
TUTKIMUSSELOSTUS

SISÄILMASTO- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS



SOTUNGIN KOULU, SOTUNGINTIE 19, VANTAA

51392.82

6.2.2015

Sisältö

1	LÄHTÖTIEDOT	2
2	YLEISTÄ KOHTEESTA	2
3	HAVAINNOT JA MITTAUKSET KOHTEESSA	3
3.1	PINTAKOSTEUSKARTOITUS	3
3.2	SISÄILMAN MIKROBIT	3
3.3	PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT	3
3.4	HIILIDIOKSIDIPITOISUUDEN SEURANTA	3
3.5	RAKENTEIDEN ILMATIIVEYS (MERKKIAINEKOKEET)	3
3.6	PAINE-EROSEURANTA	4
3.7	ILMAMÄÄRÄMITTAUKSET	4
3.8	TUTKIMUSKOHTEESSA TEHDYT HAVAINNOT	5
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	5
5	JATKOTOIMENPIDE-EHTOTUKSET	6
6	LIITTEET	7

Liite 1.	Mittaustulokset
Liite 2.	Mittauspisteet pohjakuivissa
Liite 3.	Merkkiainetutkimustulokset
Liite 4.	Hiilidioksidipitoisuudet
Liite 5.	Paine-erot
Liite 6.	Kuvakooste

SISÄILMASTO JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

1 LÄHTÖTIEDOT

Tutkimuskohde: Sotungin koulu
Sotungintie 19
Vantaa

Tilaaaja: Jouni Räsänen
Maankäytön, rakentamisen ja ympäristön toimiala
Tilakeskus
Vantaan kaupunki
Sähköposti: jouni.rasanen@vantaa.fi

Tutkimusryhmä

Tutkimuksen tekijöinä olivat Elina Kuitunen ja Hanna Kuitunen. Tutkimukset tehtiin 11.12.2014 - 20.1.2015.

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää osoitteessa Sotungintie 19, Vantaa sijaitsevan Sotungin koulun sisäilman laatua ja laatuun vaikuttavia tekijöitä.

Tutkimuksen rajaus

Tutkittaviksi tiloiksi valittiin käyttäjien oirekokemusten perusteella päärakennuksen tilat 119, 177, 231, 232, 308, 3110, 315, 316 ja 318 sekä parakkirakennuksen tilat 407 ja 408.

2 YLEISTÄ KOHTEESTA

Alkuperäinen kolmekerroksinen koulurakennus on valmistunut 1967, koulua on laajennettu vuonna 2007 (laajennusosassa ei ole tutkittavia tiloja). Parakkirakennus on valmistunut 1996. Koulurakennuksessa on kantava teräsbetoninen alapohja, jonka päällä on lämmöneriste ja pintalaatta. Kantavat pilarit, rakennus on jäykistetty betoniseinillä, välipohjat ovat paikallaan valettua teräsbetonia. Yläpohja on paikallaan valettu betonilaatta, jonka päällä on puusta koolattu eristetila, vesikatteena on bitumikermi. Ulkoseinärakenteena on kaksi tiilikuorta, joiden välissä on mineraalivillaeriste.

3 HAVAINNOT JA MITTAUKSET KOHTEESSA

3.1 PINTAKOSTEUSKARTOITUS

Tutkittujen tilojen seinä- ja lattiarakenteita tutkittiin pintakosteudenilmaisimella. Tutkituissa tiloissa ei todettu kohonneita kosteuslukuarvoja. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

3.2 SISÄILMAN MIKROBIT

Sisäilman mikrobeja tutkittiin parakkirakennuksen luokkatilasta 408 ja käytävältä, sekä päärakennuksen luokkatiloista 119, 231 ja 318. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Sisäilman sieni-itiö- sekä bakteeripitoisuudet olivat alhaisia. Sisäilman sädesienipitoisuus oli koholla parakkirakennuksen käytävällä ensimmäisellä mittauskerralla.

3.3 PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT

Pinnoille kahden viikon aikana laskeutuvien mineraalikulitujen pitoisuuksia selvitettiin tasopinnoille asennettujen keräysalustojen avulla kahden viikon ajan. Tutkituista tiloista otettiin kahden rinnakkaiset näytteet. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Tutkittujen tilojen mineraalikulitupitoisuudet olivat alle 0,07 kpl/cm². Käytössä oleva ohjeellinen arvo 0,20 kpl/cm² alittui kaikissa mittauspisteissä.

3.4 HIILIDIOKSIPITOISUUDEN SEURANTA

Päärakennuksen luokkatilojen 231, 232, 316, 318 ja 3110 sekä parakkirakennuksen luokkatilan 408 hiilidioksidipitoisuutta seurattiin jatkuvatoimisesti reilun viikon ajan. Tulokset on esitetty liitteessä 4.

Hiilidioksidipitoisuudet vaihtelivat välillä 353 – 1632 ppm. Korkeimmat hiilidioksidipitoisuudet todettiin tilojen käytön aikana puolen päivän aikaan. Tulosten perusteella lähes kaikissa tiloissa tyydyttävälle sisäilman laadulle asetetut vaatimukset täyttyvät Asumisterveysohjeen 2003 mukaan (pitoisuus enintään 1200 ppm). Opetustilassa 232 hiilidioksidipitoisuus ylittää hetkellisesti myös tason, 1500 ppm, jolloin ilmanvaihto ei ole terveydensuojelulain edellyttämällä tasolla.

3.5 RAKENTEIDEN ILMATIIVEYS (MERKKIAINEKOKKEET)

Ulkoseinän sisäkuoren ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeen avulla 119 ja 318, alapohjan ilmatiiveyttä tutkittiin tiloissa 119 ja 177, yläpohjan ilmatiiveyttä tutkittiin kolmannen kerroksen tiloissa 3110 ja 308. Parakkirakennuksen luokkatiloissa 407 ja 408 tutkittiin yläpohjan ilmatiiveyttä. Merkkiainekokeessa vety- tai rikkiheksafluoridi -kaasua johdettiin ulkoseinän eristetilaan sekä ala- tai yläpohjiin, merkkiaineen mahdollista kulkeutumista sisäilmaan seurattiin huoneissa kaasuanalysaattorin avulla. Huonetilat olivat 2 – 16 pascalia alipaineisia ulkoilmaan nähden ja maatäyttöön nähden 1 – 7 pascalia alipaineisia. Merkkiainetutkimustulokset on esitetty liitteessä 3.

Luokkatilan 119 ulkoseinän merkkiainekokeessa merkittäviä ilmavuoja havaittiin ulkoseinän ja ikkunarakenteen liittymissä, ulkoseinän ja alapohjarakenteen liittymissä sekä ikkunalaudan ja ulkoseinärakenteen liittymissä. Alapohjan merkkiainekokeessa

merkittäviä ilmavuotoja havaittiin pilarin ja alapohjan liittymissä sekä kotelorakenteen liittymissä.

Luokkatilan 318 ulkoseinän merkkiainekokeessa merkittäviä ilmavuotokohtia havaittiin ulkoseinän ja ikkunarakenteen liittymissä, ikkunalaudan ja ulkoseinärakenteen liittymissä sekä patterikiinnikkeissä.

Luokkatilan 232 ulkoseinän merkkiainekokeessa merkittäviä ilmavuotokohtia havaittiin ulkoseinän ja ikkunarakenteen liittymissä, ikkunalaudan ja pilarin liittymissä ulkoseinään, alapohjan ja ulkoseinärakenteen liittymissä sekä patterinkiinnikkeissä.

Pukuhuoneen 177 alapohjan merkkiainekokeessa merkittäviä ilmavuotoja havaittiin väliseinän ja alapohjan liittymissä.

Parakkirakennuksen luokkien 407 ja 408 yläpohjan merkkiainekokeissa merkittäviä ilmavuotokohtia todettiin yläpohjan ja ulkoseinän liittymissä. Johtopäätöksiin: räystäsrakenteesta jouduttiin laittamaan kaasua, jolloin sen leviäminen koko yläpohjaan oli epävarmaa, on todennäköistä että koko liittymä vuotaa.

Luokkatilan 3110 ja opinto-ohjaajan huoneen 308 yläpohjan merkkiainekokeissa ei havaittu ilmavuotoja.

3.6 PAINE-EROSEURANTA

Tutkittujen tilojen painesuhteita ulkoilmaan nähden tutkittiin jatkuvatoimisten paine-eromittauksen avulla päärakennuksen luokkatiloissa 119, 231, 232, 315, 316, 3110 ja parakkirakennuksen luokkatiloissa 408 ja 406, lisäksi tutkittiin luokkatilan 119 kuilun paine-eroa sekä alustatilan ja käytävän välistä paine-eroa. Tulokset on esitetty liitteessä 5.

Alustatila oli ylipaineinen lähes koko mittausjakson ajan käytävään nähden, keskimäärin 3 Pa. Luokkatilan 119 paine-ero ulkoilmaan nähden oli keskimäärin -3 Pa, kuilu oli lähes tasapaineinen tilaan nähden. 2. kerroksen luokkatila 231 oli keskimäärin tasapaineinen ulkoilmaan nähden ja tila 232 -1 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden. Tilaan 232 on korvausilman lisäämiseksi porattu reikiä ikkunoiden yläkarmiin. 3. kerroksen luokkatilat 315, 316 ja 3110 olivat keskimäärin 3-5 Pa ylipaineisia ulkoilmaan nähden. Parakkirakennuksen kahden eri ilman suunnan mittauspisteet (luokkatiloissa 406 ja 408) olivat keskimäärin -1,5 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden.

3.7 ILMAMÄÄRÄMITTAUKSET

Tilojen ilmamääriä mitattiin huppumittarin avulla päärakennuksen tiloista 119, 177, 231, 232, 306, 3110 315 ja parakkirakennuksen luokkatilasta 408.

Tiloissa 177, 231, 306 ja parakkirakennuksen luokkatilassa 408 poistoilmavirta oli tuloilmavirtaa huomattavasti suurempi. Tiloissa 232, 3110 ja 315 tuloilmavirta oli poistoilmavirtaa huomattavasti suurempi. Luokkatilassa 119 ilmamäärät olivat tasapainoisia.

Tutkittujen tilojen tuloilmavirrat jäivät suunnitelluista, lukuun ottamatta tilaa 119, jossa mitattu tuloilmavirta oli 16 % suurempi kuin suunniteltu. Luokkatilan 231 mitattu

tuloilmavirta jäi suunnitellusta 26 % ja liikunnan opettajan pukuhuoneen 27 %. Nämä ovat enemmän kuin Suomen rakentamismääräyskokoelman D2 sallima hyväksyttävä poikkeama suunnitellusta ilmavirrasta (huonekohtaisesti +/- 20 %). Toisaalta Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan ulkoilmavirta määräytyy esisijaisesti henkilömäärän perusteella, vähintään 6 l/s per henkilö, jonka perusteella luokkatilassa 231 voi olla 29 henkilöä.

Tutkittujen tilojen poistoilmavirrat jäivät suunnitelluista, lukuun ottamatta tiloja 119 ja 177, jossa mitattu ilmavirta oli suurempi kuin suunniteltu.

3.8 TUTKIMUSKOHTEESSA TEHDYT HAVAINNOT

1.kerroksen käytävän voimisteluvälinevarastoon johtavassa portaikossa havaittiin mikrobiperäistä hajua.

Luokan 119 alapohjaan poratuissa rei'issä havaittiin mikrobiperäistä hajua. Luokan ilmanvaihtokanavan pääte-elimet olivat pölyisiä/likaisia.

Kaikissa tutkittavissa tiloissa havaittiin paljon pölyä yläpinnoilla, pöly kerääntyi pyyhittäessä.

Parakkirakennuksen luokkatilassa 408 havaittiin erittäin paljon pölyä pinnoilla, pöly kerääntyi pyyhittäessä. Luokan yksi poistoilmanvaihtokanaviston pääte-elin oli irronnut.

Parakkirakennuksen ilmanvaihtojärjestelmien pääte-elimet olivat erittäin pölyisiä/likaisia.

Parakkirakennuksen päärakennuksen puoleisessa eteisessä havaittiin mikrobiperäistä hajua. Rakennuksen käytävätilojen lasketut kattolevyt olivat huonossa kunnossa ja paikoin irronneet. Levyt ovat mineraalivillaa ja villa on monin paikoin näkyvissä.

Varastossa 158 (käytetään liikunnanopetus tilana) havaittiin mikrobiperäistä hajua. Varastossa on luokku alapohjaan, mistä epäpuhtaampi ilma virtaa tilaan päin (2-3 Pa).

Kuntosalin 152 katossa oli pinnoittamattomia mineraalivillalevyjä.

Kylmiössä 149 havaittiin mikrobiperäistä hajua. Ilma virtaa käytävään 141 päin.

Varastossa 150 havaittiin mikrobiperäistä hajua. Ilma virtaa käytävään 141 päin.

Alustatilassa 140 havaittiin mikrobiperäistä hajua. Ilma virtaa käytävään 264 päin.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Sisäilman laatumittauksissa (sisäilman mikrobit, pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut) ei havaittu poikkeamia lukuun ottamatta parakkirakennuksen käytävän kohonnutta sädesienipitoisuutta ensimmäisellä mittauskerralla. Sädesienet ovat todennäköisesti kulkeutuneet sisäilmaan rakenteiden kautta.
- Tutkittujen tilojen sisäilman hiilidioksidipitoisuudet täyttävät Asumisterveysohjeen (2003) tyydyttävän sisäilman rajat lukuun ottamatta tilan 232 hetkellistä piikkiä (hiilidioksidipitoisuus 1632 ppm).
- Alustatila oli käytävään nähden pääsääntöisesti ylipaineinen, mikä lisää epäpuhtauksien kulkeutumista käytävään ja muihin tiloihin. Tilassa säilytetään paljon

5 (7)

tavaroita. Säilytettäviä tavaroita ei tulisi ottaa käyttöön ilman kunnollista puhdistusta, eikä alustatilan käyttäminen varastona ei ole suositeltavaa.

- Päärakennuksen luokkatilat olivat päiväaikaan pääsääntöisesti ylipaineisia. Ylipaineisuus voi lisätä ulkoseinärakenteiden kosteusrasitusta. Parakkirakennuksen tutkittavat tilat olivat pääsääntöisesti ulkoilmaan nähden alipaineisia.
- Parakkirakennuksen luokkatiloissa ilmapuotoja havaittiin kohdista, joiden yläpuolelle oli laitettu kaasua räystäään alta. Todennäköisesti koko ulkoseinän ja yläpohjan välinen liittymä vuotaa. Päärakennuksessa 3. kerroksen luokkatiloihin kulkeutuu todennäköisesti epäpuhtaampaa ilmaa yläpohjasta ikkunarakenteiden kautta.
- Tutkittavien tilojen ilmamäärät poikkesivat suunnitelluista, lukuun ottamatta luokkatilaa 119.
- Siivouksen taso ei ole riittävä. Pölyä havaittiin paljon pinnoilla, parakkirakennuksessa tilanne oli huonompi kuin päärakennuksessa.

5 JATKOTOIMENPIDE-EHTOTUKSET

- Merkkiainekokeissa havaitut ilmapuotokohdat suositellaan tiivistettäväksi rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaisesti. Suositellaan tiivistettäväksi kaikkien tutkimuksen kohteena olevien tilojen samankaltaiset rakenteet.
- Tiivistystöiden jälkeen ilmanvaihto säädetään ja tasapainotetaan, niin että tulo- ja poistoilmamäärät ovat yhtä suuret.
- Siivouksen tasoa tehostetaan. Yläpölyjen kattava siivous vähintään kerran vuodessa. Parakkirakennuksen opetuskäytössä olevat tilat tulisi puhdistaa välittömästi.
- Alustatilan ilmapuotokohdat tulisi selvittää ja tiivistää. Mikäli mahdollista, alustatila tulisi alipaineistaa muihin tiloihin nähden.
- Parakkirakennuksen luokkatilan 408 poistokanaviston pääte-elimet korjataan

Helsingissä, 6. helmikuuta 2015

Sweco, sisäilmaston laadunhallinta



Ilkka Meriläinen
Rakennusinsinööri



Elina Kuitunen
FM, tutkija



Ilkka Jerkku
Raportin tarkastaja, DI

6 LIITTEET

Liite 1.	Mittaustulokset
Liite 2.	Mittauspisteet pohjakuivissa
Liite 3.	Merkkiainetutkimustulokset
Liite 4.	Hiilidioksidipitoisuudet
Liite 5.	Paine-erot
Liite 6.	Kuvakooste

Sisäilman mikrobit

Näytteet otettiin kuusivaihekeräimellä elatusalustoille, jotka olivat 2 % mallasuuteagar ho-mesienille ja tryptoni-hiivauute-glukoosiagar bakteereille ja sädesienille eli aktinomykeeteil-le. Mikrobit tunnistettiin valomikroskooppisesti. Pitoisuudet on esitetty käyttäen yksikköä cfu/m³ eli pesäkkeen muodostavien yksiköiden määrää kuutiometrissä ilmaa. Tulokset oli-vat seuraavat:

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Sieni-itiöt, pitoisuus, cfu/m ³	Bakteerit, pitoisuus, cfu/m ³	Sädesienet, pitoisuus, cfu/m ³
M1	408	Luokkatila, parakkirakennus	16.12.14	Yhteensä 9 steriilit 100 %	130	4
				Yhteensä 18 Penicillium sp. steriilit 80 %	53	0
M2		Käytävä, parakkirakennus	16.12.14	Yhteensä 40 Cladosporium sp. steriilit 88 % hiivat 11 %	120	9
				Yhteensä 28 Penicillium sp. steriilit 63 % hiivat 25 %	400	0
M3	119	Luokkatila	16.12.14	Yhteensä 18 Cladosporium sp. steriilit 50 % hiivat 25 %	250	0
				Yhteensä 4 hiivat 100 %	18	0
M4	318	Luokkatila	16.12.14	Yhteensä 4 steriilit 100 %	22	0
				Yhteensä alle 4	9	0
M5	231	Luokkatila	16.12.14	Yhteensä 18 steriilit 50 % hiivat 50 %	440	0
				Yhteensä 7 Penicillium sp. steriilit 50 %	110	4
M6		Ulkoilma	16.12.14	Yhteensä 410 Penicillium spp. 6 % Geotrichum sp. 2 % Aureobasidium sp. 1 % steriilit 91 %	49	0
				Yhteensä 300 Penicillium sp. 5 % Cladosporium sp. 2 % steriilit 93 %	35	0

Sisä- ja ulkoilman olosuhteet mittausten aikana olivat seuraavat:

Pvm	Sisäilman lämpötilä, °C	Sisäilman suhteellinen kosteus, %	Ulkoilman lämpötilä, °C	Ulkoilman suhteellinen kosteus, %
16.12.14	18,6...22,6	29...35	2,5	75
17.12.14	17,7...23,0	28...35	1,6	80

Mikrobitulosten arviointiperusteet ovat sosiaali- ja terveysministeriön ohjeiden (Asumisterveysohje 2003, Asumisterveysopas 2008, Kansanterveyslaitoksen Koulujen kosteus- ja homevauriot – opas 2008, Työterveyslaitos 2011) mukaan:

Sieni-itiöt

- pitoisuustaso 100 - 500 cfu/m³ on osoituksena kohonneesta pitoisuudesta asuinhuoneistossa talviaikana, mikäli näytteen mikrobilajisto on tavanomaisesta poikkeava,
- pitoisuustaso yli 500 cfu/m³ talviaikana asuinhuoneistossa on kohonnut,
- kivirakenteisten koulurakennusten pitoisuustaso talviaikana on yleensä alle 50 cfu/m³,
- toimistotyyppisten työtilojen ehdotettu ohjearvo (Työterveyslaitos) on 50 cfu/m³,
- sulan maan aikana vertailuarvona käytetään samanaikaista ulkoilmapitoisuutta ja selvitetään sisä- ja ulkoilman mikrobilajistoissa olevia eroja.

Bakteerit

- pitoisuustaso yli 4500 cfu/m³ on kohonnut,
- toimistotyyppisten työtilojen ehdotettu ohjearvo (Työterveyslaitos) on 600 cfu/m³,

Sädesienet

- pitoisuustaso yli 10 cfu/m³ talviaikana on kohonnut,
- toimistotyyppisten työtilojen ehdotettu ohjearvo (Työterveyslaitos) on 5 cfu/m³,
- sulan maan aikana vertailuarvona käytetään samanaikaista ulkoilmapitoisuutta (mikäli yli 5 tai 10 cfu/m³).

Pintailmaisimen käyttö rakennekosteuksien arvioinnissa

Tutkittujen huoneitilojen seinä- ja lattiarakenteita tutkittiin pintailmaisimella Gann Hydromette UNI 1. Mittalaitteen näytössä esiintyvät lukuarvot välillä 0-160. Rakenteessa voi olla vertailuarvoon nähden kohonnutta kosteutta, kun mittalaitteen kosteuslukuarvo on yli 90. Ilmaisimen tulokset eivät anna todellista tietoa rakenteiden kosteudesta.

Tutkitussa kohteessa ei todettu kohonneita kosteuslukuarvoja.

Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut

Pinnoille laskeutuvia mineraalikuituja kerättiin tiloihin kahden viikon ajaksi asennettujen geeliteippilevyjen avulla. Näytteet tutkittiin valomikroskooppisesti laboratorioissa. Pinnoilla todettiin mineraalikuituja neliösenttimetriä kohden (yli 20 mikrometrin pituiset kuidut) seuraavasti:

Näytteenottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Keräysaika	Mineraalikuidut, kpl/cm ²
PPK1.1	119	Luokkatila	16.-30.12.14	alle 0,07
PPK1.2			16.-30.12.14	alle 0,07
PPK2.1	232	Luokkatila	16.-30.12.14	alle 0,07
PPK2.2			16.-30.12.14	alle 0,07
PPK3.1	318	Luokkatila	16.-30.12.14	alle 0,07
PPK3.2			16.-30.12.14	alle 0,07

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Keräysaika	Mineraalikuidut, kpl/cm ²
PPK4.1	408	Luokkatila, parakkirakennus	16.–30.12.14	alle 0,07
PPK4.2			16.–30.12.14	alle 0,07

Tasopinnoille kahden viikon aikana laskeutuvien mineraalikuidujen ohjearvoksi (säännöllisesti siivottavat pinnat) on ehdotettu 0,2 kpl/cm² (Työterveyslaitos 2011).

Hiilidioksidipitoisuuden seurantomittaukset

Tutkittavissa tiloissa seurattiin sisäilman hiilidioksidipitoisuutta. Mittaukset tehtiin Telairen ja TSI:n sisäilman laatuanalysointilaitoksilla. Tulokset olivat seuraavat:

Mittaus- piste	Tila	Mittauspisteen kuvaus	Seuranta-aika	CO ₂ -pitoisuus, ppm
CO ₂ 1	316	Luokkatila	11.–21.12.15	384 – 1103
CO ₂ 2	232	Luokkatila	11.–21.12.15	428 – 1632
CO ₂ 3	3110	Luokkatila	11.–21.12.15	381 – 1166
CO ₂ 4	318	Luokkatila	11.–21.12.15	353 – 1183
CO ₂ 5	231	Luokkatila	11.–21.12.15	363 – 1093
CO ₂ 6	408	Luokkatila, parakkirakennus	11.–21.12.15	366 – 796

Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus vaihtelee normaalisti välillä 350 – 400 ppm.

Julkaisun Sisäilmastoluokitus 2008 hiilidioksidipitoisuuden tavoitearvot ovat:

- S1 ≤ 750 ppm
- S2 ≤ 900 ppm
- S3 ≤ 1200 ppm.

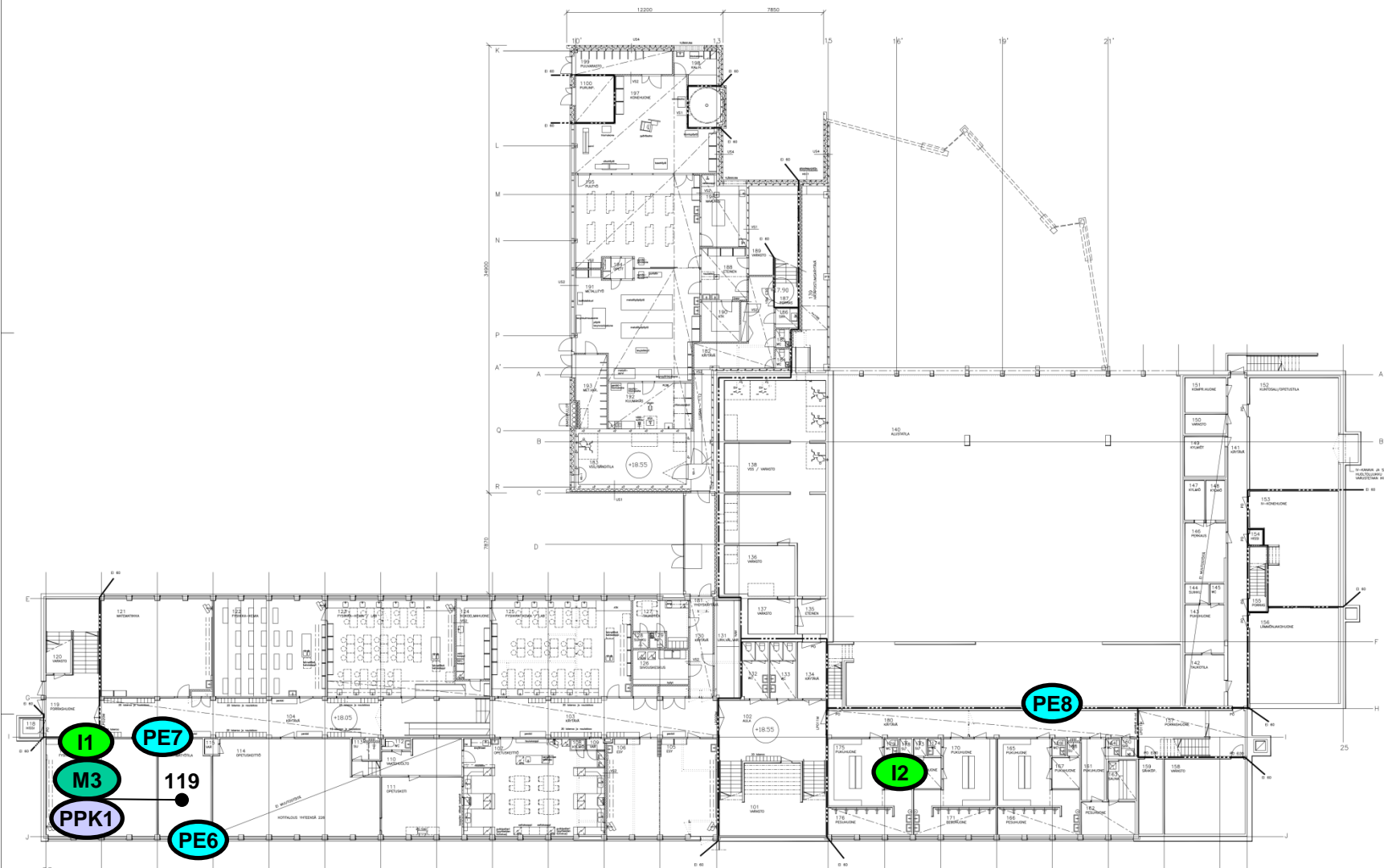
Seurantomittauksen graafiset kuvaajat on esitetty erillisissä liitteissä, joista nähdään mitattujen suureiden vaihtelut eri vuorokauden aikoina.

Ilmanvaihdon ilmavirtojen mittaukset

Huonetilojen ilmavirtoja määritettiin SwemaFlow 125D –ilmavirtamittarilla. Ilmavirrat olivat seuraavat:

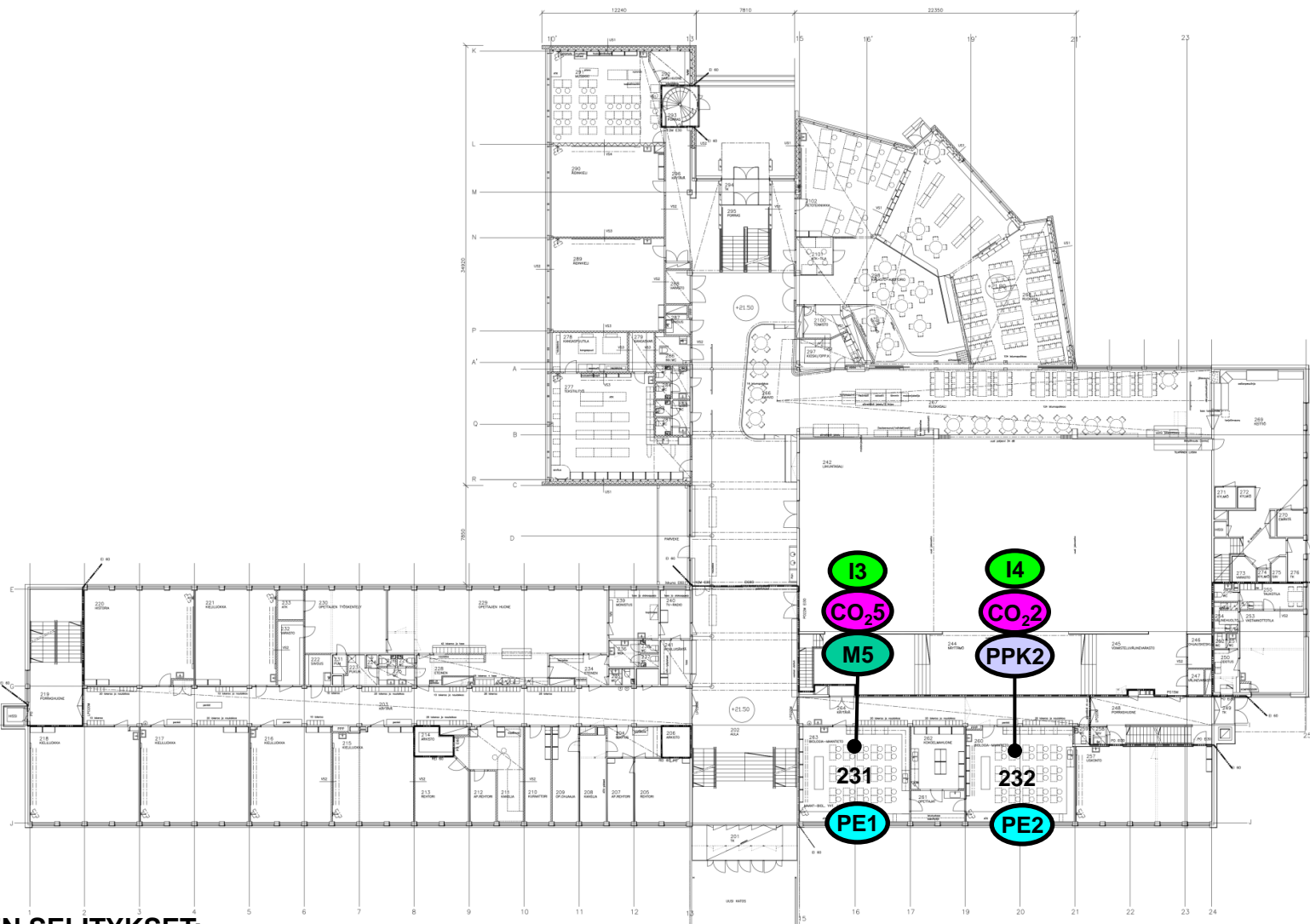
Mittaus- piste	Pvm	Tila	Mitattu tu- loilmavirta, dm ³ /s	Mitattu pois- toilmavirta, dm ³ /s	Suunnitellut tulo / poistoil- mavirrat (dm ³ /s)
I1	119	Luokkatila 119	131,4	132,5	±110
I2	177	Liikunnanopettajan pukuhuone 177 ja suihku 178	22,4	38,4	±30
I3	231	Luokkatila 231	35,1	79,0	
			49,2	115,3	
			52,0		
			42,1		
		Yhteensä	178,4	194,3	±240

Mittaus- piste	Pvm	Tila	Mitattu tu- loilmavirta, dm ³ /s	Mitattu pois- toilmavirta, dm ³ /s	Suunnitellut tulo / poistoil- mavirrat (dm ³ /s)
14	232	Luokkatila 232	26,9	84,2	
			52,4	106,9	
			60,1		
			75,4		
		Yhteensä	214,8	191,1	
15	308	Opinto-ohjaajan huone	53,2	73,6	±60
16	3110	Luokkatila 3110	83,0	86,9	
			56,5	89,2	
			44,3		
			47,5		
		Yhteensä	231,3	176,1	
17	315	Luokkatila 315	48,6	104,0	
			42,3	90,8	
			49,5		
			45,4		
		32,8			
Yhteensä	218,6	194,8	±250		
18	408	Parakkirakennuksen luokkatila 408	47,6	64,8	
			49,2	54,4	
		Yhteensä	96,8	119,2	








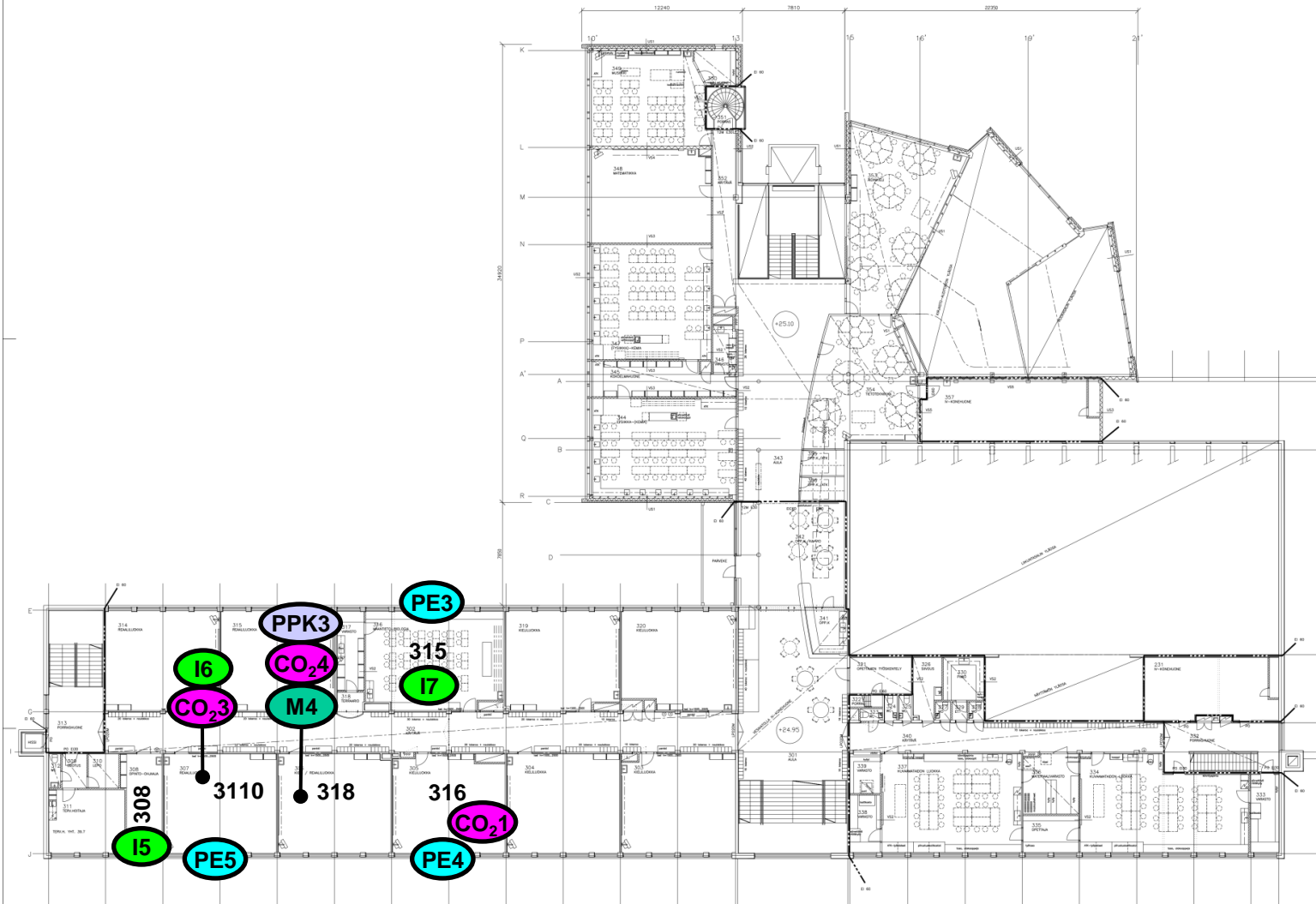
MERKINTÖJEN SELITYKSET:

- M SISÄILMAN MIKROBIT
- PPK PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT
- I ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT
- CO₂ HIILIDIOKSIDIPITOISUUS
- PE PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET



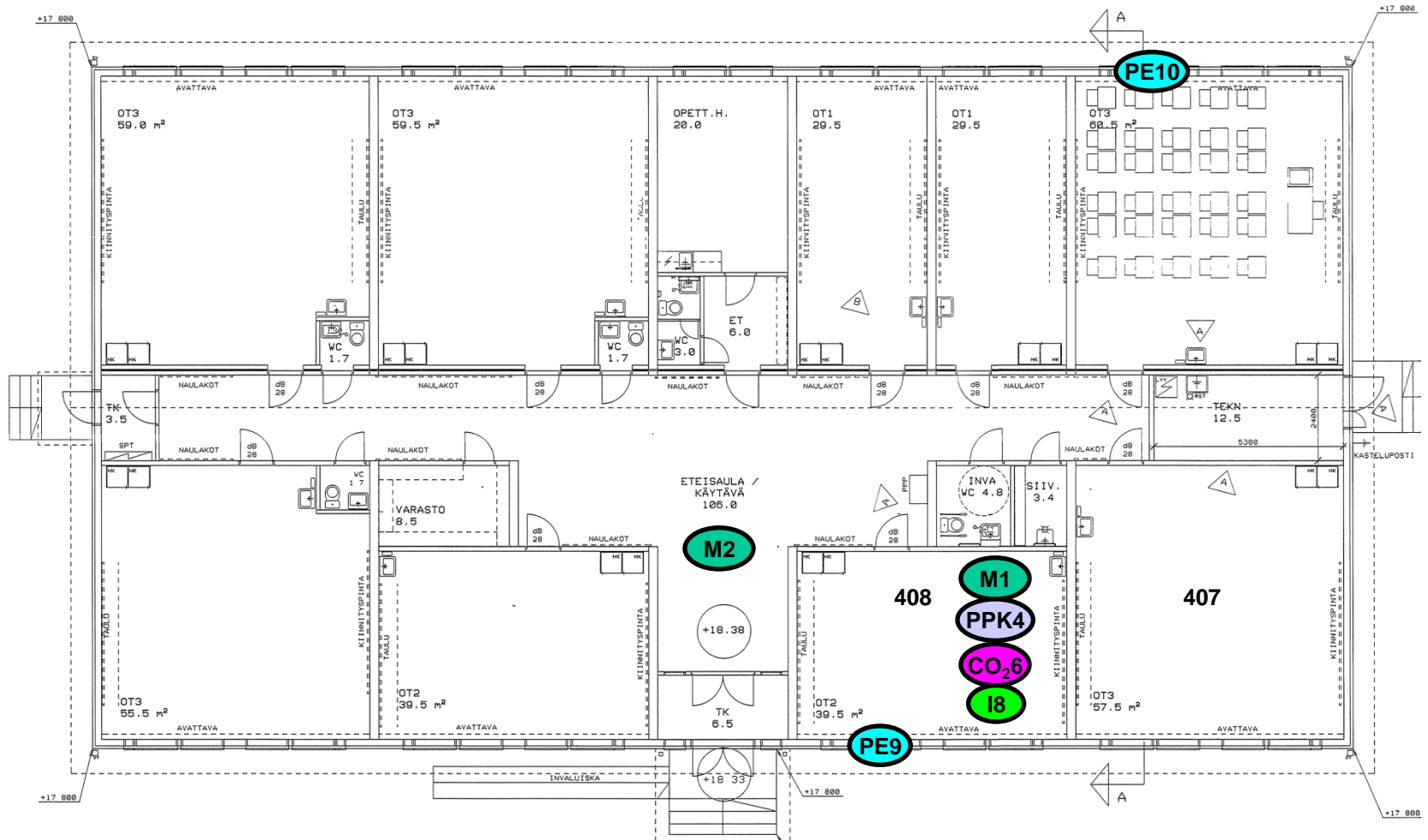
MERKINTÖJEN SELITYKSET:

- | | | | | | |
|---|------------------------|---|---------------------------------------|---|-------------------------|
|  | SISÄILMAN MIKROBIT |  | PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT |  | ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT |
|  | HIILIDIOKSIDIPITOISUUS |  | PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET | | |



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

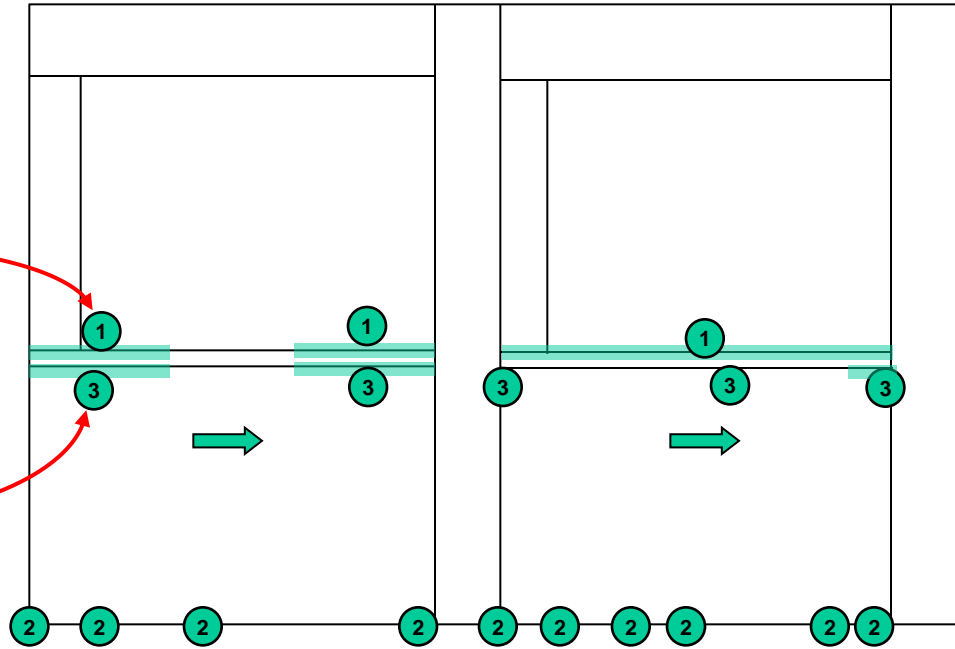
- M SISÄILMAN MIKROBIT
- PPK PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT
- I ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT
- CO₂ HIILIDIOKSIDIPITOISUUS
- PE PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET



MERKINTÖJEN SELITYKSET:


- M SISÄILMAN MIKROBIT
 PPK PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT
 I ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT
CO₂ HIILIDIOKSIDIPITOISUUS
 PE PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET

LUOKKATILAN 119 ULKOSEINÄN MERKKIAINEKOE 16.12.2014



Periaatekuva, ei mittakaavassa!




MERKINTÖJEN SELITYKSET:

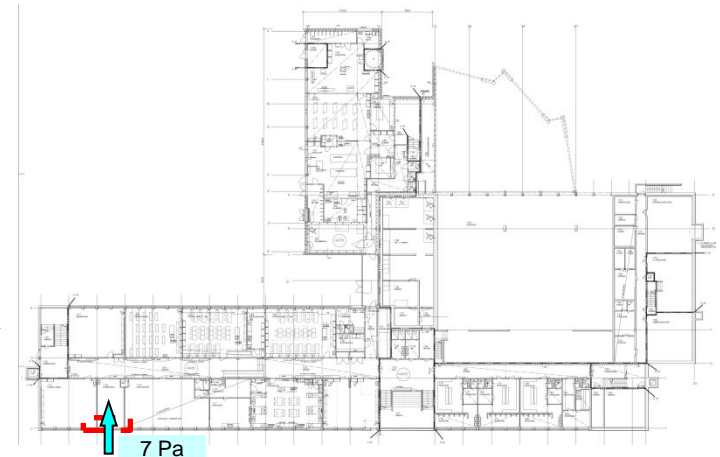
 MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄRAKENTEEN ERISTETILAAN SISÄPUOLELTA

 0-1 Pa PAINE-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA

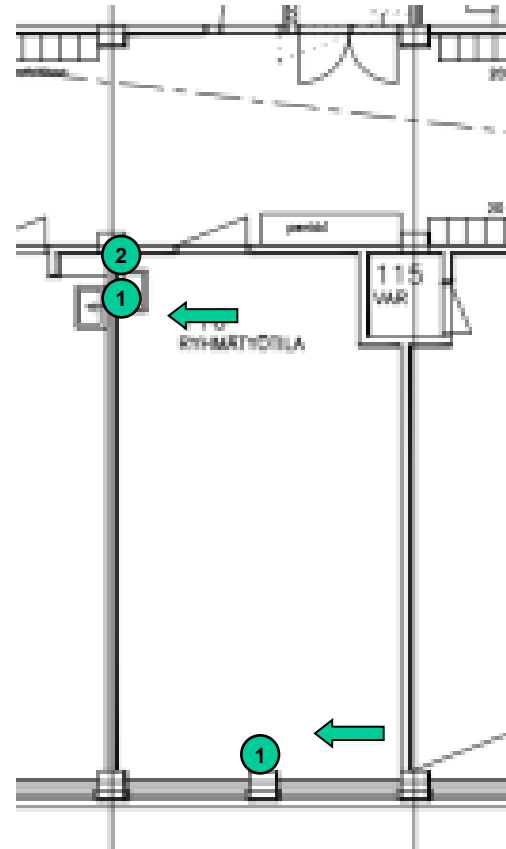
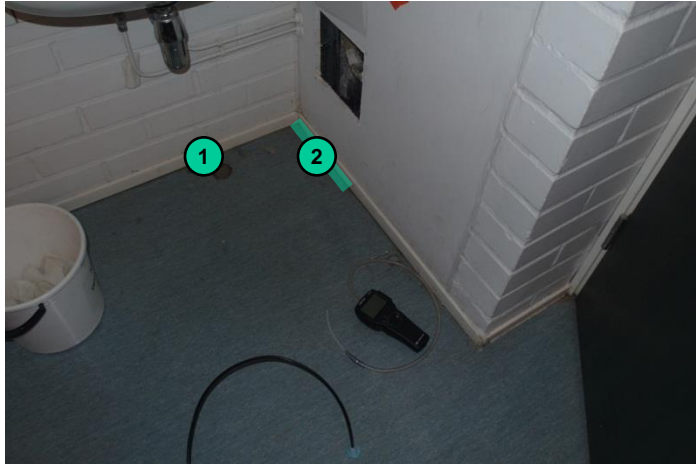
Merkkiainekoe on tehty vetylaitteella ja kaasuanalysaattorilla. Mittaus on tehty asetuksella, jossa kaikki kuvassa ilmoitetut havainnot ovat merkittäviä.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  ULKOSEINÄ- JA IKKUNARAKENTEEN LIITTYMÄ
-  ULKOSEINÄ- JA ALAPOHJARAKENTEEN LIITTYMÄ
-  IKKUNALAUDAN JA ULKOSEINÄRAKENTEEN LIITTYMÄ



LUOKKATILAN 119 ALAPOHJAN MERKKIAINEKOE 16.12.2014



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

 MERKKIAINEKAASU ALAPOHJAAN

 0-1 Pa PAINE-ERO JA
 ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA

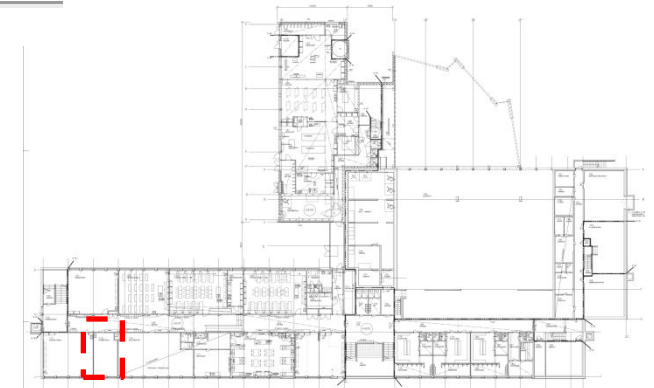
Merkkiainekoe on tehty vetylaitteella ja kaasuanalysaattorilla. Mittaus on tehty asetuksella, jossa kaikki kuvassa ilmoitetut havainnot ovat merkittäviä.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

 ALAPOHJAN JA SEINÄRAKENTEEN LIITTYMÄ

 KOTELORAKENTEEN LIITTYMÄT

ALAPOHJAN JA TUTKITTAVAN TILAN VÄLILLÄ
OLI 5-7 PA ALIPAINE



LUOKKATILAN 119 ALAPOHJAN MERKKIAINEKOE 16.12.2014



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

 MERKKIAINEKAASU KÄYTÄVÄN LUUKUSTA PUTKITUNNELIIN

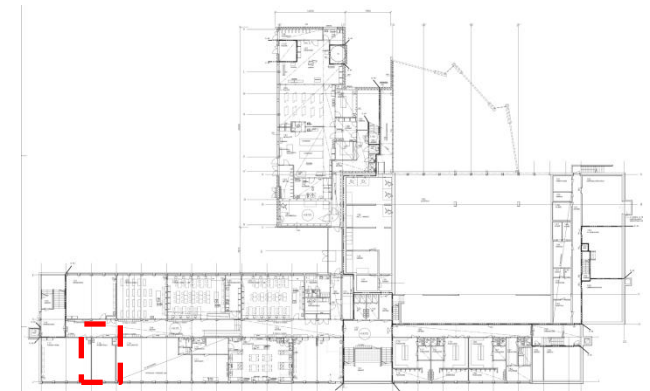
 0-1 Pa PAINE-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA

Merkkiainekoe on tehty vetylaitteella ja kaasuanalysaattorilla. Mittaus on tehty asetuksella, jossa kaikki kuvassa ilmoitetut havainnot ovat merkittäviä.

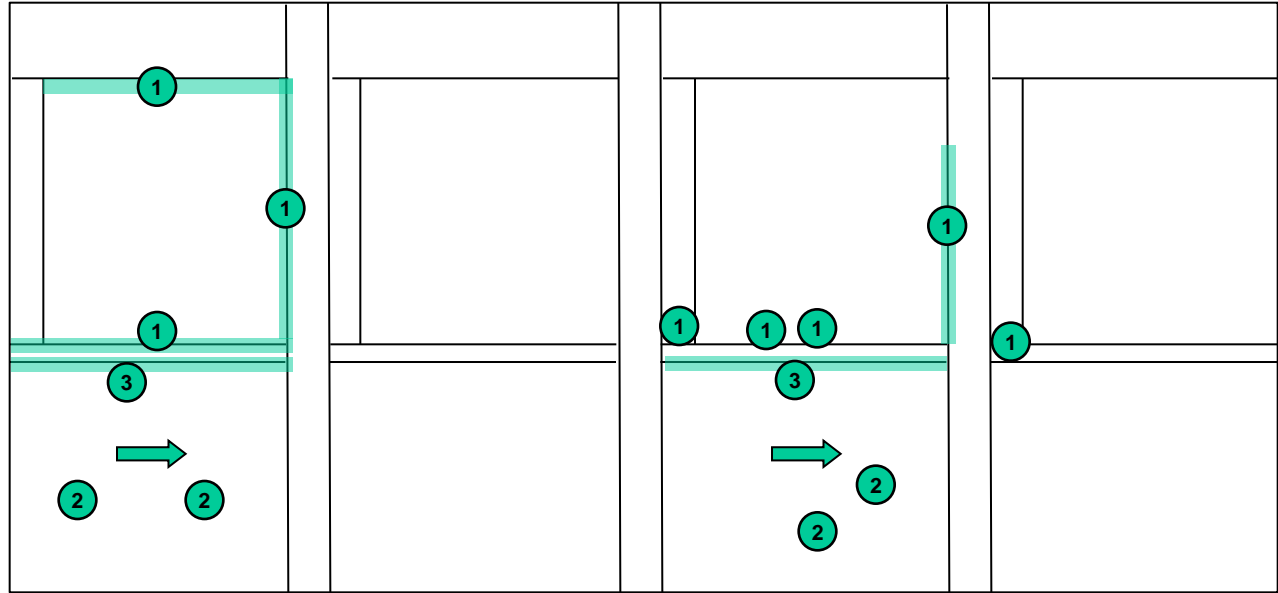
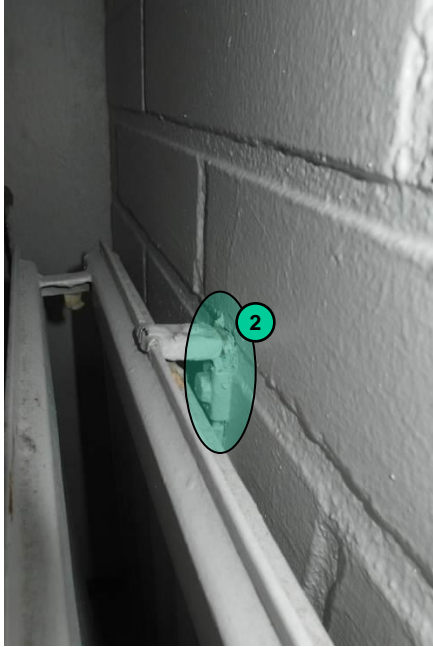
MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-

ALAPOHJAN JA TUTKITTAVAN TILAN VÄLILLÄ OLI 5-7 PA ALIPAINE




LUOKKATILAN 318 ULKOSEINÄN MERKKIAINEKOE 16.12.2014



Periaatekuva, ei mittakaavassa!




MERKINTÖJEN SELITYKSET:

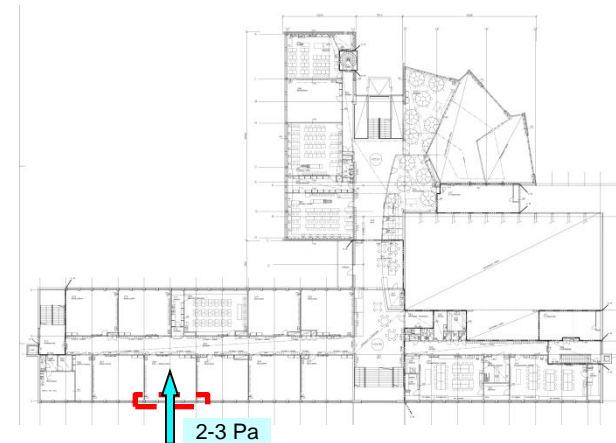
 MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄRAKENTEEN ERISTETILAAN SISÄPUOLELTA

 0-1 Pa PAIN-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA

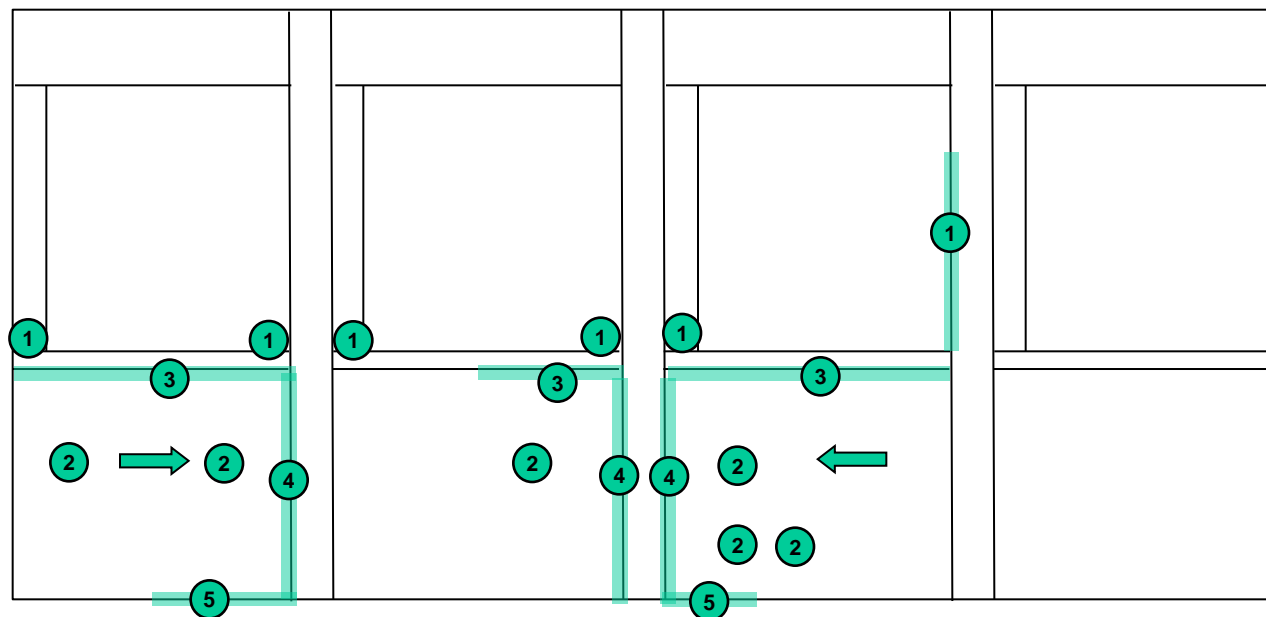
Merkkiainekoe on tehty vetylaitteella ja kaasuanalysaattorilla. Mittaus on tehty asetuksella, jossa kaikki kuvassa ilmoitetut havainnot ovat merkittäviä.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  ULKOSEINÄ- JA IKKUNARAKENTEEN LIITTYMÄ
-  PATERIKIINNIKE
-  IKKUNALAUDAN JA ULKOSEINÄRAKENTEEN LIITTYMÄ



LUOKKATILAN 232 ULKOSEINÄN MERKKIAINEKOE 17.12.2014



Periaatekuva, ei mittakaavassa!






MERKINTÖJEN SELITYKSET:

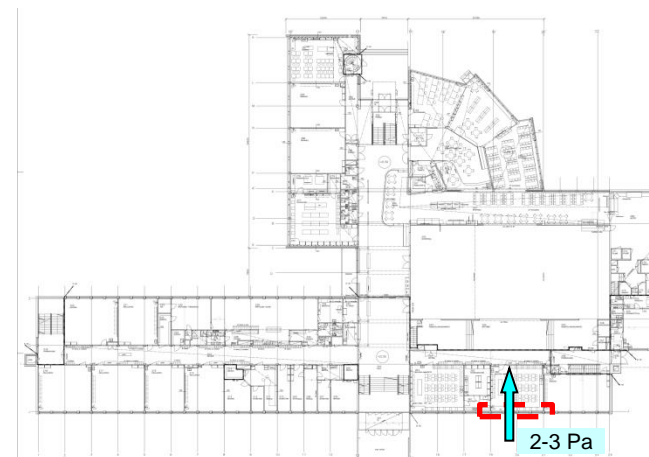
 MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄRAKENTEEN ERISTETILAAN SISÄPUOLELTA

 0-1 Pa PAINE-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA

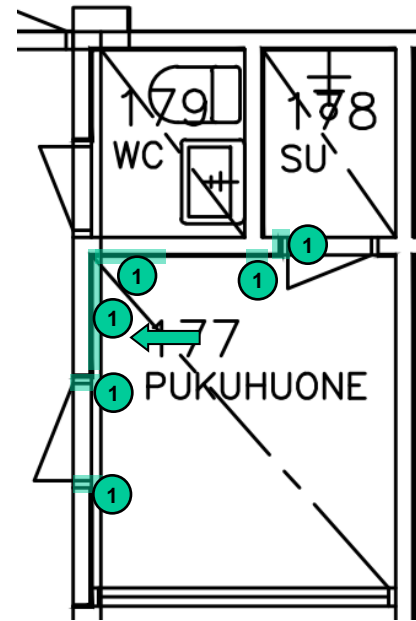
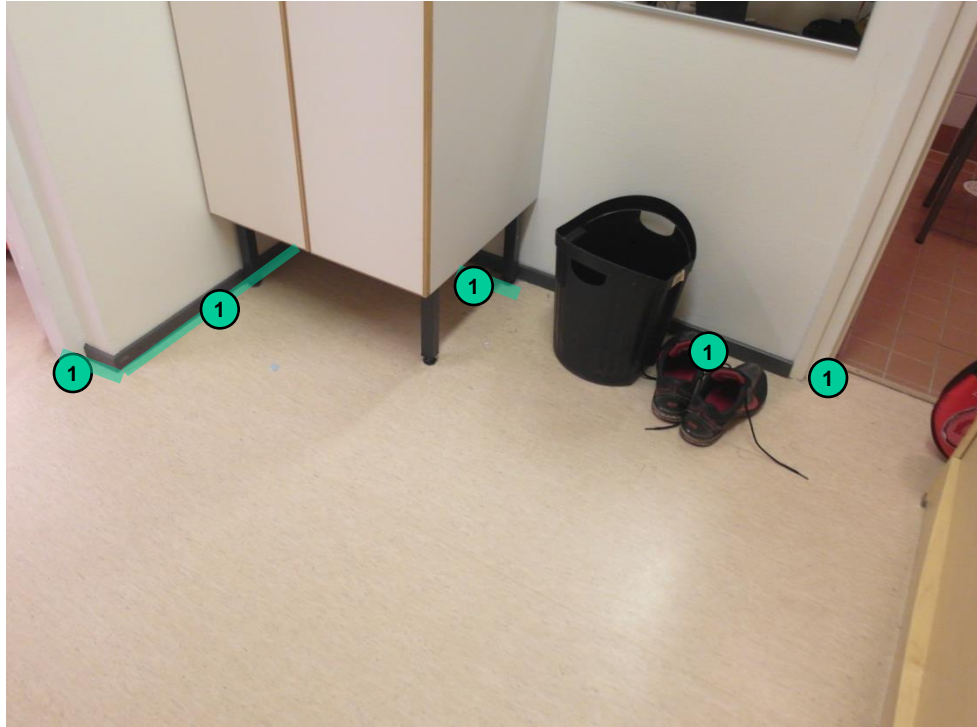
Merkkiainekoe on tehty vetylaitteella ja kaasuanalysaattorilla. Mittaus on tehty asetuksella, jossa kaikki kuvassa ilmoitetut havainnot ovat merkittäviä.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  ULKOSEINÄ- JA IKKUNARAKENTEEN LIITTYMÄ
-  PATERIKIINNIKE
-  IKKUNALAUDAN JA ULKOSEINÄRAKENTEEN LIITTYMÄ
-  PILARIN JA ULKOSEINÄRAKENTEEN LIITTYMÄ
-  ALAPOHJA- JA ULKOSEINÄRAKENTEEN LIITTYMÄ



PUKHUHUONEEN 177 ALAPOHJAN MERKKIAINEKOE 16.12.2014



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

 MERKKIAINEKAASU ALAPOHJAAN

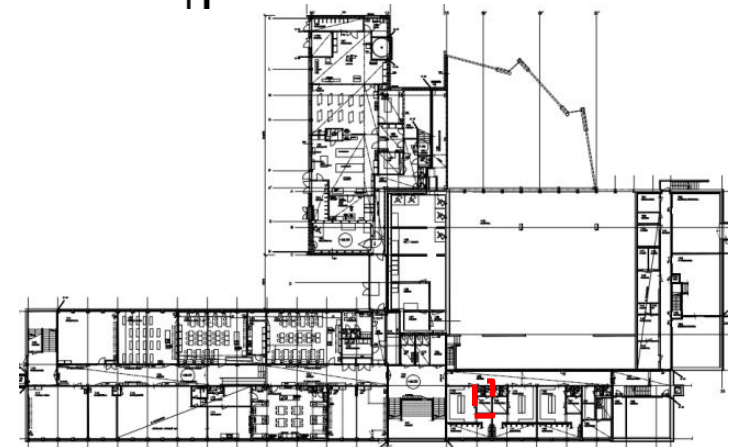
 0-1 Pa PAINE-ERO JA
 ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA

Merkkiainekoe on tehty vetylaitteella ja kaasuanalysaattorilla. Mittaus on tehty asetuksella, jossa kaikki kuvassa ilmoitetut havainnot ovat merkittäviä.

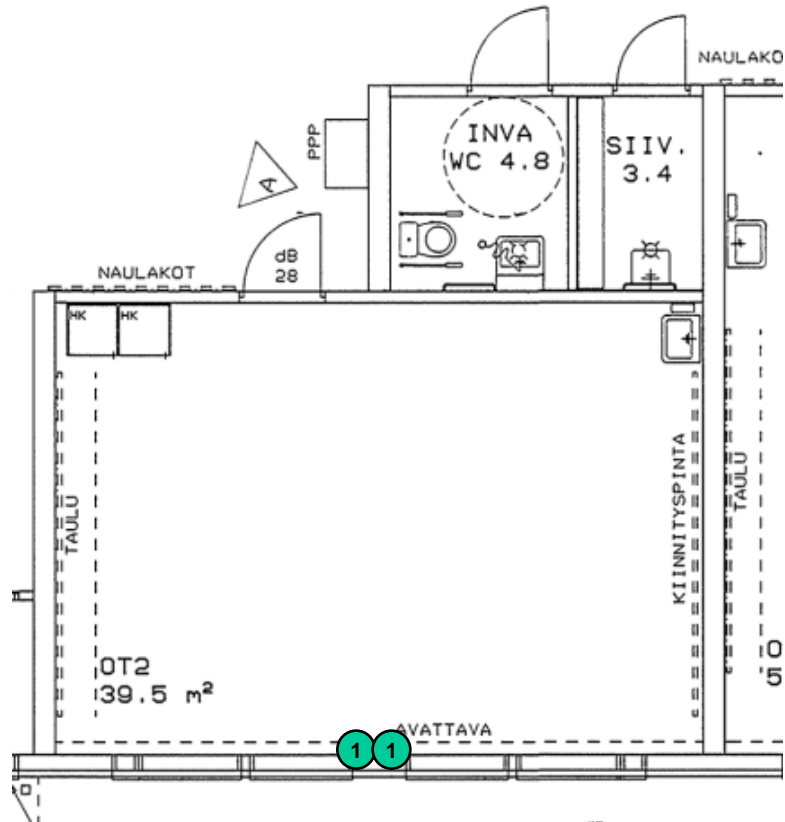
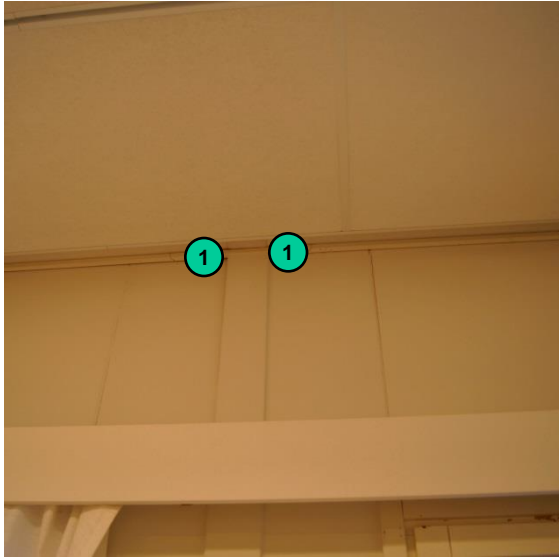
MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

 VÄLISEINÄN JA ALAPOHJAN LIITTYMÄ


ALAPOHJAN JA TUTKITTAVAN TILAN VÄLILLÄ
OLI 1-2 PA ALIPAINE



LUOKKATILAN 408 YLÄPOHJAN MERKKIAINEKOE 17.12.2014




MERKINTÖJEN SELITYKSET:

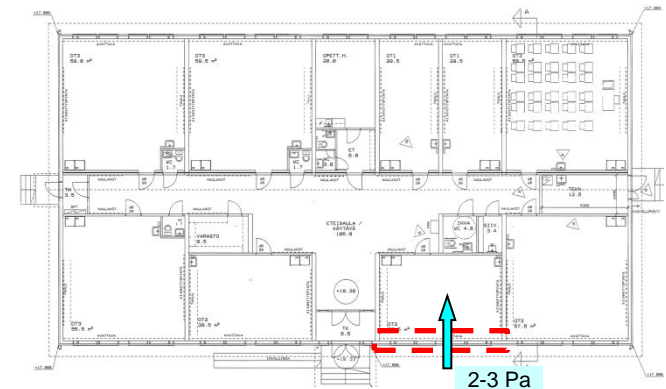
 MERKKIAINEKAASU ULKOPUOLELTA RÄYSTÄÄN ALTA YLÄPOHJAAN

 0-1 Pa PAINE-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA

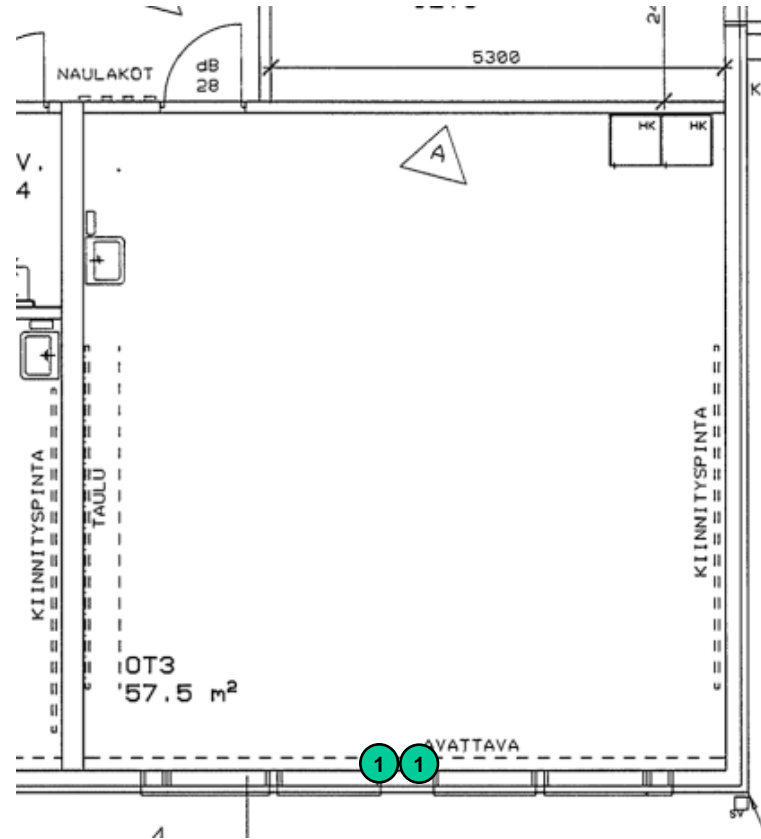
Merkkiainekoe on tehty vetylaitteella ja kaasuanalysaattorilla. Mittaus on tehty asetuksella, jossa kaikki kuvassa ilmoitetut havainnot ovat merkittäviä.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

 YLÄPOHJAN JA ULKOSEINÄN LIITTYMÄ



LUOKKATILAN 407 YLÄPOHJAN MERKKIAINEKOE 17.12.2014



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

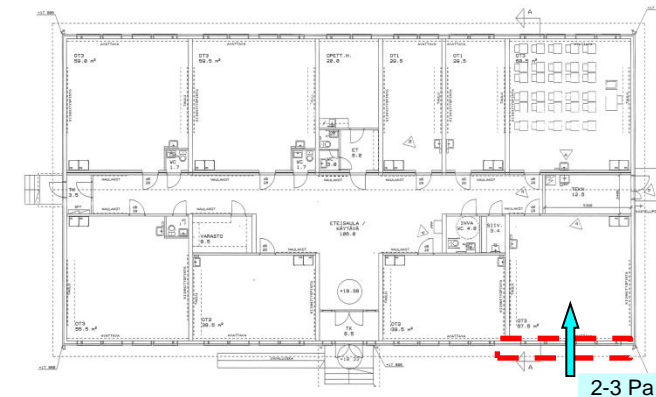
 MERKKIAINEKAASU ULKOPUOLELTA RÄYSTÄÄN ALTA YLÄPOHJAAN

 0-1 Pa PAINE-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA

Merkkiainekoe on tehty vetylaitteella ja kaasuanalysaattorilla. Mittaus on tehty asetuksella, jossa kaikki kuvassa ilmoitetut havainnot ovat merkittäviä.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

 YLÄPOHJA JA ULKOSEINÄN LIITTYMÄ



LUOKKATILAN 3110 YLÄPOHJAN MERKKIAINEKOE 20.1.2015



MERKINTÖJEN SELITYKSET:



MERKKIAINEKAASU YLÄPUOLEISEEN
ULLAKON ILMATILAAN, ULLAKON
VÄLIPOHJAAN JA SEINÄRAKENTEeseen

0-1 Pa



PAINE-ERO JA
ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA

xx ppm

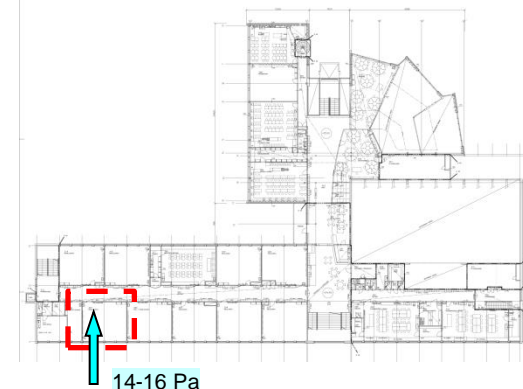
MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS SISÄILMASSA

Merkkiainepitoisuuden tulkinta, kun kaasuanalysointin
osoittama pitoisuus (ppm) on tasolla:

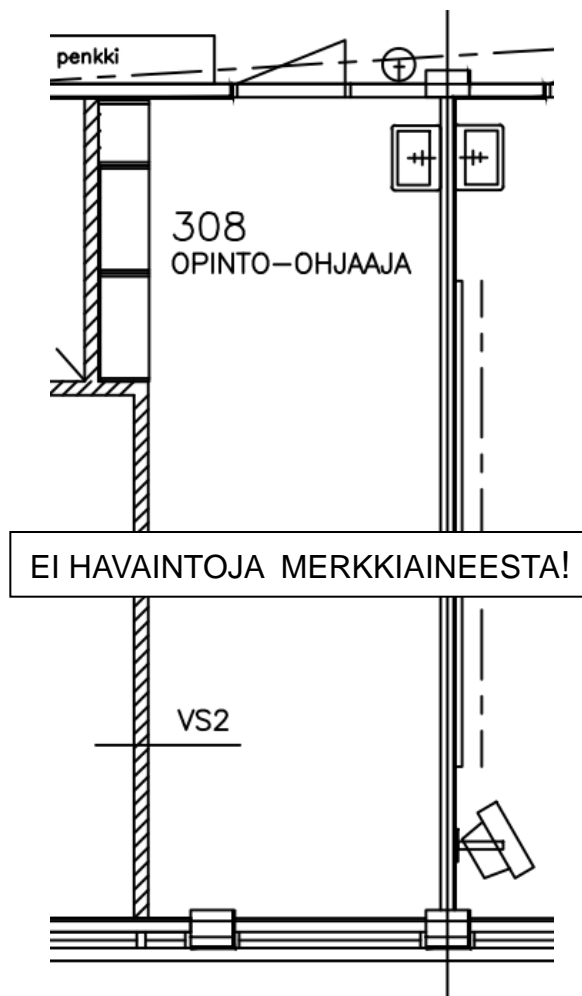
- 0,0...1,0 ppm - pitoisuus vähäinen,
- 1,1...10,0 ppm - pitoisuus melko vähäinen,
- 10,1...50,0 ppm - pitoisuus suuri,
- yli 50,0 ppm - pitoisuus hyvin suuri.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

TILA ALIPAINESTETTIIN BLOWERDOOR-
ALIPAINESTAJALLA TUTKIMUKSEN AJAKSI



OPINTO-OHJAAJAN HUONEEN 308 YLÄPOHJAN MERKKIAINEKOE 20.1.2015



MERKINTÖJEN SELITYKSET:



MERKKIAINEKAASU YLÄPUOLEISEEN ULLAKON ILMATILAAN, ULLAKON VÄLIPOHJAAN JA SEINÄRAKENTEeseen

0-1 Pa



PAINE-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA

xx ppm

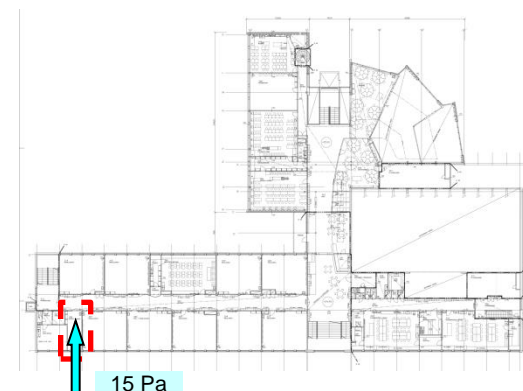
MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS SISÄILMASSA

Merkkiainepitoisuuden tulkinta, kun kaasuanalysoitsattorin osoittama pitoisuus (ppm) on tasolla:

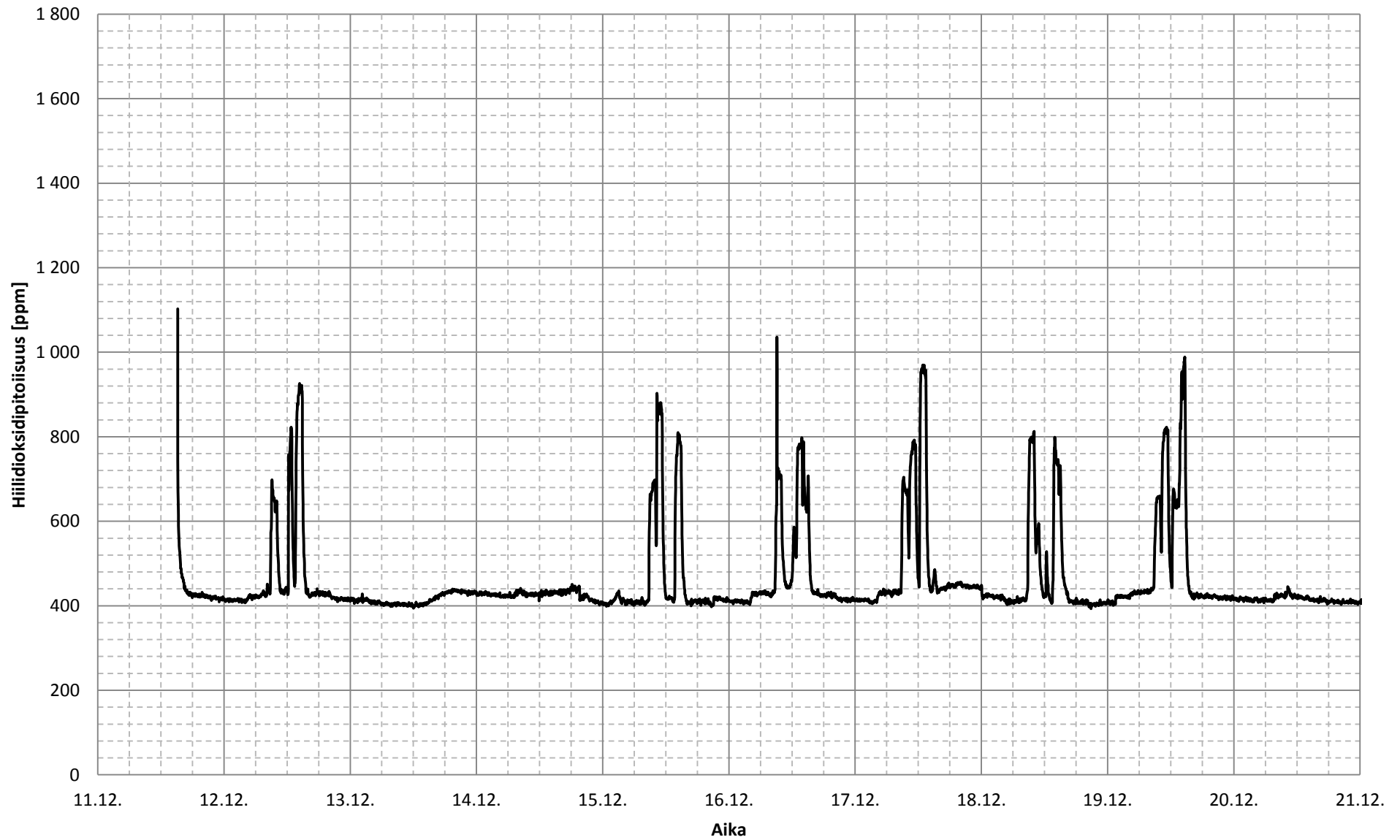
- 0,0...1,0 ppm - pitoisuus vähäinen,
- 1,1...10,0 ppm - pitoisuus melko vähäinen,
- 10,1...50,0 ppm - pitoisuus suuri,
- yli 50,0 ppm - pitoisuus hyvin suuri.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

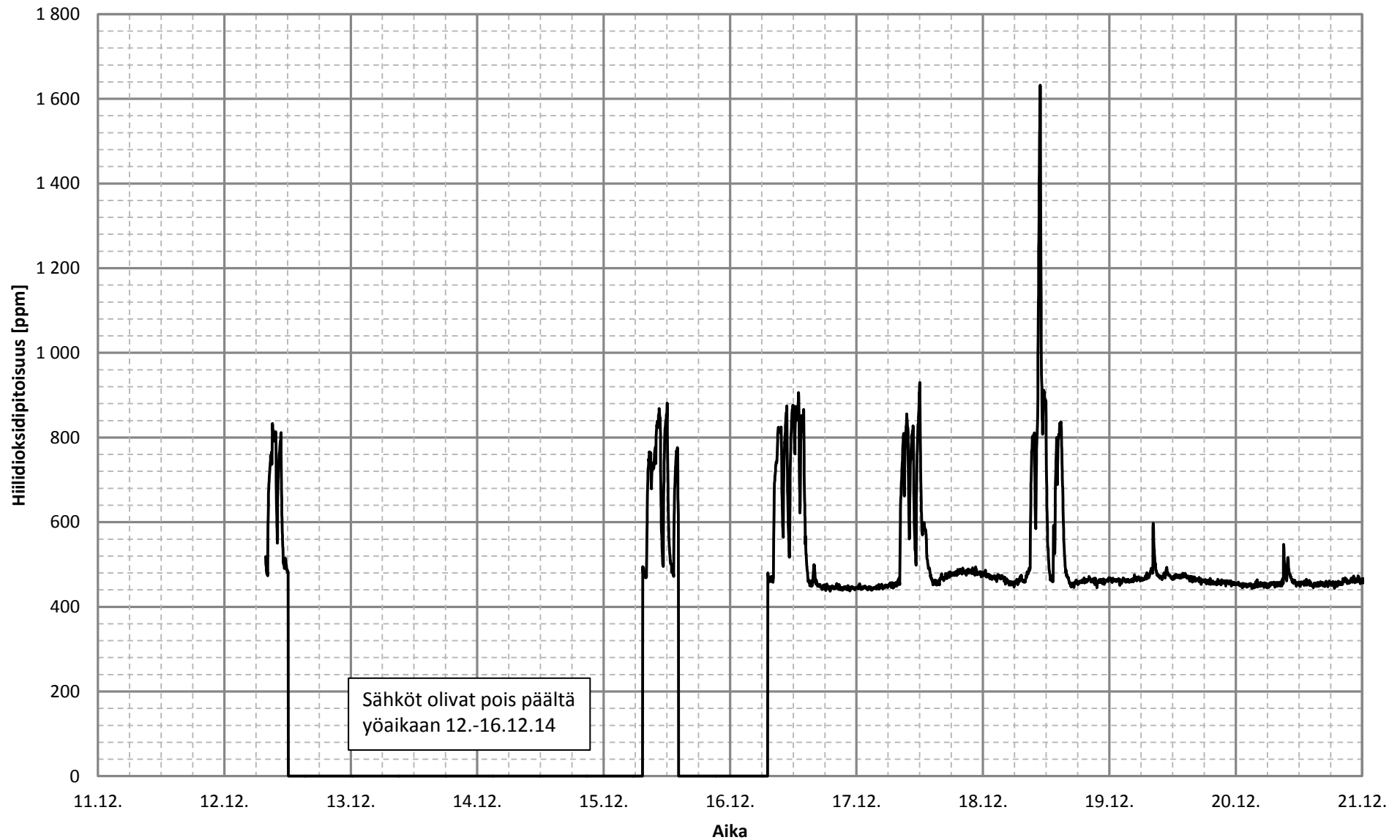
-
TILA ALIPAINESTETTIIN BLOWERDOOR-ALIPAINETAJALLA TUTKIMUKSEN AJAKSI



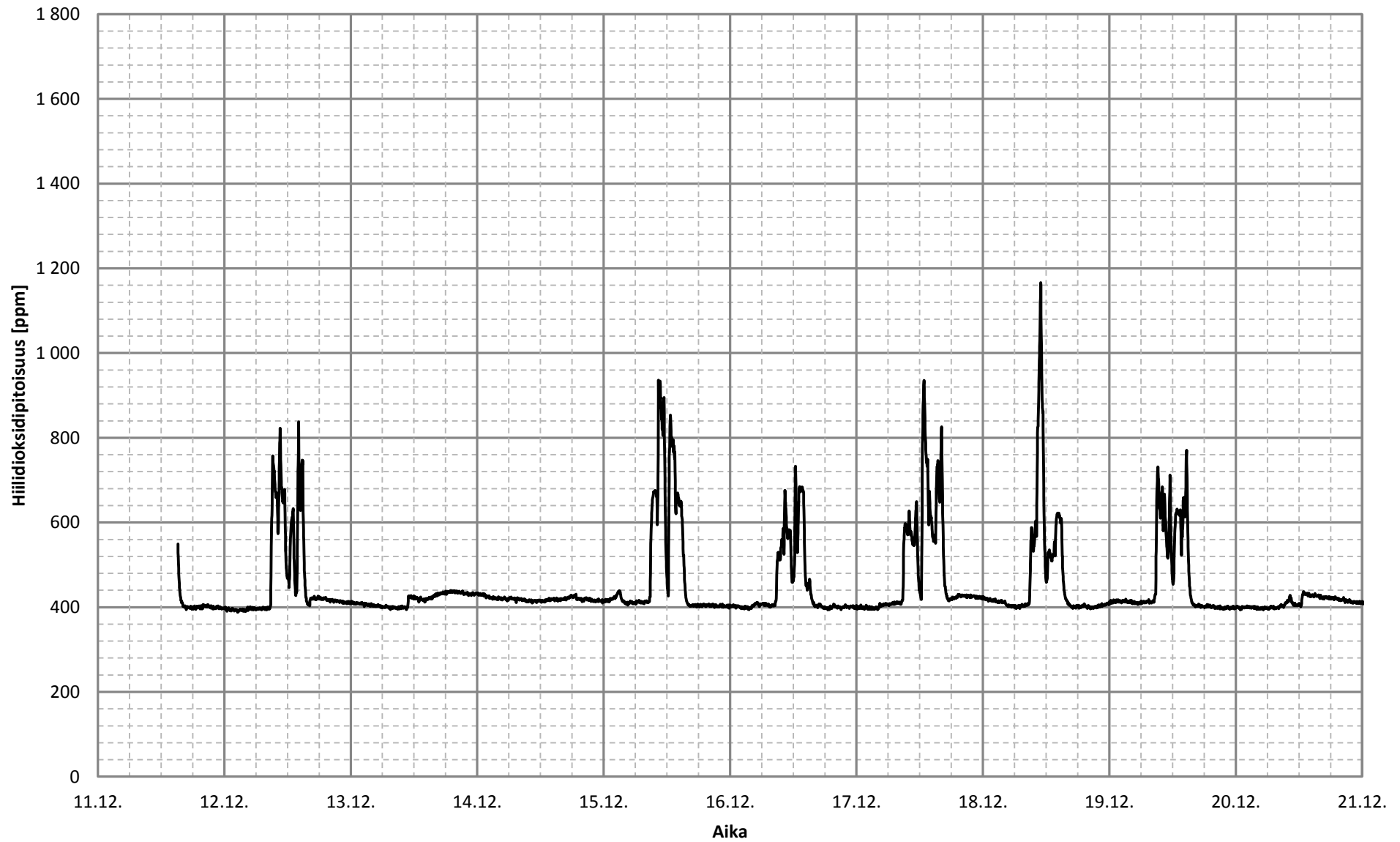
CO₂1: Luokkatilan 316 hiilidioksidipitoisuudet 11.12.- 21.12.2014



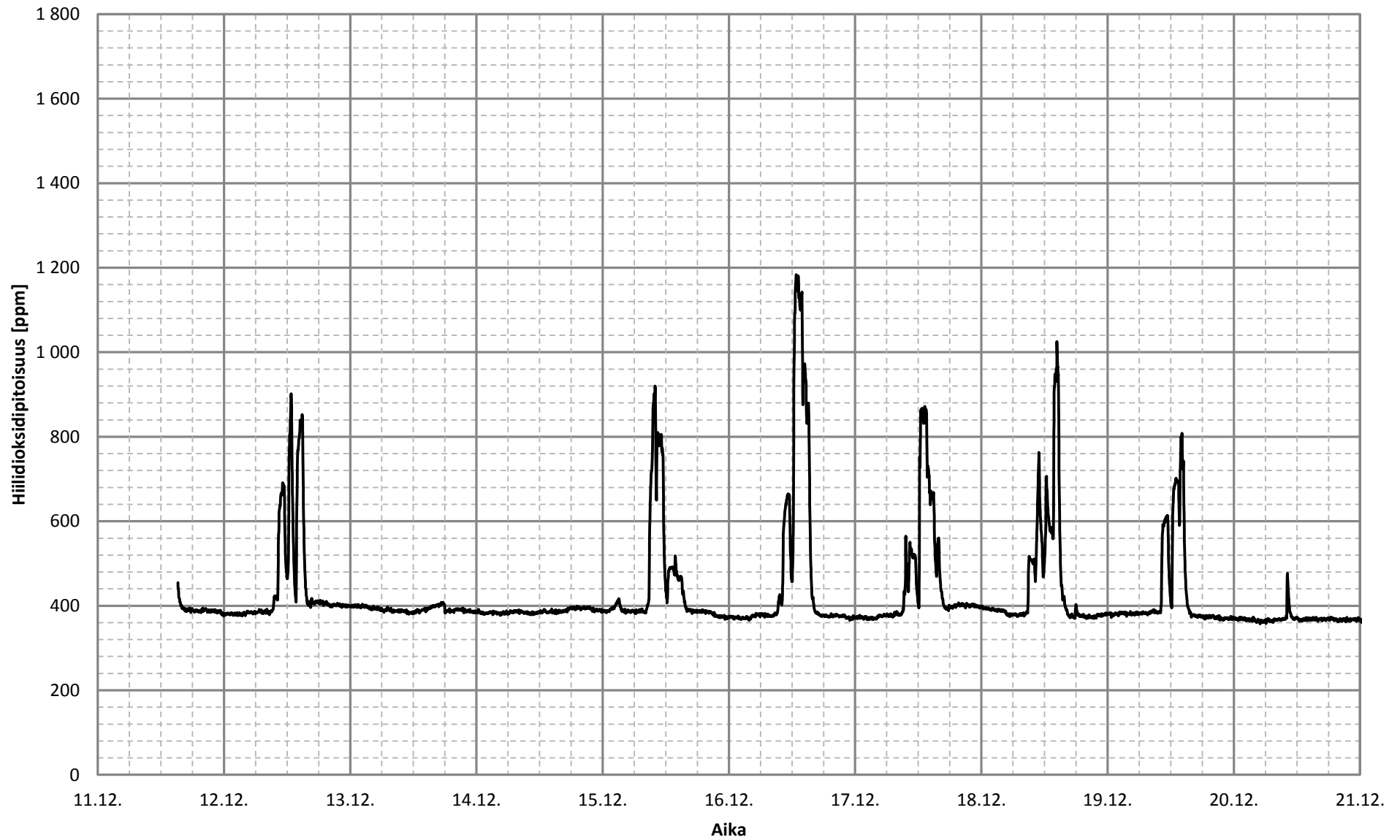
CO₂: Luokkatilan 232 hiilidioksidipitoisuudet 12.12.- 21.12.2014



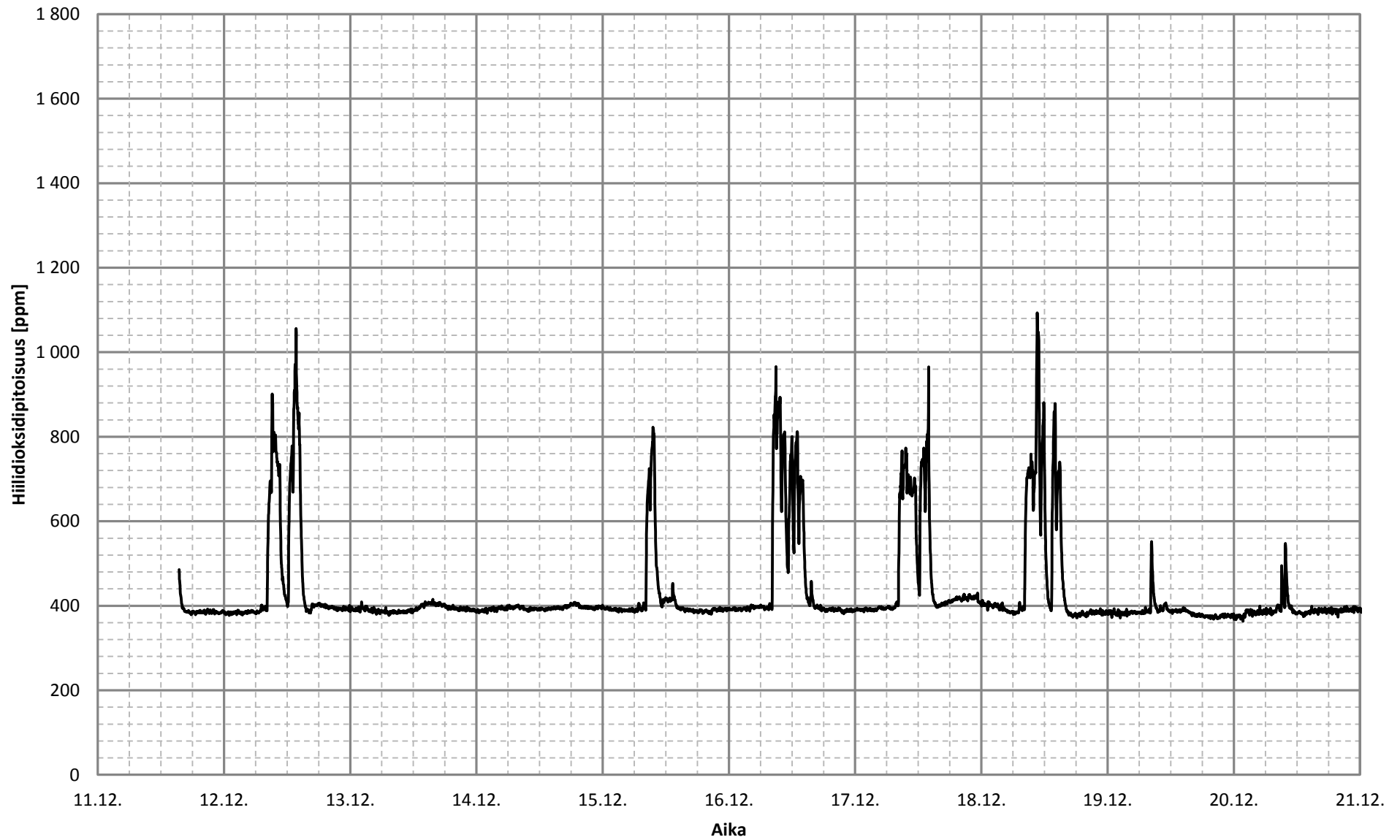
CO₂: Luokkatilan 3110 hiilidioksidipitoisuudet 11.12.- 21.12.2014



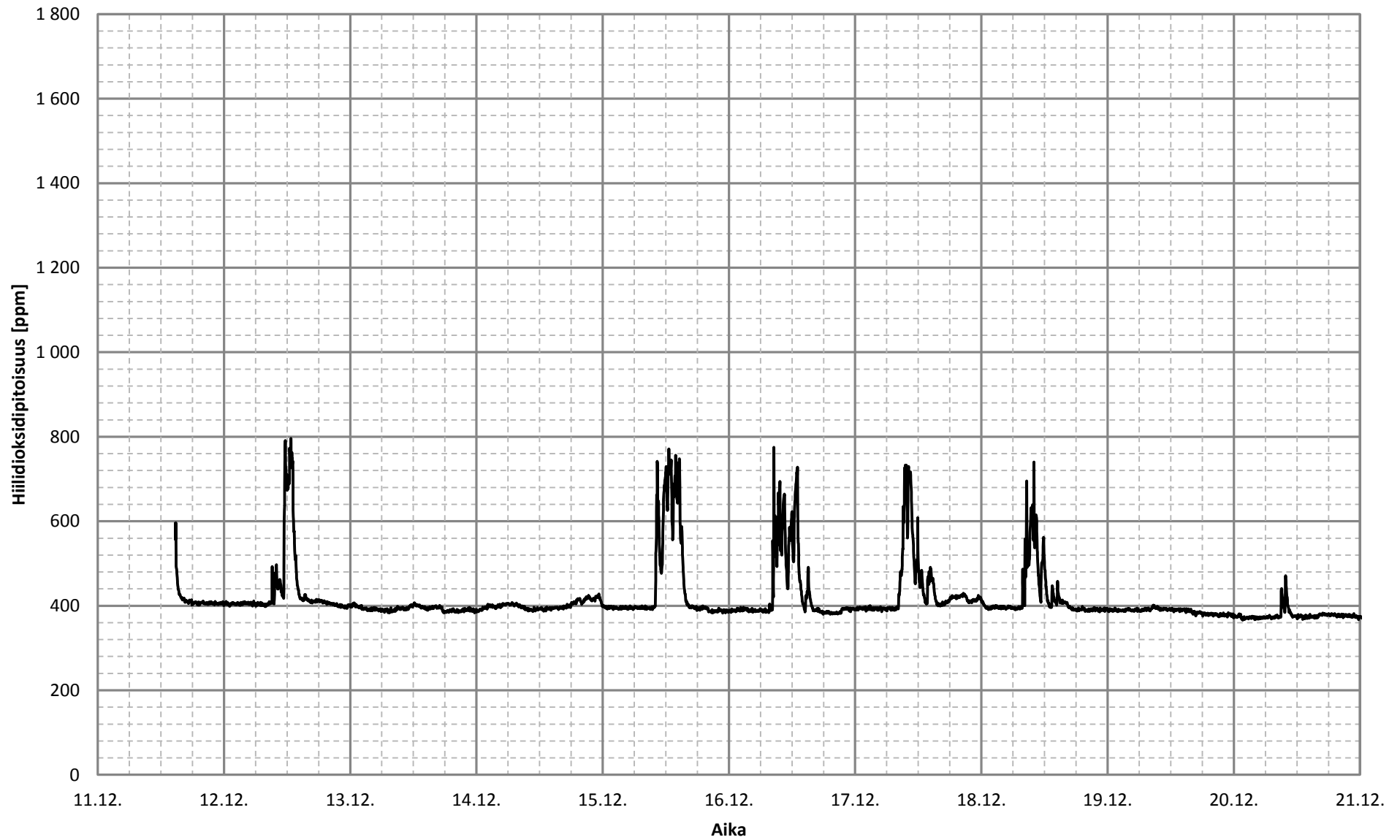
CO₂: Luokkatilan 318 hiilidioksidipitoisuudet 11.12.- 21.12.2014



CO₂: Luokkatilan 231 hiilidioksidipitoisuudet 11.12.- 21.12.2014

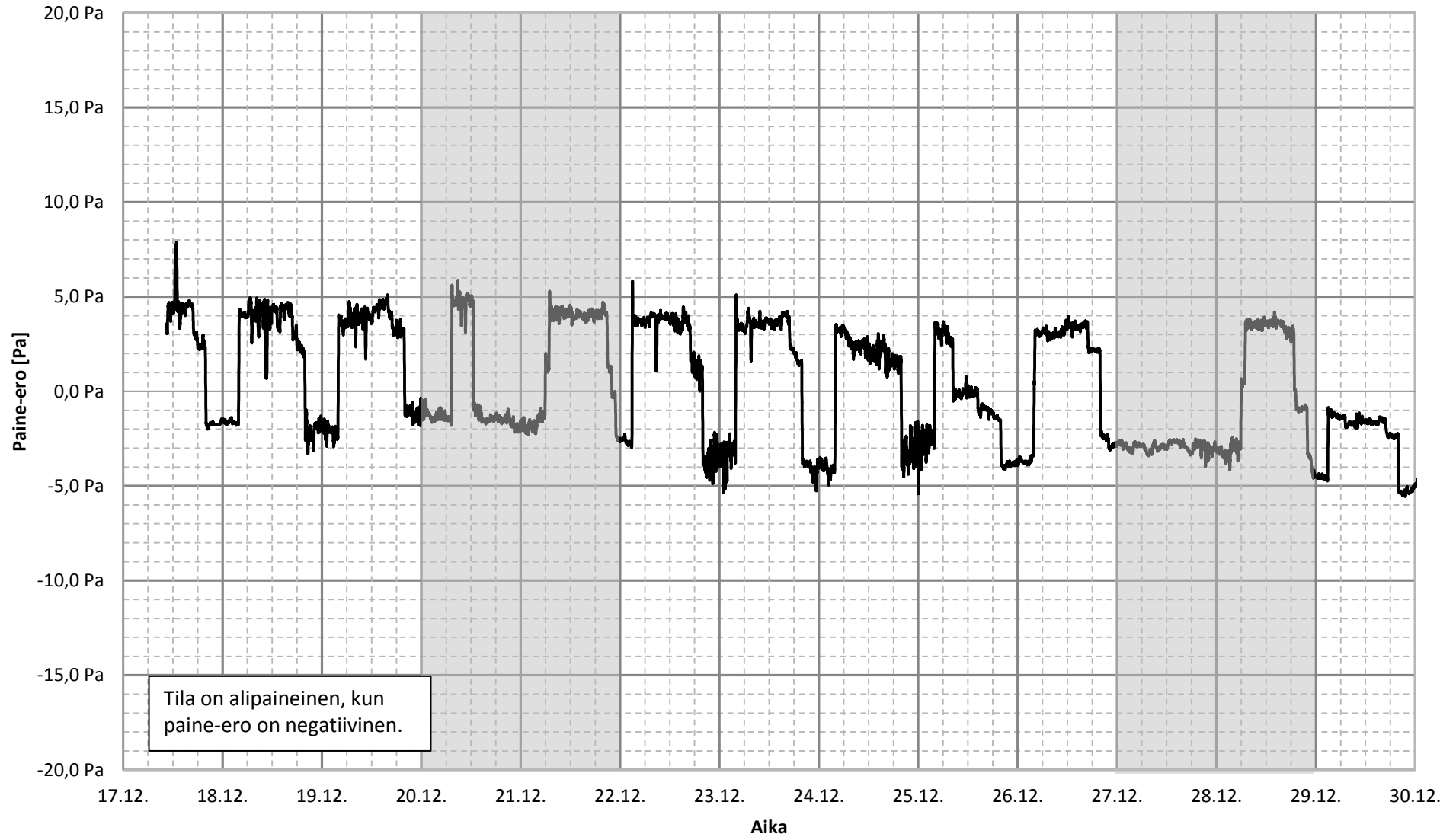


CO₂: Luokkatilan 408 hiilidioksidipitoisuudet 11.12.- 21.12.2014



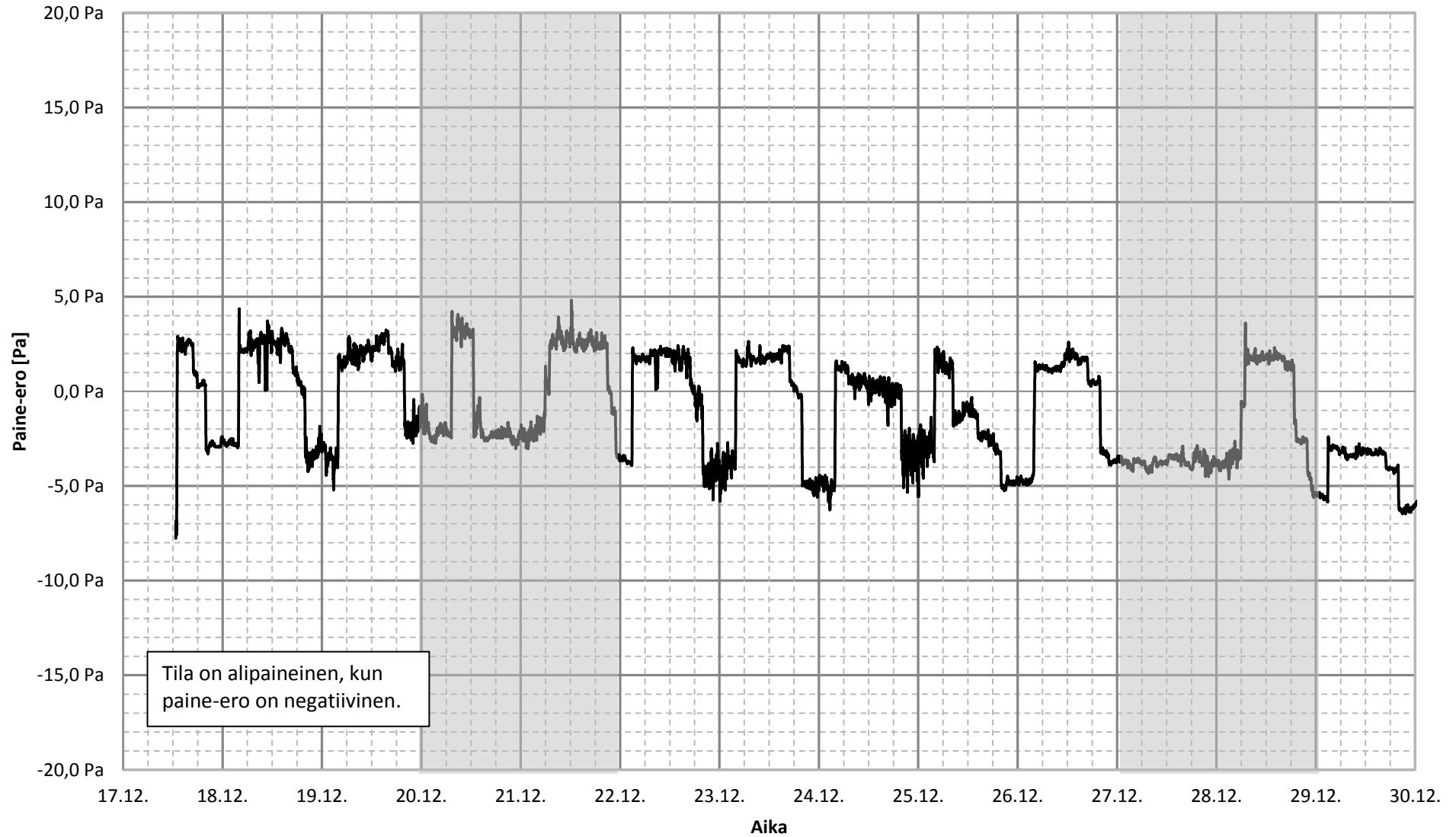
PE1: Luokkatilan 231 ja ulkoilman välinen paine-ero 17.12. - 30.12.2014

Kymmenen minuutin keskiarvo



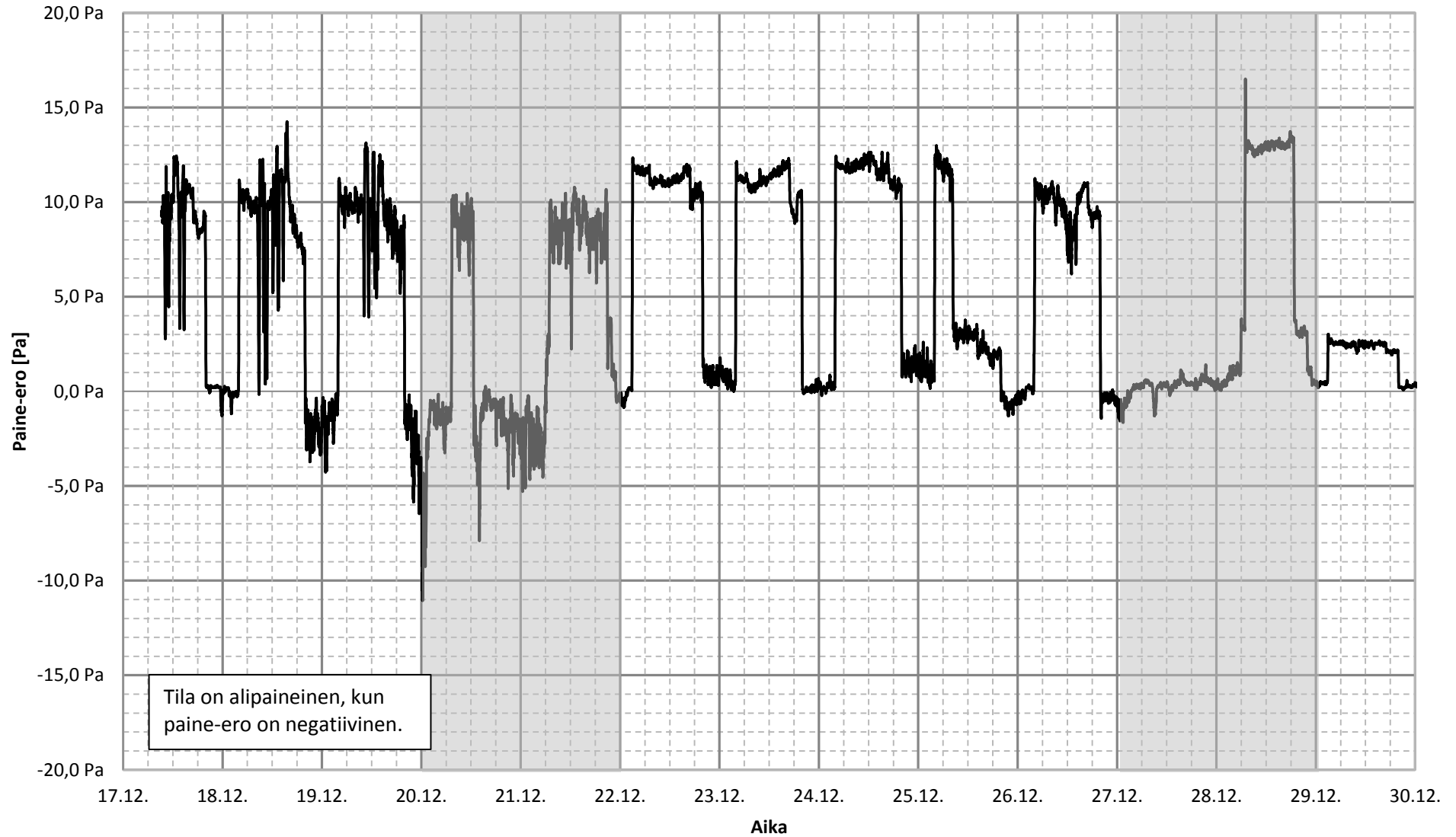
PE2: Luokkatilan 232 ja ulkoilman välinen paine-ero 17.12. - 30.12.2014

Kymmenen minuutin keskiarvo



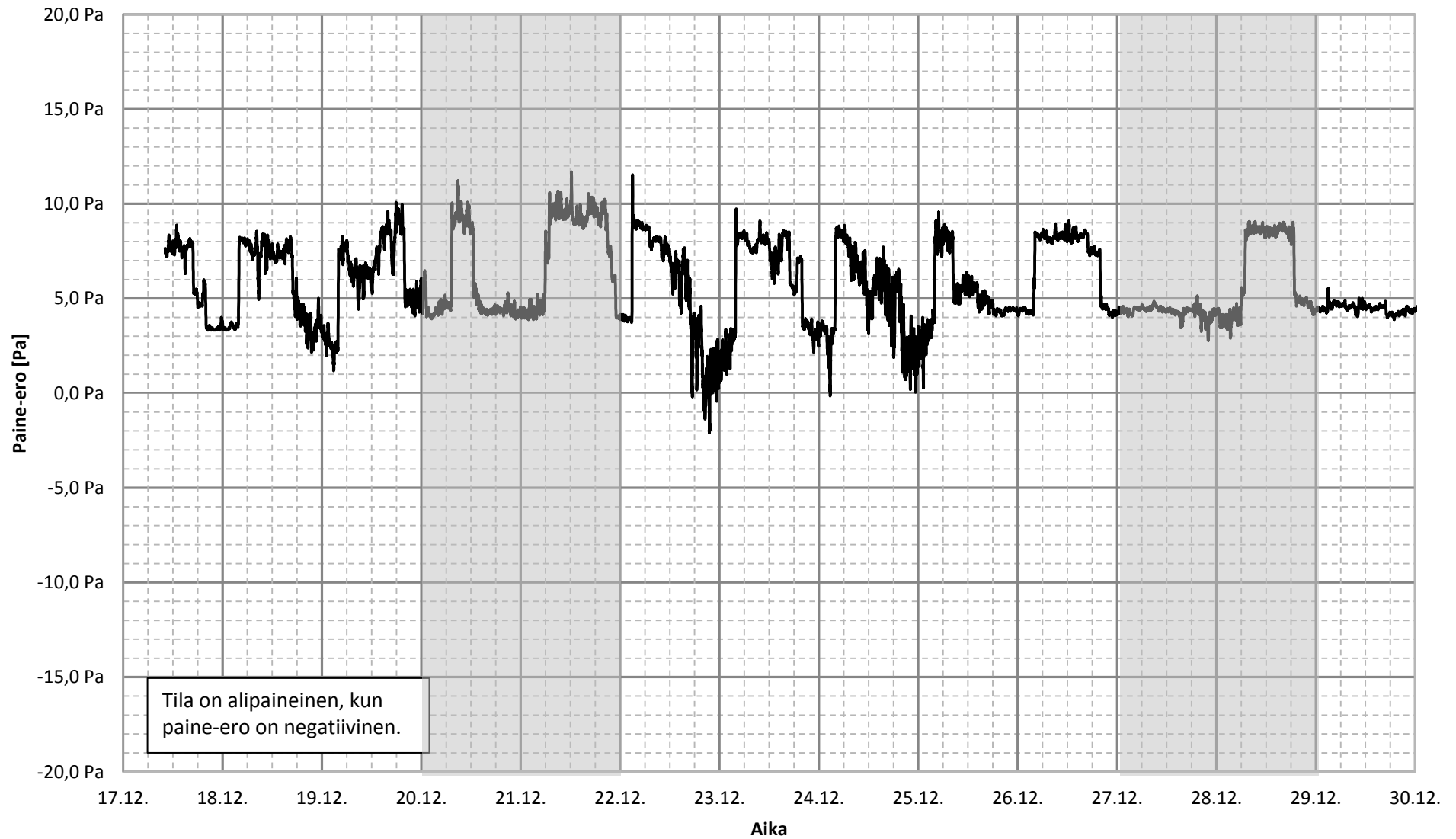
PE3: Luokkatilan 315 ja ulkoilman välinen paine-erot 17.12. - 30.12.2014

Kymmenen minuutin keskiarvo



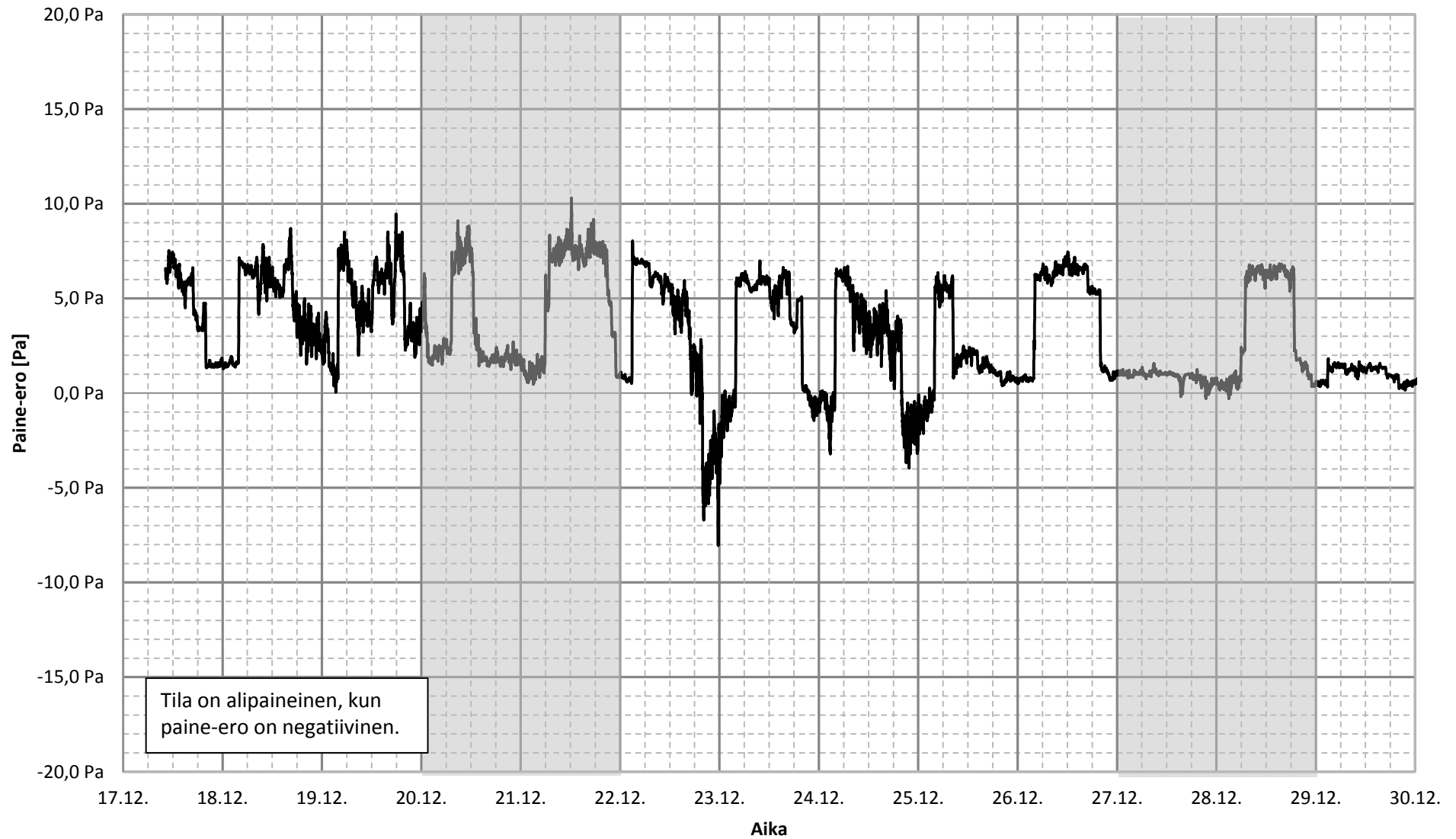
PE4: Luokkatilan 316 ja ulkoilman välinen paine-ero 17.12. - 30.12.2014

Kymmenen minuutin keskiarvo



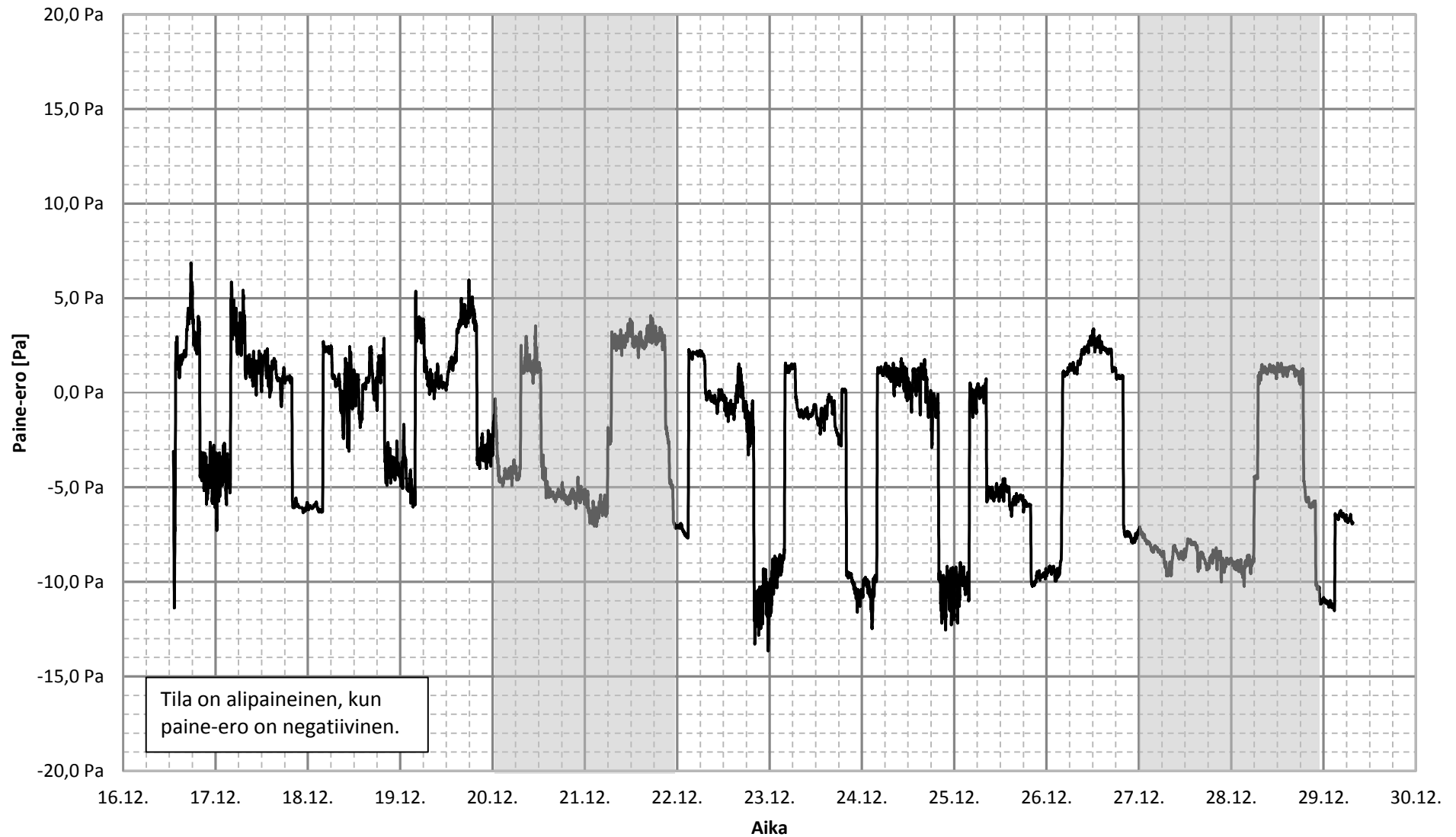
PE5: Luokkatilan 3110 ja ulkoilman välinen paine-ero 17.12. - 30.12.2014

Kymmenen minuutin keskiarvo



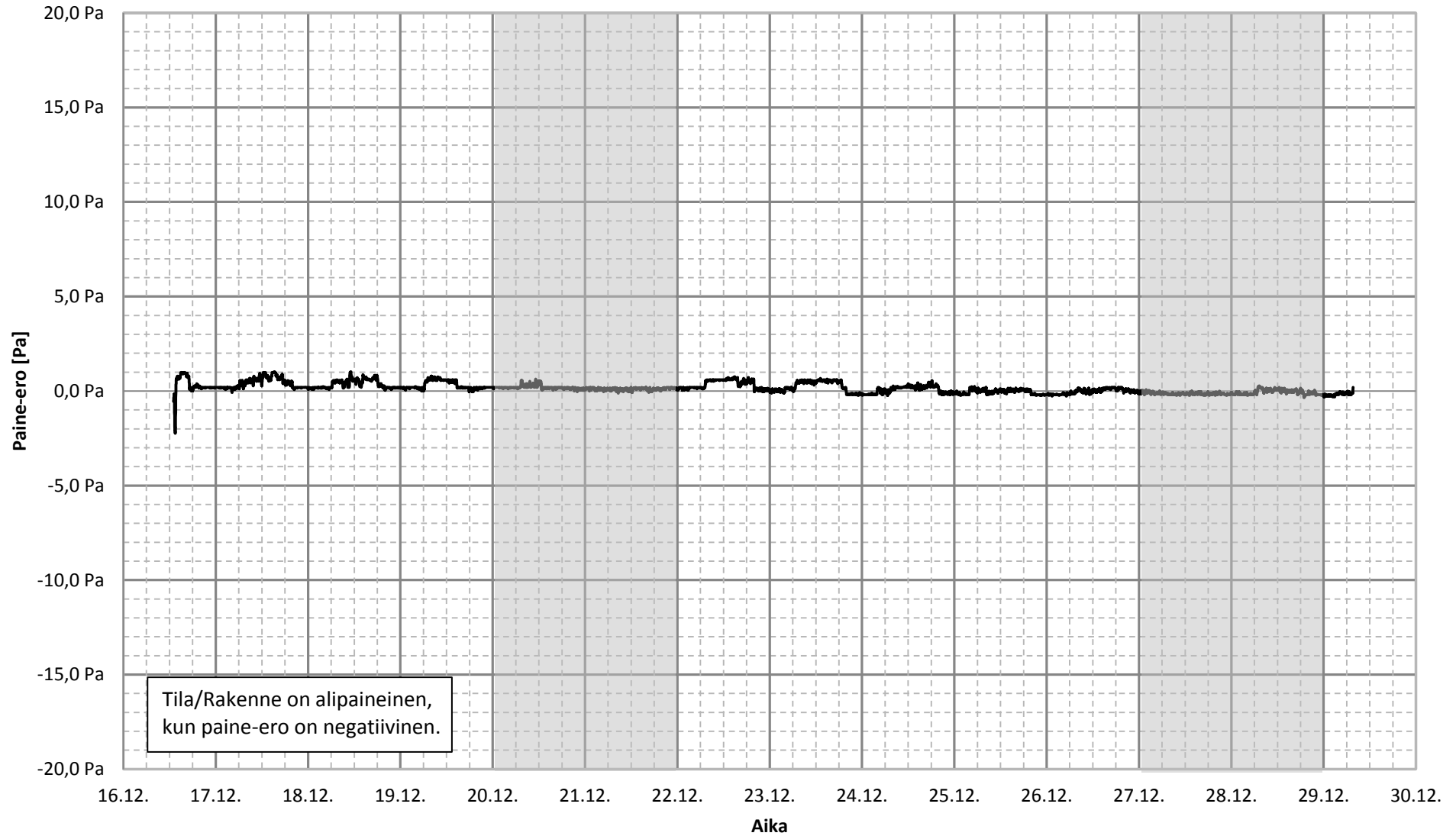
PE6: Luokkatilan 119 ja ulkoilman välinen paine-ero 16.12. - 30.12.2014

Kymmenen minuutin keskiarvo



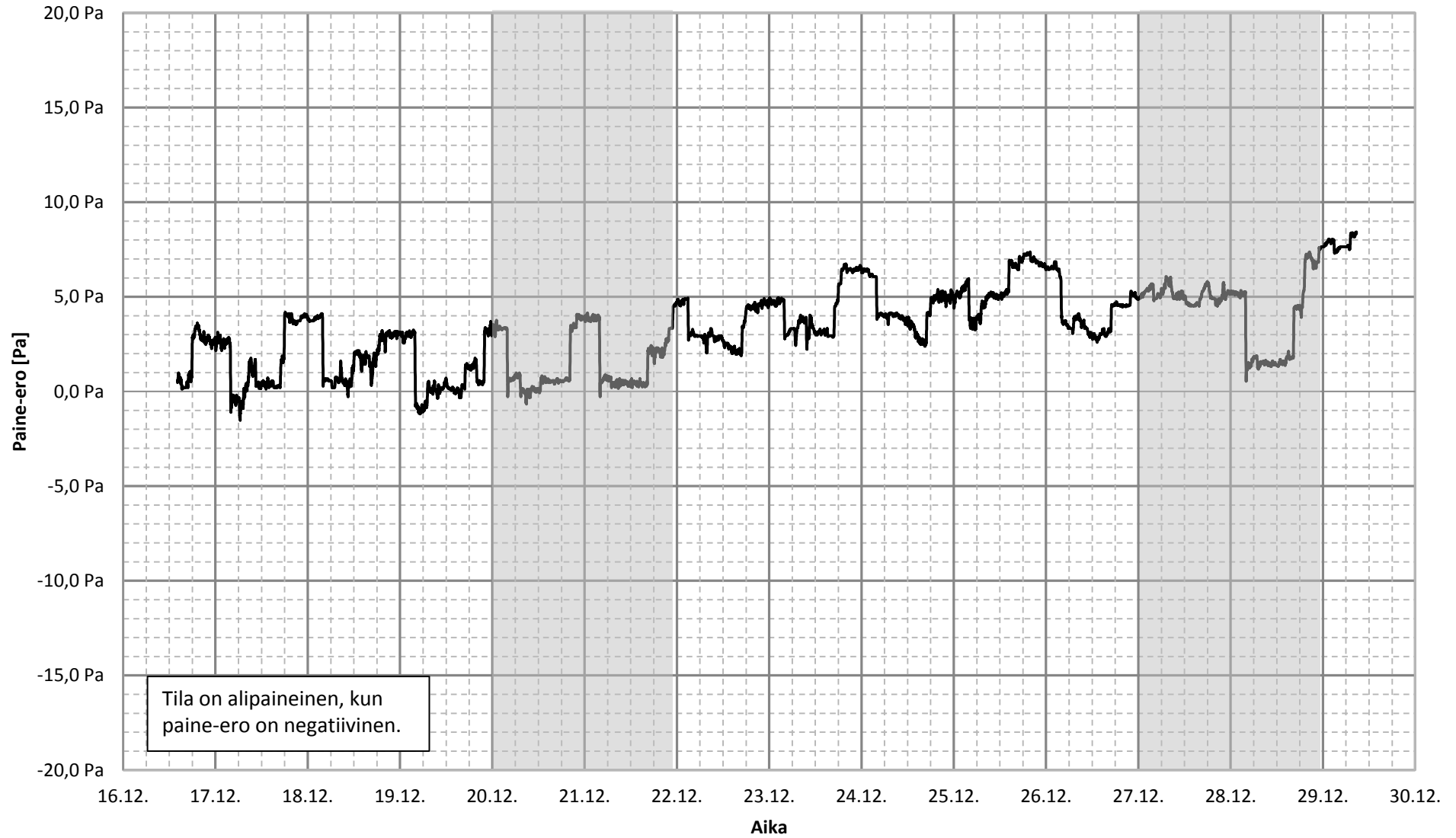
PE7: Luokkatilan 119 ja pystykuilun välinen paine-ero 16.12. - 30.12.2014

Kymmenen minuutin keskiarvo



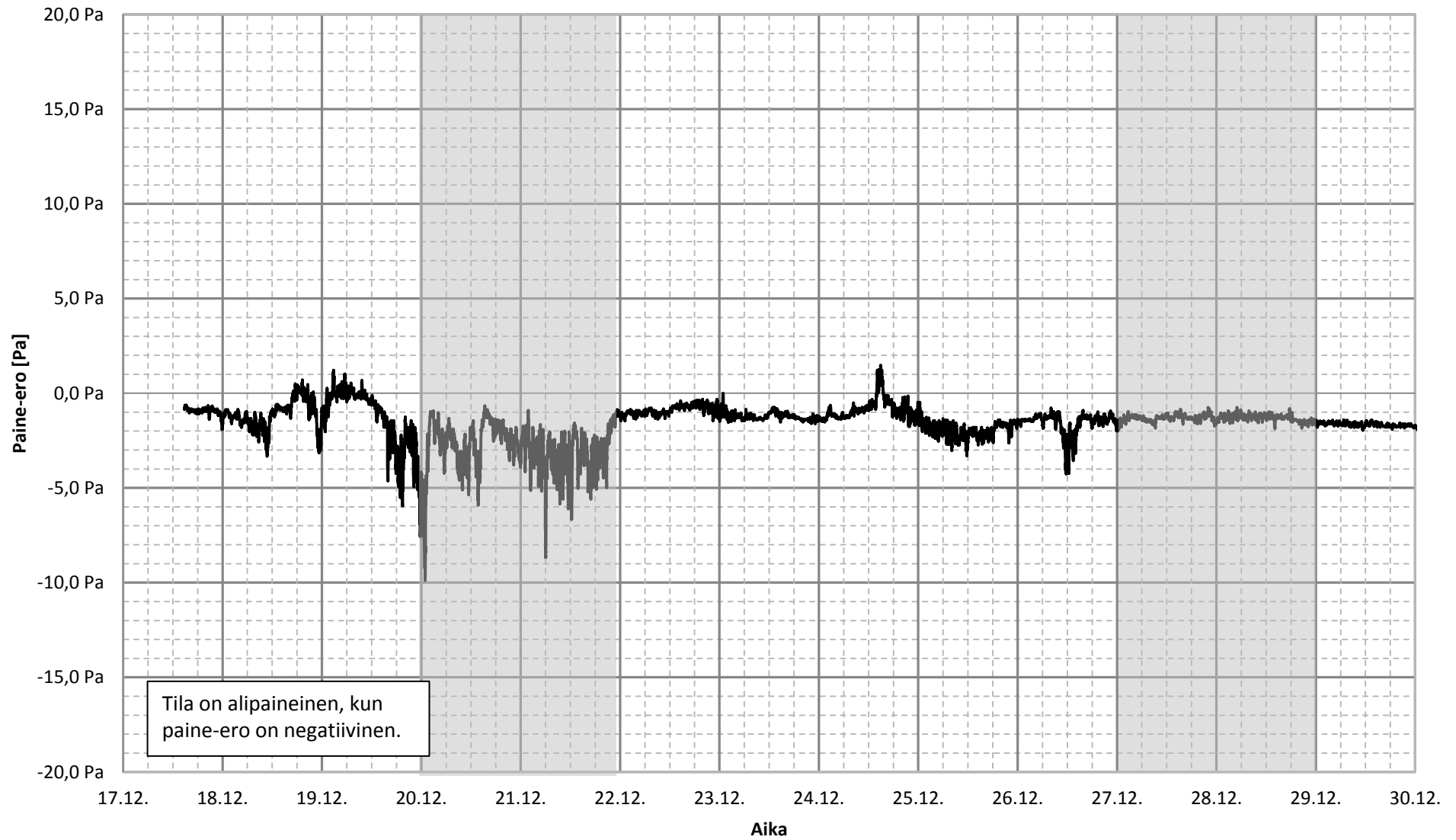
PE8: Alustatilan 140 ja käytävän 180 välinen paine-ero 16.12. - 30.12.2014

Kymmenen minuutin keskiarvo

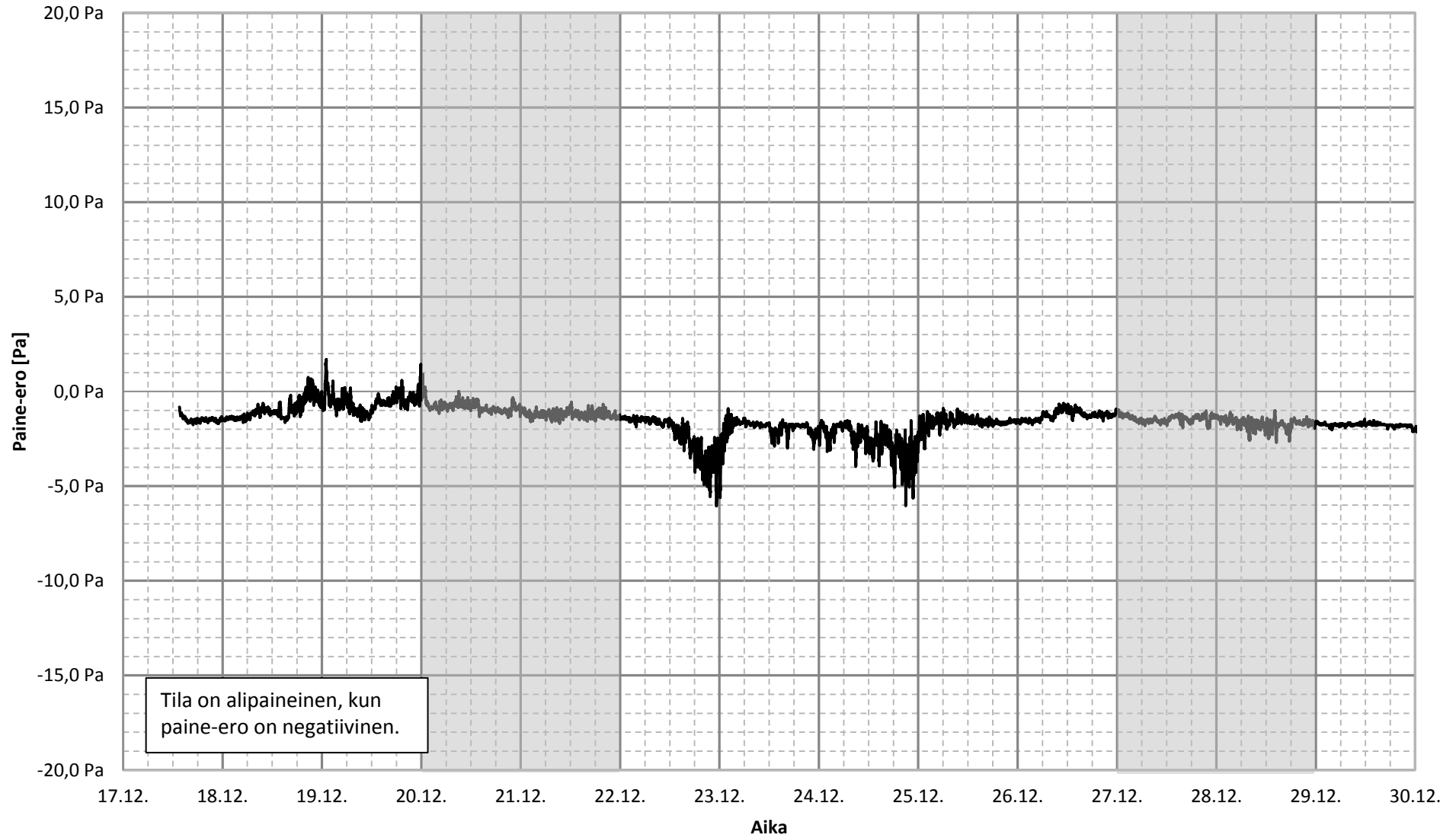


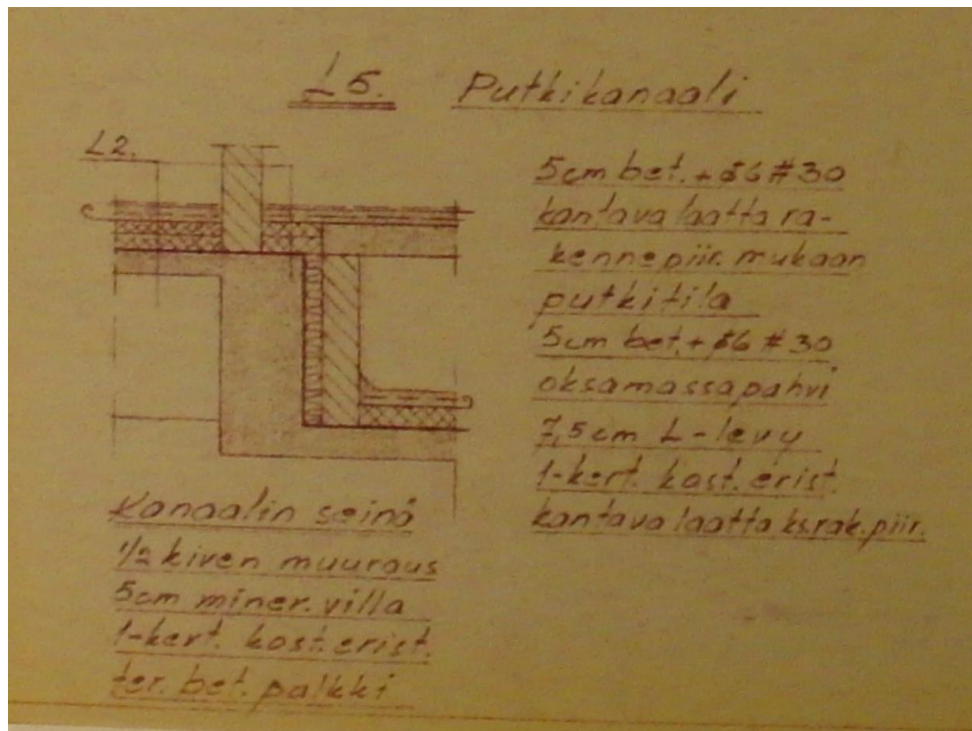
PE9: Luokkatilan 408 ja ulkoilman välinen paine-ero 17.12. - 30.12.2014

Kymmenen minuutin keskiarvo

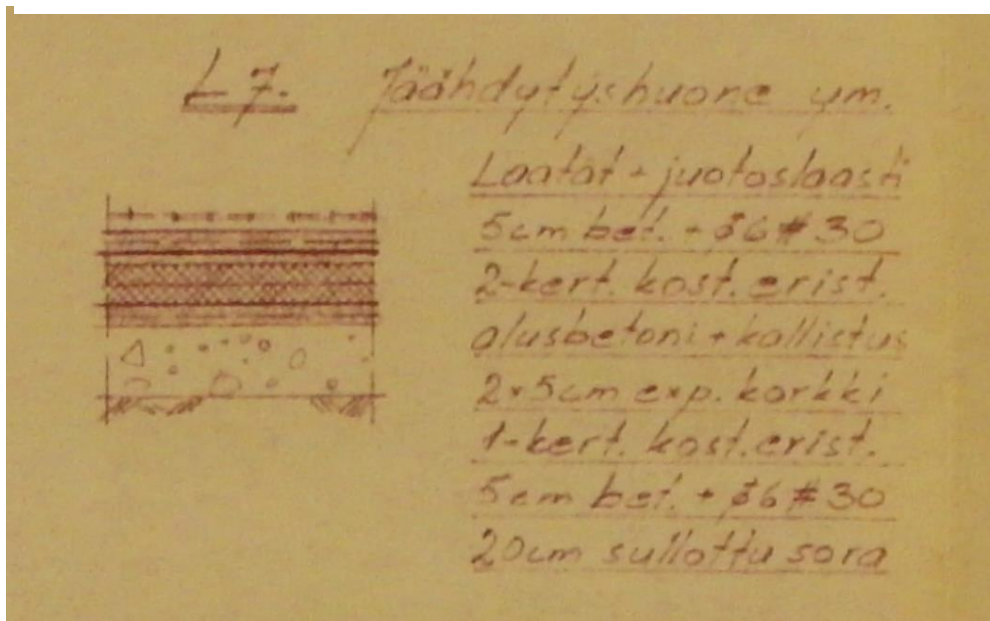


PE10: Luokkatilan 406 ja ulkoilman välinen paine-ero 17.12. - 30.12.2014 Kymmenen minuutin keskiarvo

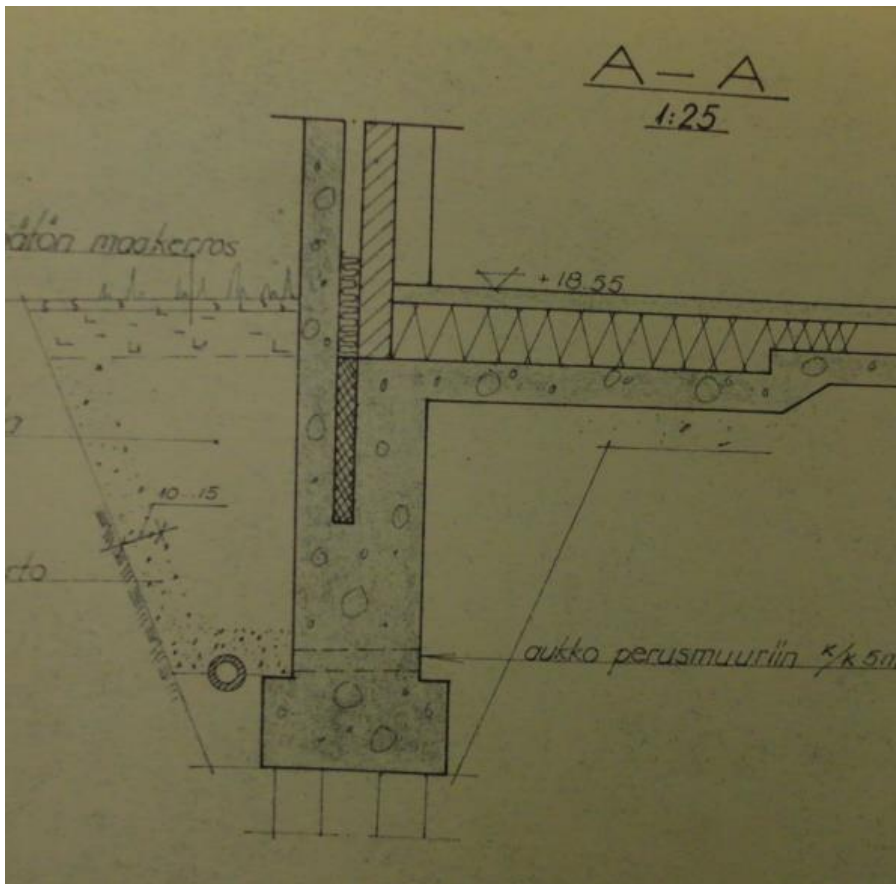
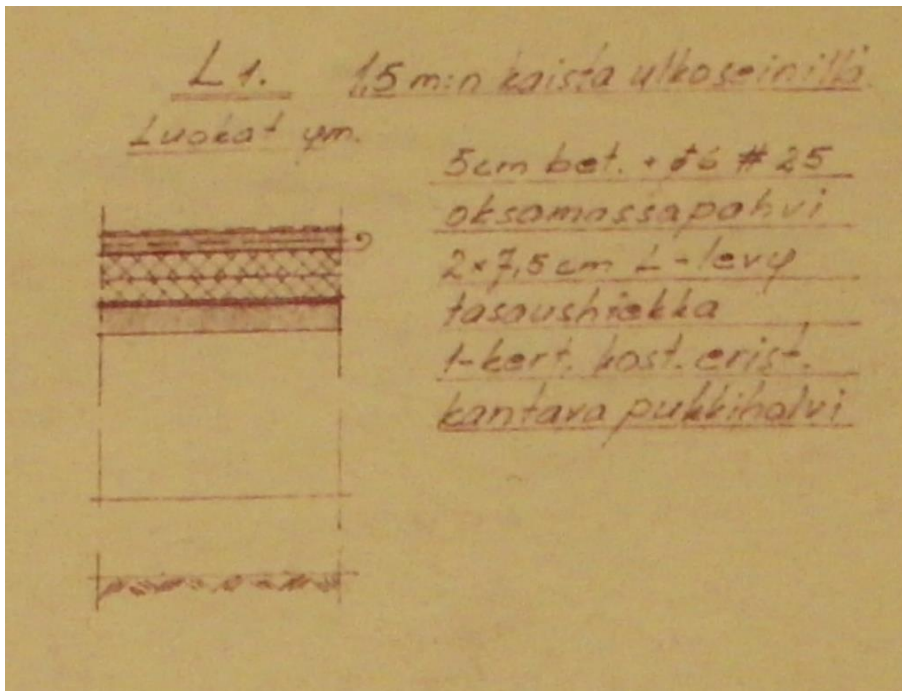




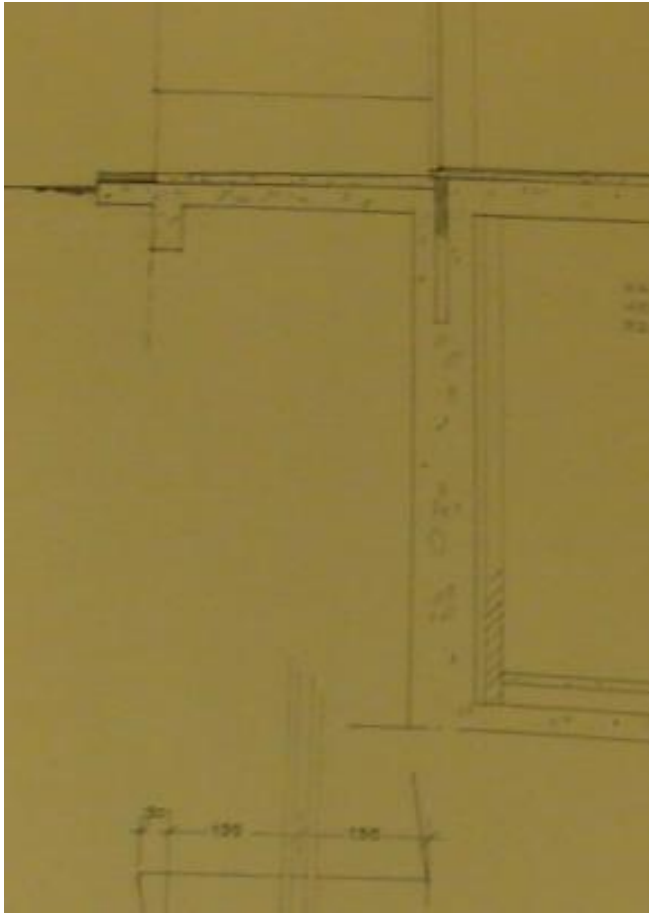
Kuva 1. Leikkaus 1.kerroksen lattian tasolta. Lattian alla on pahvia puueristettä sisältävää kanaalirakennetta. Orgaaniset materiaalit mikrobivaurioituvat kun kosteutta on läsnä. Kanaali ja lattiarakenteissa ilma pääsee kulkeutumaan laajalle kuljettaen mukanaan mahdollisia epäpuhtauksia.



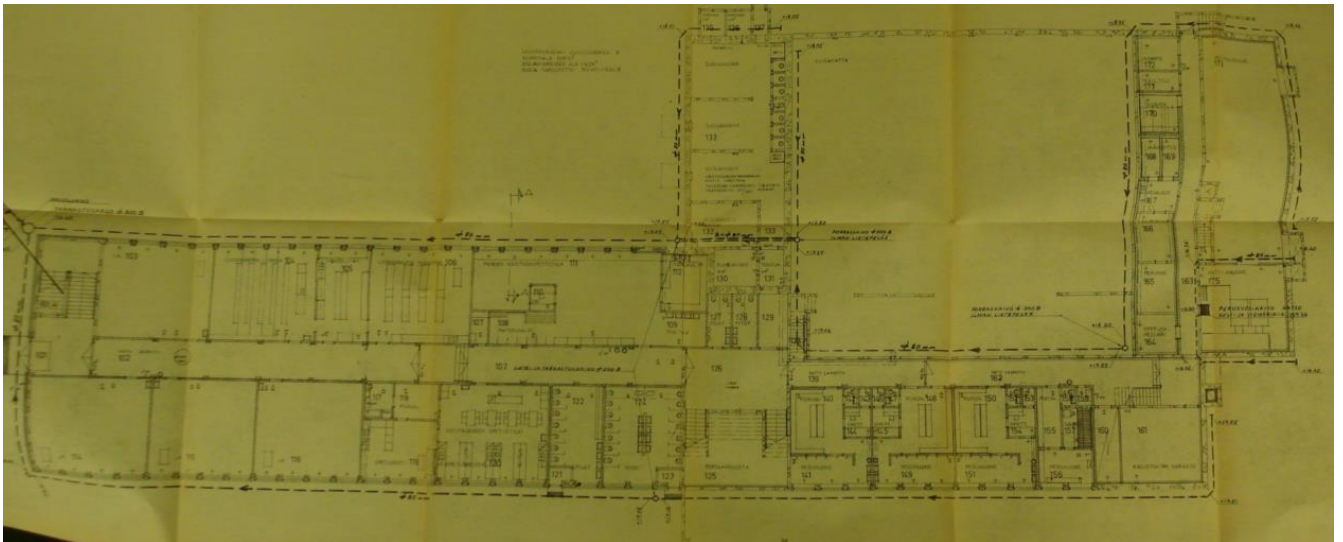
Kuva 2. Leikkaus 1.kerroksen lattian tasolta. Lattian rakenteissa on alun perin käytetty myös muita orgaanisia materiaaleja kuten paisutettua korkkia.



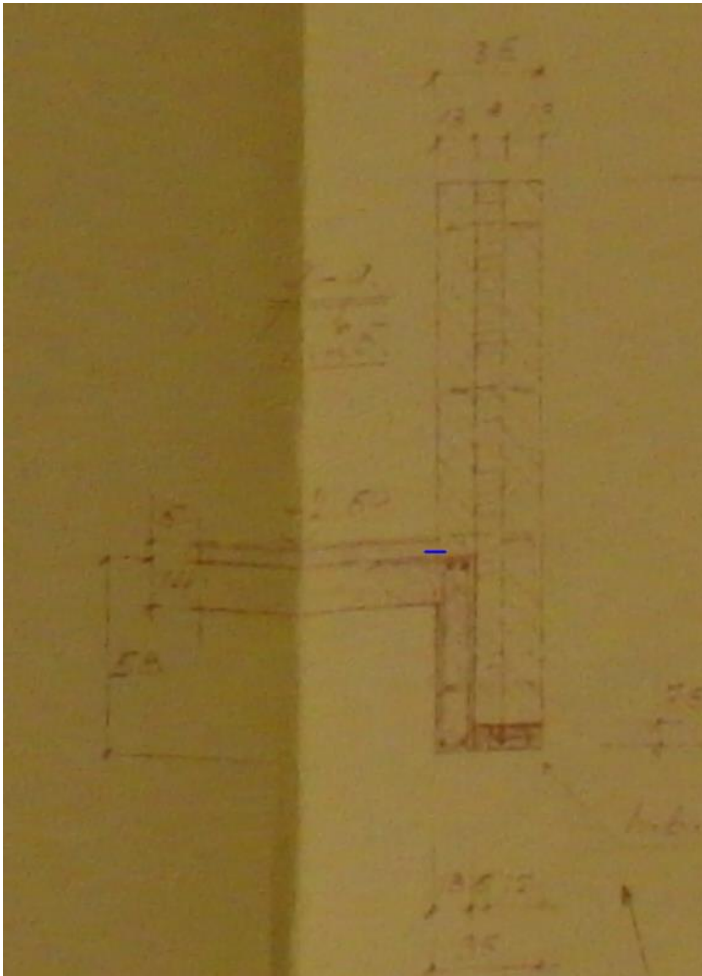
Kuvat 3, 4. Leikkaus alapohjan tasolta. Lattiassa on käytetty kantavan laatan päällä sementillä sidottua puulastueristettä. Eriste on herkkä kosteusvaurioille ja sillä on suuri ilmanläpäisevyys, jolloin vauriopai- kassa syntyvät epäpuhtauden pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan ilmapuodoista koko lattian alueella. Sokkeleissa on myös orgaanista eristettä (mm. pilarien kohdalla paisutettua korkkia), joka voi myös mikro- bivaurioitua liiallisesta kosteu- desta. Lattian ja seinän liittymässä on muurattua rakennet- ta, joka kokemuksen mukaan ei muodosta ilmatiivistä kerros- ta, jolloin sokkelissa olevan eristeen vaurioituessa epäpuh- taudet voivat kulkeutua sisäil- maan. Epäpuhtaudet voivat kulkeutua seinän eristetilassa ylöspäin aina ylimmän kerrok- sen tiloihin saakka.



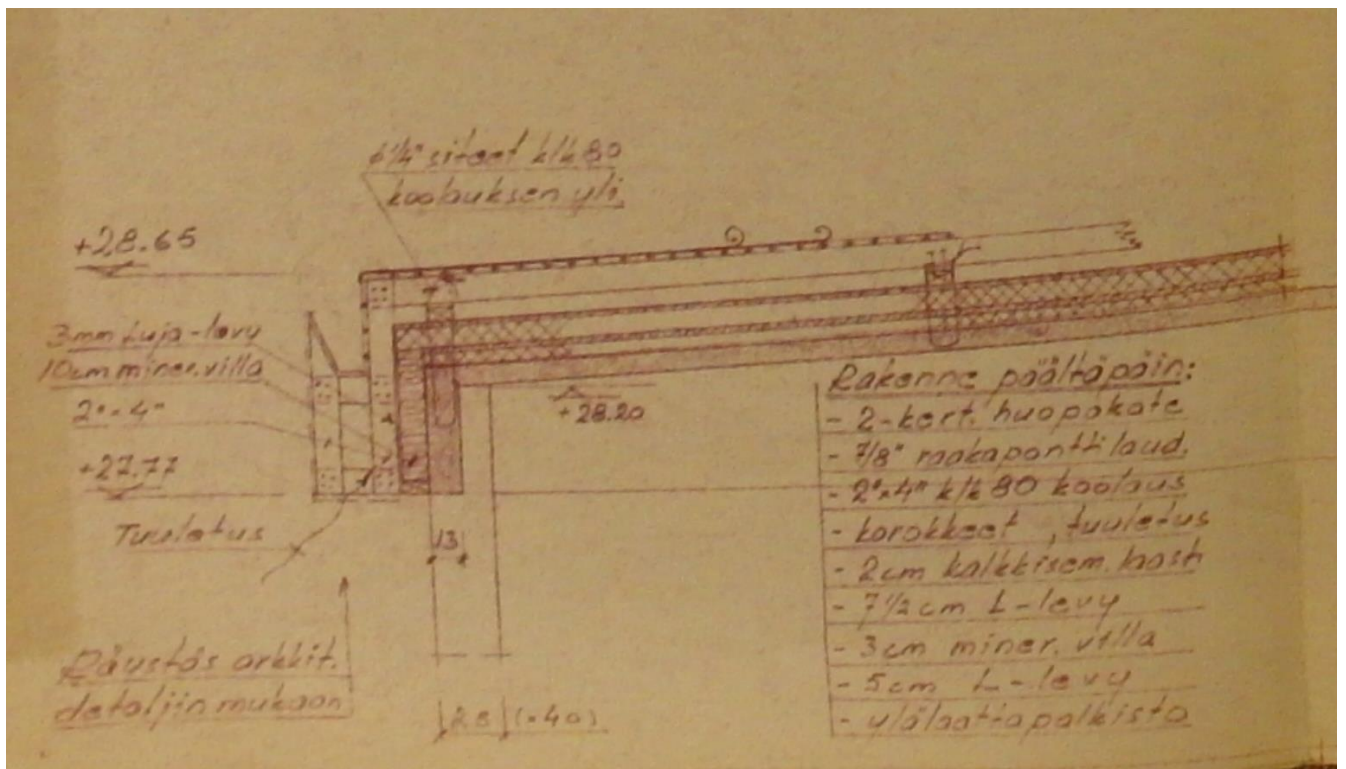
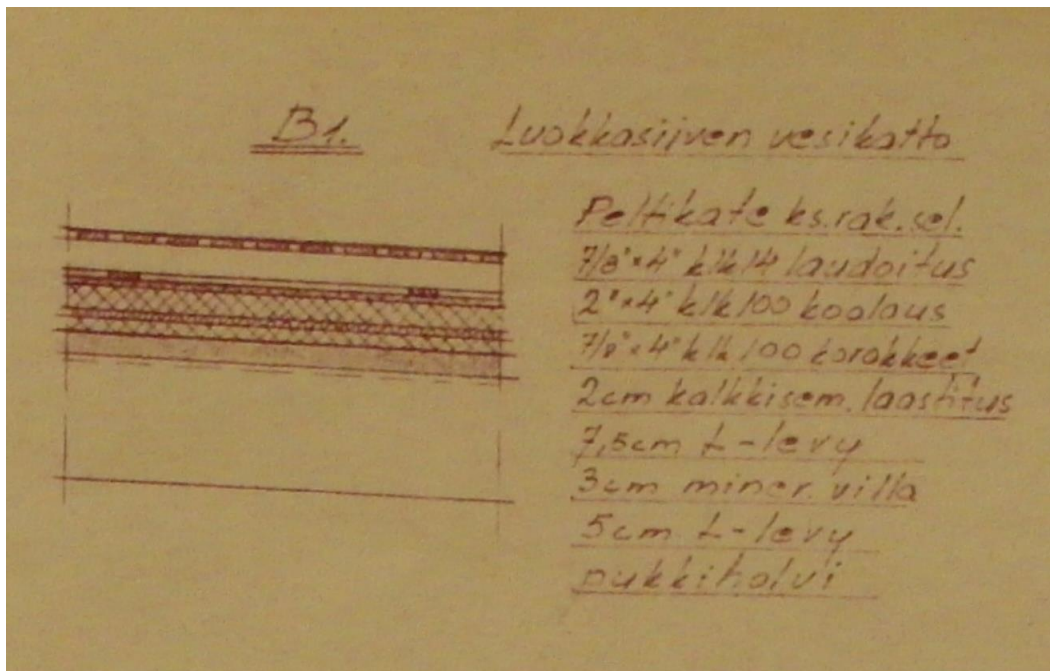
Kuvat 5. Maata vasten olevissa 1.kerros seinissä perusmuurin yläpäässä on sokkelihalkaisu, joka on myös yläreunastaan yhteydessä ylempänä olevan seinärakenteen eristetilaan, jolloin mahdolliset epäpuhtaudet voivat kulkeutua myös maanpäällisiin tiloihin. Maanvastainen seinärakenne ei ole kosteusteknisesti toimiva. Massiivisen betonimuurin sisäpinnassa on mineraalivilla muurattu sisäkuori. Lämmöneristeen tulisi olla betoniseinän ulkopinnassa. Usein tämäntyyppisissä rakenteissa on tavattu mikrobiperäistä hajua sisäpuolisen kuorimuurauksen takana. Myös lattian liittymästä voi päästä kellarimaista maaperän hajua muurauksen taakse. Kuorimuurauksen takana olevassa raossa ilma pääsee liikkumaan esteettä ja hakeutumaan muurauksessa olevien epätiiviyden kohtien kautta sisäilmaan. Yleensä tämän tyyppisissä rakenteissa on käytetty sisäpuolisia tervasivelyjä kosteuseristeenä, joista voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan.



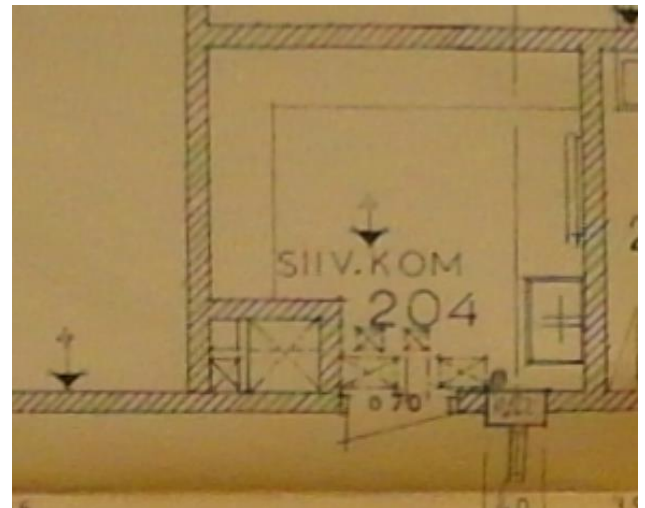
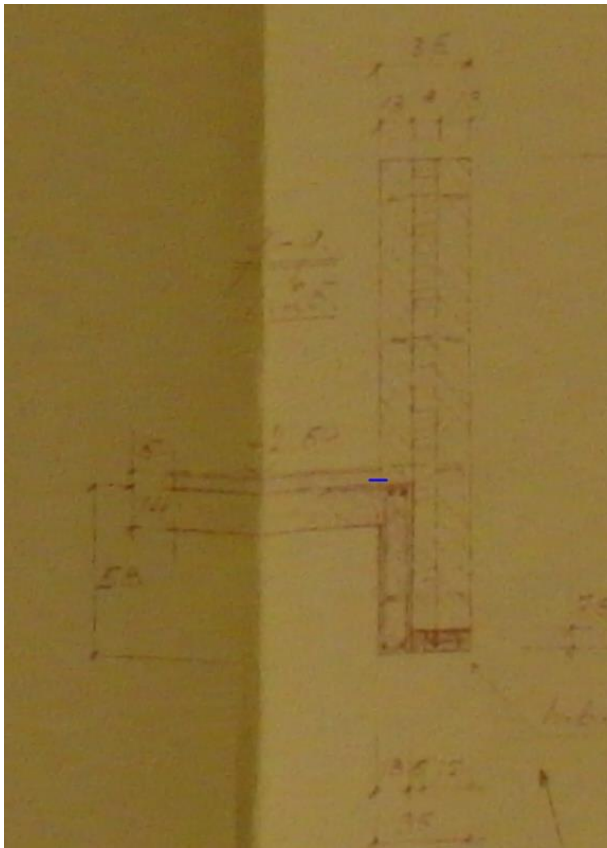
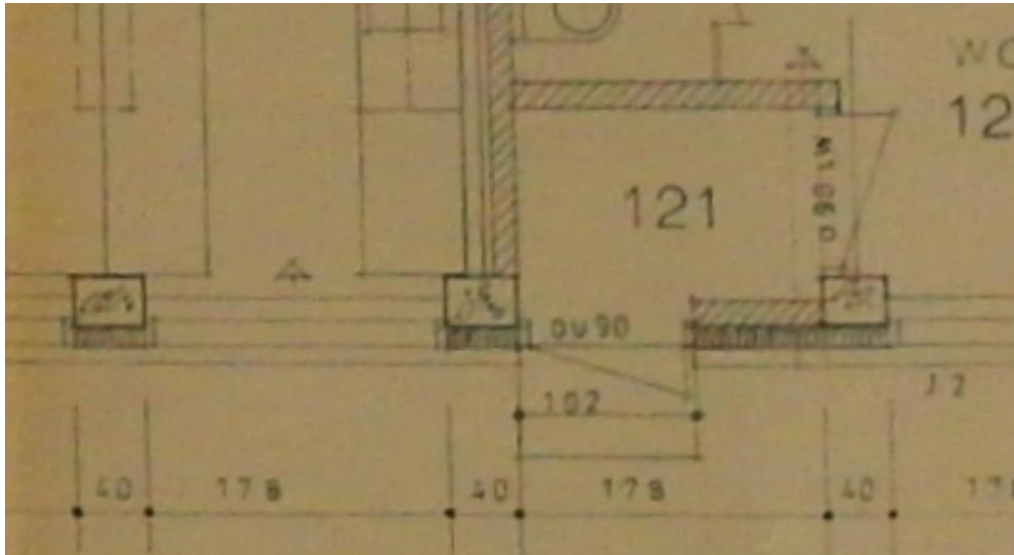
Kuva 6. Vanhojen suunnitelmien mukaan tutkittu osa rakennusta on salaojitettu.



Kuva 7. Välipohjaleikkaus ikkunoiden kohdalta. ikkunoiden päällä on betonipalkki, jonka varassa on muuratut kuoret. Kuorin välissä on mineraalivilla lämmöneristys. Kokemus on osoittanut, että tällaisissa rakenteissa on ilmavuotoja lattian rajassa ja ikkunoiden liittymissä.



Kuvat 8 ja 9. Yläpohjaleikkauksia. Myös yläpohjassa on käytetty puuaineisia rakennusmateriaaleja. Paikalla valettu yläpohjarakenne on osoittautunut varsin ilmatiiviiksi rakenteeksi. Epäpuhtaudet yläpohjasta voivat kulkeutua alemmassa kuvassa esitetyn ikkunarakenteen tai läpivientien kautta sisäilmaan.



Kuva 10, 11 ja 12. Tiivistykset ikkunarakenteissa tehdään ikkunoiden päällä ja sivulla betoni-kuoriin ja alapuolella tiiliseen sisäkuoreen. Lattiassa tiivistetään tiilisen kuoren ja lattian liittymä. Hormirakenteissa tiivistykset tehdään alapohjan ylemmän laatan sisäpintaan ja yläpohjassa kantavan laatan sisäpintaan.



Kuvat 13, 14 ja 15. Parakkirakennuksen käytävöiden lasketut kattolevyt olivat huonokuntoiset. Mineraalivillaa oli monin paikoin näkyvissä. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän pääte-elimet olivat erittäin pölyisiä. Pölyä oli erittäin paljon pinnoilla. Luokkatilan 408 poistoilmanvaihtojärjestelmän yksi pääte-elin oli irronnut.





Kuvat 16 ja 17. Alustatilassa 140 havaittiin mikrobiperäistä hajua. Alustatila oli ylipaineinen käytävään nähden, joten epäpuhtaampi ilma pääsee virtaamaan liikuntatiloihin. Tilassa säilytettäviä tavaroita ei tulisi ottaa käyttöön ilman kunnollista puhdistusta, eikä alustatilan käyttäminen varastona ei ole suositeltavaa.