoilmanäyte (Andersen), Rakennusmateriaalinäyte, pintanäyte (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016). Akkreditointi ei koske tulosten tulkintaa. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Näytteenottoa ei ole akkreditoitu. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain vastaanotettuja ja testattuja näytteitä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

**Yhtiön toiminimi**  
WSP Finland Oy

**Puhelin**  
0207 864 11

**E-mail**  
etunimi.sukunimi@wsp.com

**Posti- ja käyntiosoite**  
Kympinkatu 3 B  
40320 JYVÄSKYLÄ

**URL**  
www.wspgroup.fi

**Y-tunnus**  
0875416-5



24054/PAH/19

TUTKIMUSRAPORTTI

1 (2)

WSP Finland Oy  
 Laboratoriopalvelut  
 Kiviharjunlenkki 1 D  
 90220 OULU  
 Puh. 0207 864 11

28.08.2019

WSP Finland Oy  
 Jarno Jaakkola  
 Sampo Salminen  
 jarno.jaakkola@wsp.com  
 sampo.salminen@wsp.com

## PAH-ANALYYSI

### Analysimenetelmä

Tilajan toimittaman materiaalinäytteen PAH-analyysi on tehty GC-MS-menetelmällä. Menetelmä on sovellettu standardista SFS-EN 15527. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Näytteenotosta vastaa tilaaja. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa

### Näytteet

Näyte nro	Ottopaikka / materiaali
1	Opettajainhuone 287, lattia / betonilaattojen välissä oleva bitumisively
2	Putkikanaali / kivijalan rappauksen takana oleva bitumisively

WSP Finland Oy  
 Laboratoriopalvelut  
 Kiviharjunlenkki 1 D  
 90220 OULU  
 Puh. 0207 864 11

28.08.2019

**Tulokset**

		1	2
		[mg/kg]	[mg/kg]
1	Naftaleeni	< 2.0	4.1
2	Asenaftyleeni	< 2.0	< 2.0
3	Asenaftteeni	< 2.0	< 2.0
4	Fluoreeni	< 2.0	< 2.0
5	Fenantreeni	14	5.2
6	Antraseeni	< 2.0	< 2.0
7	Fluoranteeni	22	2.4
8	Pyreeni	8.3	3.6
9	Bentso[a]antraseeni	2.2	3.9
10	Kryseeni	8.1	6.4
11	Bentso[b]fluoranteeni	6.7	3.7
12	Bentso[k]fluoranteeni	< 2.0	< 2.0
13	Bentso[a]pyreeni	< 2.0	2.2
14	Indeno[1,2,3-cd]pyreeni	< 2.0	< 2.0
15	Dibentso[a,h]antraseeni	2.2	< 2.0
16	Bentso[ghi]peryleeni	4.1	2.7
	PAH [16] summa	67	34

Menetelmän yhdistekohtainen määrittäysraja on 2,0 mg/kg ja mittaepävarmuus (95 % luotettavuustasolla) keskimäärin ± 16 %. Tulokset on ilmoitettu 2 merkitsevän numeron tarkkuudella.

PAH[16]-yhdisteiden kokonaismäärän ollessa yli 200 mg/kg käsitellään jäte yleensä vaarallisena jätteenä (Ratu 82-0381; Kivihiilipikeä sisältävien rakenteiden purku, osastointimenetelmä).

**WSP FINLAND OY**


Karri Kouri  
 Kemisti, FM  
 karri.kouri@wsp.com

**WSP Finland Oy**  
 Laboratoriopalvelut

Heikkiläntie 7  
 00210 HELSINKI  
 Puhelin 0207 864 11

Kiviharjunlenkki 1 D  
 90220 OULU  
 Puhelin 0207 864 11

Y-tunnus 0875416-5  
 www.wspgroup.fi



14.01.2021

**TILAAJA**

WSP Finland Oy  
Jarmo Minkkinen  
Jarmo.minkkinen@wsp.com

**PAH-ANALYYSI**

**Kohde** Toijalan yhteiskoulu ja Akaan lukio, Akaa

**Vastaanottopäivä** 13.1.2021

**Näytteenottopäivä** 5.1.2021 (Jarmo Minkkinen)

**Analyysin****suorituspaikka**

WSP Finland Oy Laboratoriopalvelut, Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu

**Analyysimenetelmä**

Tilaaajan toimittaman materiaalinäytteen PAH-analyysi on tehty GC-MS-menetelmällä. Menetelmä on sovellettu standardista SFS-EN 15527. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Näytteenotosta vastaa tilaaja. Tutkimusraportin saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

**Näytteet**

Näyte nro	Ottopaikka / materiaali
PAH1	Juhlasalin alapohja / bitumi

14.01.2021

**Tulokset**

		PAH1
		[mg/kg]
1	Naftaleeni	< 2.00
2	Asenaftyleeni	< 2.00
3	Asenafteeni	< 2.00
4	Fluoreeni	< 2.00
5	Fenantreeni	6.11
6	Antraseeni	< 2.00
7	Fluoranteeni	3.16
8	Pyreeni	2.31
9	Bentso[a]antraseeni	3.08
10	Kryseeni	6.86
11	Bentso[b + j]fluoranteeni	4.14
12	Bentso[k]fluoranteeni	< 2.00
13	Bentso[a]pyreeni	< 2.00
14	Indeno[1,2,3-cd]pyreeni	< 2.00
15	Dibentso[a,h]antraseeni	< 2.00
16	Bentso[ghi]peryleeni	2.47
	PAH [16] summa	33.9

Menetelmän yhdistekohtaiset määritysrajat ovat materiaalista riippuen 0.10 - 2.00 mg/kg. Menetelmän raportointirajana käytetään arvoa 2.00 mg/kg.

Menetelmän keskimääräinen mittauserävarmuus on  $\pm 30\%$  (95 % luotettavuustasolla).

PAH[16]-yhdisteiden kokonaismäärän ollessa yli 200 mg/kg käsitellään jäte yleensä vaarallisena jätteenä (Ratu 82-0381; Kivihiilipikeä sisältävien rakenteiden purku, osastointimenetelmä).

Materiaalin purkutapa on suositeltavaa tarkistaa esimerkiksi Rakennustieto Oy:n ohjeesta RatuTT 09-01116 Haitta-ainepitoisten rakennusjätteiden jäteluokitus ja purkutapa. Lisäksi suositeltavaa ottaa yhteyttä oman alueen jäteneuvojaan/jätteenkäsittelylaitokseen.

**WSP FINLAND OY**

Karri Kouri  
 Kemisti, FM  
 karri.kouri@wsp.com

**WSP Finland Oy  
 Laboratoriopalvelut**

Myyntimiehenkuja 4  
 90410 OULU  
 Puhelin 0207 864 11

Y-tunnus 0875416-5  
 www.wspgroup.fi  
 E-mail etunimi.sukunimi@wsp.com

**Tilaaaja**

WSP Finland Oy / Jarmo Minkkinen  
Kympinkatu 3 B  
40320 Jyväskylä

**Geeliteippinäytteen kuituanalyysi**

**Näytteenottokohde** Toijalan yhteiskoulu, Akaa  
**Näytteenottaja** Jarmo Minkkinen  
**Näytteenottopäivämäärä** 4.9.2019  
**Vastaanottopäivämäärä** 6.9.2019

**1 Näytteenotto ja analysointi**

Näytteet otettiin suoraan pinnoilta geeliteipille. Laboratoriossa näytteistä on analysoitu mineraalikuidut (pituudeltaan >20 µm olevat lasikuidut sekä lasi- ja kivivillakuidut) valomikroskoopilla kuitunäytteiden analysointiohjeen mukaisesti. Kuidut on analysoitu teipin koko pinta-alalta (14 cm<sup>2</sup>) 100 x suurennoksella.

**2 Viitearvot ja tulokset**

Geeliteippinäytteiden näytteenottokohdat ja näytteiden kuitupitoisuus on esitetty taulukossa 1. Analyysin alin ilmoitettava pitoisuus (määritysraja) on 0,1 kpl/cm<sup>2</sup>. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

Sosiaali- ja terveysministeriön 23.4.2015 antaman asetuksen mukaan teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja on kahden viikon pölykertymästä otetuissa näytteissä 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>. Säännöllisesti siivotuilla pinnoilla kuitupitoisuudet < 0,2 kpl/cm<sup>2</sup> ja harvoin siivotuilla pinnoilla < 3 kpl/cm<sup>2</sup> eivät todennäköisesti aiheuta ongelmaa (Schneider, 2000). Jos pitoisuudet harvoin siivotuilla pinnoilla ovat >10 kpl/cm<sup>2</sup>, tulee siivousta tehostaa tai muuttaa menetelmiä sekä selvittää kuitulähteet.

Työterveyslaitoksen tekemän koosteen mukaan toimistotyypisillä työpaikoilla tuloilmakanavan pinnalla saa kuituja esiintyä keskimäärin 10-30 kpl/cm<sup>2</sup> (Työterveyslaitos, 2019).

**Taulukko 1.** Näytteenottokohdat ja mineraalikuitujen pitoisuus geeliteippinäytteissä.

Näytteenottopaikka	Kuitupitoisuus, kpl/cm <sup>2</sup>	Pölykertymä, vrk
KUIT1. Opetustila 131	< 0,1	13,5
KUIT2. Liikuntasali	0,1	13,5
KUIT3. Opetustila 214	< 0,1	13,5
KUIT4. Fysiikka 316	< 0,1	13,5
KUIT5. Kuvataide 344	< 0,1	13,5
KUIT6. Opetustila 403	< 0,1	13,5

<0,1 = alle määritysrajan, mineraalikuituja ei esiintynyt

WSP Finland Oy  
Laboratoriopalvelut  
Sisäilmalaboratorio



Outi Tolvanen  
Erikoisasiantuntija, FT

### Kirjallisuusviitteet

Schneider, T. (2000) Synthetic vitreous Fibres. Teoksessa: Indoor Air Quality Handbook, McGraw-Hill, New York 2000, chapter 39.

Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. 23.4.2015, Helsinki.

Työterveyslaitos (2019). Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla. Päivitetty 19.3.2019. <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/si-saympariston-viitearvoja.pdf>

Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain vastaanotettuja ja testattuja näytteitä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

26.8.2019

**Tilaaaja**

WSP Finland Oy  
Jarmo Minkkinen  
Kympinkatu 3 B  
40320 Jyväskylä

**FLEC-pintaemissionäytteen VOC-analyysi**

Näytteenottaja Jarmo Minkkinen  
Näytteenottoaika Toijalan yhteiskoulu  
Näytteenottopäivämäärä 22.8.2019  
Vastaanottopäivämäärä 23.8.2019  
Näyttemäärä 2 kpl  
Analyysin suorituspaikka WSP Sisäilmalaboratorio, Kympinkatu 3 B, Jyväskylä

Näytteenottomenetelmä NT BUILD 484, Building materials: Emission of volatile compounds - On-site measurements with Field and Laboratory Emission Cell (FLEC) Mukailtu

Analyysimenetelmä Adsorptioputkeen (Tenax-TA) FLEC-pintaemissiokeräimen avulla kerätty ilmanäyte analysoitiin TD-GC-MS – laitteistolla (Markes Unity 2, Agilent GC-MS (7890A/5975C) standardin ISO 16000-6:2011 mukaisesti. Yhdisteet tunnistettiin puhtaiden vertailuaineiden / massaspektirikirjaston (NIST) avulla. Kvantitointiin käytettiin puhtaiden vertailuaineiden vastetta tai tolueenivastetta. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) on määritetty tolueeniekvivalenteina väliltä n-heksaani-heksadekaani (C6-C16) nämä mukaan lukien. Analyysimenetelmän laajennettu kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 22-55 % yhdisteestä riippuen ollen keskimäärin 29 % pitoisuusalueella 6,3-85 µg/m<sup>2</sup>h (2,15 l näyte). Pitoisuusalueella 1,6-6,3 µg/m<sup>2</sup>h kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 29-75 % yhdisteestä riippuen. Määrittämissä (LOQ) on yhdistekohtainen ollen keskimäärin 3,0 ng/näyte eli 0,9 µg/m<sup>2</sup>h laskettuna 2,15 litran tilavuudelle. Tulosten ilmoittamisraja on 1,0 µg/m<sup>2</sup>h. Yhdistekohtaiset määrittämissä ja mittausepävarmuudet on tarvittaessa saatavissa laboratorion. Tunnistettujen yhdisteiden CAS-numerot voidaan myös tarvittaessa toimittaa laboratorion. Näytteistä voidaan määrittää myös TVOC-alueen ulkopuolella olevien yhdisteiden pitoisuuksia, mikäli niiden pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

## Tulokset

Näyte/mittauskohde:	Näyte FLEC 1, Liikuntasali, Toijalan yhteiskoulu		
Keräin:	277020 ja 233566		
Analysointipvm:	26.8.2019		
Ilmanäytteiden tilavuus:	2,15 l ja 2,18 l		
Kokonaistilavuus:	6,08 l		
Näytteenottoaika:	30,18 min ja 30,70 min		
Näytteen pinta-ala:	0,0177 m <sup>2</sup>		
		Pitoisuus (µg/m <sup>2</sup> h)	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	putki 1	putki 2
Fosfaatit	Trietyylifosfaatti*	5,4	5,3
Glykolit	2-(2-butoksietoksi)etanoli*	1,7	<1,0
Karboksyylihapot	Etikkahappo* <sup>(1)</sup>	1,4	2,0
Orgaaniset piiyhdisteet	Oktametyylisyklotetrasiloksaani*	9,0	8,4
	Dekametyylisyklopentasiloksaani*	19	17
Tiolit	Bentsotiatsoli*	<1,0	<1,0
TVOC <sub>MS</sub> *		<b>48</b>	<b>43</b>

\*Tolueenivaste

1)TVOC-alueen ulkopuolella

26.8.2019

<b>Näyte/mittauskohde:</b>	<b>Näyte FLEC 2, Liikuntasali, Toijalan yhteiskoulu</b>		
<b>Keräin:</b>	<b>185756 ja 277166</b>		
<b>Analysointipvm:</b>	<b>26.8.2019</b>		
<b>Ilmanäytteiden tilavuus:</b>	<b>2,16 l ja 2,16 l</b>		
<b>Kokonaistilavuus:</b>	<b>6,06 l</b>		
<b>Näytteenottoaika:</b>	<b>30,41 min ja 30,36 min</b>		
<b>Näytteen pinta-ala:</b>	<b>0,0177 m<sup>2</sup></b>		
		<b>Pitoisuus (µg/m<sup>3</sup>h)</b>	
<b>Yhdisteryhmä</b>	<b>Yhdiste</b>	<b>putki 1</b>	<b>putki 2</b>
Orgaaniset piiyhdisteet	Oktametyylisyklotetrasiloksaani*	7,4	17
	Dekametyylisyklopentasiloksaani*	11	35
<b>TVOC<sub>MS</sub>*</b>		<b>20</b>	<b>54</b>

\*Tolueenivaste

WSP Finland Oy  
 Laboratoriopalvelut  
 Sisäilmalaboratorio



Julia Laurén  
 laboratorioanalyttikko

WSP Finland Oy Sisäilmalaboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T283, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoinnin pätevyysalue: Asumisterveyskemia ja -mikrobiologia; sisäilmanäyte VOC ja TVOC (ISO 16000-6:2011-muunneltu), sisä- ja ulkoilmanäyte (Andersen), Rakennusmateriaalinäyte, pintanäyte (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016). Akkreditointi ei koske lausuntoa tai tulosten tulkintaa. Näytteenottoa ei ole akkreditoitu. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain testattuja kohteita näytteenottohetkellä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

**Yhtiön toiminimi**  
 WSP Finland Oy

**Puhelin**  
 0207 864 11

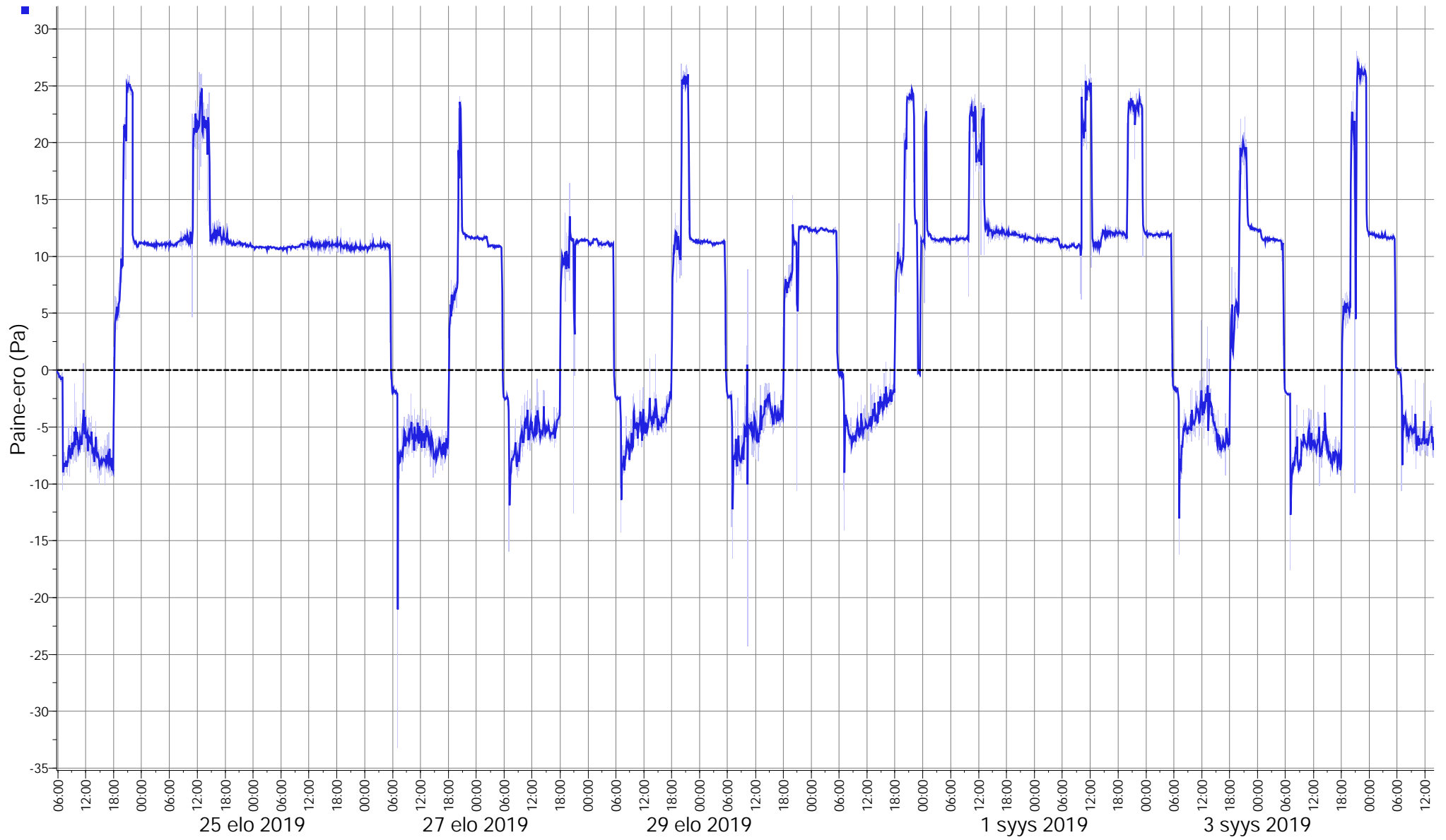
**E-mail**  
 etunimi.sukunimi@wsp.com

**Posti- ja käyntiosoite**  
 Kympinkatu 3 B  
 40320 JYVÄSKYLÄ

**URL**  
 www.wspgroup.fi

**Y-tunnus**  
 0875416-5

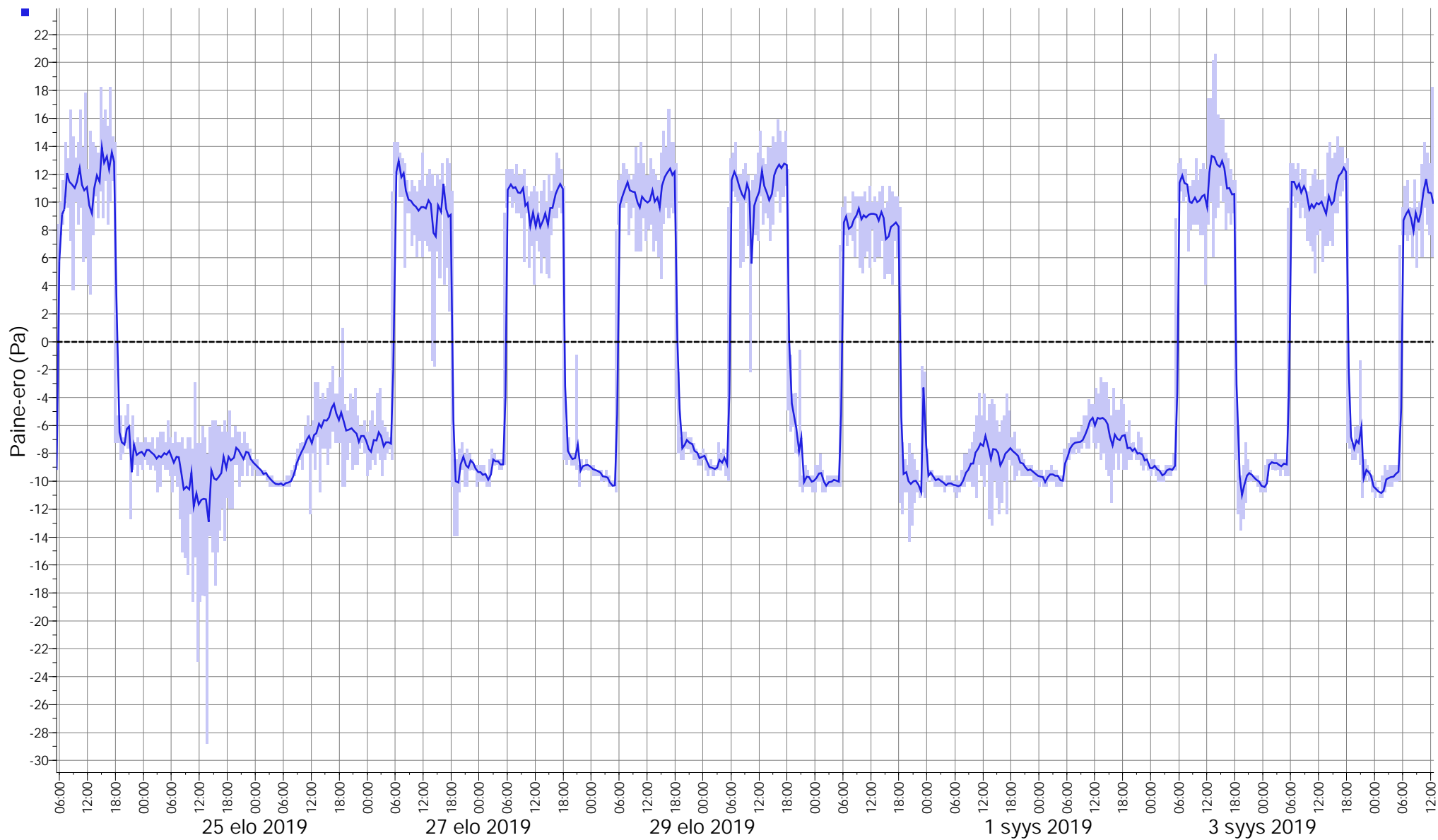
■ 799571 Paine-ero Toijalan yhteiskoulu





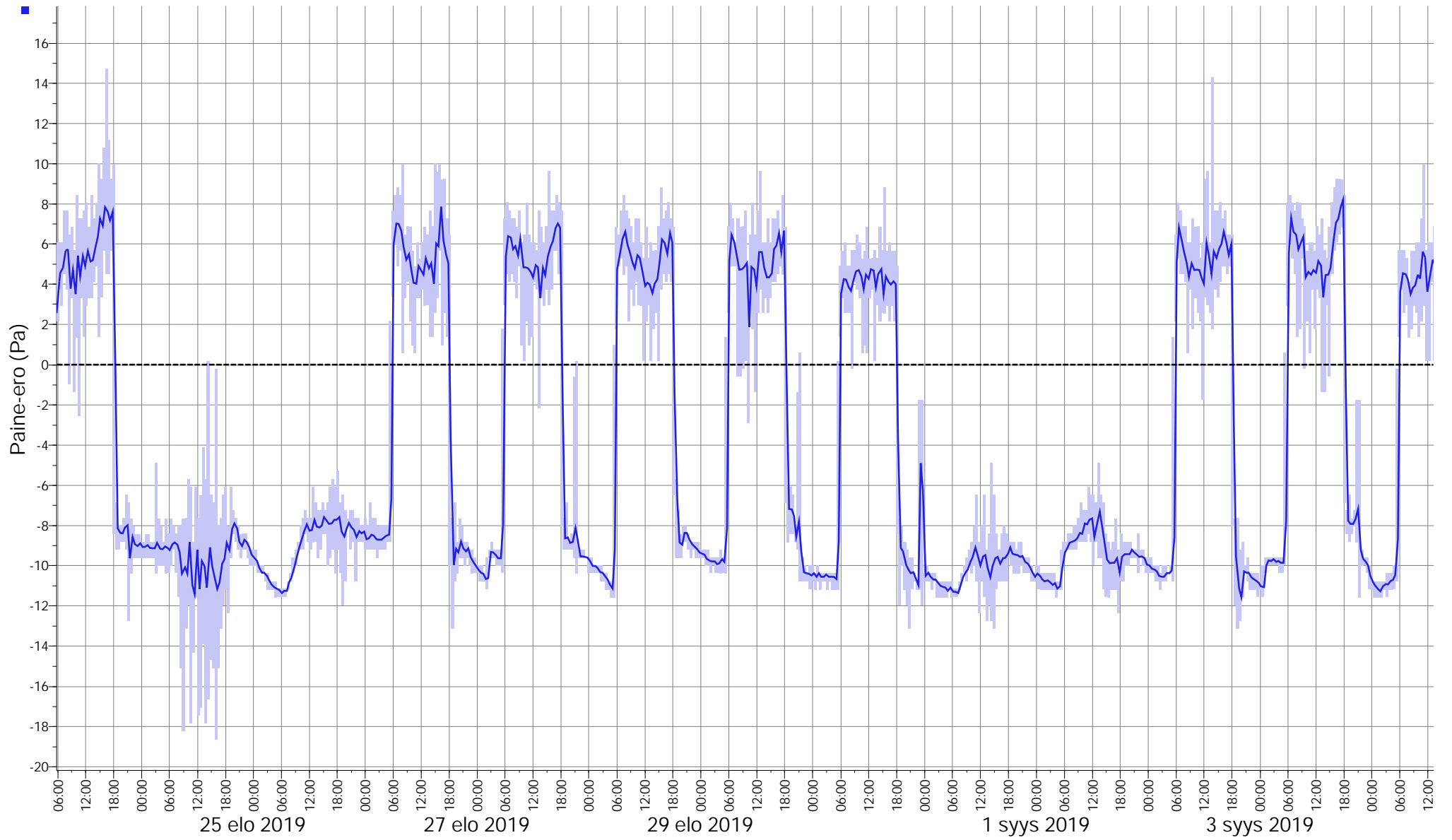
# Toijalan yhteiskoulu - Oph 155

■ 707807 Paine-ero Toijalan yhteiskoulu



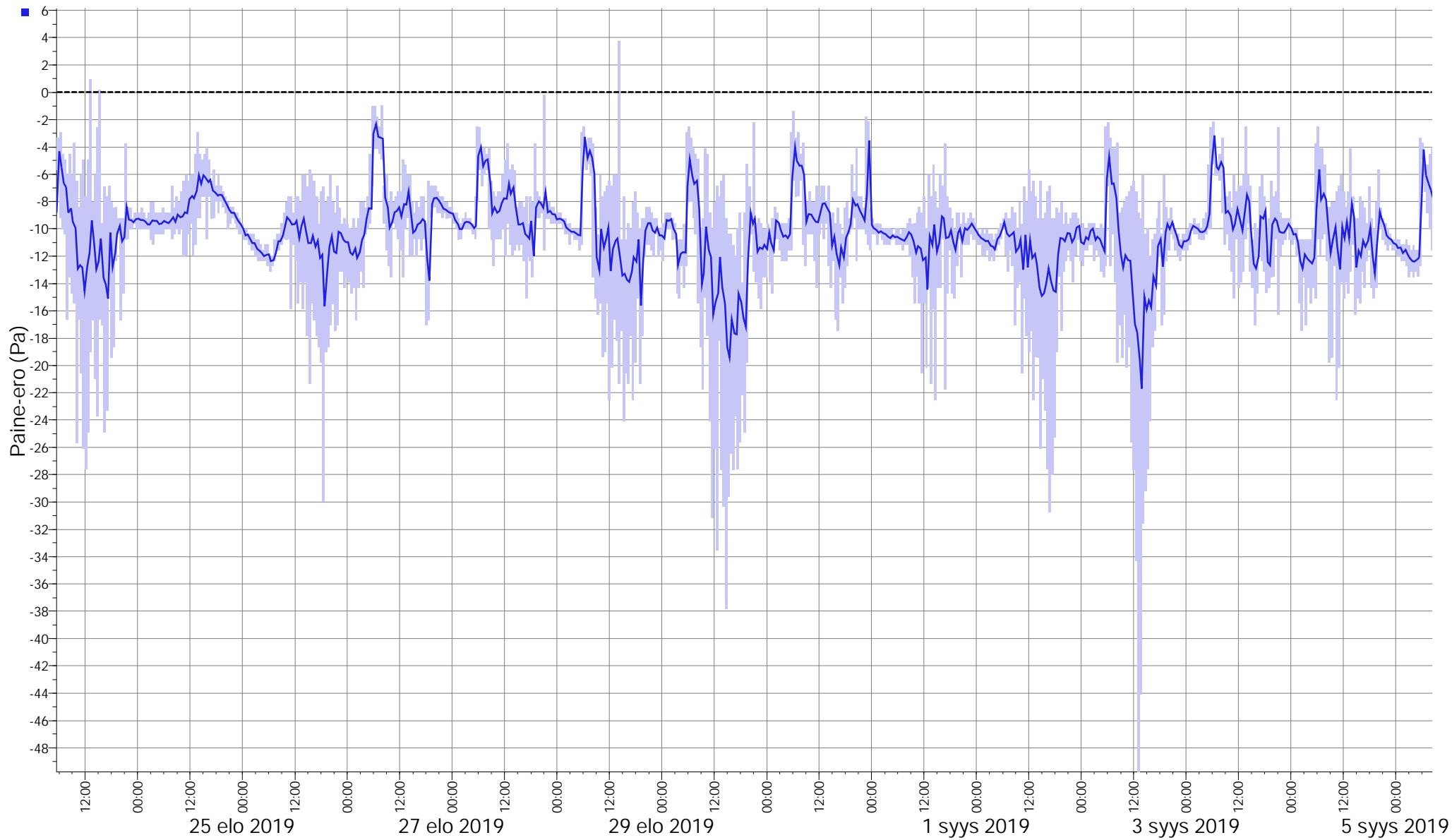
# Toijalan yhteiskoulu - opetustila 150

■ 622134 Paine-ero Toijalan yhteiskoulu



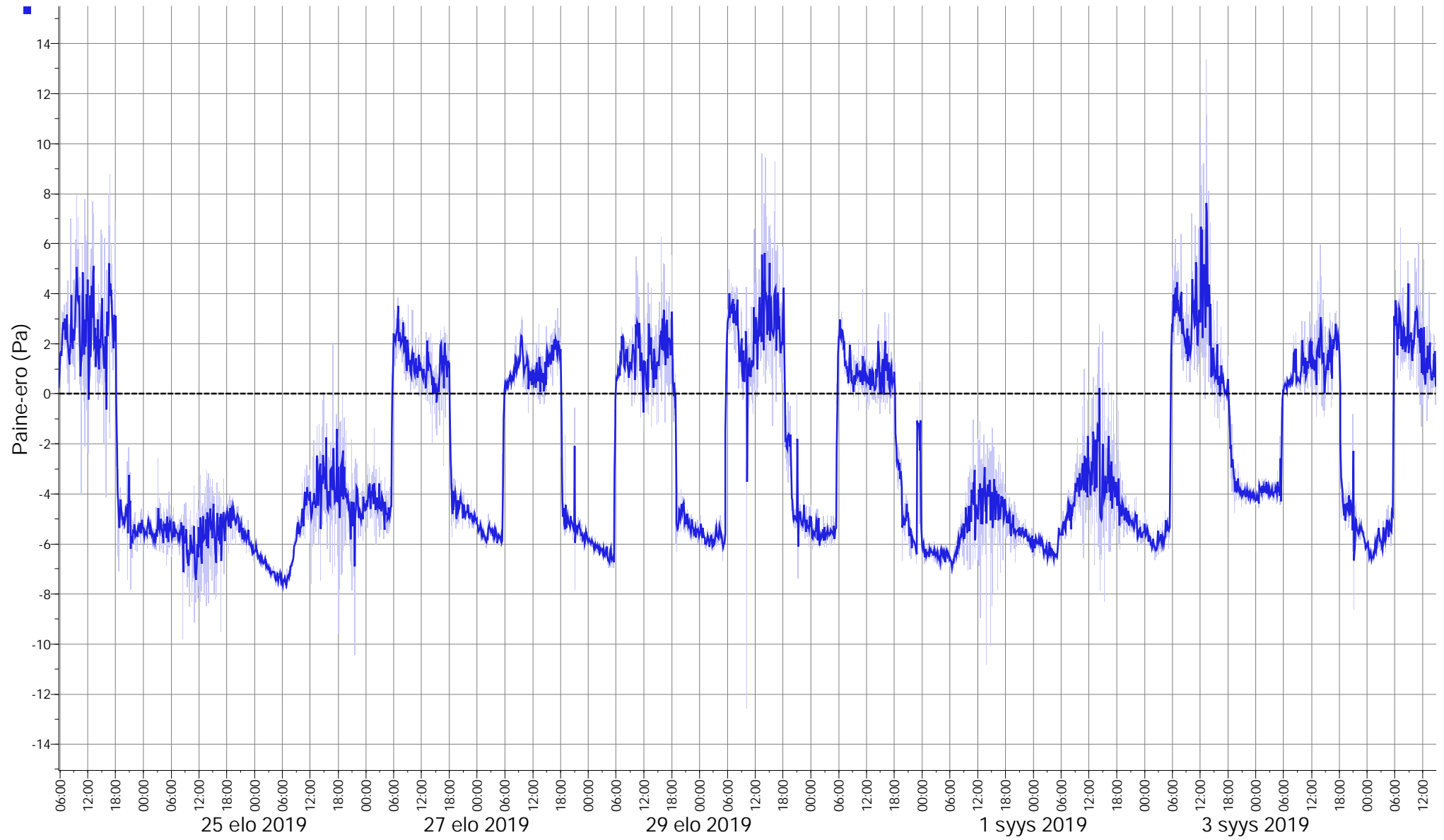
# Toijalan yhteiskoulu - Opo 210

■ 596843 Paine-ero Toijalan yhteiskoulu



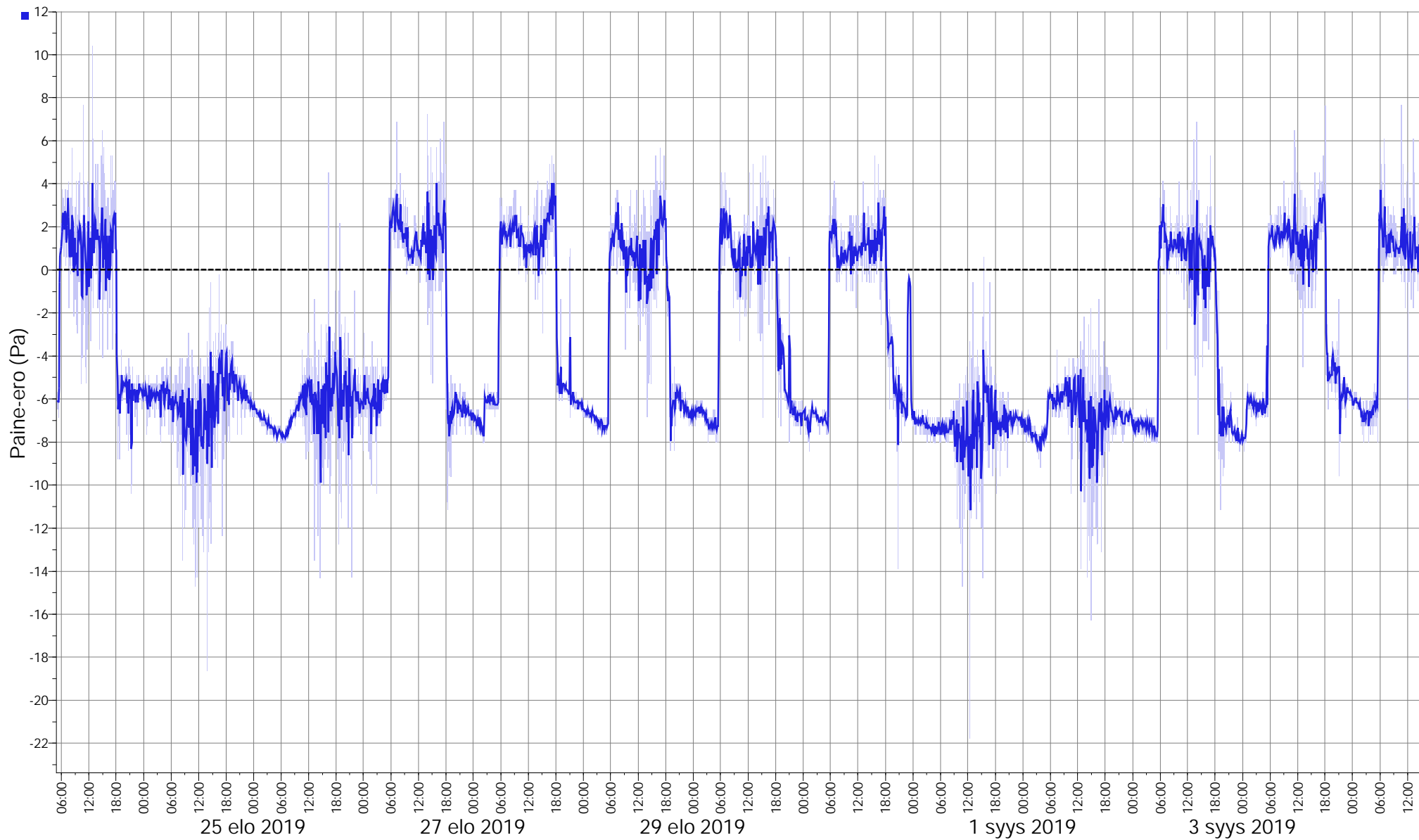
# Toijalan yhteiskoulu - opetustila 312

■ 799588 Paine-ero Toijalan yhteiskoulu



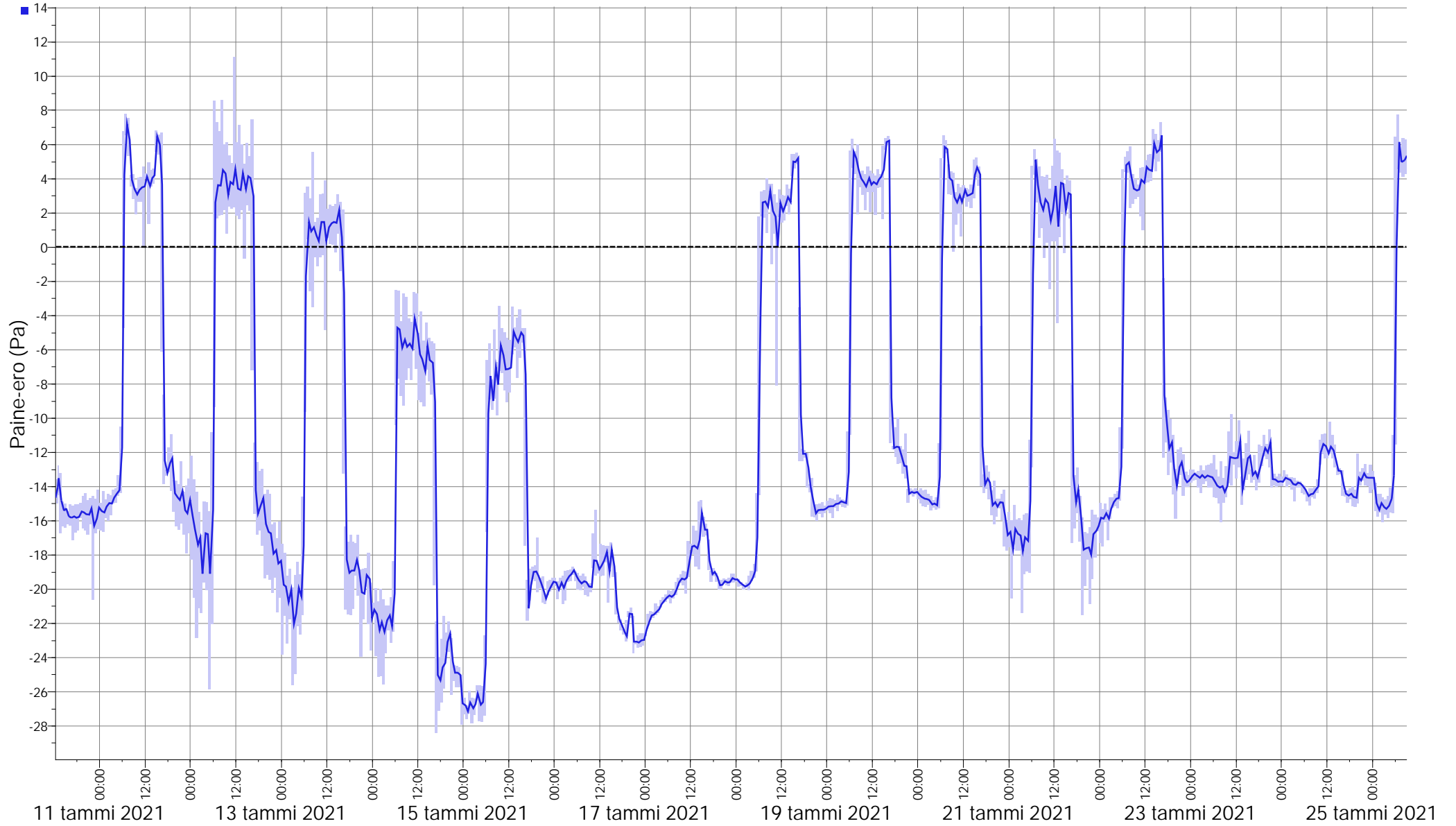
# Toijalan yhteiskoulu - ATK 320

■ 622135 Paine-ero Toijalan yhteiskoulu



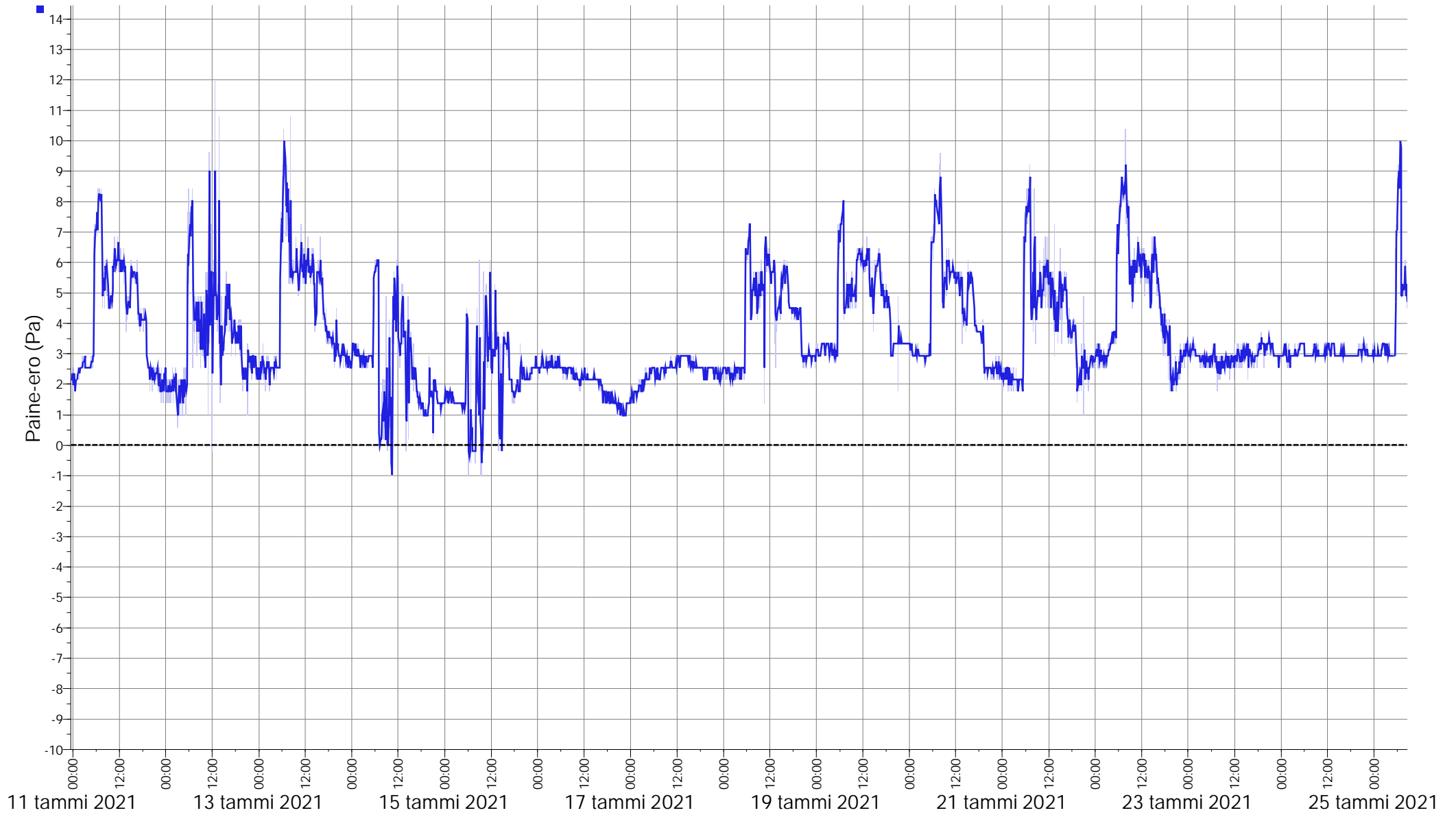
# Y koulu varasto 148 / ryömintätila

■ 799571 Paine-ero Y koulu varasto



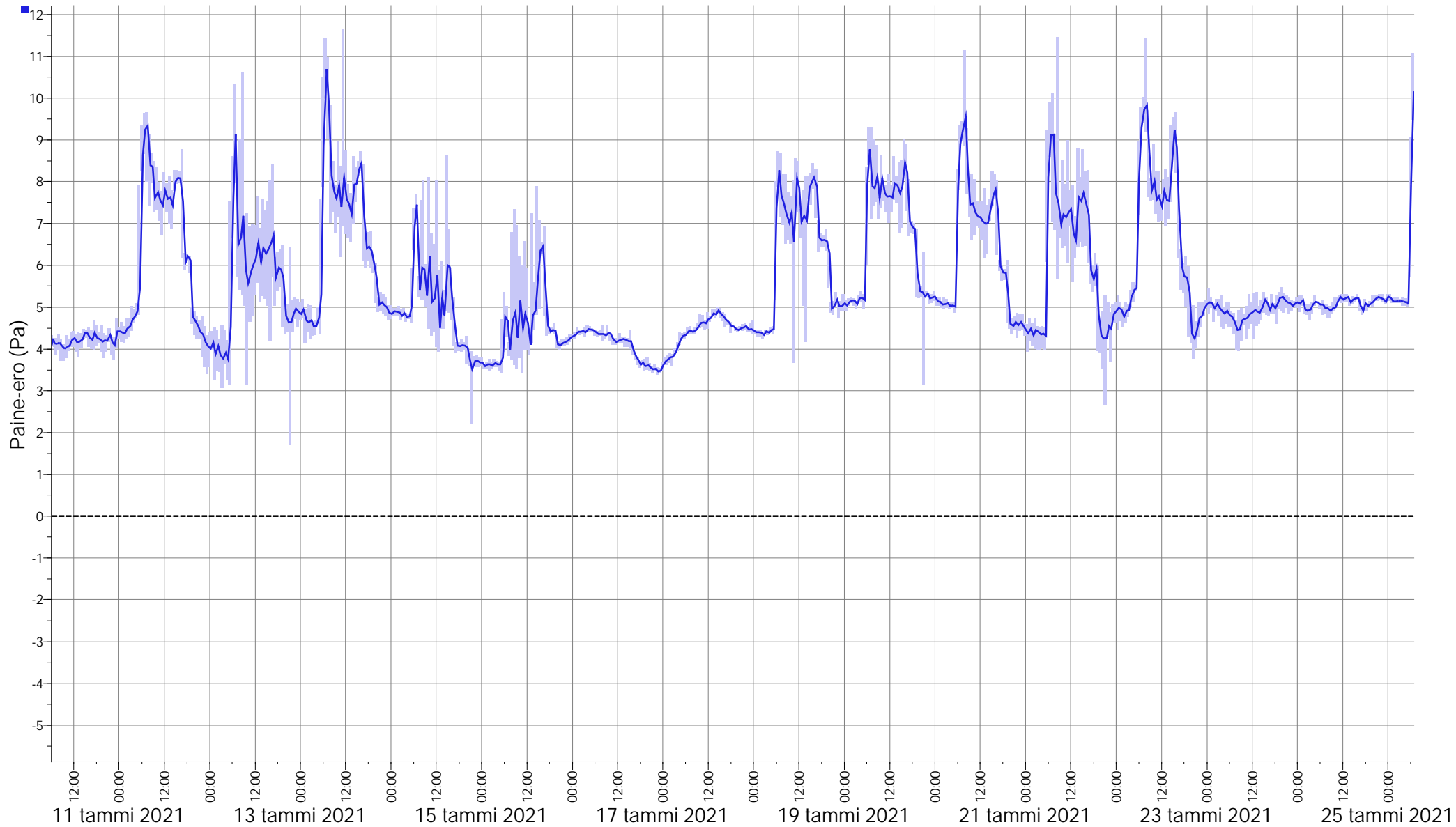
# Y koulu ruokasali 238 / ryömintätila

■ 672217 Paine-ero Y koulu ruokala



# Y Koulu aula 242 / ryömintätila

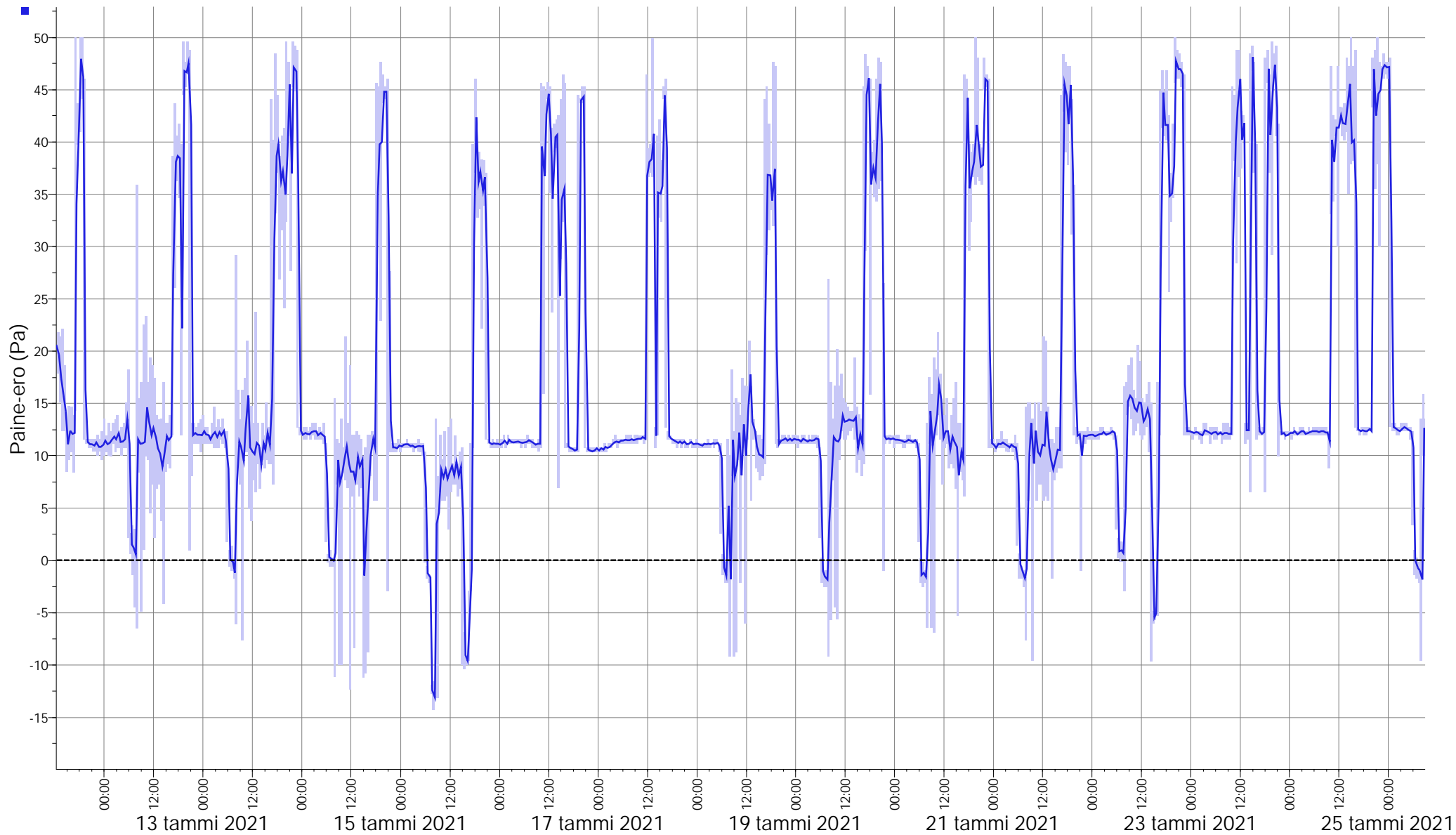
■ 799588 Paine-ero Y Koulu aula





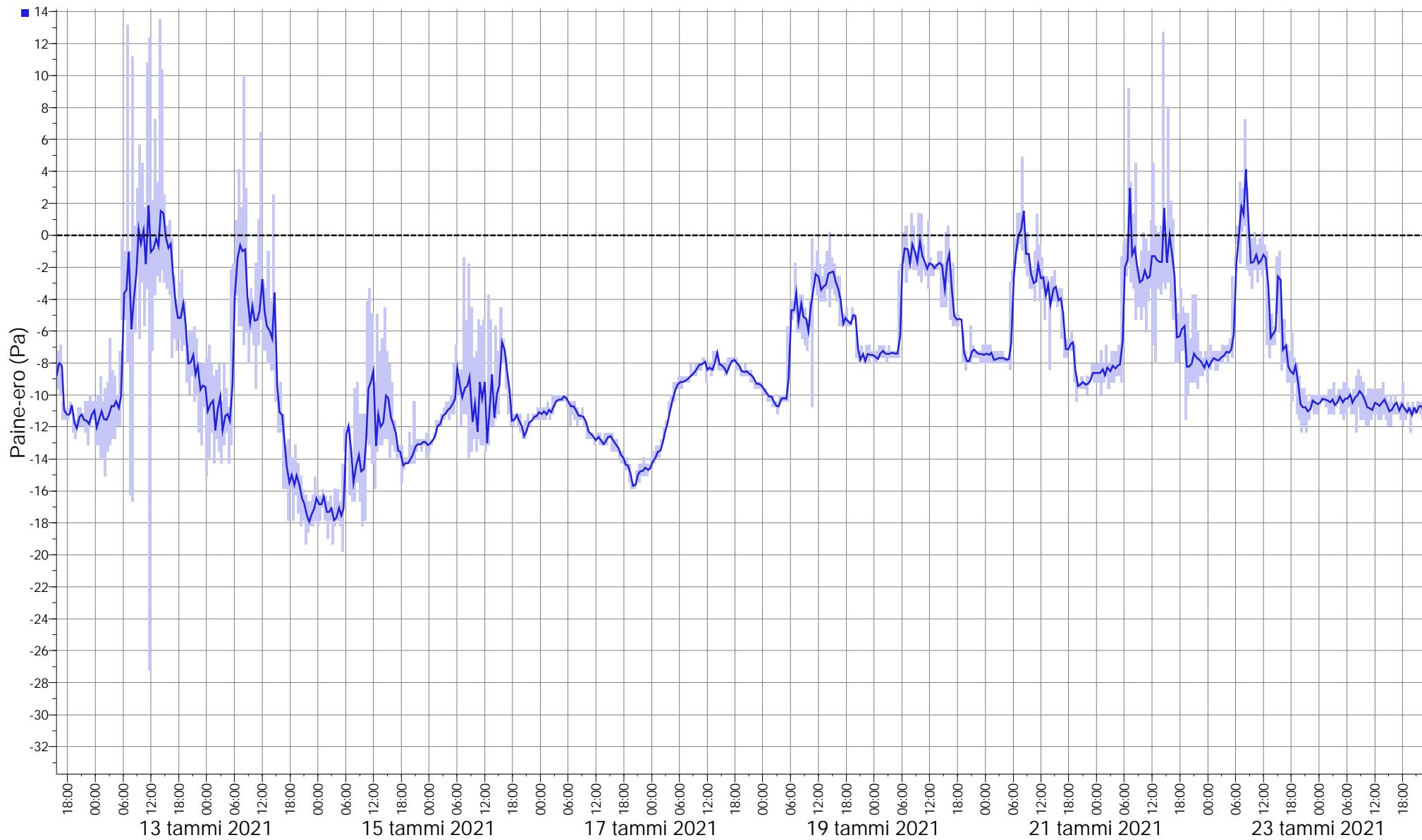
# Y-koulu liikuntasali 276 / ryömintätila

■ 375048 Paine-ero Y-koulu liikuntasali



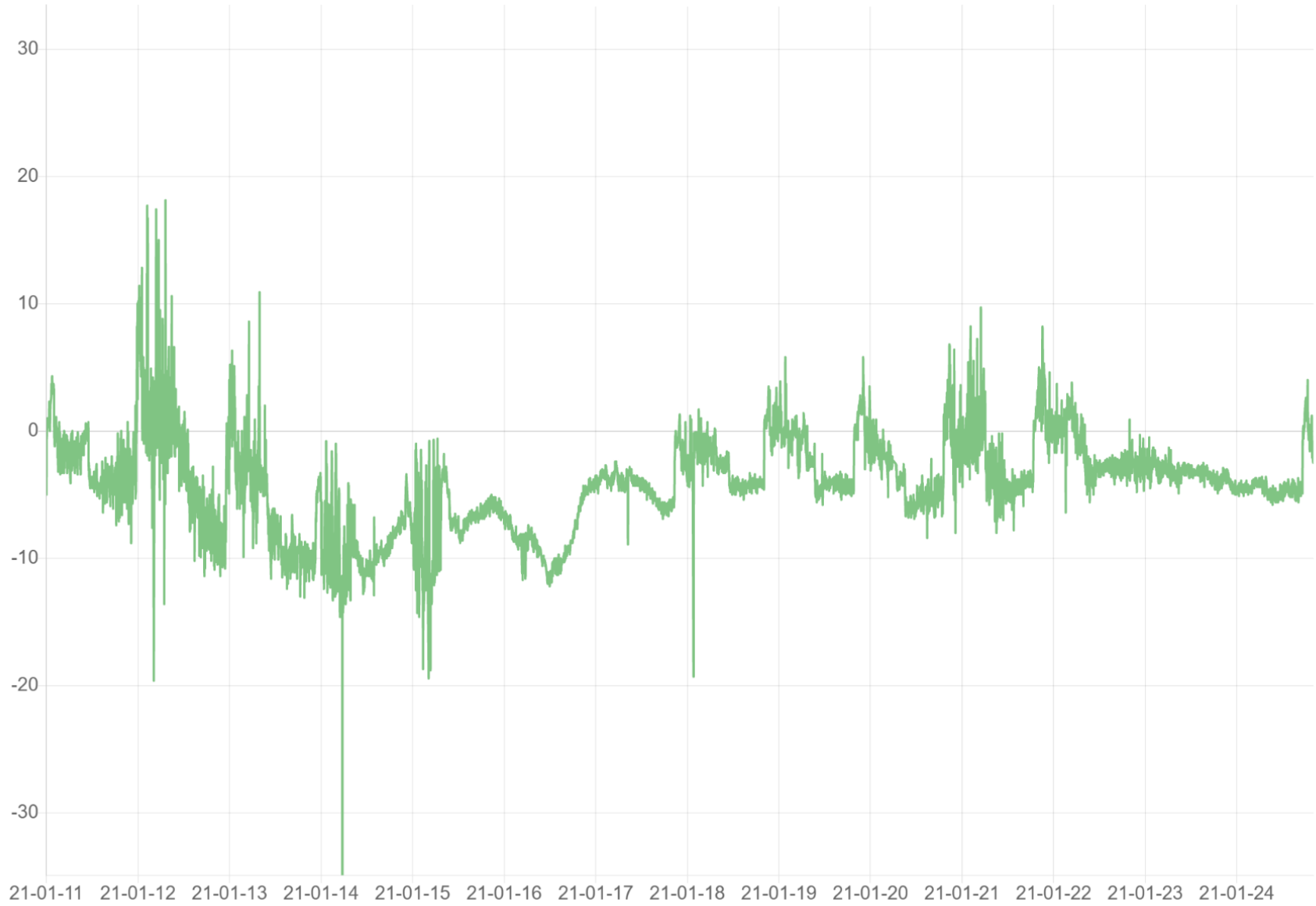
# Y-koulu puhelinhuone 286 / ryömintätila

■ 640800 Paine-ero Y-koulu opehuone

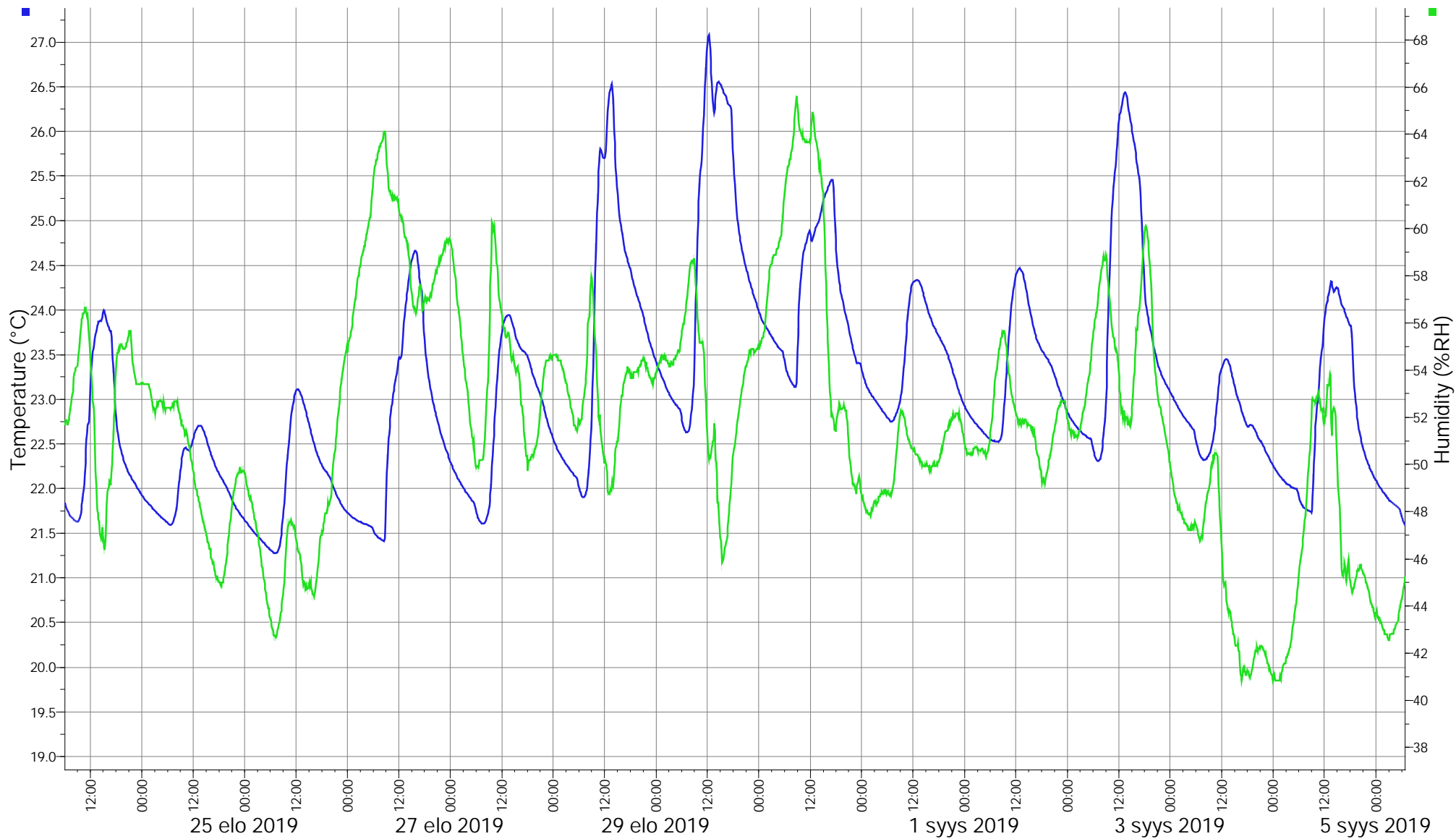


Pressure difference  
toimisto 290 / ryömintätila

Highest  
**18.1**  
Average  
**-4.2**  
Lowest  
**-40.4**

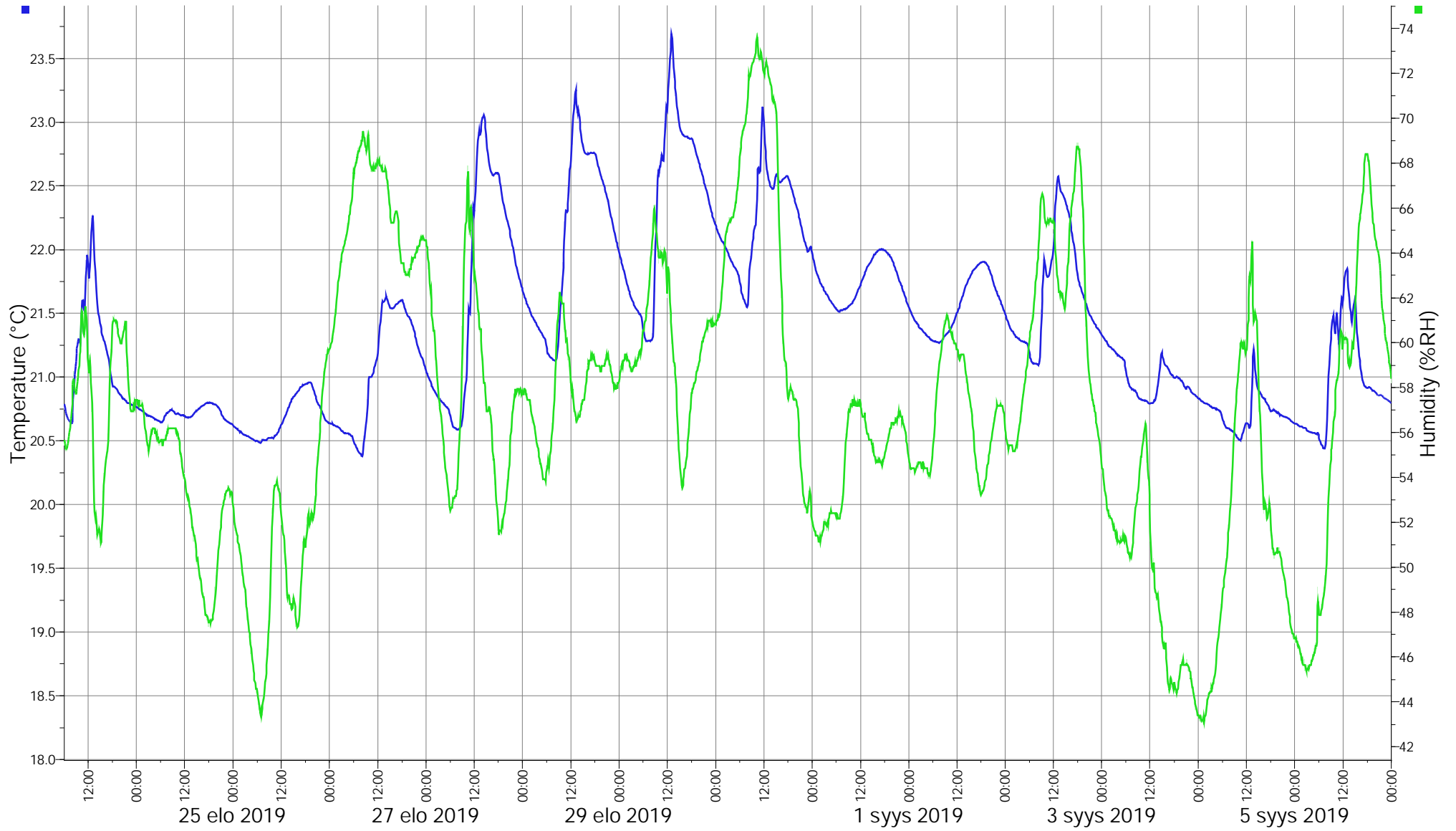


- 378156 Temperature Toijalan yhteiskoulu
- 378156 Humidity Toijalan yhteiskoulu



# Toijalan yhteiskoulu - erityisopetus 146

- 378155 Temperature Toijalan yhteiskoulu
- 378155 Humidity Toijalan yhteiskoulu





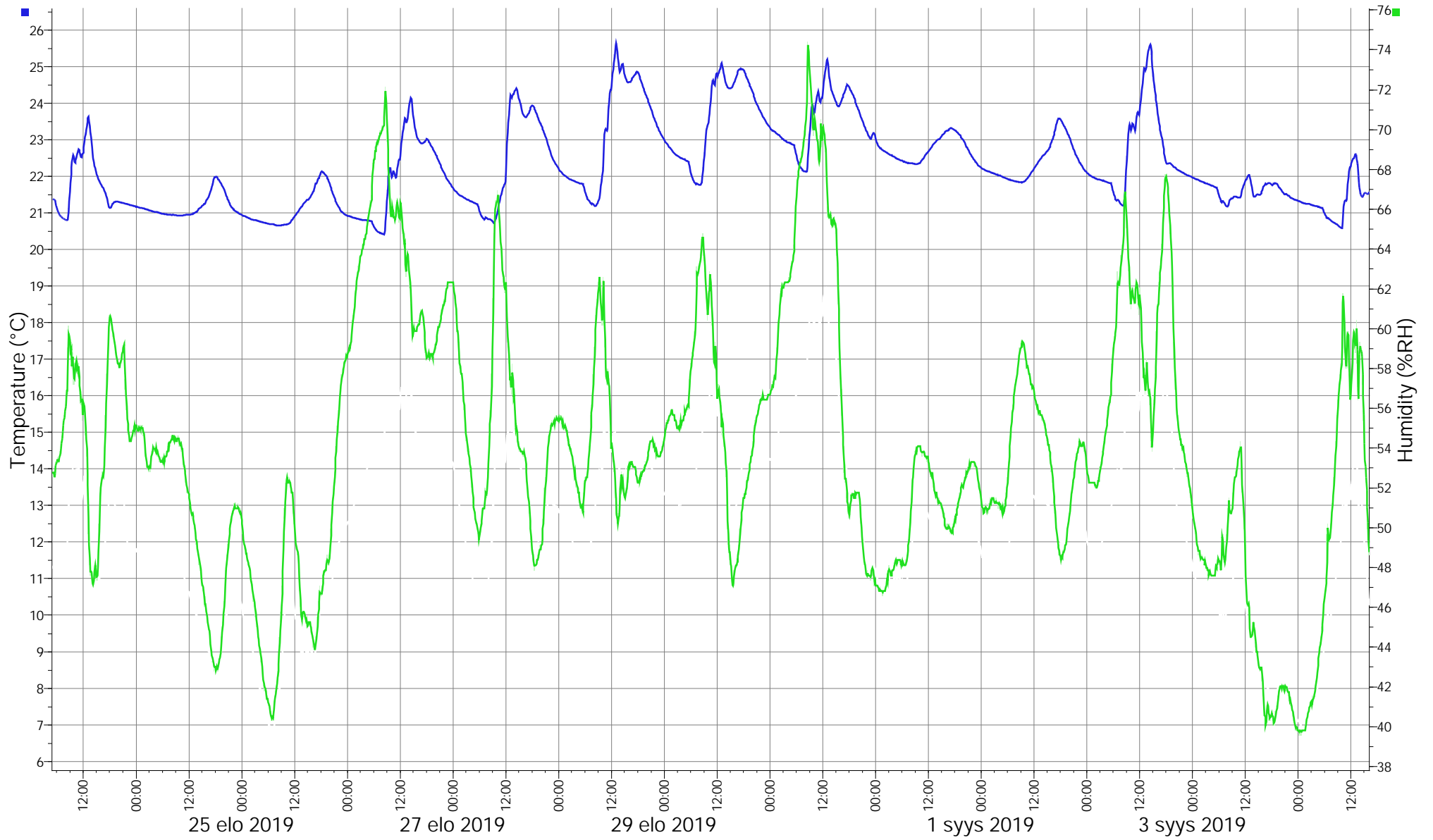






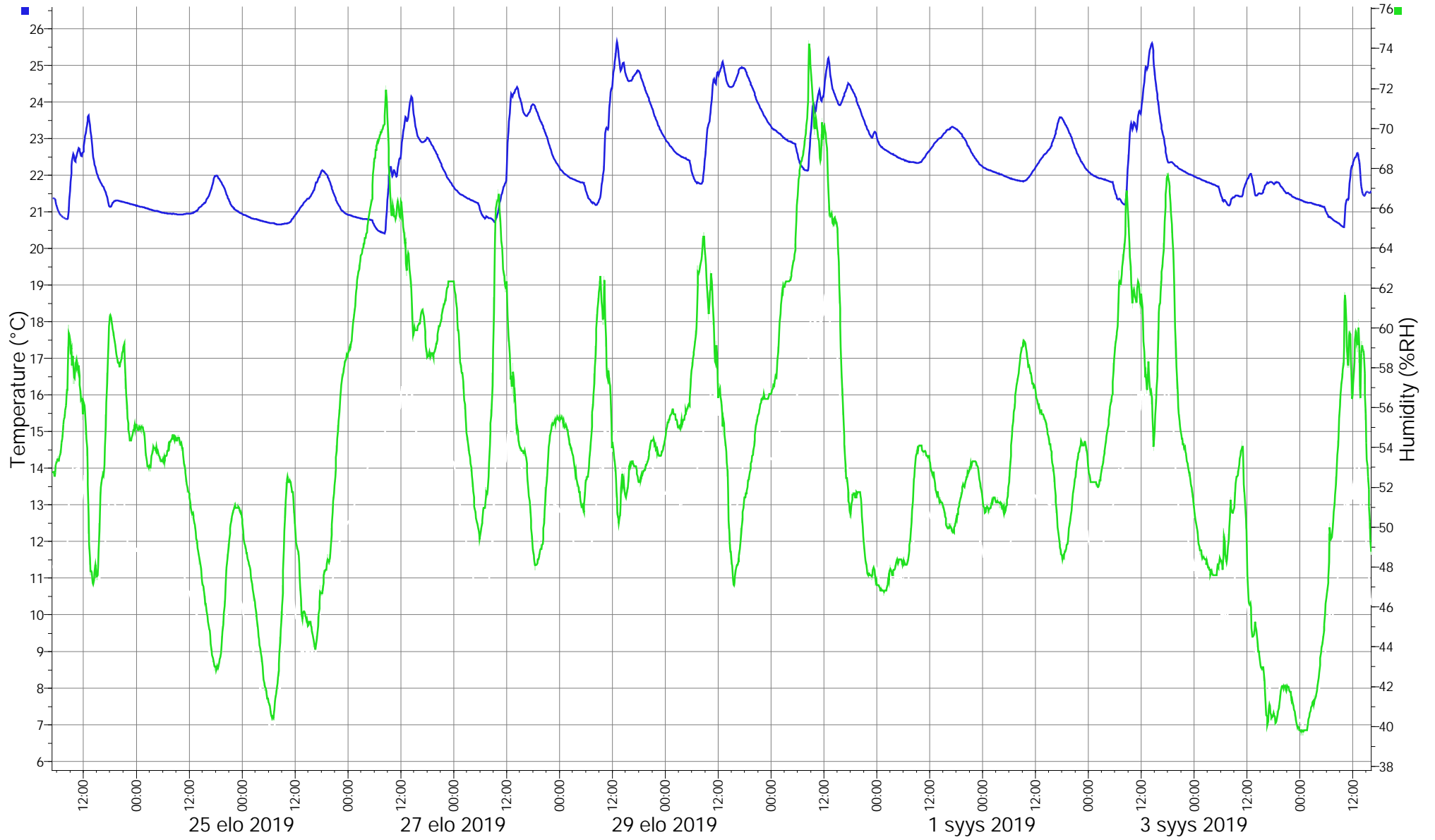
# Toijalan yhteiskoulu - ATK 320

■ 644482 Temperature Toijalan yhteiskoulu ■ 644482 Humidity Toijalan yhteiskoulu



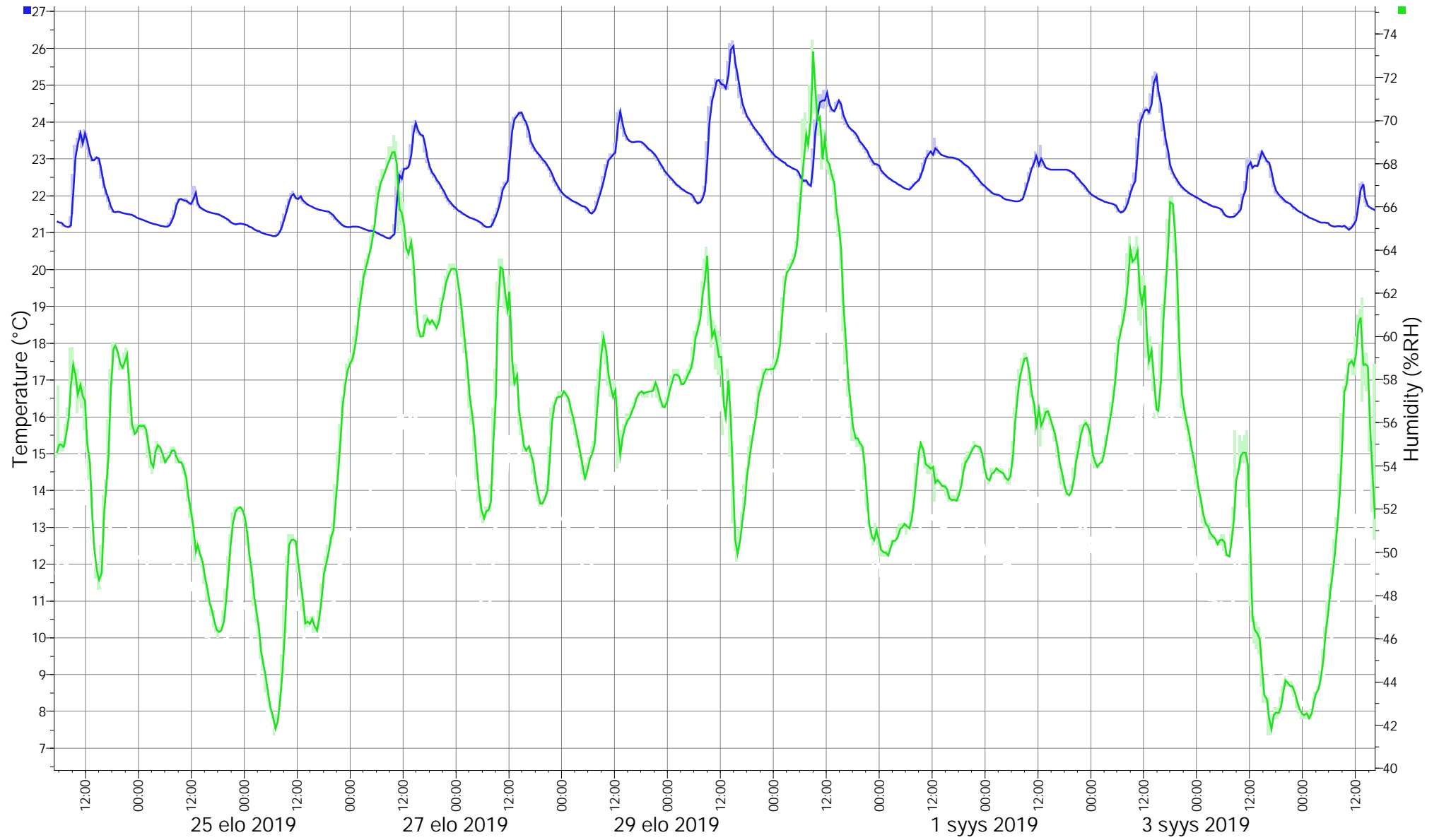
# Toijalan yhteiskoulu - ATK 320

■ 644482 Temperature Toijalan yhteiskoulu ■ 644482 Humidity Toijalan yhteiskoulu



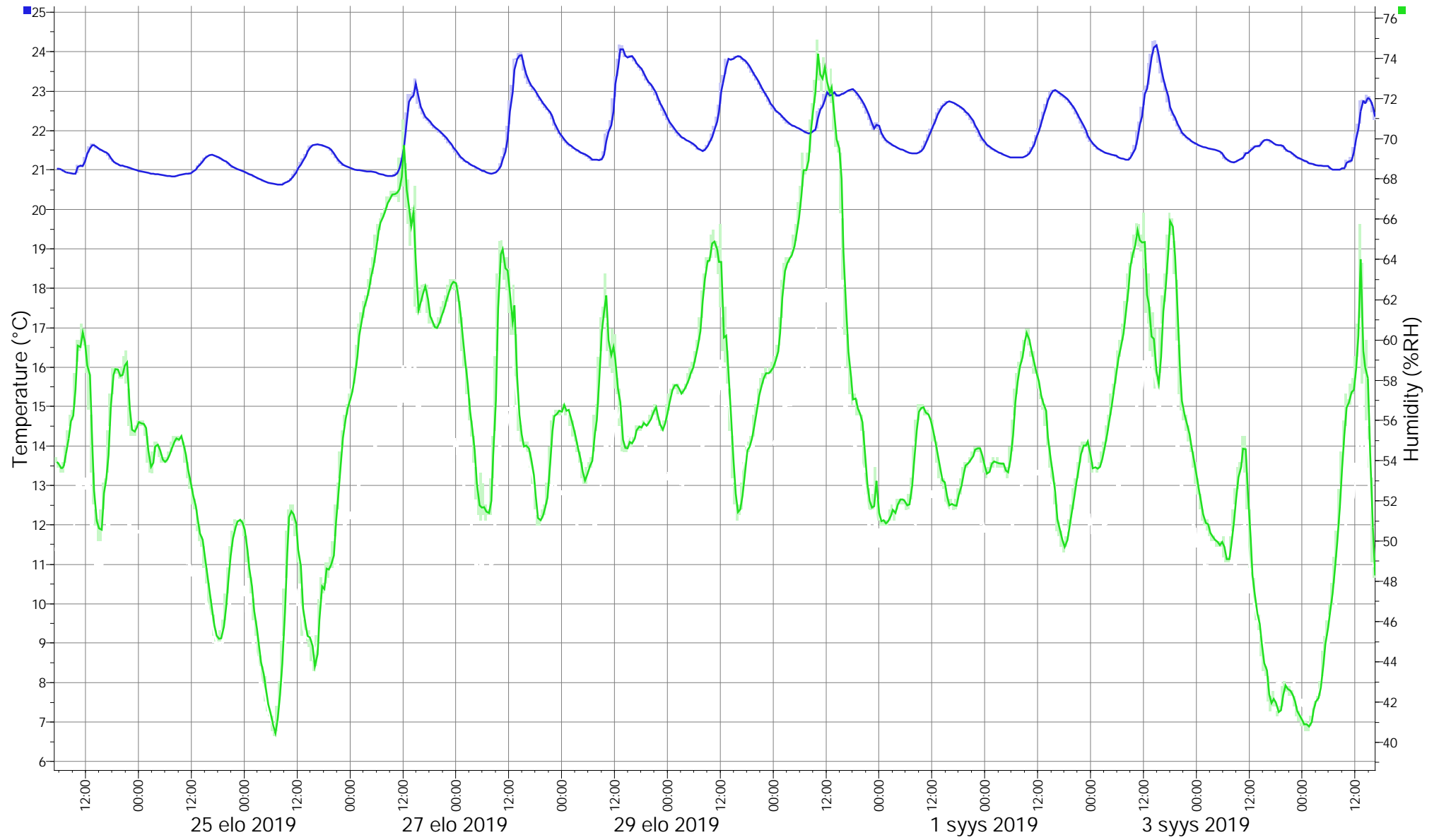
# Toijalan yhteiskoulu - opetustila 402

■ 378452 Temperature Toijalan yhteiskoulu ■ 378452 Humidity Toijalan yhteiskoulu

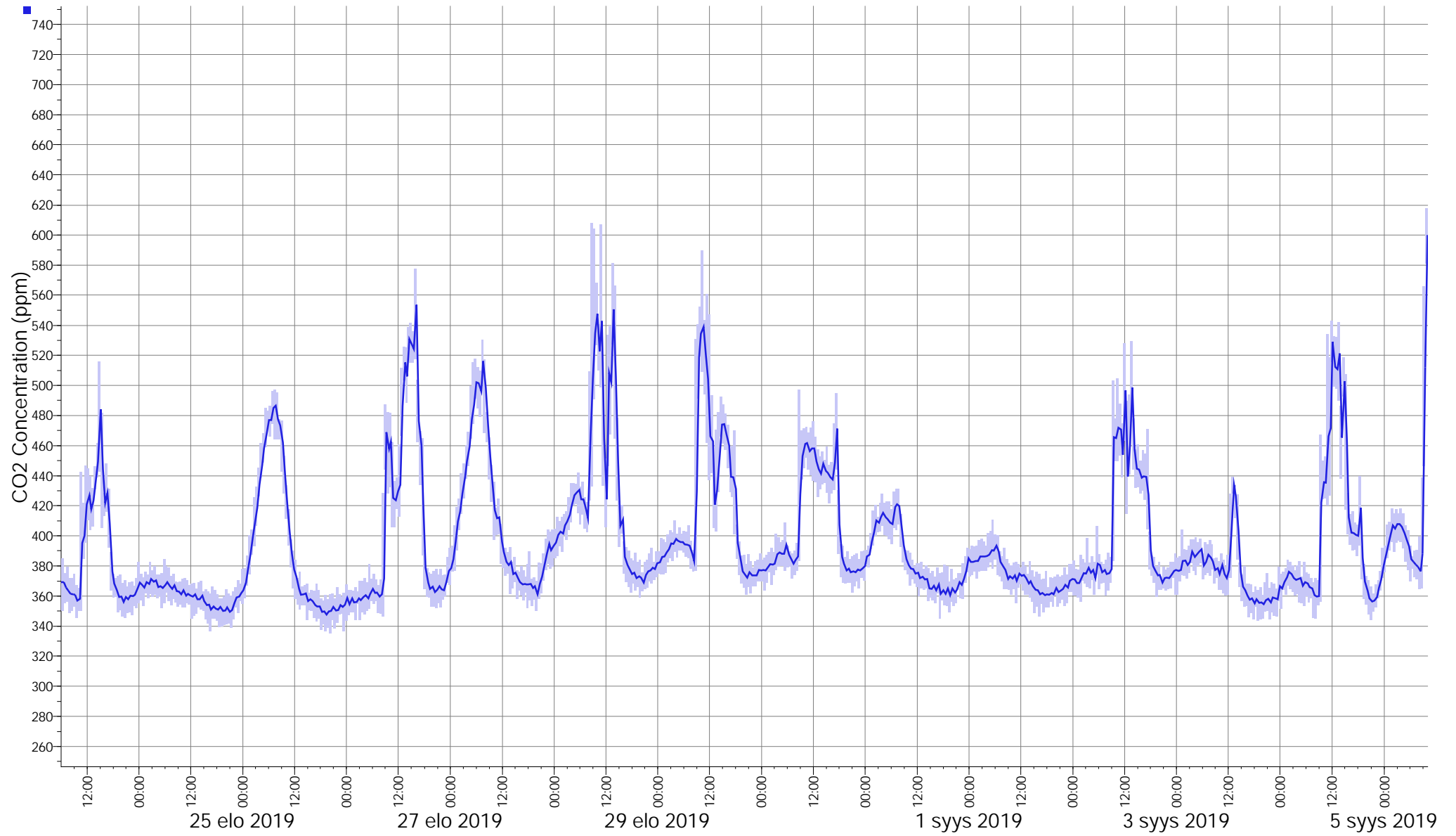


# Toijalan yhteiskoulu - oppilaskunta 409

■ 644464 Temperature Toijalan yhteiskoulu ■ 644464 Humidity Toijalan yhteiskoulu

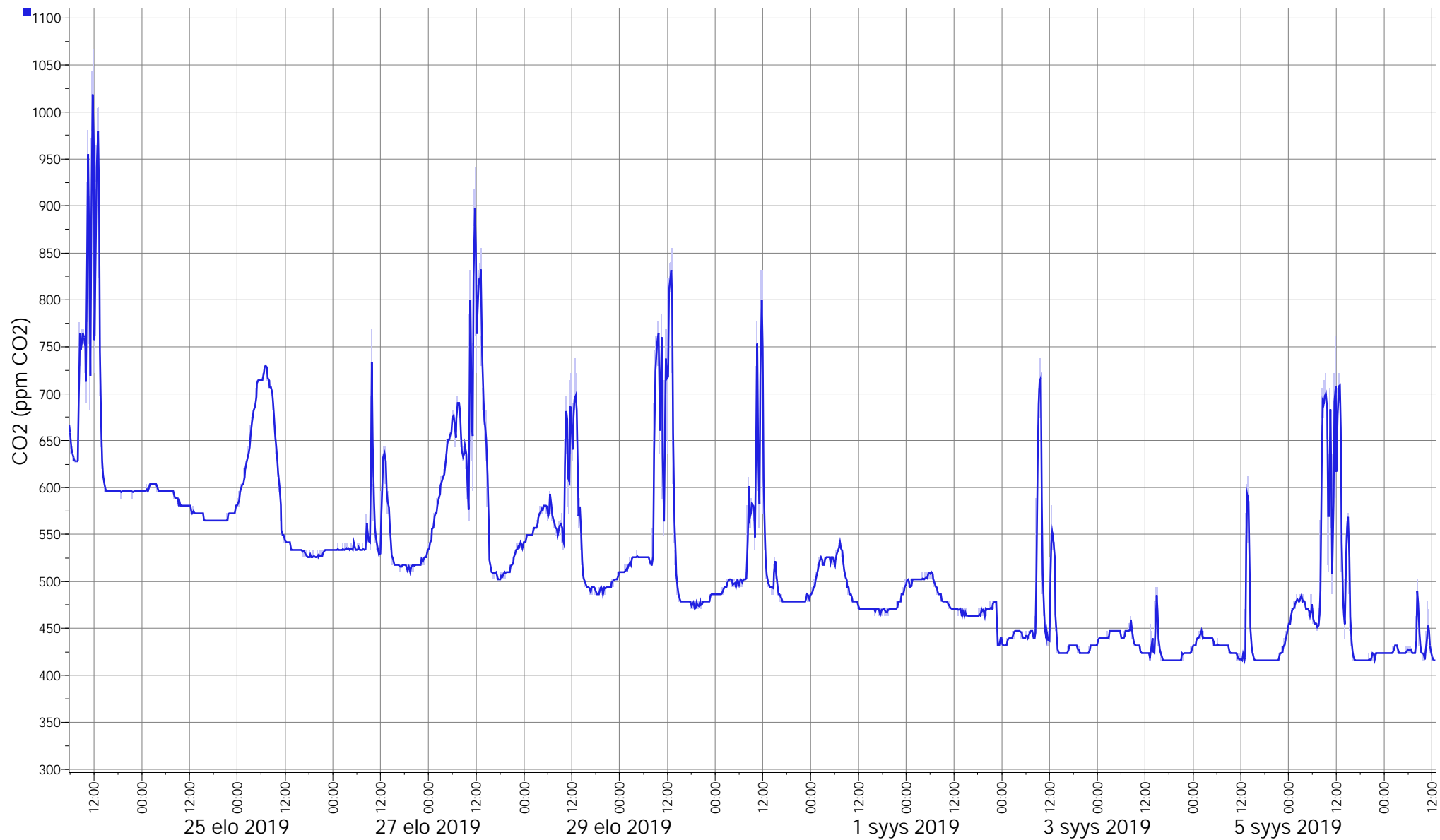


■ 806934 CO2 Concentration Toijalan yhteiskoulu



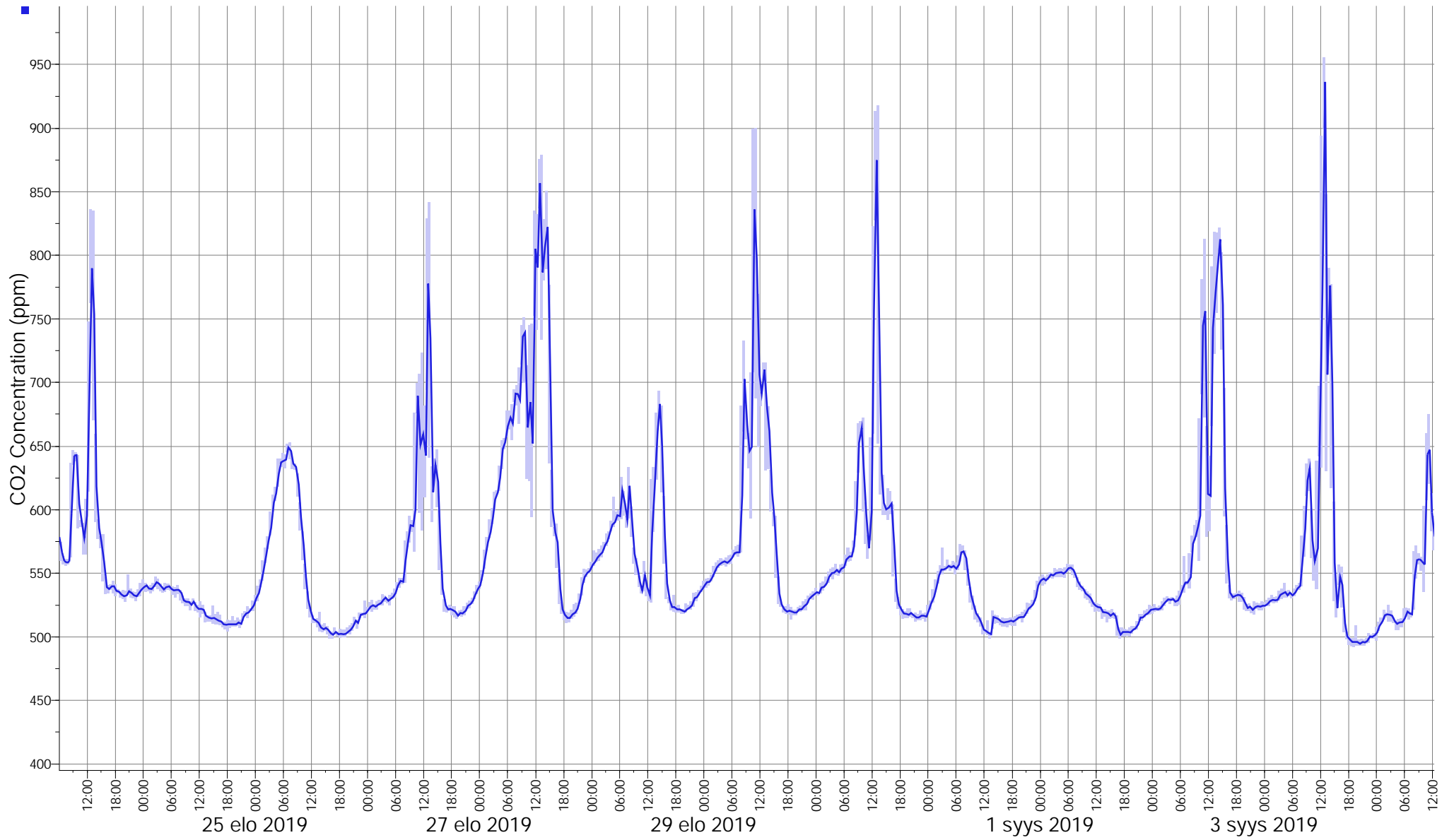
# Toijalan yhteiskoulu - erityisopetus 146

■ 375045 CO2 Toijalan yhteiskoulu



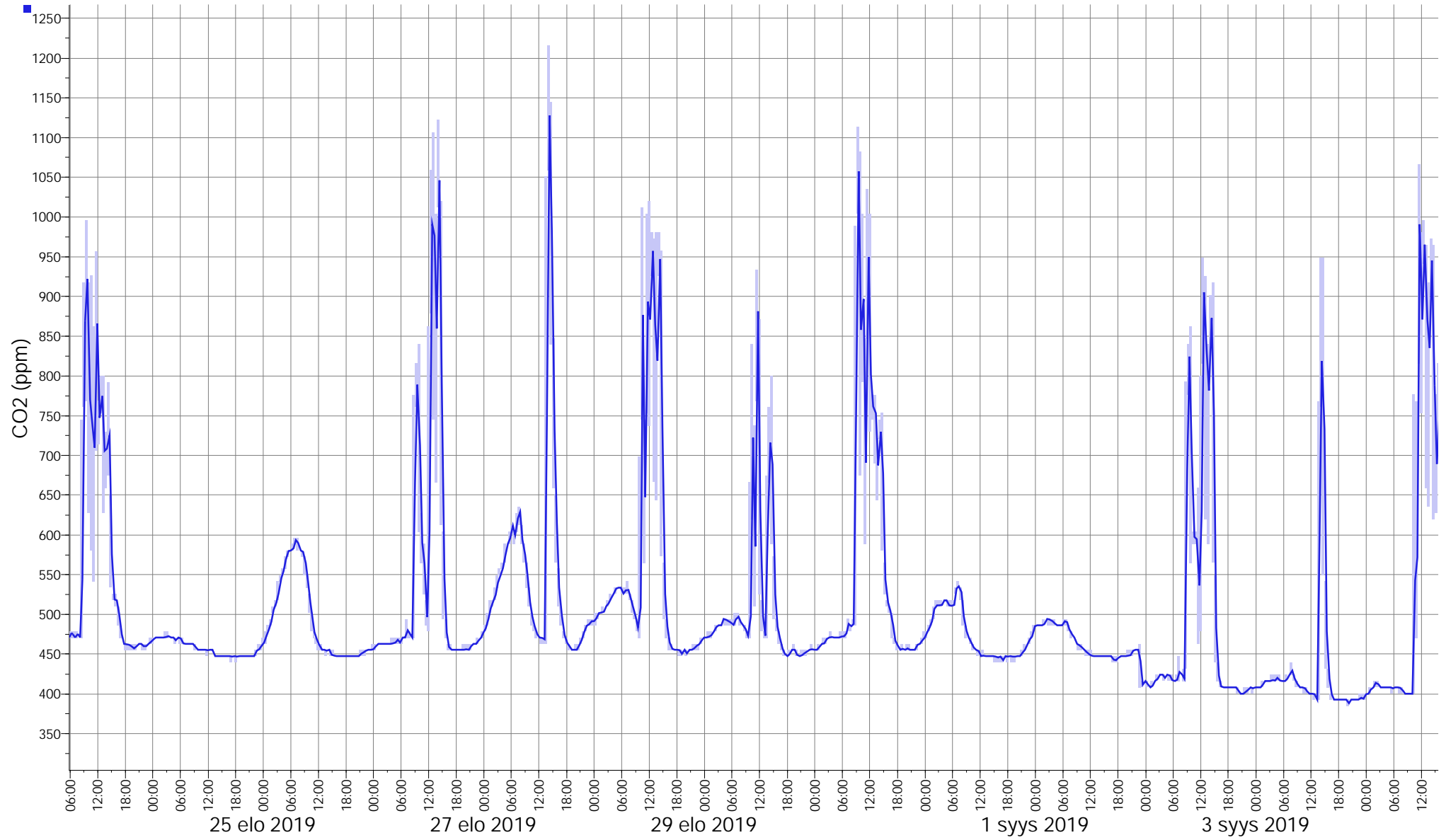
# Toijalan yhteiskoulu - Opetustila 150

■ 647181 CO2 Concentration Toijalan yhteiskoulu



# Toijalan yhteiskoulu - musiikki 255

■ 623047 CO2 Toijalan yhteiskoulu

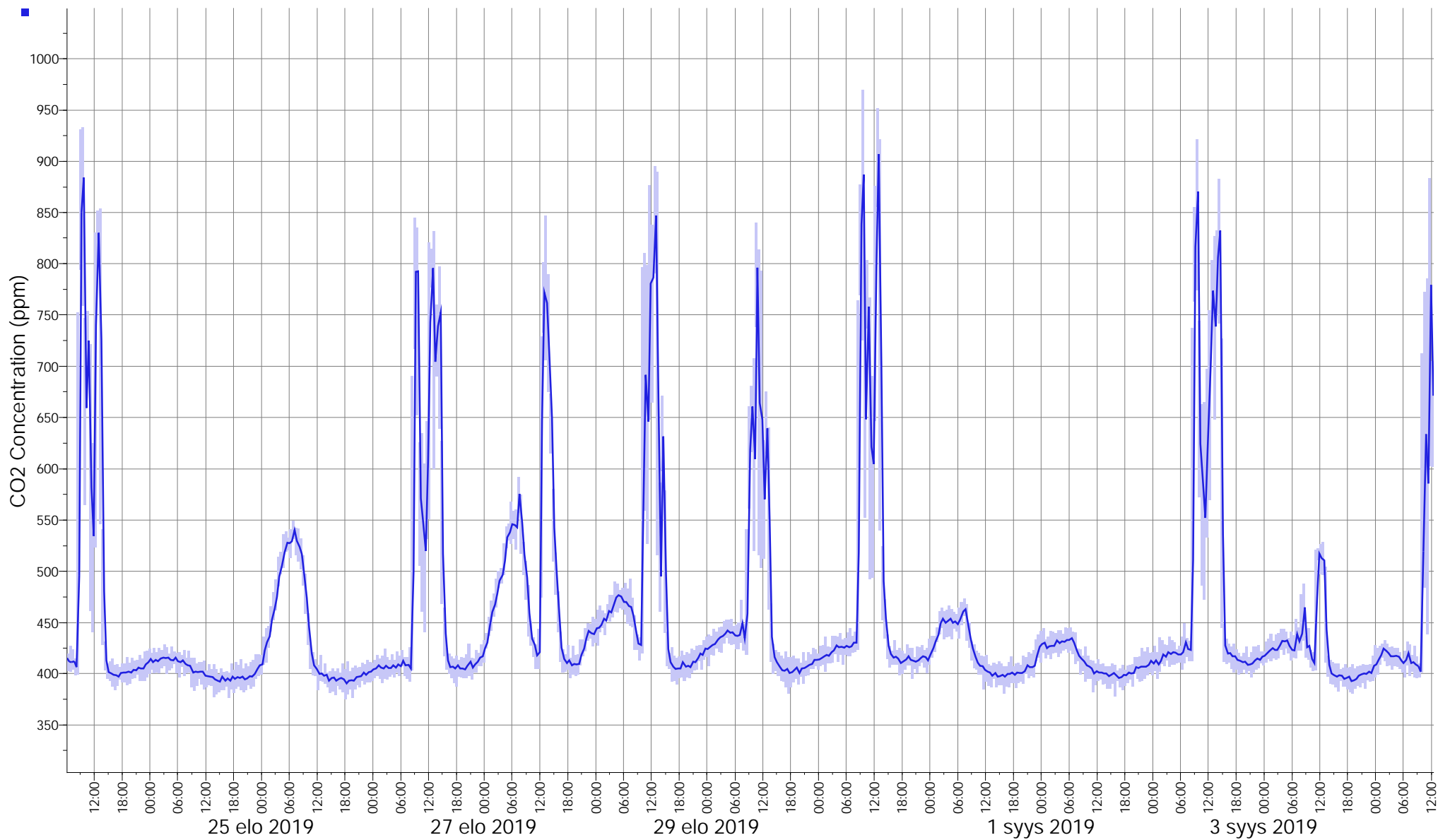






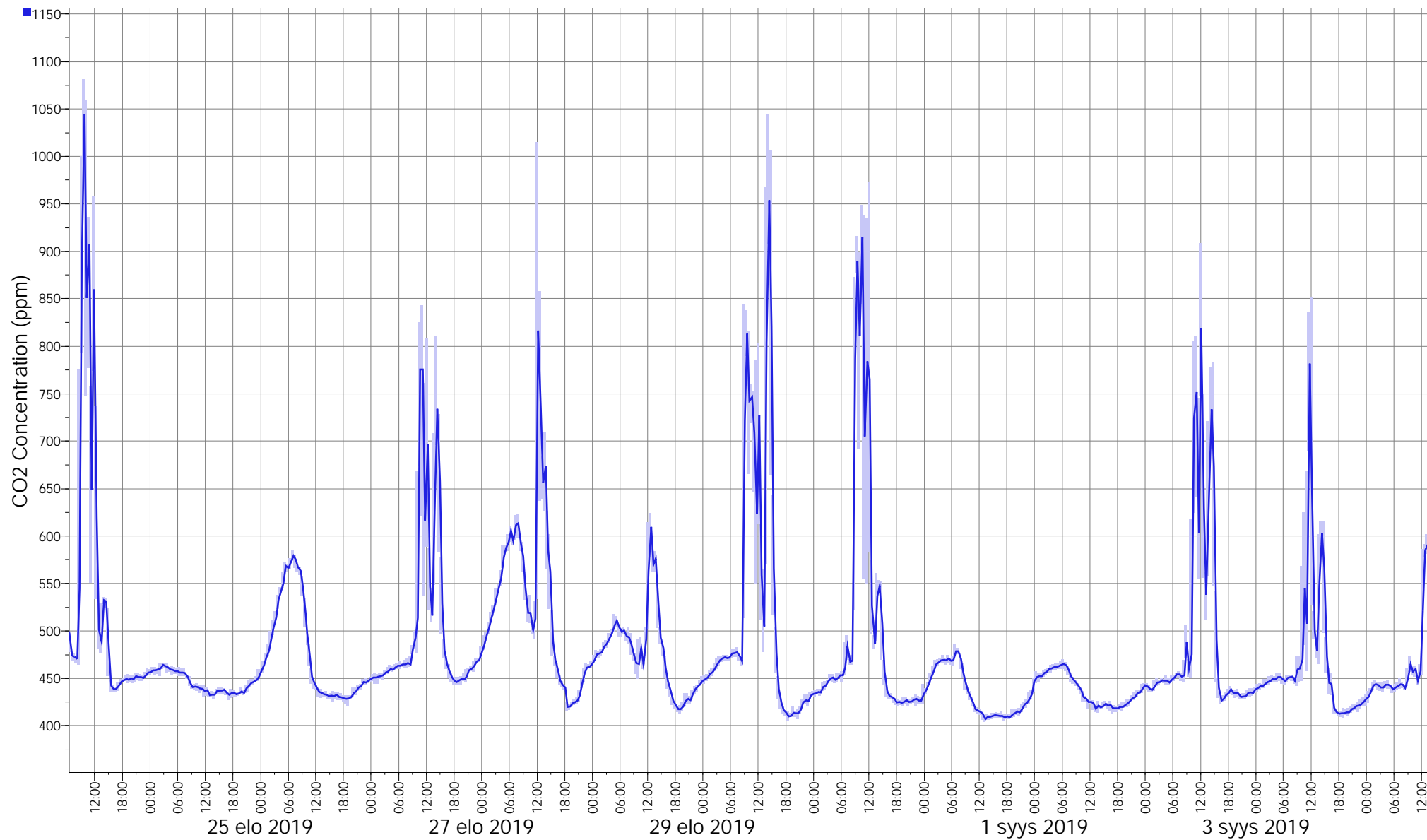
# Toijalan yhteiskoulu - ATK 320

■ 806940 CO2 Concentration Toijalan yhteiskoulu



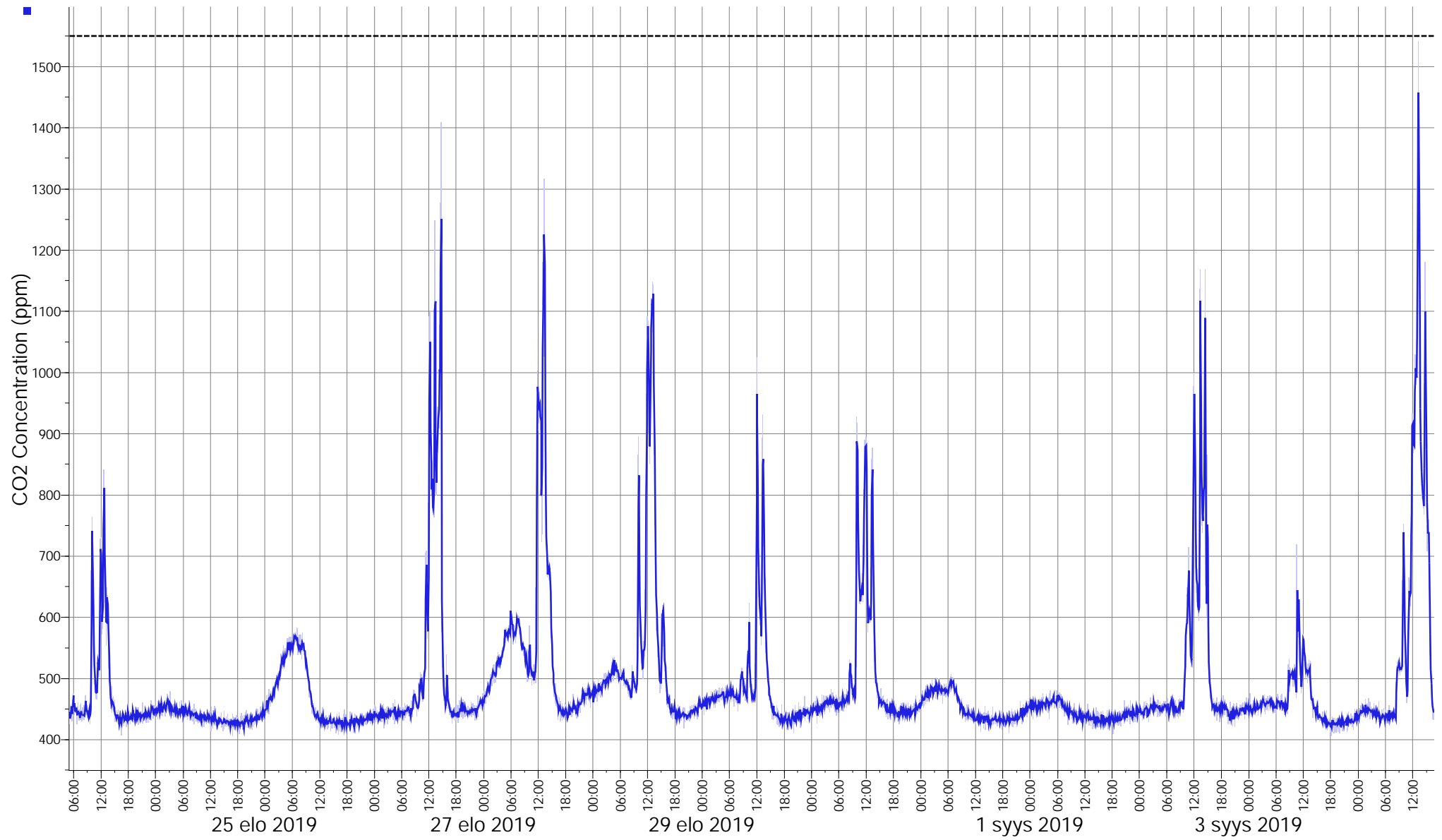
# Toijalan yhteiskoulu - opetustila 402

■ 675028 CO2 Concentration Toijalan yhteiskoulu



# Toijalan yhteiskoulu - OPK 409

■ 806941 CO2 Concentration Toijalan yhteiskoulu



## VIITTEET

- 1) Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. LVI 05-10629
- 2) Työterveyslaitos. Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin. Julkaistu 19.03.2019.
- 3) Hanna Keinänen. Hyvät tutkimustavat betonirakenteisten lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointi. 16.4.2013