
TUTKIMUSSELOSTUS

SISÄILMASTO- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS



VARISTON OPETUSPISTE, VARISTONTIE 1, VANTAA

51392.81

9.12.2014

Sisältö

1	LÄHTÖTIEDOT	2
2	YLEISTÄ KOHTEESTA	2
3	HAVAINNOT JA MITTAUKSET KOHTEESSA	3
3.1	PINTAKOSTEUSKARTOITUS	3
3.2	PINNOILLE LASKEUTUNEEN JA ILMANVAIHTOKANAVIEN SISÄPINTOJEN PÖLYN KOOSTUMUS	3
3.3	PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT	4
3.4	HIILIDIOKSIPITOISUUDEN SEURANTA	4
3.5	RAKENTEIDEN ILMATIIVEYS (MERKKIAINEKOKEET)	4
3.6	PAINE-EROSEURANTA	5
3.7	TUTKIMUSKOHTEESSA TEHDYT HAVAINNOT	5
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	5
5	JATKOTOIMENPITEIDEN ARVIOINTI	6
6	LIITTEET	7

Liite 1.	Mittau tulokset
Liite 2.	Mittauspisteet pohjakuivissa
Liite 3.	Merkkiainetutkimustulokset
Liite 4.	Painesuhteet
Liite 5.	Hiilidioksidipitoisuudet
Liite 6.	Kuvakooste

SISÄILMASTO JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

1 LÄHTÖTIEDOT

Tutkimuskohde: Variston opetuspiste
Varistontie 1
Vantaa

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

Tutkimusryhmä

Tutkimuksen tekijöinä olivat Ilkka Meriläinen, Elina Kuitunen ja Hanna Kuitunen. Tutkimukset tehtiin 2.10. - 14.11.2014. Kanava- ja pintapölynäytteiden tulosten arvioinnista on vastannut Eija Puhakka.

Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää osoitteessa Varistontie 1, Vantaa sijaitsevan Variston opetuspisteen sisäilman laatua ja laatuun vaikuttavia tekijöitä.

Tutkimuksen rajaus

Tutkimus rajattiin koskemaan luokkatiloja 117, 161, 101 ja liikuntasalia 143. Tilat valittiin käyttäjien oirekokemuksien perusteella.

2 YLEISTÄ KOHTEESTA

Tutkimuskohde on vuonna 1980 valmistunut harjakattoinen, yksikerroksinen koulurakennus. Kesällä 2014 valmistui vesikattoremontti ja ilmanvaihtoa säädettiin. Koulussa on kaksi tuloilmakonetta, joista TK1 palvelee kaikkia luokkia ja TK2 keittiötä, liikuntasalia ja sosiaalitiloja. Lisäksi liikuntasalissa on poistokone.

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 PINNOILLE LASKEUTUNEEN JA ILMANVAIHTOKANAVIEN SISÄPINTOJEN PÖLYN KOOSTUMUS

Pinnoille laskeutuneen pölyn koostumusta tutkittiin opetustilojen 117 ja 101 ja liikuntasalin 143 tasopinnoilta kerätyistä kokoomanäytteistä. Näytteitä otettiin lisäksi luokkatilojen 117, 161 ja 101 tuloilmakanavien, pukuhuoneen 147 tuloilmakanavan sekä molempien ilmanvaihtokoneiden esisuodatinkammioiden sekä suodatuksen, lämmön talteenoton ja lämmityksen jälkeisten kammioiden sisäpinnoilta. Kaikkiaan tutkittiin 12 pinnoilta, taso- tai kanavapinnalta, kerättyä pölynäytettä.

Tilojen tasopinnoilla todettiin tavanomaisen huonepölyn lisäksi erilaisia metallihiukkasia. Osittain todettiin myös mineraalikuituja. Todettuja metallihiukkasia olivat sinkki, kupari, rauta, tina, barium, kadmium, tina ja antimoni. Metallit olivat myös yhdistyneinä klooriin, happeen tai rikkiin. Opetustilan 117 ylätasolla todettiin myös muutama lyijyhiukkanen.

Tuloilmakanavien sisäpinnoilla todettiin edellä mainittujen hiukkasten lisäksi pukuhuoneen 147 kanavapintaa lukuun ottamatta pienikokoisia, noin 1-2 mikrometrin kokoisia lyijyhiukkasia, Lyijy oli yhdistyneenä klooriin. Tutkimusmenetelmän avulla ei määritetä hiukkasten pitoisuuksia. Lyijyhiukkasten määrä on merkille pantavaksi (opetustilat 117 ja 161) tai suhteellisen paljoksi (opetustila 101).

Tuloilmakoneen TK1 suodatuksen, lämmön talteenoton ja lämmityksen jälkeisen kammion hiukkasten koostumus poikkesi tuloilmakoneen TK2 vastaavasta koostumuksesta. Tuloilmakoneen TK1 kammion sisäpinnalla todettiin paljon pienikokoisia lyijyhiukkasia sekä pienempiä määriä edellä mainittuja sinkki- ja sinkkipitoisia hiukkasia ja esimerkiksi bariumia, kuparia, lantaania, cerumia ja neodyymia sisältäviä hiukkasia. Tuloilmakoneen TK2 esisuodatinkammion sisäpinnalla todettiin enemmän sinkki-, rauta- ja muita metalleja sisältäviä hiukkasia kuin tuloilmakoneen TK1 vastaavalla pinnalla. Kummankaan esisuodatinkammion sisäpinnalla ei todettu lyijyhiukkasia, mutta todettiin mm. antimonin, tinaa, kromia ja kobolttipitoisia hiukkasia.

Tutkituilla sisätilojen tasopinnoilla ja tuloilmalaitteiden sisäpinnoilla todettuja rakasmetalleja, erityisesti lyijyä, kadmiumia, tinaa, antimonin ja kuparia, voidaan pitää poikkeavina. Sinkkiä irtoaa mm. sinkittyjen tuloilmakanavien pinnoilta, jolloin sen esiintymistä kanava- ja laitepinnoilla voidaan pitää normaalina. Näytteissä todetut sinkkihiukkaset voivat olla peräisin sekä kanavapinnoilta että rakennuksen ulko- tai sisäpuolisesta lähteestä.

Sisätilojen ja ilmanvaihtolaitteiden sisäpinnoilla todetut metallit ja metalleja sisältävät hiukkaset viittaavat esimerkiksi maaleista peräisin olevaan lähteeseen. Tällöin kysymyksessä voi olla sekä rakennuksen ulkopuolinen että sisäpuolinen lähde, esimerkiksi kesällä 2014 kattoremontin yhteydessä maalin hionta tai hiekkapuhallus, jolloin epäpuhtauksien kulkeutuminen tuloilmakanavistoon ja edelleen sisätiloihin on ollut

mahdollista (ulkoa peräisin olevasta lähteestä ilmanottoaukon kautta ja sisäpuolisesta lähteestä tuloilmakanaviin tuloilmalaitteiden ollessa pois toiminnasta). On mahdollista, että kysymyksessä on vanha tapahtuma, josta on näkyvillä jäämiä kanavapinnoilla ja sisätiloissa harvemmin siivottavilla pinnoilla.

3.3 PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT

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

Tutkittujen tilojen mineraalikulupitoisuudet vaihtelivat välillä alle 0,07 - 0,21 kpl/cm². Käytössä oleva ohjeellinen arvo 0,20 kpl/cm² ylittyi toisessa liikuntasalin rinnakkaisnäytteessä.

3.4 HIILIDIOKSIDIPITOISUUDEN SEURANTA

Opetustilojen 101 ja 161 hiilidioksidipitoisuutta seurattiin jatkuvatoimisesti kahden viikon ajan. Tulokset on esitetty liitteessä 5.

Hiilidioksidipitoisuudet vaihtelivat välillä 380 – 1514 ppm. Korkeimmat hiilidioksidipitoisuudet todettiin tilojen käytön aikana puolen päivän aikaan. Tulosten perusteella tiloissa eivät täyty kaikkina aikoina tyydyttävälle sisäilman laadulle asetetut vaatimukset Asumisterveysohjeen 2003 mukaan (pitoisuus enintään 1200 ppm). Tyydyttävän sisäilman laadun vaatimustaso ylittyi yhtä tutkimuspäivää lukuun ottamatta jokaisena tutkimuspäivänä ja luokkatilassa 161 puolesta tutkimuspäivistä. Opetustilassa 101 hiilidioksidipitoisuus ylittää hetkellisesti myös tason, 1500 ppm, jolloin ilmanvaihto ei ole terveydensuojelulain edellyttämällä tasolla.

3.5 RAKENTEIDEN ILMATIIVEYS (MERKKIAINEKOKEET)

Ulkoseinän sisäkuoren ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeen avulla tiloissa 117 ja 161. Merkkiainekokeessa rikkiheksafluoridi -kaasua johdettiin ulkoseinän eristetilaan sekä ala- ja yläpohjiin, merkkiaineen mahdollista kulkeutumista sisäilmaan seurattiin huoneissa kaasuanalysaattorin avulla. Huonetilat olivat 1,5-3 pascalia alipaineisia ulkoilmaan nähden. Merkkiainetutkimustulokset on esitetty liitteessä 3.

Opetustilan 117 ulkoseinän merkkiainekokeessa merkittäviä ilmavuotoja havaittiin ulkoseinän ja alapohjarakenteen liittymissä. Paikallisia ilmavuotoja havaittiin ulkoseinä- ja ikkunarakenteen liittymästä sekä ulkoseinien liittymistä. Yläpohjan merkkiainekokeessa merkittäviä ilmavuotoja havaittiin ulkoseinä- ja yläpohjarakenteen liittymistä, väliseinä- ja yläpohjarakenteen liittymistä sekä läpivienneistä ja halkeamista yläpohjassa. Alapohjan merkkiainekokeessa ilmavuotoja ei havaittu.

Opetustilan 161 ulkoseinän merkkiainekokeessa merkittäviä ilmavuotoja havaittiin ulkoseinä- ja alapohjarakenteen liittymistä, ulkoseinä- ja ikkunarakenteen liittymistä, ulkoseinä- ja väliseinärakenteen liittymistä sekä pistorasiasta ja pattereiden kiinnikkeistä ulkoseinässä. Yläpohjan merkkiainekokeessa havaittiin merkittäviä ilmavuotoja pistemäisesti ulkoseinä- ja yläpohjarakenteen liittymistä ja väliseinä- ja yläpohjarakenteen

liittymistä sekä yläpohjassa olevasta halkeamasta. Alapohjan merkkiainekokeessa ilmapuotoja ei havaittu.

3.6 PAINE-EROSEURANTA

Tutkittujen tilojen painesuhteita ulkoilmaan nähden tutkittiin jatkuvatoimisten paine-eromittauksen avulla tiloissa 117, 101 ja 161, lisäksi tutkittiin liikuntasalin ja alapohjan välistä paine-eroa. Tulokset on esitetty liitteessä 4.

Opetustilan 101 paine-erot ulkoilmaan nähden vaihtelivat ali- ja ylipaineisuuden välillä ollen keskiarvoisesti lähellä nollaa. Opetustila 161 oli ulkoilmaan nähden alipaineinen lähes koko mittausjakson, keskiarvo oli noin -3 Pa. Opetustilan 117 paine-erot ulkoilmaan nähden olivat lähellä nollaa lähes koko mittausjakson ajan, keskiarvoisesti noin -1 Pa. Liikuntasali oli lievästi ylipaineinen alapohjaan nähden lähes koko mittausjakson ajan, ollen keskiarvoisesti noin 1 Pa. Paine-erot olivat lähellä tasapaineisuutta, eivät olennaisesti lisää rakenteiden kautta tulevien epäpuhtauksien riskiä.

3.7 TUTKIMUSKOHTEESSA TEHDYT HAVAINNOT

LVI-huone 201 oli 3-4 pascalia alipaineinen ullakkoon nähden, tällöin ullakolla olevat epäpuhtaudet pääsevät ilmavirtojen mukana LVI-huoneeseen. LVI-huoneen ja liikuntasalin väliin on asennettu tiivistämätön ilmastointikanava, ullakon epäpuhtaudet voivat mahdollisesti päästä leviämään sinne kanavaa pitkin.

Ullakolla havaittiin rakennusjätettä ja suuri määrä pölyä.

Pölyä oli paljon harvoin siivottavilla pinnoilla. Pöly kerääntyi pyyhittäessä.

Tutkittujen opetustilojen katoissa oli pinnoittamattomia mineraalivillalevyjä.

Pukuhuoneen 147 laskettu katto on tehty painekyllästetystä puusta.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Tutkitun koulurakennuksen sisäpuolisilla tasopinnoilla ja tuloilmalaitteiden kanavapinnoilla esiintyy poikkeavina pidettäviä metalli- ja raskasmetallihiukkasia, jotka esiintyivät myös kloorin, hapen ja rikin yhdisteinä. Hiukkasten esiintymisen syy ei ole tiedossa. Todettujen raskasmetallien ja erityisesti pienikokoisten lyijyhiukkasten esiintyminen edellyttää toimenpiteitä. Toimenpiteinä voivat tulla kysymykseen ilmanvaihtolaitteiston puhdistaminen ja sisäilman lyijypitoisuuksien määrittäminen ennen puhdistustoimenpiteitä sekä puhdistustoimenpiteiden jälkeen. Puhdistustoimenpiteiden yhteydessä on metallipölyn leviäminen ympäristöön tarpeen estää.
- Opetustilan 117 ulkoseinärakenteessa havaittiin epäpuhtaampien rakenneosien kautta tapahtuvia merkittäviä ilmapuotoja ala- ja yläpohjista, ikkunarakenteesta ja ulkoseinien liittymistä. Yläpohjan merkkiainekokeessa havaittiin merkittäviä ilmapuotoja ulko- ja väliseinän liittymistä sekä läpivienneistä ja halkeamista. Opetustilan 161 ulkoseinärakenteessa havaittiin epäpuhtaampien rakenneosien kautta tapahtuvia merkittäviä ilmapuotoja alapohja- ja ikkunarakenteen liittymistä, väliseinän liittymistä, pistorasiasta ja pattereiden kiinnikkeistä. Yläpohjan merkkiainekokeessa havaittiin pistemäisiä ilmapuotoja ulko- ja väliseinien liittymistä sekä halkeamasta.

- Pinnoille laskeutuvien mineraalikulitujen pitoisuudet olivat käytössä olevaa ohjearvoa alhaisemmat liikuntasalista otettua toista rinnakkaisnäytettä lukuun ottamatta. Tuloilmakanavien sisäpinnoilla todettiin paikoin erilaisia mineraalikulituja. Niiden vaikutus sisäilmaan katsotaan tulosten perusteella vähäiseksi.
- Luokkatilojen 101 ja 161 hiilidioksidipitoisuudet kohosivat oppituntien aikana tasolle, jossa tyydyttävän sisäilman laadun vaatimukset eivät täyty kaikkina aikoina. Kohonneet hiilidioksidipitoisuudet ovat yleensä seurausta ilmanvaihdon riittämättömyydestä tilan käyttöön tai käyttäjämääriin nähden. Luokkatilojen ilmanvaihtoa voidaan tehostaa mm. ikkunatuuletuksen avulla koulupäivien aikana.
- Luokkatila 101 oli useana tutkimuspäivänä ylipaineinen ulkoilmaan nähden, muuten paine-erot olivat lähellä tasapaineisuutta.
- Tutkituissa tiloissa ei havaittu poikkeavaa kosteutta.

5 JATKOTOIMENPITEIDEN ARVIOINTI

- Tuloilmahormiston ja kanaviston laiteosat puhdistetaan kanavapinnoilla todettujen lyijy- ja raskasmetallihiukkasten takia. Puhdistus tehdään imuroimalla ja alipaineistuksen avulla. Puhdistustyön yhteydessä estetään lyijy- ja raskasmetallipitoisen pölyn leviäminen ympäristöön. Ennen puhdistustyöhön ryhtymistä selvitetään sisäilman lyijypitoisuus näytteenoton avulla. Lyijypitoisuudet tarkistetaan puhdistustyön jälkeen näytteenoton avulla. Puhdistusjäte toimitetaan ongelmajättekäsittelyyn.
- Kanaviston puhdistuksen jälkeen siivotaan luokkatilojen pinnat homepölysiivouksen periaatteita noudattaen. Kaikki tilat, pinnat, kalusteet ja tarvikkeet, joihin pöly on voinut päästä, imuroidaan mikrosuodattimella varustetulla imurilla ja pyyhitään kostealla, nihkeällä tai märällä liinalla. Siivouksen taso tarkistetaan silmämääräisesti.
- Rakenteissa todetut ilmapuotokohdat tiivistetään.
- Ilmanvaihtoa tehostetaan, säädetään tiivistystöiden jälkeen.
- Tilojen painesuhteet säädetään lähelle nollaa (tasapaineisuutta).
- Luokkatilojen katoissa olevat mineraalivillalevyt pinnoitetaan.
- Siivouksen tasoa tehostetaan. Yläpölyjen kattava siivous vähintään kerran vuodessa.

Helsingissä, 9. joulukuuta 2014

Sweco, sisäilmaston laadunhallinta – Finnmap Consulting Oy



Ilkka Meriläinen
Rakennusinsinööri



Elina Kuitunen
FM, tutkija



Ilkka Jerkku
Raportin tarkastaja, DI

6 LIITTEET

Liite 1.	Mittaustulokset
Liite 2.	Mittauspisteet pohjakuvissa
Liite 3.	Merkkiainetutkimustulokset
Liite 4.	Painesuhteet
Liite 5.	Hiilidioksidipitoisuudet
Liite 6.	Kuvakooste

Pintailmaisimen käyttö rakennekosteuksien arvioinnissa

Tutkittujen opetustilojen 117, 161 ja 101 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 kosteusluku-arvo on yli 90. Ilmaisimen tulokset eivät anna todellista tietoa rakenteiden kosteudesta.

Tutkitussa kohteessa ei todettu kohonneita kosteuslukuarvoja.

Pinnoille laskeutuneen pölyn ja kanavapölyn koostumus

Pinnoille laskeutunutta pölyä kerättiin kokoomanäytteinä pintatasoilta sekä tuloilmakanavista ja tuloilmakammioista. Näytteet tutkittiin elektronimikroskooppisesti Mikrofokus Oy:n laboratoriossa Helsingissä. Tulokset olivat seuraavat:

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Pölynäytteen koostumus
PP1	Opetustila 117	Kaapin yläpinta	13.10.14	Näytteen todettiin koostuvan tavanomaisista huonepölyhiukkasista; tekstiili- ja paperikuitujen osasia, hilsettä, kiviaineshiukkasista yms. Näytteessä todettiin pieni määrä sinkkipitoisia hiukkasia ja saman tyyppisiä mahdollisesti maaleihin viittaavia raskasmetallihiukkasia kuin kanavapölynäytteissä (KP3 ja KP4). Näytteessä todettiin myös muutama lyijyhiukkanen (Pb+Cl). Näytteessä ei todettu homeitiöitä/rihmastoa, eikä asbestikuituja.
PP2	Liikuntasali 143	Oven yläpuolella olevan ULOS- kyltin yläpinta.	13.10.14	Näytteen todettiin koostuvan tavanomaisista huonepölyhiukkasista; tekstiili- ja paperikuitujen osasia, hilsettä, kiviaineshiukkasista yms. Näytteessä todettiin pieni määrä sinkkipitoisia hiukkasia ja saman tyyppisiä mahdollisesti maaleihin viittaavia raskasmetallihiukkasia kuin kanavapölynäytteissä (KP3 ja KP4). Näytteessä ei todettu homeitiöitä/rihmastoa, eikä asbestikuituja.
KP3	Opetustila 117	Opetustilan 117 tuloilmakanava	23.10.14	Näytteen todettiin koostuvan kiviainestyyppisistä hiukkasista. Näytteessä on paljon vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja. Näytteessä todettiin lisäksi sinkki, sinkki-rauta ja rautahiukkasista sekä "eksoottisia" sinkki/kupari, barium ja cadmiumipitoisia raskasmetallihiukkasista. Näiden lisäksi merkille pantava määrä pienikokoisia (noin 1-2 µm) lyijyhiukkasista (Pb+Cl). Näytteessä ei todettu homeitiöitä/rihmastoa, eikä asbestikuituja.
KP4	Opetustila 161	Opetustilan 161 tuloilmakanava	23.10.14	Näytteen todettiin koostuvan kiviainestyyppisistä hiukkasista. Näytteessä on melko paljon vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja. Näytteessä todettiin lisäksi sinkki, sinkki-rauta ja rautahiukkasista sekä "eksoottisia" sinkki/kupari, barium ja cadmiumipitoisia raskasmetallihiukkasista. Näiden lisäksi merkille pantava määrä pienikokoisia (noin 1-2 µm) lyijyhiukkasista (Pb+Cl). Näytteessä ei todettu homeitiöitä/rihmastoa, eikä asbestikuituja.
KP5	LVI-huone 201	Tuloilmakoneen TK1 esisuodatin kammio	6.11.14	Näytteen todettiin koostuvan kiviainestyyppisistä hiukkasista, joukossa paljon siitepölyhiukkasista, melko paljon vuorivillan ja lasivillan tyyppisiä mineraalikuituja sekä jotakin keraamisia kuituja. Näytteessä todettiin myös joitakin antimoni- ja tinapitoisia hiukkasista. Näytteessä ei todettu homeitiöitä/rihmastoa, eikä myöskään asbestikuituja..
KP6	LVI-huone 201	Tuloilmakoneen TK2 esisuodatin kammio	6.11.14	Näytteen todettiin koostuvan kiviainestyyppisistä hiukkasista, joukossa paljon siitepölyhiukkasista, melko paljon vuorivillan ja lasivillan tyyppisiä mineraalikuituja sekä joitakin keraamisia kuituja. Näytteessä todettiin myös paljon sinkki- ja sinkkipitoisia (mm. Zn+Cl+S) hiukkasista ja myös kuitumaisina rakenteina sekä joitakin kromi-, koboltti- (Cr+Co+S) ja rautapitoisia (Fe+S) hiukkasista. Näytteessä ei todettu homeitiöitä/rihmastoa, eikä myöskään asbestikuituja.

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Pölynäytteen koostumus
PP7	Opetustila 117	Pöytätasot	6.11.14	Näytteen todettiin koostuvan tavanomaisista huonepölyhiukkasista; tekstiili- ja paperikuitujen osasia, hilsettä, kiviaineshiukkasia yms. Lisäksi todettiin paljon siitepölyhiukkasia ja pieni määrä vuori- ja lasivillan tyyppisiä mineraalikuituja. Näytteessä todettiin myös pieni määrä sinkkipitoisia hiukkasia ja sinkkiä myös kuitumaisina rakenteina (Zn+Cl). Näytteessä ei todettu homeitiitä/rihmastoa, eikä myöskään asbestikuituja.
PP8	Opetustila 101	Pöytätasot	6.11.14	Näytteen todettiin koostuvan tavanomaisista huonepölyhiukkasista; tekstiili- ja paperikuitujen osasia, hilsettä, kiviaineshiukkasia yms. Lisäksi näytteessä todettiin suuri määrä kupari+sinkki-hiukkasia ja pieni määrä barium-, tina-, rauta- ja antimoni-pitoisia hiukkasia (Ba+S+O, Sn+S, Sb+O, Fe+S). Näytteessä ei todettu homeitiitä/rihmastoa, eikä myöskään asbestikuituja.
KP9	LVI-huone 201	Tuloilmakone 2, suodatuksen, lämmöntalteenoton ja lämmityksen jälkeinen kammio	10.11.14	Näytteen todettiin koostuvan sinkkipitoisista hiukkasista, joissa yleensä lisäksi klooria ja rikkiä, mutta jossain lisäksi myös mm. rautaa ja piitä. Näytteessä ei todettu homeitiitä/rihmastoa, eikä myöskään asbestikuituja
KP10	LVI-huone 201	Tuloilmakone 1, suodatuksen, lämmöntalteenoton ja lämmityksen jälkeinen kammio	10.11.14	Näyte poikkeaa täysin näytteestä PP9. Sen todettiin sisältävän pääasiassa kiviainestyyppisiä hiukkasia, joukossa paljon noin 1-2 µm kokoisia lyijyhiukkasia (Pb+Cl). Näytteessä todettiin myös pieni määrä sinkki- ja sinkkipitoisia hiukkasia sekä eksoottisia hiukkasia; esim. Ba+S+O, Sb+S+Ba+Cu, La+Ce+Nd. Näytteessä todettiin myös runsaasti vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja. Näytteessä ei todettu homeitiitä/rihmastoa, eikä myöskään asbestikuituja.
KP11	Pukuhuone 147	Pukuhuoneen 147 tuloilmakanava	14.11.14	Näytteen todettiin koostuvan kiviaineshiukkasista, joukossa paljon rautapitoisia (Fe+O) ja sinkkipitoisia hiukkasia. Sinkkipitoisissa yleensä lisäksi klooria ja rikkiä, joissain lisäksi myös mm. rautaa. Näytteessä todettiin lisäksi melko paljon vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja. Näytteessä ei todettu homeitiitä/rihmastoa, eikä myöskään asbestikuituja.
KP12	Opetustila 101	Opetustilan 101 tuloilmakanava	14.11.14	Näytteen todettiin koostuvan kiviaineshiukkasista, joukossa paljon sinkkipitoisia ja jonkin verran rautapitoisia hiukkasia. Sinkkipitoisissa yleensä lisäksi klooria ja rikkiä, joissain lisäksi myös mm. rautaa. Näytteessä todettiin suhteellisen paljon noin 1-2 µm kokoisia lyijyhiukkasia (Pb+Cl). Näissä todettiin lisäksi pieni määrä kuparia ja sinkkiä. Näytteessä todettiin lisäksi melko paljon vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja. Näytteessä ei todettu homeitiitä/rihmastoa, eikä myöskään asbestikuituja.

Tutkimusmenetelmää varten ei ole ohjearvoa.

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:

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Keräysaika	Mineraalikuidut, kpl/cm ²
PPK1.1 PPK1.2	Liikunta- sali 142	Kotelorakenteen yläpinta noin 2 metrin korkeudella salin lattiasta	23.10-6.11.14	0,21 0,07
PPK2.1 PPK2.2	Opetus- tila 161	Opetustilan 161 kaapin yläpinta	23.10-6.11.14	0,14 0,07
PPK3.1 PPK3.2	Opetus- tila 117	Opetustilan 117 pöytätasot	23.10-6.11.14	0,14 alle 0,07
PPK4.1 PPK4.2	Opetus- tila 101	Opetustilan 101 kaapin yläpinta	23.10-6.11.14	alle 0,07 0,07

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

Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset

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

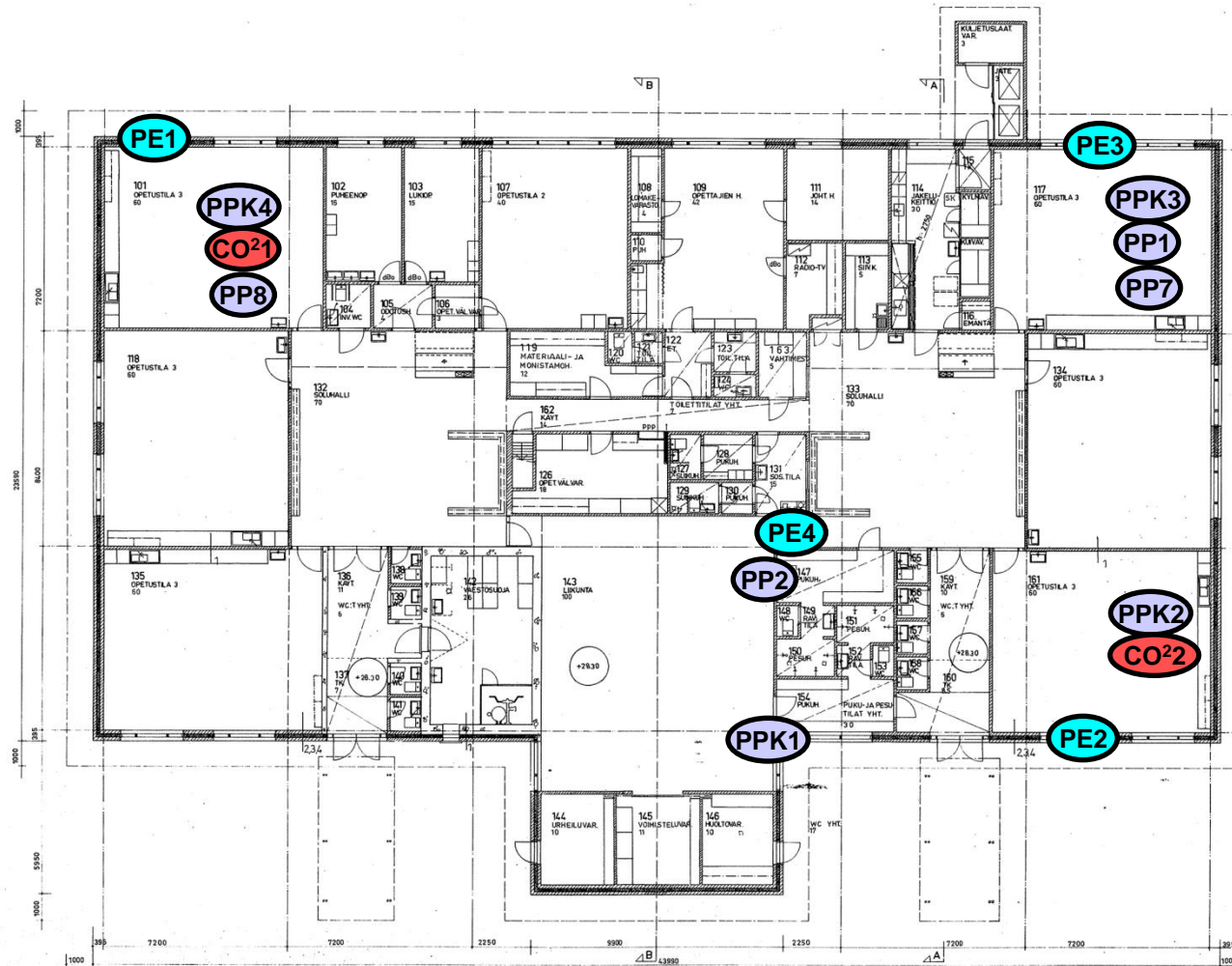
Mittauspiste	Tila	Mittauspisteen kuvaus	Seuranta-aika	CO ₂ -pitoisuus, ppm
CO ² 1	101	Opetustila 101	24.10-5.11.14	395 - 1514
CO ² 2	161	Opetustila 161	24.10-5.11.14	380 - 1450

Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus vaihtelee normaalisti välillä 350 – 400 ppm.

Julkaisun Sisäilmastoluokitus 2008 hiilidioksidipitoisuuden tavoitearvot ovat:

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

Seurantamittausten graafiset kuvaajat on esitetty erillisissä liitteessä 5, joista nähdään mitattujen suureiden vaihtelut eri vuorokauden aikoina.



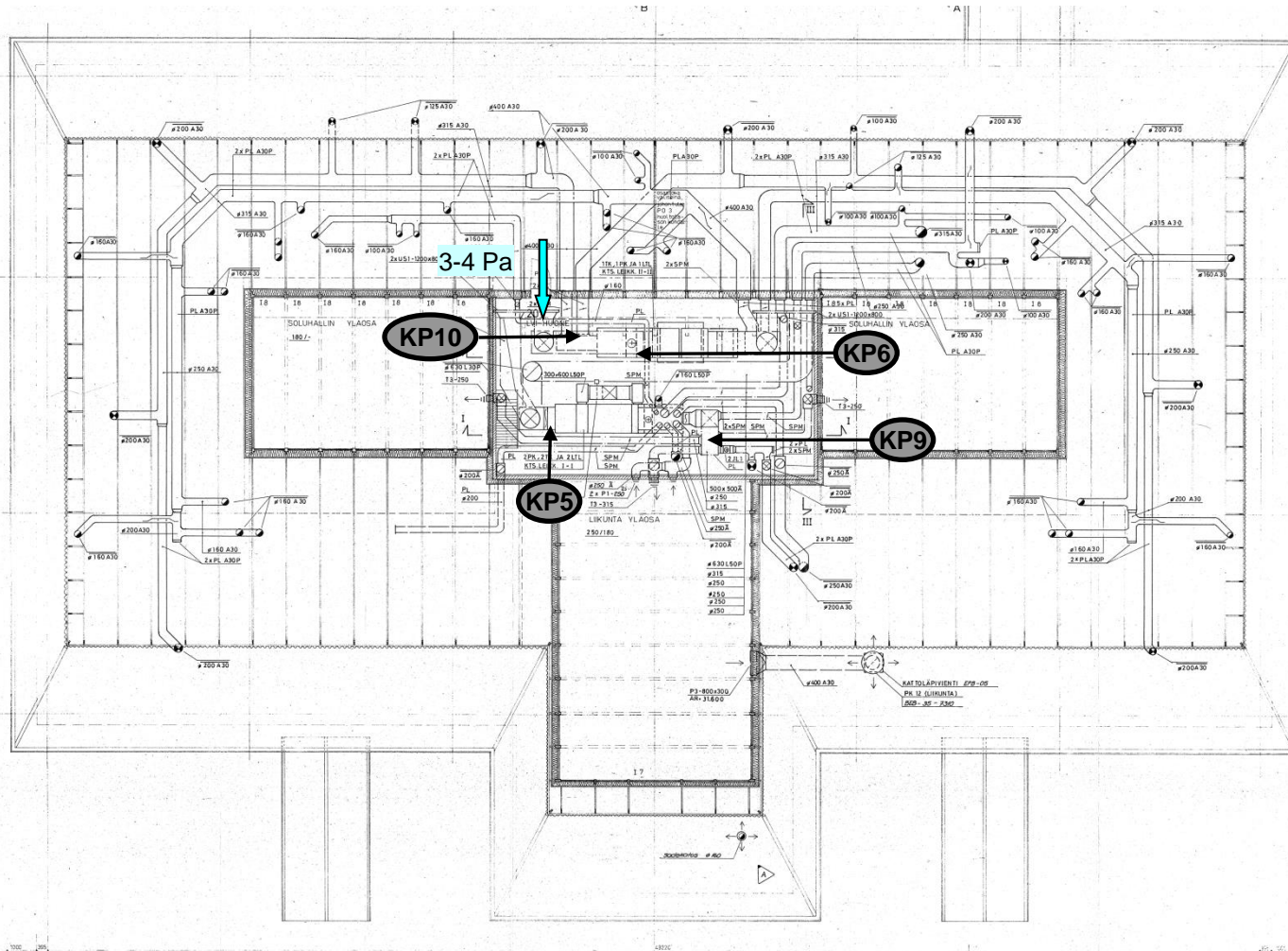
MERKINTÖJEN SELITYKSET:

PP PINNOILLE LASKEUTUVA PÖLY

PPK PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT

PE PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET

CO₂ HIILIDIOKSIN SEURANTAMITTAUKSET

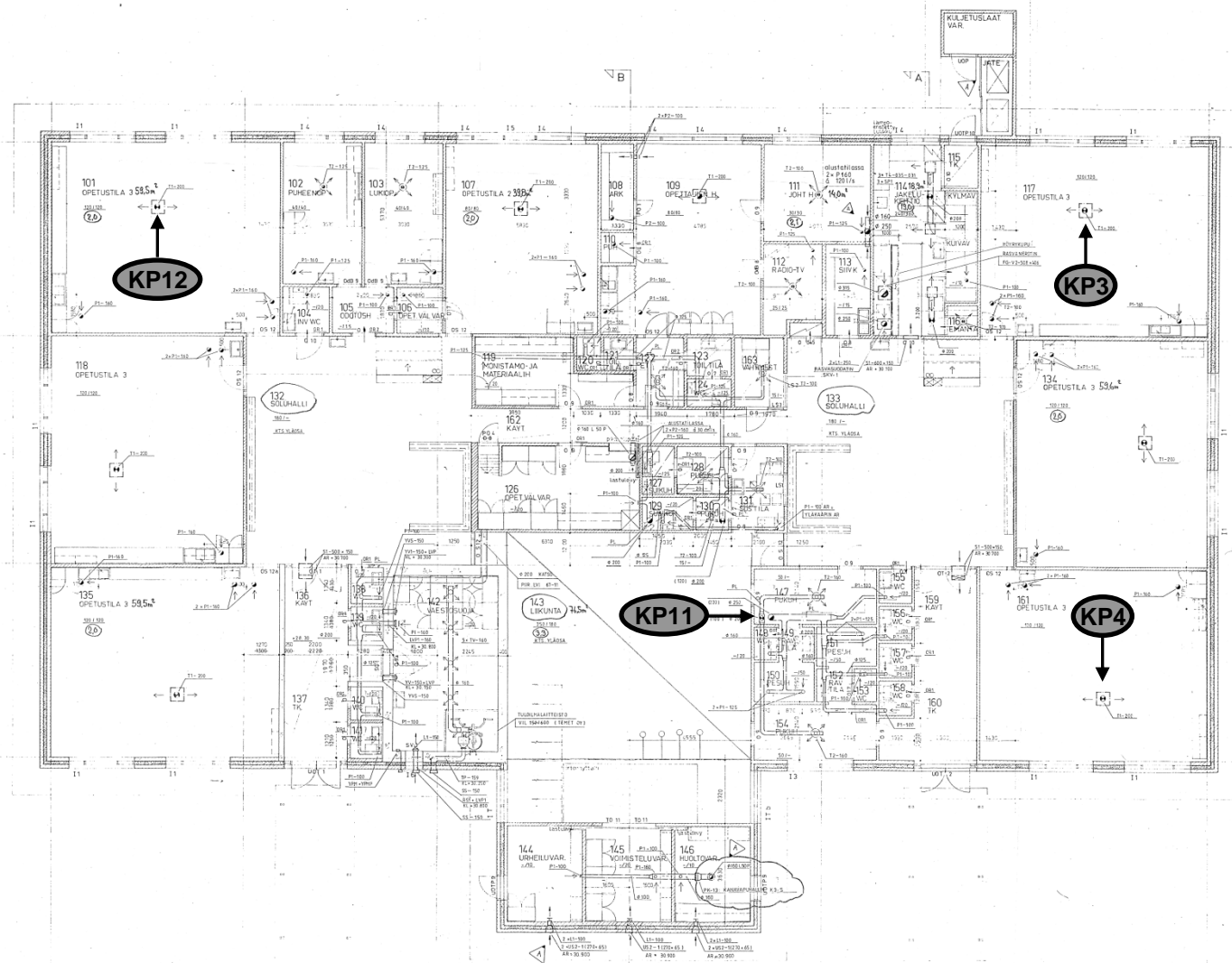


MERKINTÖJEN SELITYKSET:

KP KANAVAPÖLY

0-1 Pa PAINE-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA (kertamittaus)

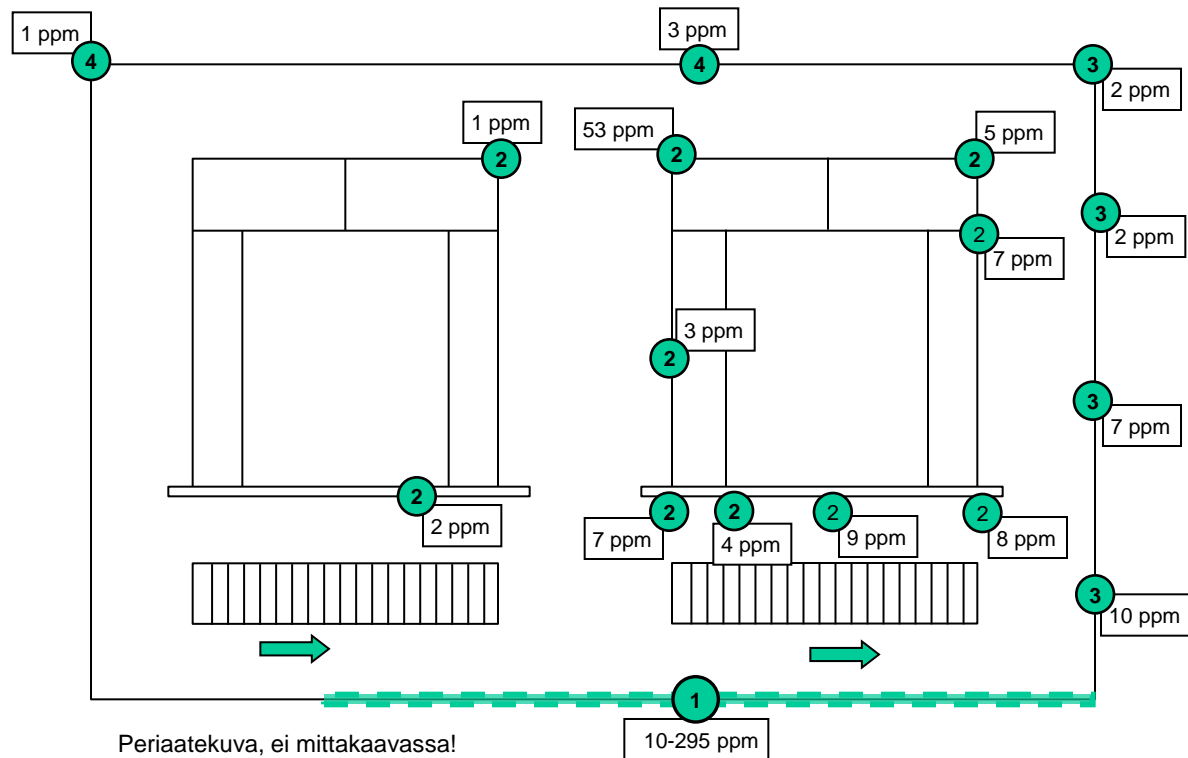







MERKINTÖJEN SELITYKSET:

KP KANAVAPÖLY





LUOKKATILAN 117 ULKOSEINÄN MERKKIAINEKOE 23.10.2014



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

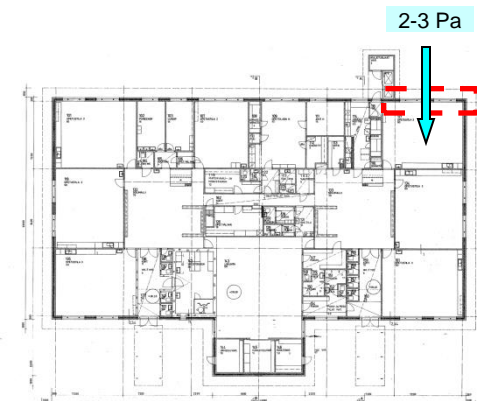
-  MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄRAKENTEEN ERISTETILAAN ULKOPUOLELTA
-  0-1 Pa PAINE-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA
-  xx ppm MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS SISÄILMASSA

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

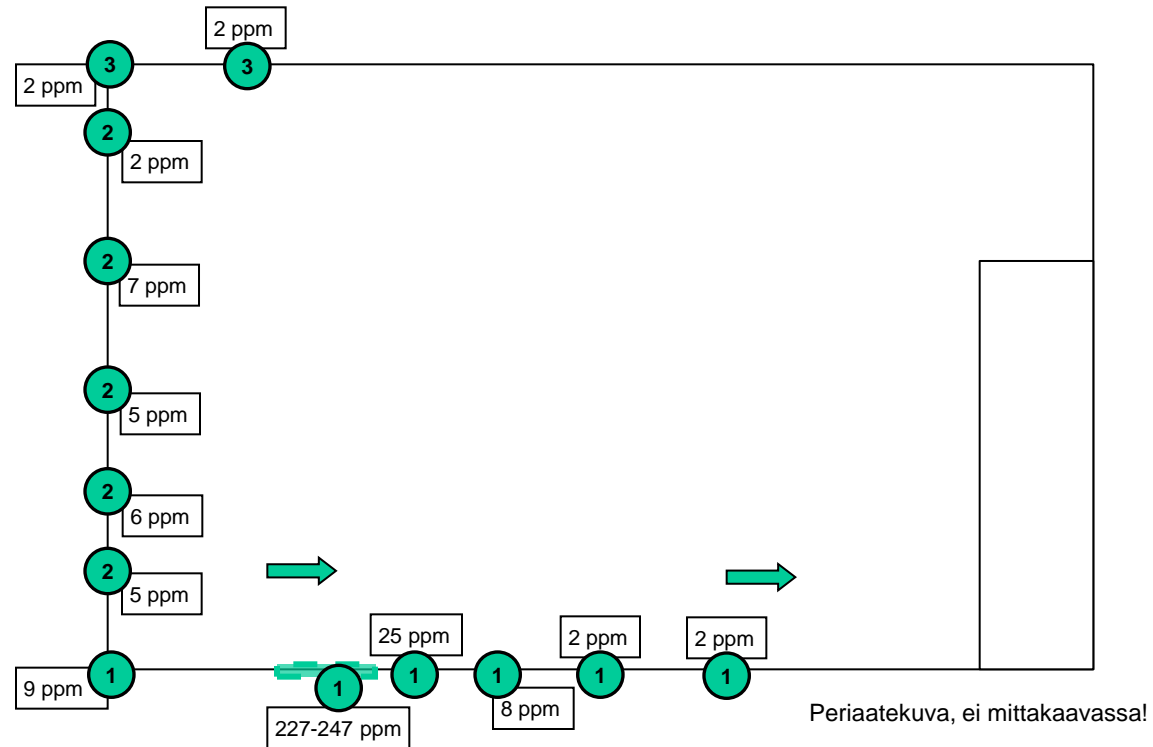
-  ULKOSEINÄ- JA ALAPOHJARAKENTEEN LIITTYMÄ
-  ULKOSEINÄ- JA IKKUNARAKENTEEN LIITTYMÄ
-  ULKOSEINIEN LIITTYMÄ
-  ULKOSEINÄN JA YLÄPOHJAN LIITTYMÄ

Merkkiainepitoisuuden tulkinta, kun kaasuanalysaattorin 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.



LUOKKATILAN 117 IKKUNATTOMAN ULKOSEINÄN MERKKIAINEKOE 23.10.2014






MERKINTÖJEN SELITYKSET:

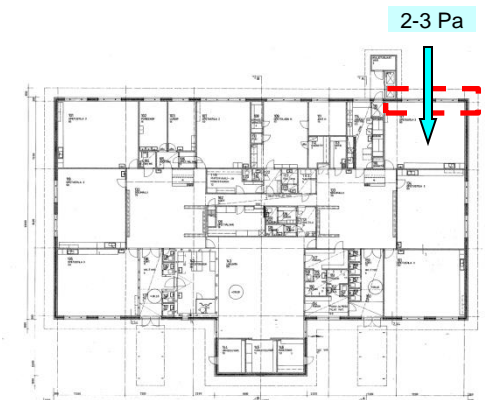
-  MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄRAKENTEEN ERISTETILAAN ULKOPUOLELTA
-  0-1 Pa PAINE-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA
-  xx ppm MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS SISÄILMASSA

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

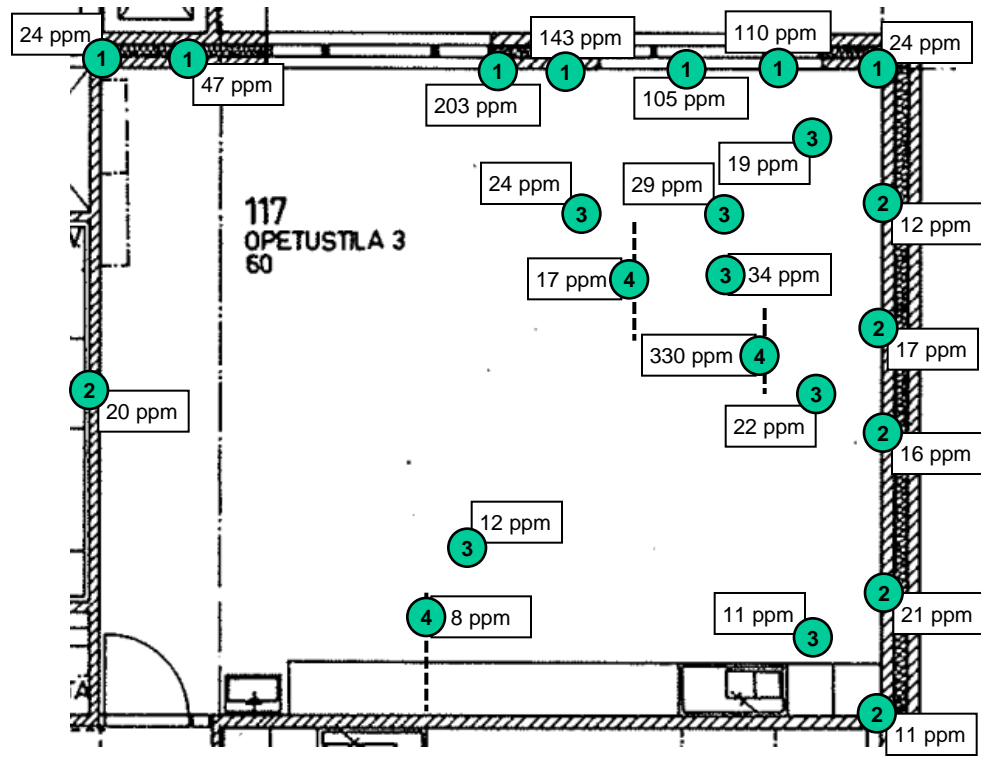
- 0,0...1,0 ppm - pitoisuus vähäinen,
- 1,1...10,0 ppm - pitoisuus melko vähäinen,
- 10,1...50,0 ppm - pitoisuus suuri,
- yli 50,0 ppm - pitoisuus hyvin suuri.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  ULKOSEINÄ- JA ALAPOHJARAKENTEEN LIITTYMÄ
-  ULKOSEINIEN LIITTYMÄ
-  ULKOSEINÄN JA YLÄPOHJAN LIITTYMÄ



LUOKKATILAN 117 YLÄPOHJAN MERKKIAINEKOE 24.10.2014



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

MERKKIAINEKAASU YLÄPOHJAN
ILMATILAAN (ULLAKOLLE)

0-1 Pa PAINE-ERO JA
ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA

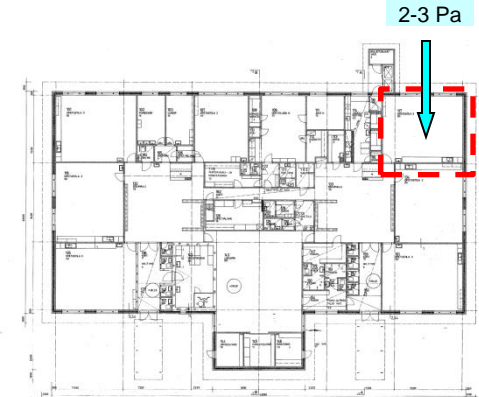
xx ppm MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS SISÄILMASSA

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

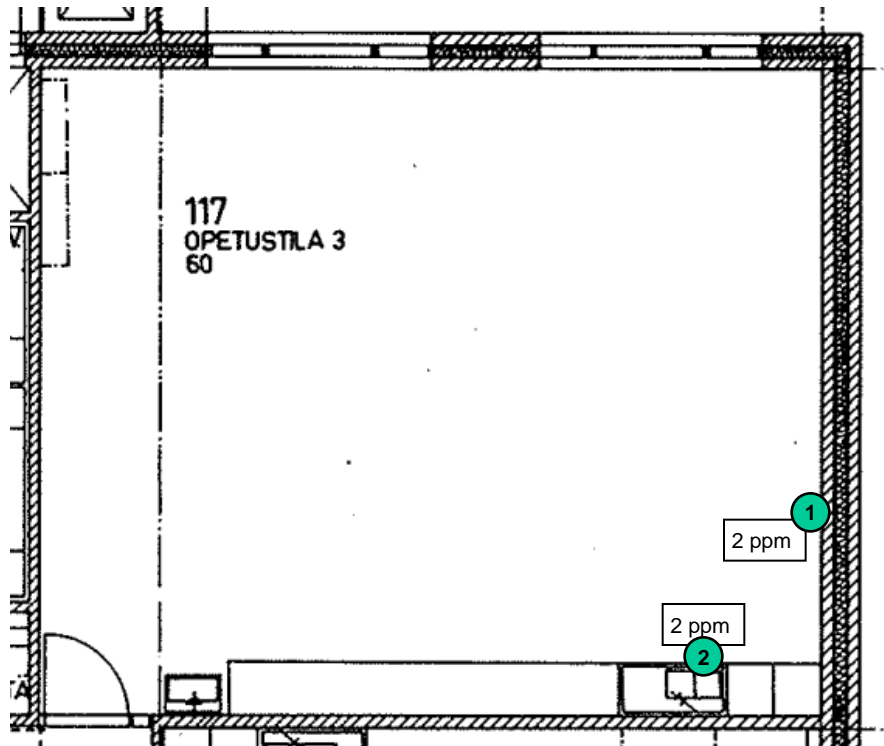
- 0,0...1,0 ppm - pitoisuus vähäinen,
- 1,1...10,0 ppm - pitoisuus melko vähäinen,
- 10,1...50,0 ppm - pitoisuus suuri,
- yli 50,0 ppm - pitoisuus hyvin suuri.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

- ① ULKOSEINÄ- JA YLÄPOHJARAKENTEEN LIITTYMÄ
- ② VÄLISEINÄ- JA YLÄPOHJARAKENTEEN LIITTYMÄ
- ③ LÄPIVIENTI YLÄPOHJASSA
- ④ HALKEAMA YLÄPOHJASSA



LUOKKATILAN 117 ALAPOHJAN MERKKIAINEKOE 24.10.2014



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

MERKKIAINEKAASU ALAPOHJAN
ILMATILAAN

0-1 Pa PAINE-ERO JA
ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA

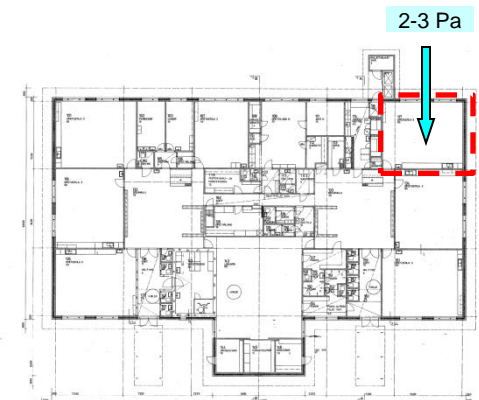
xx ppm MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS SISÄILMASSA

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

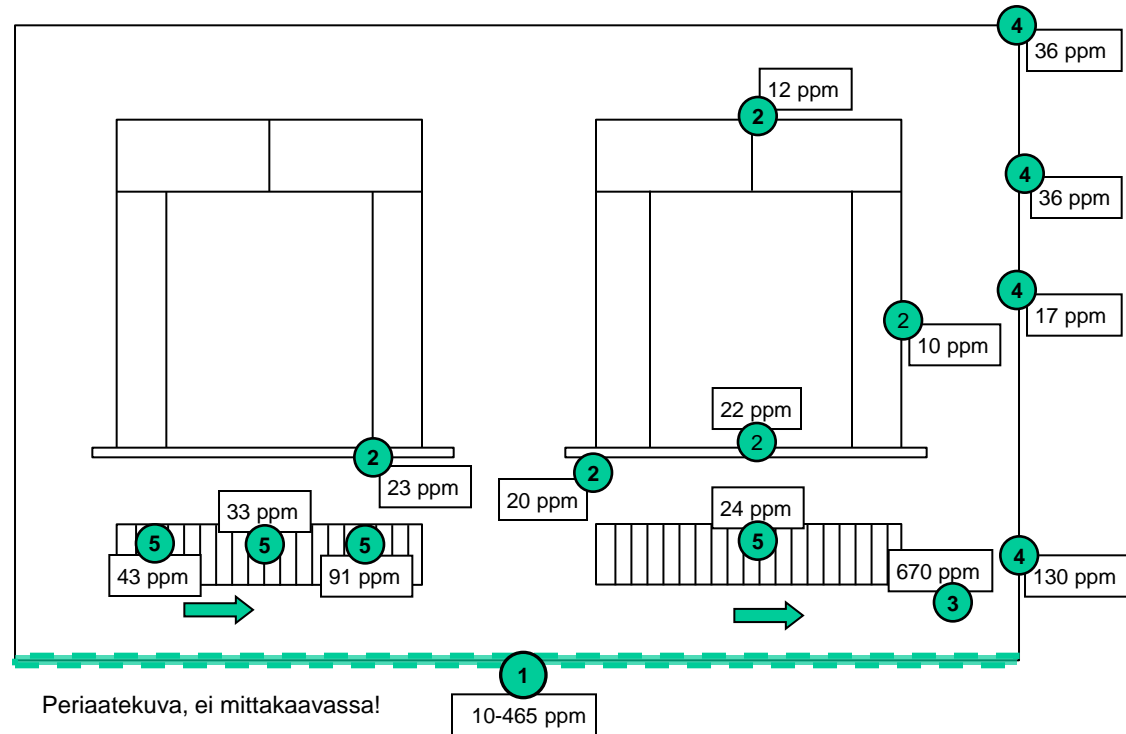
- 0,0...1,0 ppm - pitoisuus vähäinen,
- 1,1...10,0 ppm - pitoisuus melko vähäinen,
- 10,1...50,0 ppm - pitoisuus suuri,
- yli 50,0 ppm - pitoisuus hyvin suuri.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:




- ① ULKOSEINÄ- JA ALAPOHJARAKENTEEN LIITTYMÄ
- ② PUTKILÄPIVIENTI ALAPOHJAAN








LUOKKATILAN 161 ULKOSEINÄN MERKKIAINEKOE 23.10.2014



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

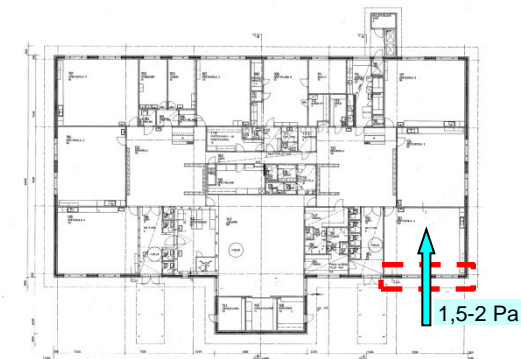
-  MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄRAKENTEEN ERISTETILAAN ULKOPUOLELTA
-  0-1 Pa PAINE-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA
-  MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS SISÄILMASSA

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

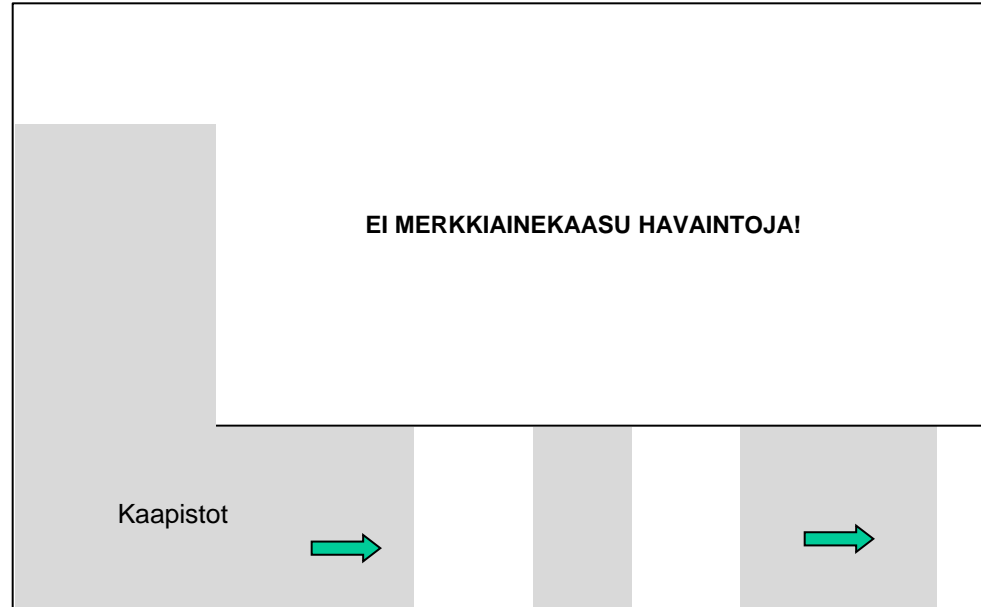
-  ULKOSEINÄ- JA ALAPOHJARAKENTEEN LIITTYMÄ
-  ULKOSEINÄ- JA IKKUNARAKENTEEN LIITTYMÄ
-  PISTORASIA
-  ULKOSEINÄN JA VÄLISEINÄN LIITTYMÄ
-  PATTERN KIINNIKE

Merkkiainepitoisuuden tulkinta, kun kaasuanalysaattorin 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.






LUOKKATILAN 161 IKKUNATTOMAN ULKOSEINÄN MERKKIAINEKOE 23.10.2014



Periaatekuva, ei mittakaavassa!

MERKINTÖJEN SELITYKSET:

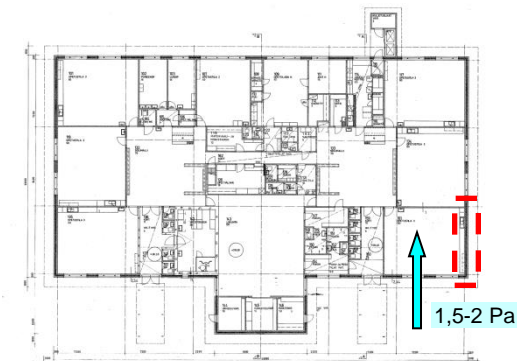
-  MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄRAKENTEEN ERISTETILAAN ULKOPUOLELTA
-  0-1 Pa PAINE-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA
-  MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS SISÄILMASSA

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

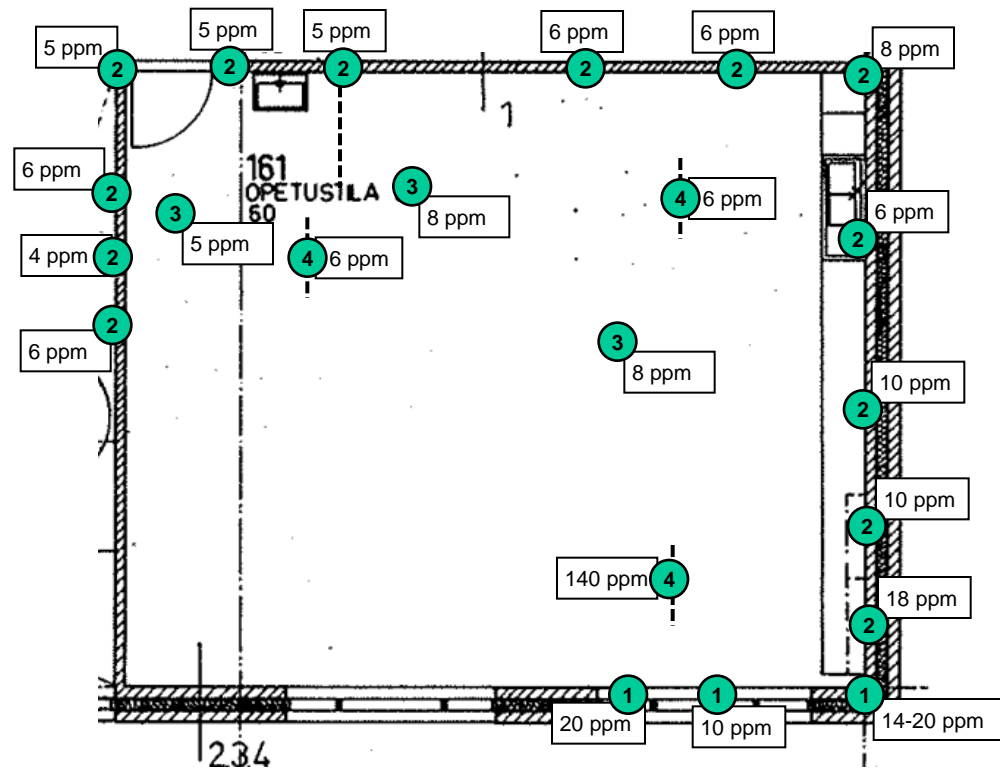
- 0,0...1,0 ppm - pitoisuus vähäinen,
- 1,1...10,0 ppm - pitoisuus melko vähäinen,
- 10,1...50,0 ppm - pitoisuus suuri,
- yli 50,0 ppm - pitoisuus hyvin suuri.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-



LUOKKATILAN 161 YLÄPOHJAN MERKKIAINEKOE 23.10.2014



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

MERKKIAINEKAASU YLÄPOHJAN
ILMATILAAN (ULLAKOLTA)

0-1 Pa PAINE-ERO JA
ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA

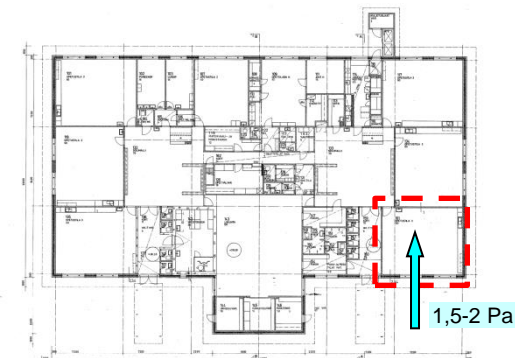
xx ppm MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS SISÄILMASSA

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

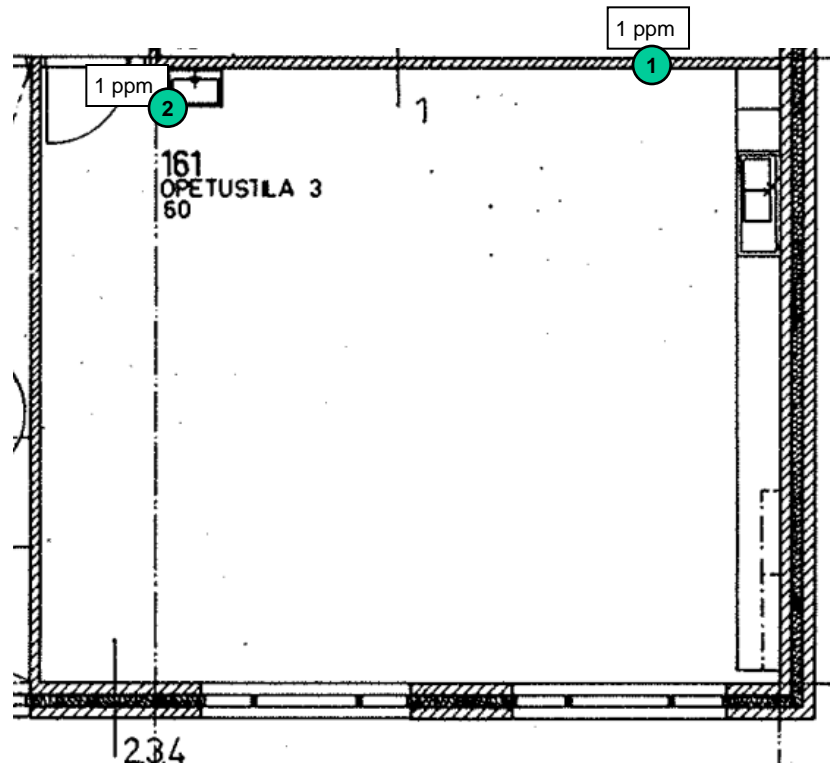
- 0,0...1,0 ppm - pitoisuus vähäinen,
- 1,1...10,0 ppm - pitoisuus melko vähäinen,
- 10,1...50,0 ppm - pitoisuus suuri,
- yli 50,0 ppm - pitoisuus hyvin suuri.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

- ① ULKOSEINÄ- JA YLÄPOHJARAKENTEEN LIITTYMÄ
- ② VÄLISEINÄ- JA YLÄPOHJARAKENTEEN LIITTYMÄ
- ③ LÄPIVIENTI YLÄPOHJASSA
- ④ HALKEAMA YLÄPOHJASSA



LUOKKATILAN 161 ALAPOHJAN MERKKIAINEKOE 23.10.2014



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄRAKENTEEN
ERISTETILAAN ULKOPUOLELTA

0-1 Pa PAINE-ERO JA
ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA

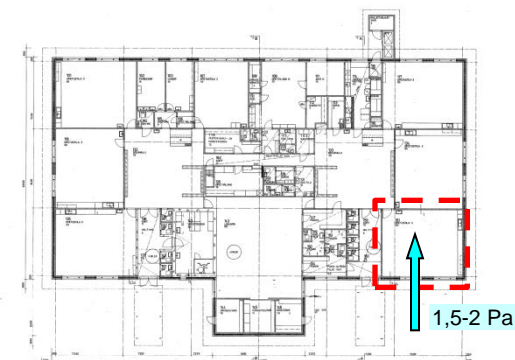
xx ppm MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS SISÄILMASSA

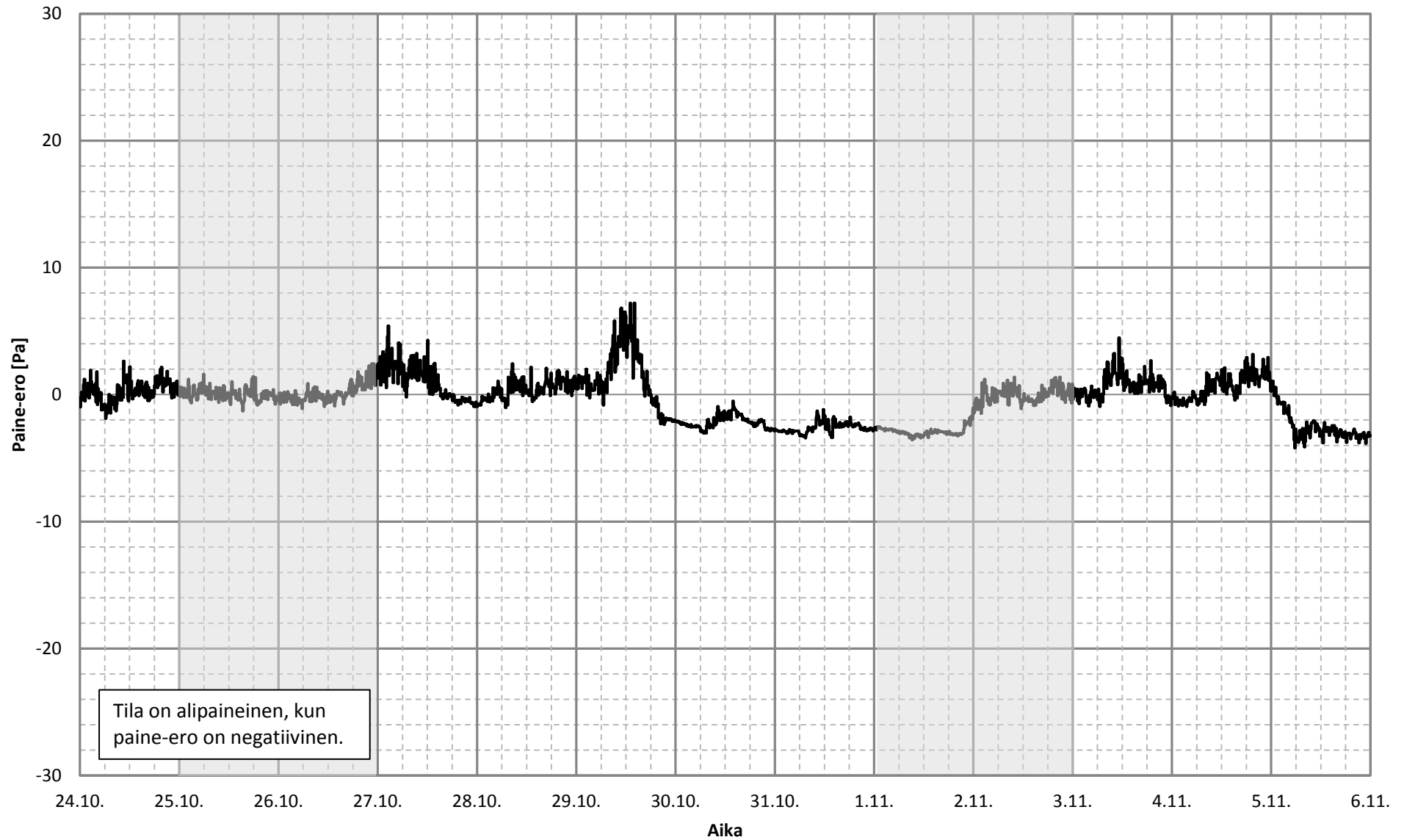
Merkkiainepitoisuuden tulkinta, kun kaasuanalysoitsattorin
osoittama pitoisuus (ppm) on tasolla:

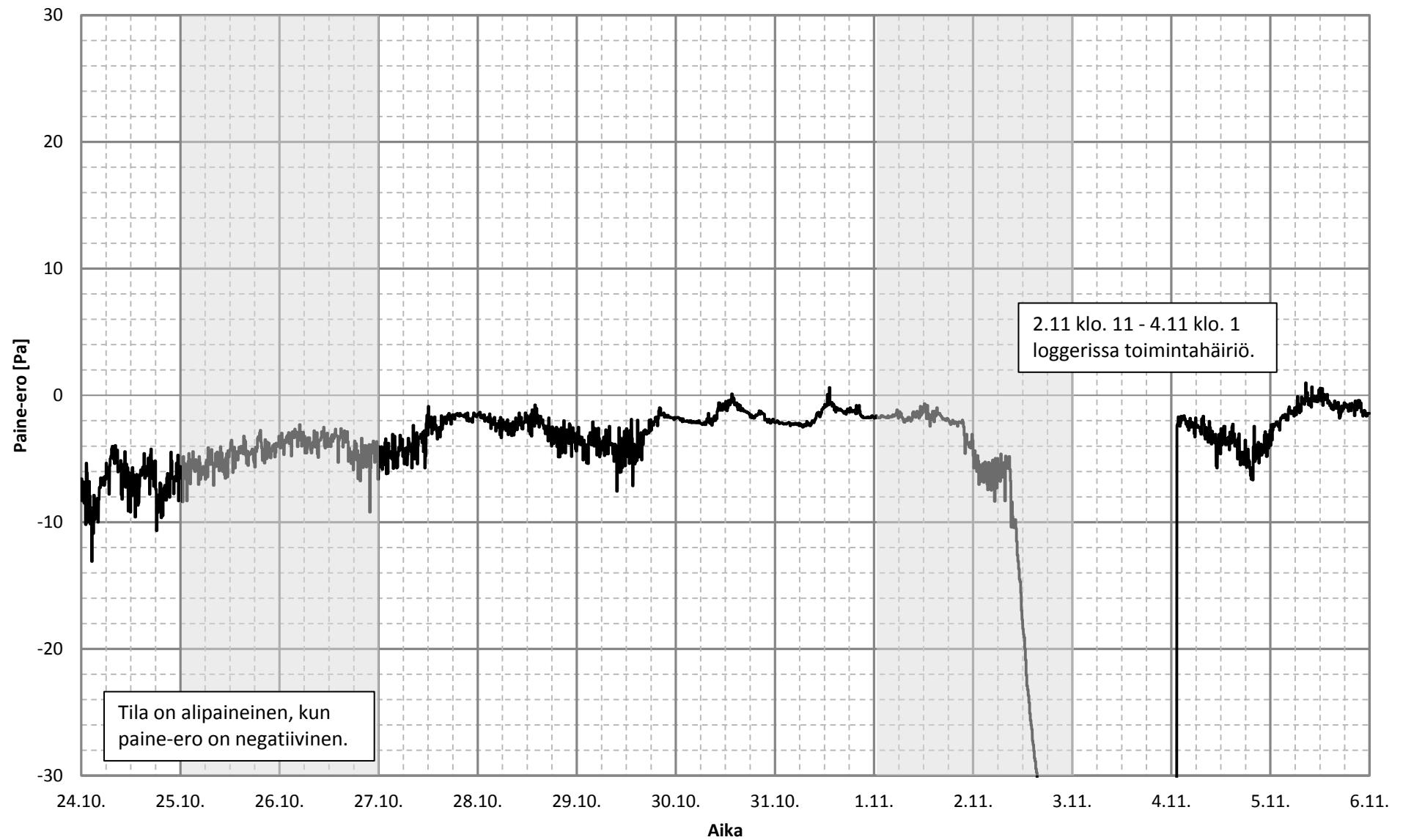
- 0,0...1,0 ppm - pitoisuus vähäinen,
- 1,1...10,0 ppm - pitoisuus melko vähäinen,
- 10,1...50,0 ppm - pitoisuus suuri,
- yli 50,0 ppm - pitoisuus hyvin suuri.

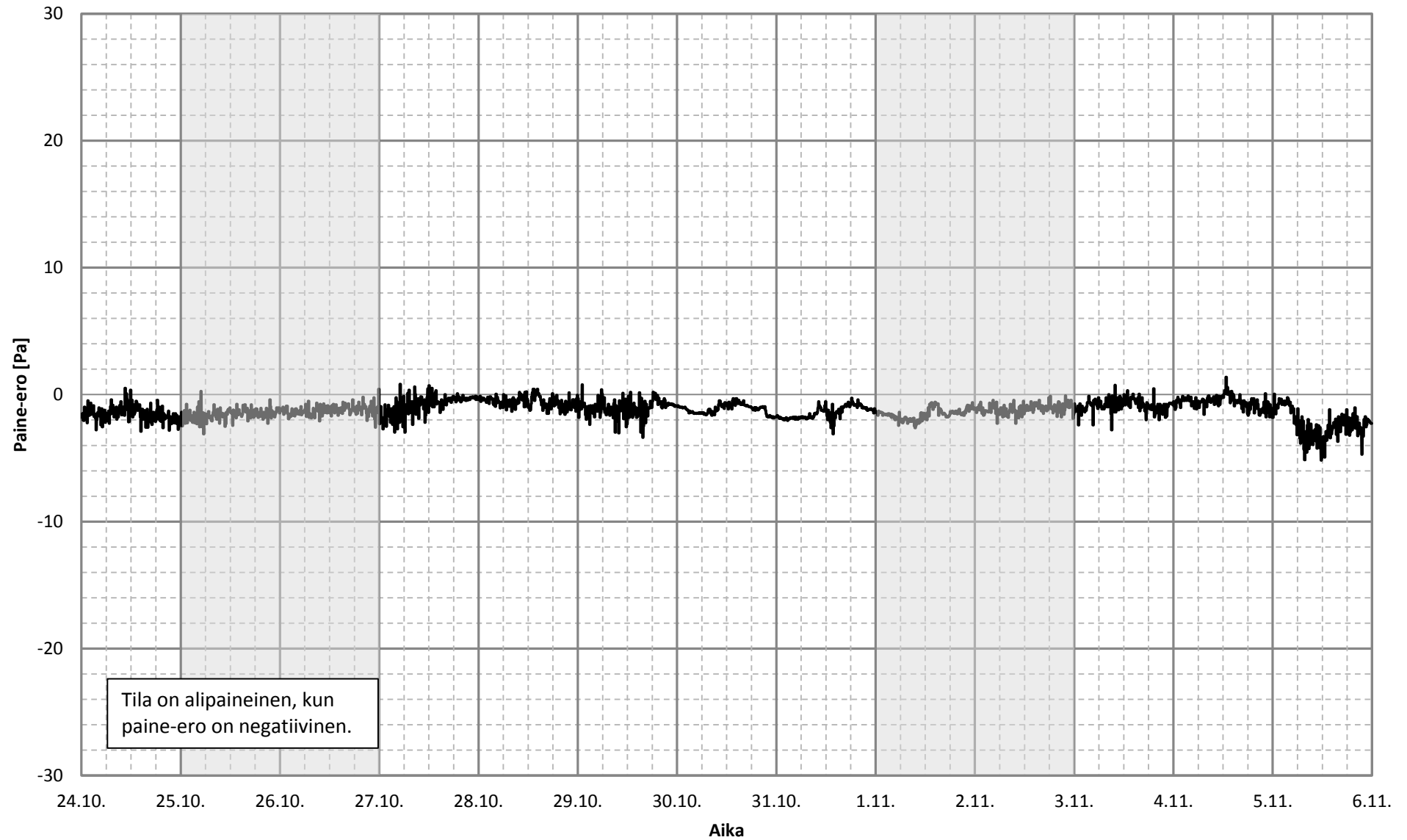
MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

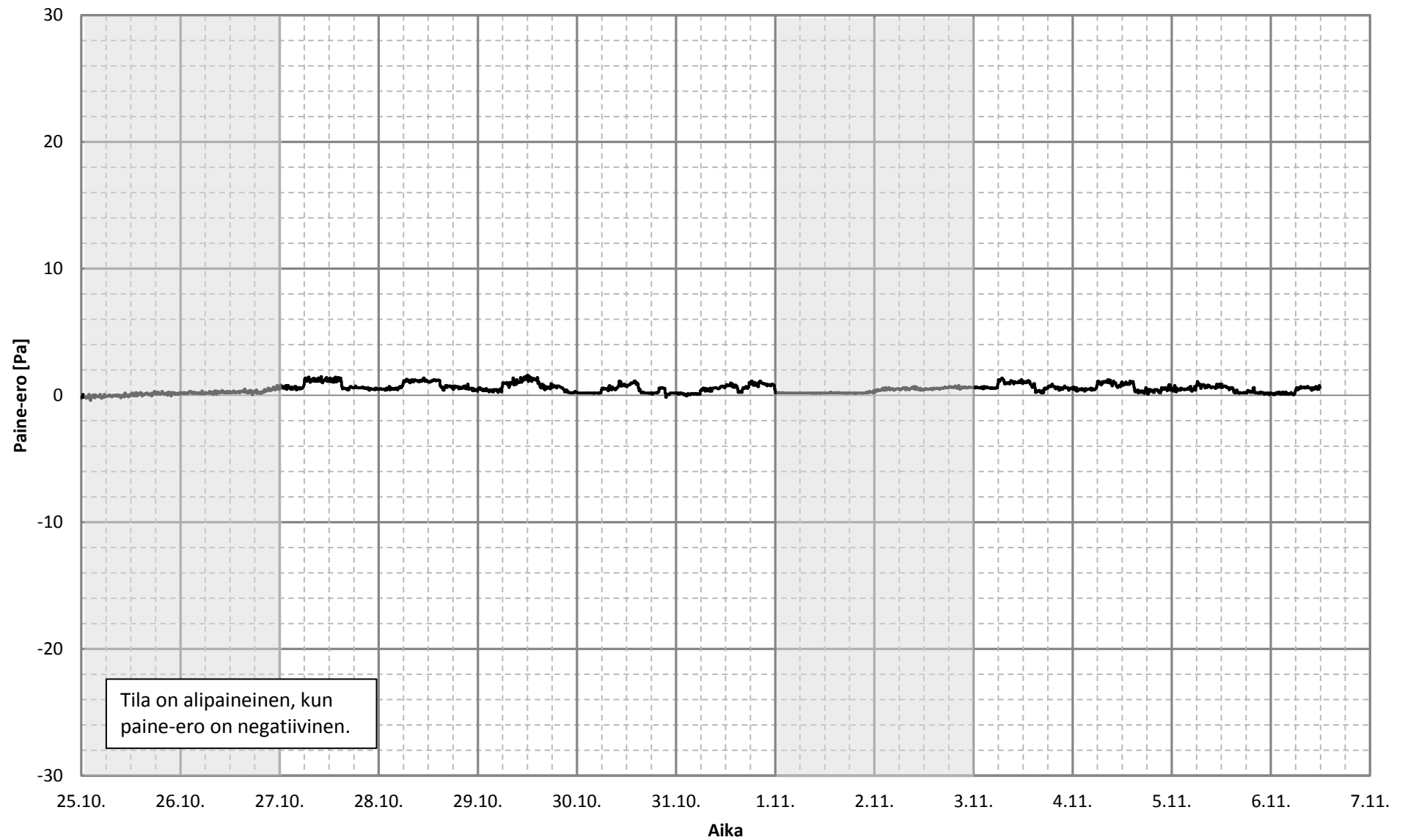
- ① VÄLISEINÄ- JA ALAPOHJARAKENTEEN LIITTYMÄ
- ② PUTKILÄPIVIENTI ALAPOHJAAN

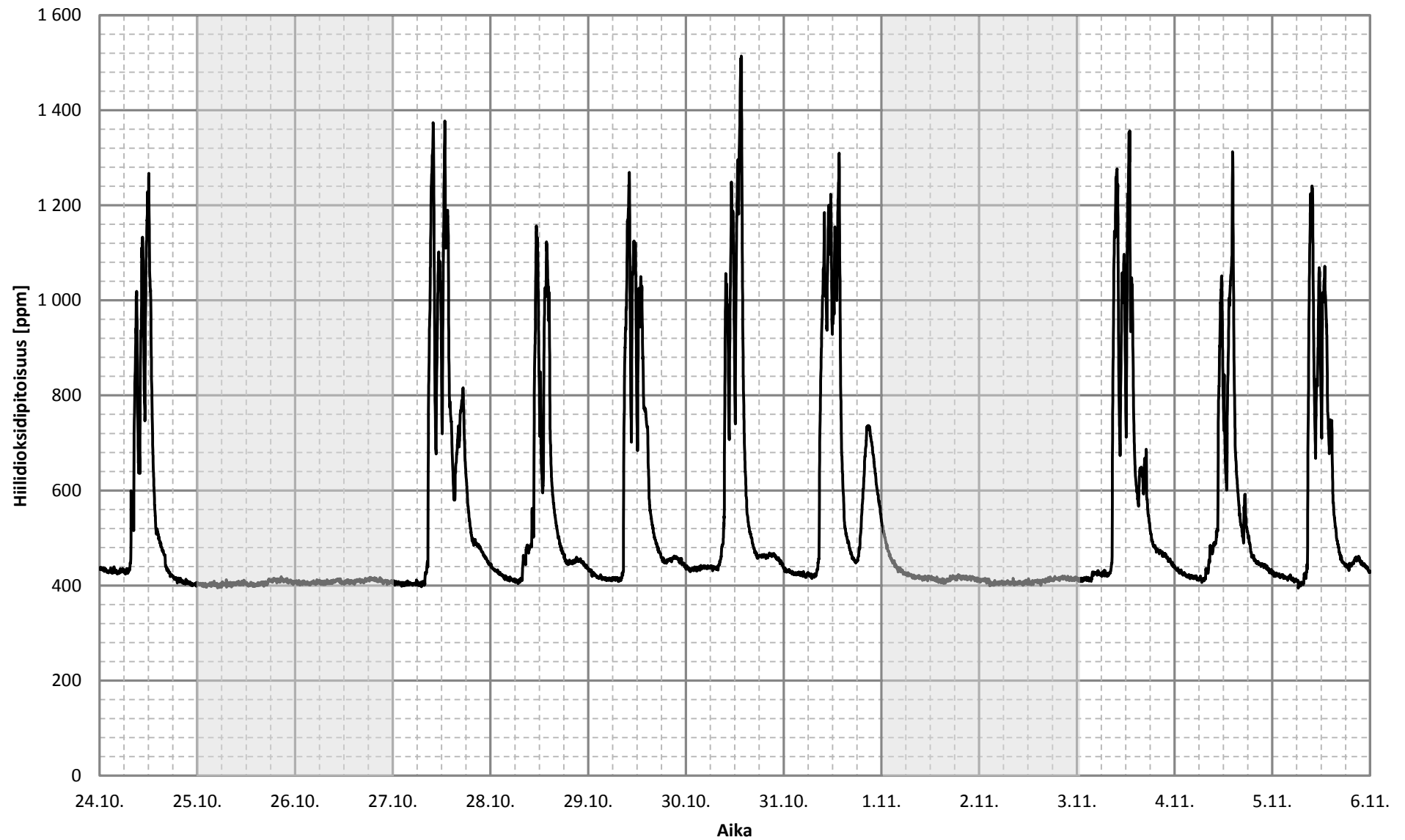


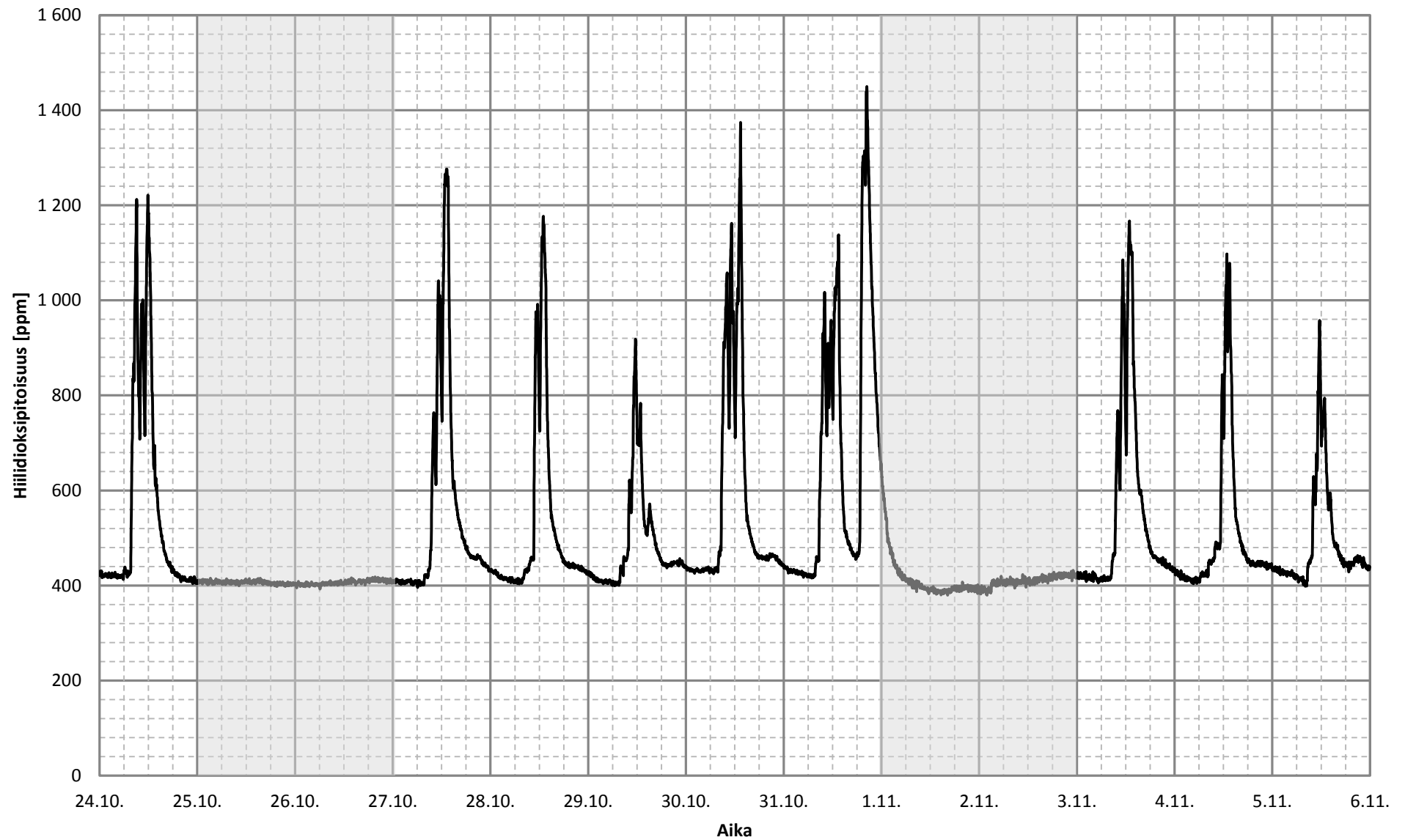
PE1: Luokkatilan 101 ja ulkoilman välinen paine-erot 24.10. - 5.11.2014

PE2: Luokkatilan 161 ja ulkoilman välinen paine-ero 24.10 - 5.11.2014

PE3: Luokkatilan 117 ja ulkoilman välinen paine-ero 24.10. - 5.11.2014

PE4: Liikuntasalin ja alapohjan välinen paine-ero 24.10. - 5.11.2014

CO²1: Luokan 101 hiilidioksidipitoisuudet 24.10. - 5.11.2014

CO²: Luokan 161 hiilidioksidipitoisuudet 24.10. - 5.11.2014



Kuvat 1,2,3,4. LVI-huoneen ja ullakon välillä on 3-4 pascalin alipaine. LVI-huoneen ja liikuntasalin väliin on asennettu tiivistämätön ilmastointikanava, ullakon epäpuhtaudet voivat mahdollisesti päästä leviämään liikuntasaliin kanavaa pitkin





Kuvat 5,6,7. Liikuntasalin lattiassa on luukku alapohjaan. Luukku avattaessa havaittiin lievä mikrobiperäinen haju. Liikuntasali oli ylipaineinen alapohjaan nähden lähes koko mittausjakson ajan. Alapohjassa mahdollisesti olevat epäpuhtaudet eivät pääse koulutiloihin. Alapohja oli melko siisti ja kuiva.

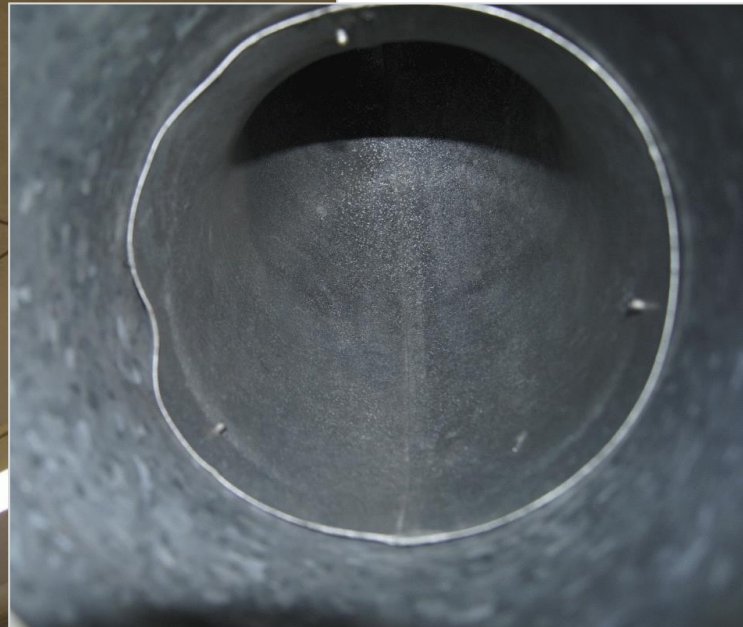




Kuvat 8,9,10. Ullakolla havaittiin rakennusjätettä. Ullakolla oli erittäin paljon pölyä.



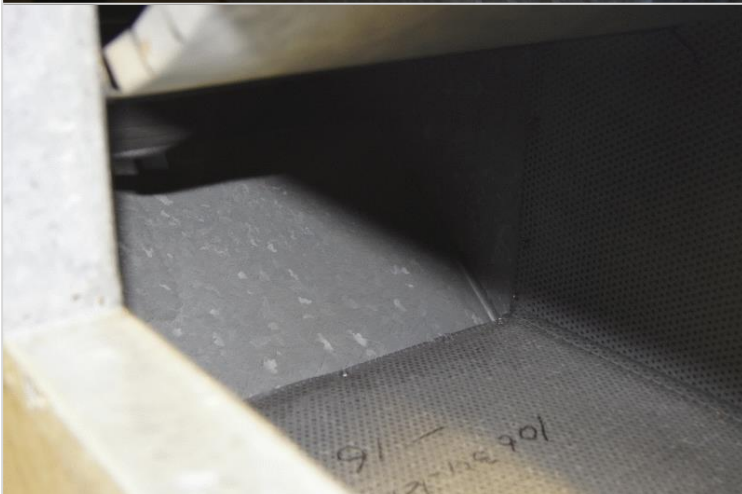
Kuvat 11,12,13. Opetustilan 117 tuloilmakanavasta otettiin pyyhintäpölynäyte (KP3). Kanavan luukussa havaittiin epäpuhtauksia.



Kuvat 14,15. Opetustilan 161 tuloilmakanavasta otettiin pyyhintäpölynäyte (KP4). Luokkatilan katossa oli mineraalivillaa näkyvissä levyjen reunoissa.

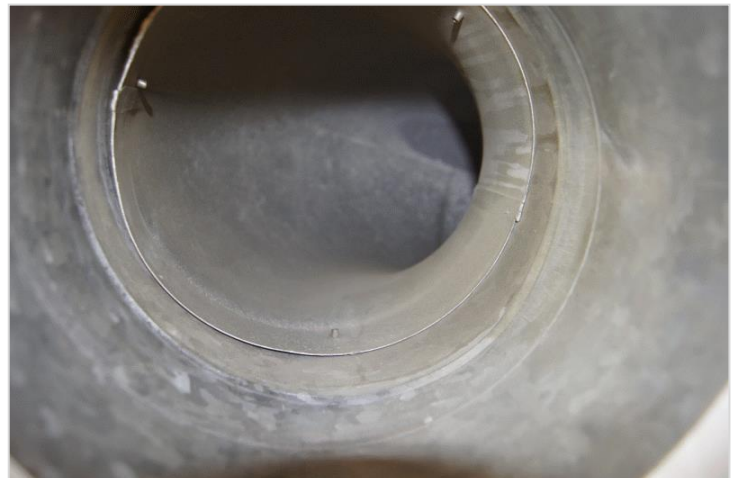


Kuvat 16,17,18. LVI-huoneessa 201 olevasta tuloilmakone 1:stä otettiin pyyhintäpölynäytteitä. Näytteitä otettiin esisuodatin kammiosta suodattimien alta (KP5) ja suodattimien jälkeisestä kammiosta (KP10). Tuloilmakone 1 palvelee kaikkia luokkatiloja. Hiilidioksidipitoisuuksien seurannan mukaan koneen teho eri riitä pitämään luokkatilojen ilmanvaihtoa riittävän tehokkaana.





Kuvat 19,20,21. LVI-huoneessa 201 olevasta tuloilmakone 2:stä otettiin pyyhintäpölynäytteitä. Näytteitä otettiin esisuodatin kammiosta suodattimien alta (KP6) ja suodattimien jälkeisestä kammiosta (KP9). Tuloilmakone 2 palvelee liikuntasalia, sosi-aali- ja keittiötiloja.



Kuvat 22,23,24. Luokkatilan 101 tuloilmakanavasta otettiin pyyhintäpölynäyte (KP12). Kanavan luukussa havaittiin epäpuhtauksia. Luokkatilan katossa oli mineraalivillaa näkyvissä levyjen reunoissa.



Kuvat 25,26. Pukuhuoneen 147 kattolaudoitus on tehty painekyllästetystä puusta. Painekyllästettyä puuta ei tulisi käyttää sisätiloissa.