

51392.45

19.10.2012

Vantaan tilakeskus
Ulla Lignell
Kielotie 13, 01300 Vantaa
Sähköposti: ulla.lignell@vantaa.fi

Tutkimuskohde Vierumäen koulu, Saviontie 9, Vantaa

SISÄILMASTO- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

SISÄILMAN LAATU. LAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää os. Saviontie 9, Vantaa sijaitsevassa koulurakennuksessa havaittuja sisäilmaongelmia ja rakennuksen mahdollista vaikutusta niihin.

Tutkimuskohteena on vuonna 1955 rakennettu ja vuosina 2003 -2005 peruskorjattu 3. kerroksinen koulurakennus. Rakennuksessa on tuulettuva alustatila, tuuletus hoidetaan poistoilmapuhaltimin. Pystyrunkona ovat kantavat tiiliseinät ja betonipilarit. Rakennuksen ulkoseinät on muurattu reikätiilestä. Tasot on valettu paikalla teräsbetonista. Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Suodattimet vaihdetaan noin kerran vuodessa, likaantumisen mukaan. Ilmanvaihtokanavat on nuohottu ja tasapainotettu vuoden 2012 alkupuolella. Pihalla oleva, paviljongiksi kutsuttu, koulurakennus on tehty puurunkoisista tilaelementeistä.

Tutkimuksen tekijöinä olivat rakennusinsinööri Ilkka Meriläinen, LVI-insinööri Olli Kärkkäinen, ympäristötekniikan diplomi-insinööri Pirjo Prokkola ja kemisti Reija Salminen (laboratoriotyö). Tutkimukset tehtiin 15.8 -16.10.2012.

TULOSTEN ARVIOINTI

Rakennusmateriaalien mikrobit. Kohteen avatuista rakenteista otettiin näytteet laboratoriossa tehtäviä mikrobimääryksiä varten. Mikrobipitoisuudet tutkittiin suoraviljelytekniikalla.

Näytteissä ei todettu normaalista poikkeavaa mikrobikasvustoa.

Rakenteiden kosteudet. Ulkoseinärakenteiden kosteuksia määritettiin pintakosteudenilmaisimella ja rakenteisiin porattujen reikien kautta rakenneavausten 1,2 ja 4 kohdalla.

Rakenteissa ei todettu kohonneita kosteusarvoja pintakosteudenilmaisimella eikä rakenteisiin porattujen reikien kautta.

Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet. Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteet otettiin tiloista 233, 208 ja paviljongin luokasta 1 yhden näytteenotto-kerran aikana.

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus, ns. TVOC -arvo, oli tilassa 233 – 75 µg/m³, tilassa 208 – 46 µg/m³ ja paviljongin luokassa 1 – 46 µg/m³.

Yhdisteiden joukossa vallitsevaa tasoa korkeampina pitoisuuksina (yhdisteestä riippuen 5 - 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tai korkeampina pitoisuuksina) todettuja yksittäisiä yhdisteitä olivat tilassa 233 butanoli (12,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Tolueeni (8,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), suoraketjuiset ja haaraiset hiilivedyt (7,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja rengasrakenteiset hiilivedyt (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), tilassa 208 tolueeni (5,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja pineeni (5,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), paviljongin luokassa 1 benstaldehydi (5,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut. Pinnoille kahden viikon aikana 15. -29.8.2012 laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuuksia selvitettiin tasopinnoille asennettujen keräysalustojen avulla. Tutkituista tiloista 208, 214, 314 ja 335 otettiin kahdet rinnakkaiset näytteet.

Tutkittujen tilojen mineraalikuitupitoisuudet vaihtelivat välillä 0 - 0,07 kpl/cm². Pitoisuudet alittavat käytössä olevan ohjeellisen arvon 0,20 kpl/cm².

Rakenteiden ilmatiiveys ja ilman liike (merkkiainekokeet). Rakennuksessa tutkittiin ulkoseinä-, yläpohja- ja alapohjarakenteiden sisätiloja vasten olevien rakenneosien ilmatiiveyttä ja ilman liikettä rakennuksen sisällä ns. merkkiainekokeen avulla. Merkkiainekokeissa rikkiheksafluoridi -kaasua johdettiin epäilyttävään rakenteen osaan – merkkiaineen mahdollista kulkeutumista sisäilmaan seurattiin huoneissa kaasuanalysaattorin avulla.

Tutkitut tilat ovat olleet tutkimuksen aikaisissa olosuhteissa 0...-5 pascalia alipaineisia ulkoilmaan päin. Merkkiainekoetta on kuvattu tarkemmin (mm. kaasun pitoisuudet havaintokohdilla) liitteissä 3.1 -3.11.

Painesuhteiden seurantamittaus. Tutkittujen tilojen painesuhteita ulkoilmaan nähden tutkittiin jatkuvatoimisten paine-eromittalaitteiden avulla 20. -26.8.2012. Tutkimustulosten perusteella,

- varatila 335 oli päiväaikaan +2...+10 pascalia ja yöaikaan keskimäärin +1...+2 pascalia ylipaineinen ulkoilmaan nähden. Tila oli hetkellisesti muuttaman pascalin alipaineinen ulkoilmaan nähden, esimerkiksi tilojen käytöstä ja tuuliolosuhteista johtuen,
- ATK- luokka 233 oli päiväaikaan -8...+0 pascalia ja yöaikaan keskimäärin -8...-6 pascalia alipaineinen ulkoilmaan nähden,
- luokka 314 oli päiväaikaan -4...-1 pascalia ja yöaikaan keskimäärin -1...+0 pascalia alipaineinen ulkoilmaan nähden,
- luokka 114 oli päiväaikaan keskimäärin -9...-4 pascalia alipaineinen ja yöaikaan keskimäärin tasapaineinen tai vähän ylipaineinen ulkoilmaan nähden,
- tilan 130 painesuhteet vaihtelivat -3...+2 pascalia ali-/ylipaineiseksi.

Painesuhteiden graafiset kuvaajat on esitetty liitteissä 4.1. -4.5.

Vetomittaukset, ilman liike. Terveystoimittajan/lääkärin tilan 134 ja laboratorion 133 työskentelypisteissä (100mm, 1100mm, 1600mm ja 1700mm korkeudella lattias-ta) selvitettiin ilman liikettä suuntariippumattomalla anemometrillä kolmen minuutin mittausjaksoina. Tutkimukset tehtiin kolmessa työskentelypisteessä. Tuloksena saadaan ilman liikenopeuksien arvot suhteessa ilmavirtauksen lämpötilaan. Saatuja tuloksia verrataan julkaisussa Sisäilmastoluokitus 2008 esitettyihin ilman liikenopeuden tavoitearvoihin.

Työpisteissä todetut ilman hetkelliset liikenopeudet vaihtelivat välillä 0 - 0,494 m/s, ilman liikenopeuden keskiarvot (3 min) vaihtelivat välillä 0,043 - 0,174 m/s ja ilmavirran lämpötilat välillä 21,7 - 22,5 °C.

Ilman liikenopeuden keskiarvot olivat julkaisun Sisäilmastoluokitus 2008 parasta eli S1-luokan tavoitearvoa 0,16 m/s alhaisemmat kaikissa tutkituissa työpisteissä. Ilman liikenopeuden maksimiarvo oli julkaisun Sisäilmastoluokitus 2008 alinta eli S3-luokan tavoitearvoa korkeampi kahdessa tutkimuspisteessä (VE4 ja VE5), yhdessä pisteessä (VE1) se oli tavoitearvon tasolla

Tulosten perusteella voidaan todeta, että tutkitussa tilassa on mahdollista esiintyä hetkellisesti ilmapirran lämpötilaan nähden liian suuresta ilman liikenopeudesta aiheutuvaa vedon tunnetta.

Tutkimuskohteessa tehdyt havainnot. Opetustilan 114 viereisissä wc-tiloissa 117 ja 119 oli kaikilla tutkimuskerroilla voimakas viemärimäinen haju. Siivouskomerossa 221 oli ajoittain voimakas viemärimäinen haju. Käytävällä 106 havaittiin viemärimäinen haju 15.8. iltapäivällä.

Luokan 208 rakenneavauksessa havaittiin lattia- ja seinärakenteen liittymässä mikrobiperäinen ja mineraalivillamainen haju. Poikkeava haju tuli voimakkaana myös tiiliseinään kosteusanturia varten poratusta reiästä. Ilma tuli reilusti sisäänpäin.

13.9.2012 tutkimuskäynnillä opetusvälinevarastossa/varatilassa 315 oli aistinvaraisesti kostea ilma. Kertamittauksella sisäilman suhteellinen kosteus oli 52% ja lämpötila 19,0 °C.

Koulun paviljongin tuulikaapissa TK6 havaittiin aistinvaraisesti vanha mineraalivillamainen haju. Aulassa 2 havaittiin vesivuotokohta yläpohjasta. Vuoto paikallistettiin ilmanvaihdon läpiviennin ja katon pellityksen väliseen rakoon, joka oli syntynyt kittauksen vanhenemisen vuoksi.

Luokassa 208 havaittiin ilman liikkuvan putkikuilusta sisäänpäin. Putkikuilu on yhteydessä 3. kerroksen käytävällä IV-konehuoneen vieressä olevan alas lasketun katon päällä olevaan ilmatilaan.

3. kerroksen käytävällä IV-konehuoneen vieressä havaittiin alas lasketun katon yläpuolisessa ilmatilassa mikrobiperäinen haju ja voimakas ilmapirtaus.

LAUSUNTO

Tulosten perusteella esitetään seuraavaa:

- Tutkituissa tiloissa sisäilman laatua voidaan pitää ohjeellisiin arvoihin verrattuna normaalina.
- Kolmannessa kerroksessa olevan käytävän alakaton yläpuoliseen tilaan sekoittuu merkittävästi ilmaa yläpohjan kautta. Käytävällä mitattiin myös pinnoille laskeutuvia mineraalikuituja. Käytävätilan erkkerin päälle laskeutuneessa pölyssä todettiin vähäisessä määrin mineraalikuituja, joka vahvistaa käsitystä ilmapuodoista yläpohjan mineraalieristeen kautta. Alakaton yläpuolisesta tilasta ilma pääsee edelleen liikkumaan käytävätilaan nähden alipaineisiin tiloihin. Tehtyjen rakenneavausten ja hetkellisten paine-erohavaintojen perusteella ilmaa voi kulkeutua kolmannessa kerroksessa oleviin tiloihin 312, 314, 315 ja vähäisemmässä määrin tiloihin 308 ja 310. Ilmaa voi kulkeutua myös toisessa kerroksessa sijaitsevaan tilaan 208 hormirakenteiden ja tiivistämättömien läpivientien kautta. Tämän tutkimuksen perusteella olennaisimpana rakennukseen liittyvänä seikkana sisäilman laadun kannalta voidaan pitää rakennuksessa olevia epätiivitä läpivientejä.

- Nykyisen terveyshaittatiedon perusteella ilman sekoittuminen selvästi epäpuhtaammista rakenteiden osista sisätiloihin tulee estää. Pistokoeluonteisen näytteenoton perusteella ensimmäisessä kerroksessa olevan luokkahuoneen 114 ikkunan päällä olevassa sementtiseideaineisessa puulastueristeessä ei todettu poikkeavasti mikrobeja. Eriste sijaitsee ulkoseinässä ulkopuolisen kuorimuurauksen ja betonipalkin välissä alttiina viistosateen aiheuttamalle kosteusrasitukselle. Rakenneavauksen yhteydessä eristeessä havaittiin lievää mikrobiperäistä hajua. Ilman sekoittuminen eristetilasta sisätiloihin johtaa hajuyhdisteiden pääsyyn sisätiloihin.
- Opetustilan 114 vieressä olevat WC-tiloja käytetään varastoina, jolloin tiloissa olevat lattiakaivot kuivuvat ja niiden kautta pääsee viemäriverkostossa olevaa epäpuhdasta ilmaa sisätiloihin.
- Luokan 208 päätyseinän nurkka alueella tiiliseinärakenteessa liikkuu poikkeavan hajuista ilmaa, joka voi aiheuttaa ärsytysoireita jos sitä pääsee sekoittumaan sisäilmaan.
- Tilojen 133 ja 134 työskentelypisteessä ilmavirran nopeus suhteessa lämpötilaan on tasolla, joka voidaan aistia hetkittäin vedon tunteena.

Jatkotoimenpiteiden arviointi

- Tutkituissa tiloissa esitetään seuraavaa toimintamallia jatkotoimenpiteiksi:
 - Tiloihin, joissa on ollut sisäilmaongelmia ja joissa on ikkunoiden päällä betonipalkin ulkopuolella sementtiseideaineista puulastu eristettä, esitetään tehtäväksi tiivistystoimenpiteitä, joiden avulla estetään ilman sekoittumista rakenteen kautta sisätiloihin. Ilman todettiin kulkeutuvan eristetilasta palkin kohdalla olevaan ja sen yläpuoliseen tilaan, joten toimenpiteet kohdistetaan näihin molempiin tiloihin.
 - Kolmannen kerroksen käytävän alueella alakaton yläpuoliseen tilaan yläpohjarakenteesta tulevan vuotoilman lähde selvitetään avaamalla alakattoa ja tarkastamalla läpivientien ja rakenneliittymien tiiviyyttä. Havaitut puutteet korjataan parantamalla tiiviyyttä. Tiivistystoimenpiteiden jälkeen tehdään merkkiainekoe ja tarvittavat lisätiivistyksen merkkiainekokeen tulosten perusteella. Ilman kulkeutuminen kuilurakenteista alakattojen yläpuoliseen tilaan ja edelleen luokkahuoneisiin estetään tiivistämällä läpivientejä
 - Paviljongin katosta löydetty vesivuoto poistopuhaltimen läpiviennistä tulee korjata ensi tilassa. Muutkin kittaukset olivat kovettuneet ja niiden uusiminen on tarpeen.
 - Varasto käyttöön otetuissa wc-tiloissa 117 ja 119 tehdään toimenpiteitä, joilla estetään viemäriperäisen hajun pääsy sisätiloihin.
 - Luokassa 208 tiivistetään lattian ja ulkoseinän välinen liittäminen. Poikkeava haju ulkoseinän sisällä, hajun lähde esitetään selvitetäväksi tiivistämissuunnitelmien laatimista varten.
 - Työskentelypisteissä huoneissa 133 ja 134 selvitetään syytä paikoin todettuihin korkeisiin ilman liikenopeuksiin ja selvitetään mahdollisuuksia

vetohaittaa aiheuttavien liikenopeuksien alentamiseksi (mm. tuloilmalaitteiden suuntaus, työpisteiden sijoittelu).

- Kylmiksi koetuissa tiloissa esitetään tehtäväksi talvikaudella tammi-, helmikuussa tehtäväksi olosuhdemittaus, lämpökamerakuvaus ja lämmitysjärjestelmän tarkastus.

Helsingissä, 19. lokakuuta 2012

Finnmap Consulting Oy - Suomen Sisäilmaston Mittauspalvelu



Ilkka Meriläinen
rakennusinsinööri



Olli Kärkkäinen
LVI-insinööri

Lausunnon liitteet

Liite 1.	Mittaustulokset
Liitteet 2.1-2.4	Mittauspisteet pohjakuvissa
Liitteet 3.1-3.11	Merkitäinekokeet pohjakuvissa
Liitteet 4.4-4.5	Painesuhteiden seurantamittaus – graafiset kuvaajat
Liitteet 5.1.	Hetkelliset paine-erohavainnot pohjakuvissa
Liite 6.	Kuvakooste

Rakennusmateriaalien mikrobit

Tutkimuksessa selvitettiin, ovatko epäillyistä rakenteista otettujen materiaalinäytteiden mikrobimäärät normaalista poikkeavia. Näytteistä tehtiin suoraviljelyt elatusalustoille, joista tutkittiin homesienien, bakteereiden ja sädesienien kasvu. Elatusalustat olivat 2 % mallasuu-teagar (M2) ja dikloraaniglyseroli-18-agar (DG18) homesienille sekä tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar bakteereille ja sädesienille.

Suoraviljelynäytteissä todettiin mikrobeja seuraavasti. Pitoisuudet on esitetty kasvustojen (pesäkkeiden) määrinä elatusalustoilla käyttäen suhteellista asteikkoa, jossa:

- = pesäkkeiden määrä = 0
- + = pesäkkeiden määrä = 1 – 20
- ++ = pesäkkeiden määrä = 21 – 50
- +++ = pesäkkeiden määrä = 51 – 200
- ++++ = pesäkkeiden määrä = yli 200.

Homesienien kohdalla on esitetty, mistä homesienisuvuista näytteissä oli kysymys.

Näytteen- ottopiste	Tila	Tilan ja näytteenottopis- teen kuvaus	Pvm	Homesienet		Bakteerit	Sädesienet
				M2	DG18		
MR1	208	Entinen musiikkiluokka, ulkoseinä, tiilimuurauksen pinnassa oleva rappaus / maali	13.9.	Yhteensä -	Yhteensä -	+	-
MR2	208	Entinen musiikkiluokka, lattian kantavan laatan päällä oleva mineraalivilla	13.9.	Yhteensä + Penicillium sp	Yhteensä + Cladosporium sp Penicillium sp	+	-
MR3	114	Musiikkiluokka, ulkoseinä, ikkunapalkin ja muurauksen välissä oleva sementti sideaineinen puulastueriste	13.9.	Yhteensä + Penicillium sp	Yhteensä + Cladosporium sp	-	-

* kosteusvaurioindikaattori

Materiaaleissa on normaalistikin todettavissa mikrobi-itiöitä ja rihmastoja. Materiaalien pintojen mikrobimääriä pidetään poikkeavina silloin, kun mikrobiviljelyssä todettujen pesäkkeiden määrä on selvästi tavanomaista suurempi tai kun mikrobien koostumus on poikkeava. Korkeina ja selvästi poikkeavina pidetään tasoa +++ tai ++++ olevia mikrobimääriä. Myös vähäisemmät mikrobimäärät (tasoa + tai ++) voidaan luokitella poikkeaviksi ja kohonneiksi silloin, kun kysymyksessä on ns. kosteusvaurioindikaattori (mm. *Acremonium*-suku) tai sädesieni.

Pintailmaisimen käyttö rakennekosteuksien arvioinnissa

Tutkittavassa rakennuksessa seinä- ja lattiarakenteita tutkittiin pistokoeluonteisesti 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.

Rakenteiden kosteudet, porareikämenetelmä

Rakenteisiin, joissa todettiin vertailuarvoon nähden kohonnutta kosteutta kosteudenilmaisimella tai joissa oli muuten epäiltävissä poikkeavaa kosteutta, porattiin rakenteiden suhteellisen kosteuden määrittämiseksi reiät (16 mm). Reiät puhdistettiin ja tulpattiin. Suhteellinen kosteus mitattiin olosuhteiltaan tasaantuneissa rei'issä. Mittalaitteina olivat Vaisalan HMI41-näyttölaitteet ja HMP44-mittapäät. Tulokset, rakenteen ilmatilan suhteellinen kosteus (%) ja lämpötila (°C) on esitetty oheisessa taulukossa.

Mittauspiste	Tila	Rakeneosa	Mittauspisteen sijainti	Reiän syvyys, mm	Pvm	Suhteellinen kosteus, %	Lämpötila, °C
K1	208 Entinen musiikkiluokka	Ulkoseinä, tiili	Vanhan tiilimuurauksen sisäpinta sisäpuolisen levytyksen ja lämmöneristyksen alla, lattia 200 mm, ulkoseinä 150 mm	170	17.9. 2012	67	15,2
K2	208 Entinen musiikkiluokka	Ulkoseinä, tiili	Vanhan tiilimuurauksen sisäpinta sisäpuolisen levytyksen ja lämmöneristyksen alla, lattia 150 mm, ulkoseinä 150 mm	60	17.9. 2012	59	17,2
K3	214 Tekstiilityön luokka	Ulkoseinä, tiili	Vanhan tiilimuurauksen sisäpinta sisäpuolisen levytyksen ja lämmöneristyksen alla, lattia 200 mm, ulkoseinä n.2000 mm	50	17.9. 2012	58	17,3

Sisä- ja ulkoilman olosuhteet mittauksen aikana olivat seuraavat:

Pvm	Sisäilman lämpötila, °C	Sisäilman suhteellinen kosteus, %	Ulkoilman lämpötila, °C	Ulkoilman suhteellinen kosteus, %
17.9.	20,0 -20,6	54 -55	13,8	82

Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC -yhdisteiden) ilmanäytteet kerättiin pumpuilla Tenax -putkiin, jotka analysoitiin kaasukromatografisesti MetropoliLab Oy:n laboratoriossa Helsingissä. Tulokset on esitetty yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tulokset olivat seuraavat:

Näytteen-etanolio- tointopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC), $\mu\text{g}/\text{m}^3$
V1	233	ATK-luokka	17.8.	75
V2	208	Opetusluokka	17.8.	46
V3	01	Paviljongin opetusluokka	30.8.	46

Edellä mainittujen näytteiden tärkeimmät yksittäiset yhdisteet olivat:

Yhdiste	Näytteenottopiste/ Pitoisuus, $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	V1	V2	V3
Aromaattiset yhdisteet:			
Bentseeni	1,2	1,1	
Tolueneeni	8,4	5,1	2,8
Etyyliibentseeni	0,9	1,5	0,4
Propyylibentseeni	0,2	0,2	
1,4-Ksyleeni	2,9	3,5	1,0
1,2-Ksyleeni	1,0	1,5	0,4
1,3,5-Trimetyyliibentseeni	0,2	0,3	
Aromaattiset yhdisteet yhteensä	14,8	13,2	4,6

Yhdiste	Näytteenottopiste/ Pitoisuus, µg/m ³		
	V1	V2	V3
Alkaanit:			
Suoraketjuisia ja haaraisia hiilivetyjä *	7,7	2,2	1,1
Rengasrakteisia hiilivetyjä *	20,0		
Alkaanit yhteensä	27,7	2,2	1,1
Terpeenit:			
Pineeni	3,0	5,1	1,0
b-Pineeni *	1,1	1,4	
Delta-3-kareeni	1,8	2,2	0,2
Limoneeni	1,5	1,8	
Terpeenit yhteensä	7,4	10,8	1,2
Karbonyylit:			
Heksanaali	2,6		4,3
Oktanaali	1,2		
Nonanaali		3,0	3,9
Dekanaali *	1,2	0,9	
Bentsaldehydi	3,2	4,1	5,0
Asetofenoni*			1,3
Asetoni *, **	3,0	3,0	
Karbonyylit yhteensä	11,2	11,0	14,5
Esterit:			
Etyyliaetaatti		0,4	
Butyyliaetaatti	0,8	1,4	0,5
Esterit yhteensä	0,8	1,8	0,5
Alkoholit:			
Butanoli	12,6	2,3	1,6
2-Etyyli-1-heksanoli			1,1
Fenoli			2,7
Alkoholit yhteensä	12,6	2,3	5,4
Alkoholi- ja fenolieetterit:			
2-Butoksietanoli*			0,4
2-(2-Etoksietoksi)etanoli		2,2	1,5
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	0,8	0,8	1,4
2-Fenoksietanoli*			0,5
Alkoholi- ja fenolieetterit yhteensä	0,8	3,0	3,8
Muut yhdisteet:			
Etikkahappo *	3,2		4,0
Oktaanihappo*			2,2
Nonaanihappo*			1,2
Syklotrisiloksaani, heksametyyli*			1,3
Muut yhdisteet yhteensä	3,2	0	8,7
Tunnistettuja yhdisteitä yhteensä, µg/m³	78,5	44,3	39,8

* Määritetty tolueninä.

** TVOC -alueen ulkopuolella.

Tunnistettujen yhdisteiden pitoisuudet määritetään puhtaiden vertailuaineiden avulla (aineen omalla vasteella) tai tolueniekvivalenttina. TVOC -arvo määritetään tolueniekviva-

lenttina. Tunnistettujen yhdisteiden joukossa voi olla myös TVOC -alueen ulkopuolisia yhdisteitä. Em. systä tunnistettujen yhdisteiden kokonaispitoisuus ja TVOC -arvo eivät usein ole yhtä suuret.

Sisäilman haihtuville orgaanisille yhdisteille ei ole ohjearvoa. Työterveyslaitoksen ehdotuksen mukaan (2011) toimistotyötilojen sisäilman TVOC -pitoisuuden kohonneena arvona pidetään yli 250 µg/m³.

Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut

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

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Keräysaika	Mineraalikuidut, kpl/cm ²
PPK1	335	Varatila	15. -29.8.2012	0,07
			15. -29.8.2012	alle 0,07
PPK2	314	Opetusluokka	15. -29.8.2012	alle 0,07
			15. -29.8.2012	alle 0,07
PPK3	208	Opetusluokka	15. -29.8.2012	alle 0,07
			15. -29.8.2012	alle 0,07
PPK4	214	Tekstiilityö	15. -29.8.2012	alle 0,07
			15. -29.8.2012	alle 0,07

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

Pinnoille laskeutuvan pölyn mineraalikuidut

Pinnoille laskeutuvan pölyn mineraalikuituja tutkittiin tasopinnoilla kokoomanäytteiden avulla. Näytteet tutkittiin mikroskooppisesti. Pinnoille laskeutuvan pölyn todettiin sisältävän mineraalikuituja seuraavasti:

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Aika	Mineraalikuidut, kpl
PPK 5	306 käytävä	luokan 309 kohdalla olevan tiilestä muuratun erkkerin päältä	13.9.2012	11

Ilmanvaihdon ilmavirtojen mittaukset

Huonetilojen ilmavirtoja määritettiin DP-Calc 5815 –paine-eromittarilla ja mittaamalla venttiileiden asentoja. Mitattuja ilmavirtoja verrataan ilmanvaihtosuunnitelman (v. 2004) mukaisiin ohjearvoihin, jotka koskevat uuden rakennuksen ilmanvaihtoa. Mittausten kokonaismittausvirhe on ± 10 %. Ilmavirrat olivat seuraavat:

Mittaus- piste	Pvm	Tila	Mitattu tu- loilmavirta, dm ³ /s	Suunniteltu, ulkoilmavirta, dm ³ /s	Mitattu pois- toilmavirta, dm ³ /s	Suunniteltu, pois- toilmavirta, dm ³ /s
I1	30.8.	Terv.hoitaja / lääkäri 134	58	60	80	60
I2	30.8.	Laboratorio 133	55	80	57	60

Mittauspiste	Pvm	Tila	Mitattu tu- loilmavirta, dm ³ /s	Suunniteltu, ulkoilmavirta, dm ³ /s	Mitattu pois- toilmavirta, dm ³ /s	Suunniteltu, pois- toilmavirta, dm ³ /s
I3	30.8.	Lepuhuone 137	48	20	21	20
I4	30.8.	Pukuhuone 136	35	20	12	20
I5	30.8.	WC 136A	-	-	21	20

Vetomittaukset, ilman liike

Työpisteiden oleskeluvyöhykkeillä tutkittiin ilmavirtauksia savun avulla. Valituissa mittauspisteissä mitattiin ilman liikenopeutta ja lämpötilaa suuntariippumattomalla SWA03-virtausanturilla, joka oli liitetty tallentavaan Swema 3000 -mittalaitteeseen. Mittausjakson pituus oli kolme minuuttia. Tulokset olivat seuraavat:

Mittauspiste	Pvm	Huone / työpiste	Mittauspisteen kuvaus	Ilmavirtauksen lämpötila, °C	Ilman liikenopeus	
					keskiarvo, m/s	suurin arvo, m/s
VE1	30.8.12	133 / nykyinen, ATK-laitteen edessä	Etäisyys lattiasta 0,1 m	21,7	0,139	0,237
			Etäisyys lattiasta 1,1 m	21,8	0,174	0,357
			Etäisyys lattiasta 1,7 m	22,0	0,139	0,494
VE2	30.8.12	134 / nykyinen, ATK-laitteen edessä	Etäisyys lattiasta 0,1 m	21,9	0,043	0,089
			Etäisyys lattiasta 1,1 m	22,5	0,046	0,132
			Etäisyys lattiasta 1,6 m	22,5	0,050	0,160
VE3	30.8.12	134 / ed. työpiste nykyisen ATK-laitteen takana	Etäisyys lattiasta 0,1 m	22,2	0,122	0,290
			Etäisyys lattiasta 1,1 m	22,3	0,046	0,164
			Etäisyys lattiasta 1,6 m	22,3	0,044	0,153

Julkaisun Sisäilmastoluokitus 2008 mukaan ilman liikenopeuden tavoitearvot eri sisäilmastoluokissa ovat seuraavat:

Ilmavirtauksen lämpötila, °C	Ilman liikenopeuden tavoitearvot sisäilmastoluokissa S1-S3, m/s		
	S1	S2	S3
21	alle 0,14	alle 0,17	0,2 (talvi)
23	alle 0,16	alle 0,20	-
25	alle 0,20	alle 0,25	0,3 (kesä)

Ulkoilman olosuhteet vetomittausten aikana olivat seuraavat:

Pvm	Lämpötila, °C	Tuulen suunta	Tuulen nopeus, m/s
30.8.12	18	-	1 - 3

MERKINTÖJEN SELITYKSET:



ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT



PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET



RAKENNUSMATERIAALIEN MIKROBIT



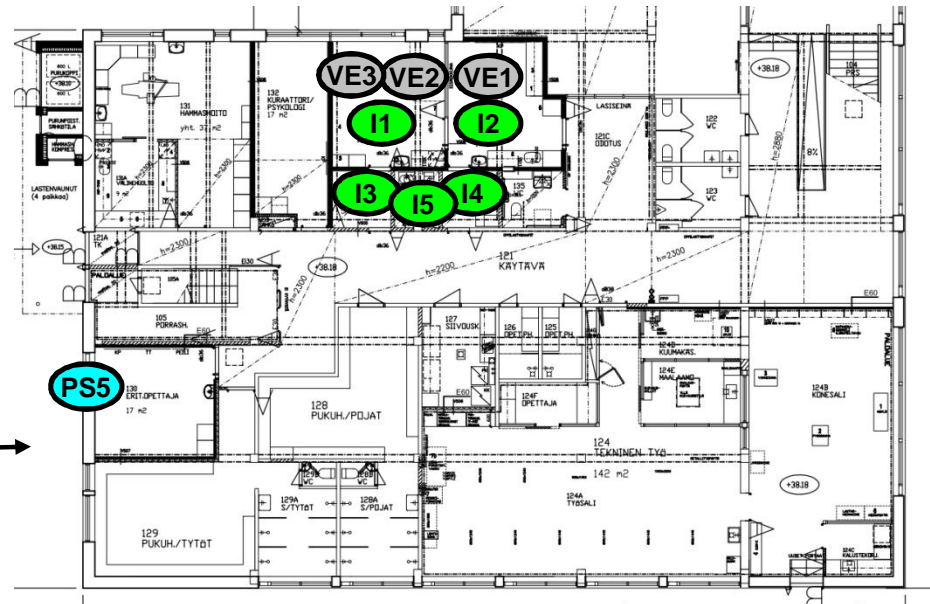
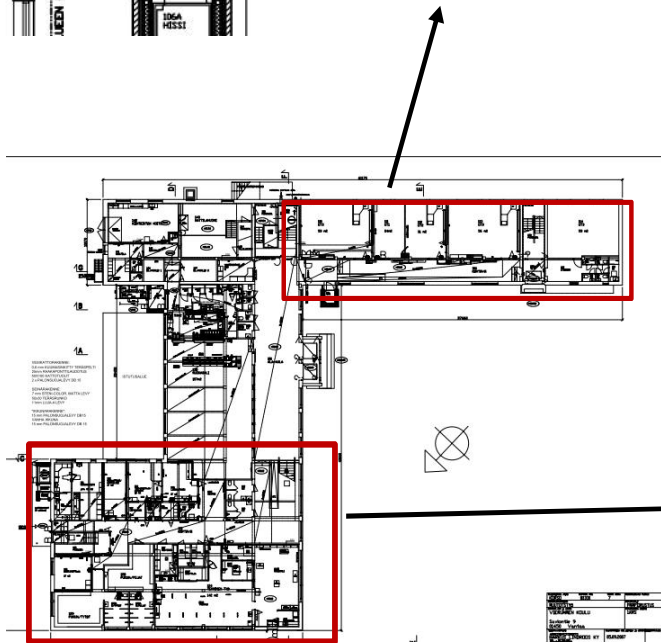
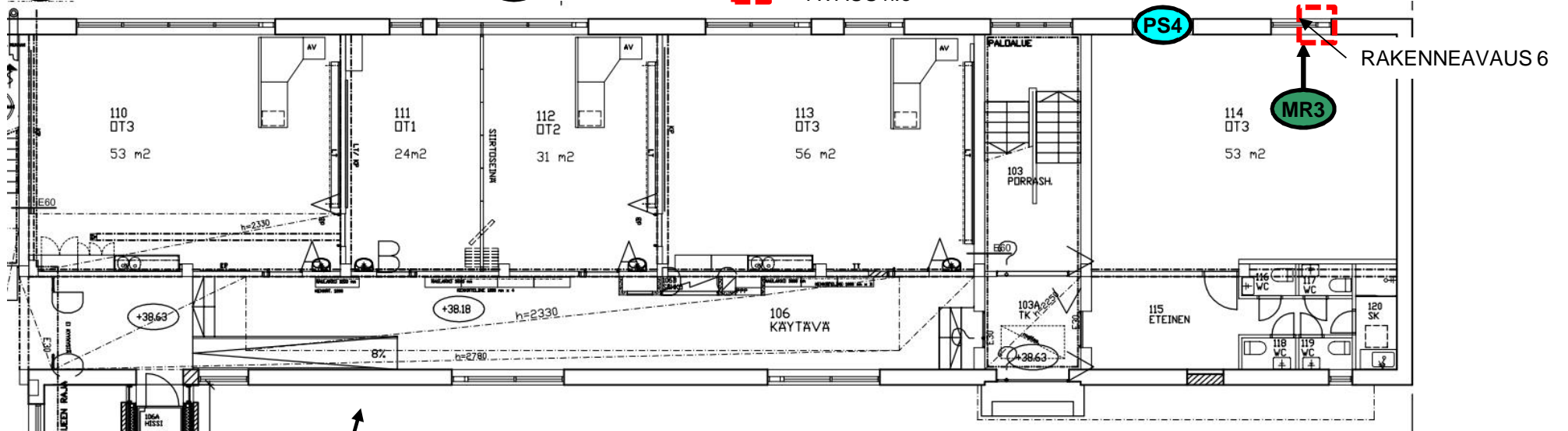
VETOMITTAUS



RAKENNE-
AVAUS n:o

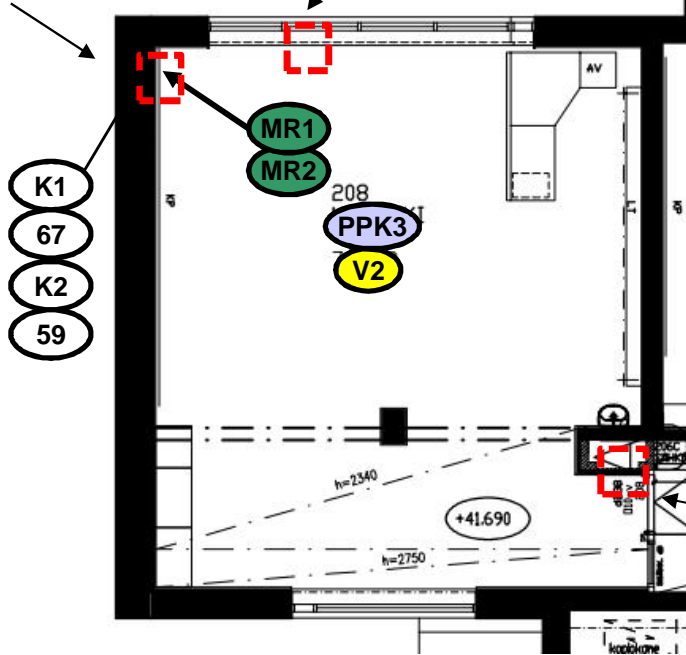


RAKENNUSMATERIAALIEN MIKROBIT



RAKENNE-
AVAUS 2

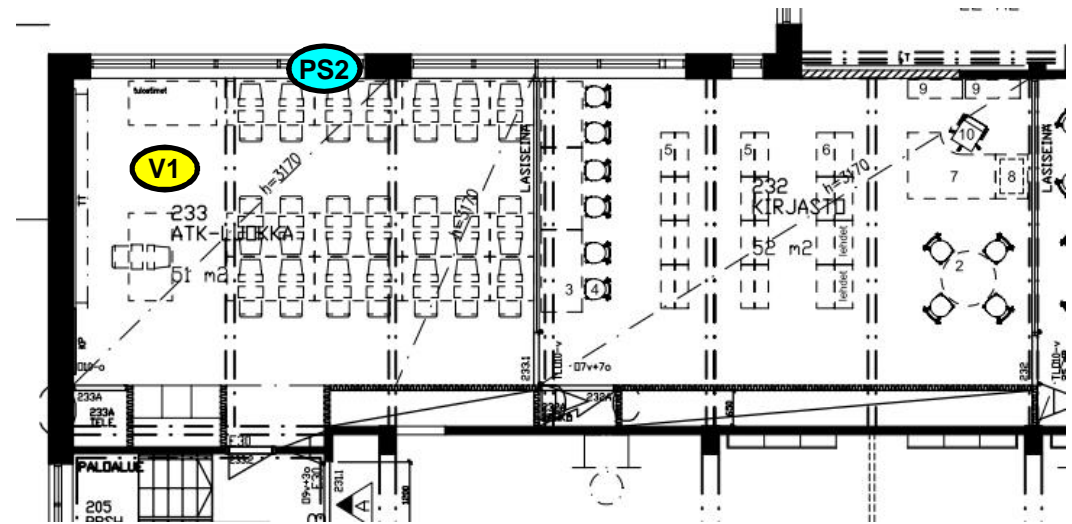
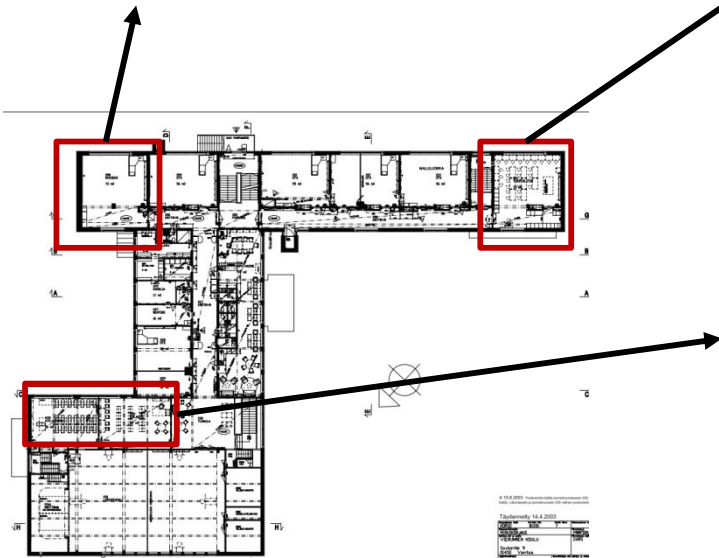
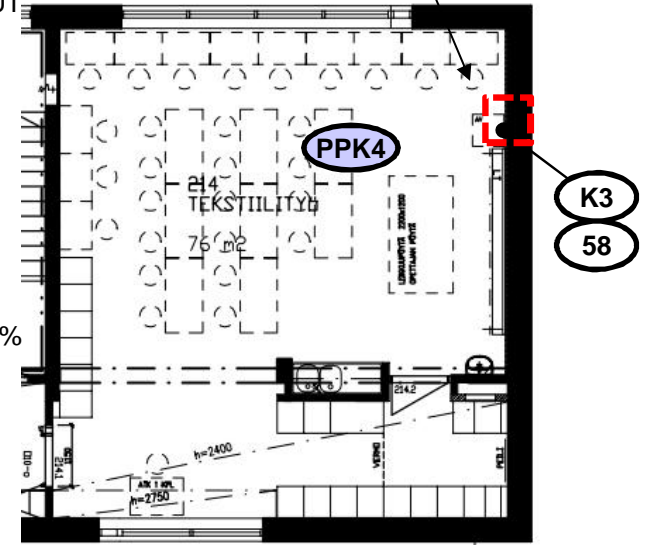
RAKENNE-
AVAUS 1

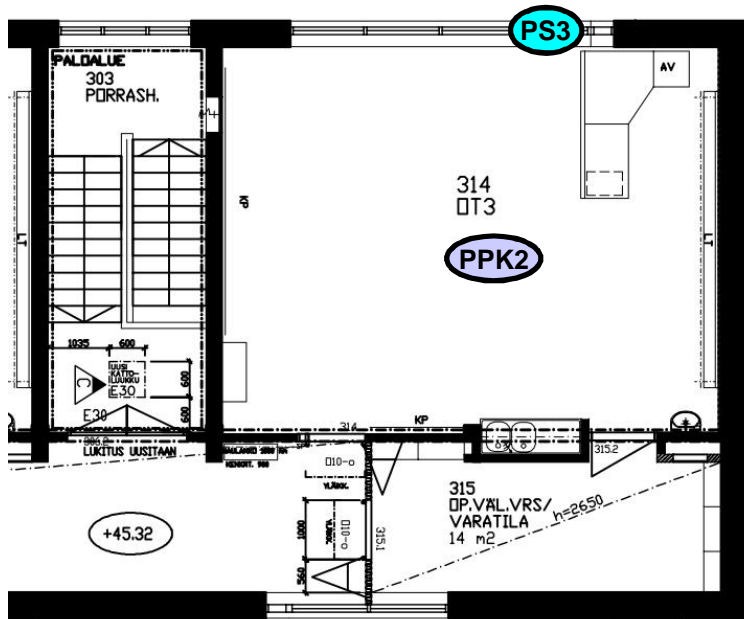


MERKINTÖJEN SELITYKSET:

- PPK** PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT
- PS** PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET
- V** SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET
- MR** RAKENNUSMATERIAALIEN MIKROBIT
- RAKENNE-
AVAUS n:o**
- K** RAKENTEEN SUHTEELLINEN KOSTEUS < 70 %

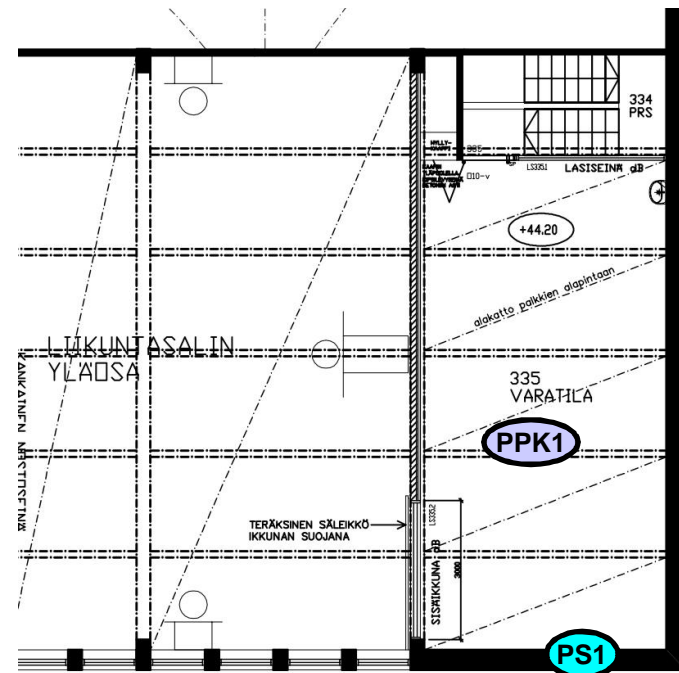
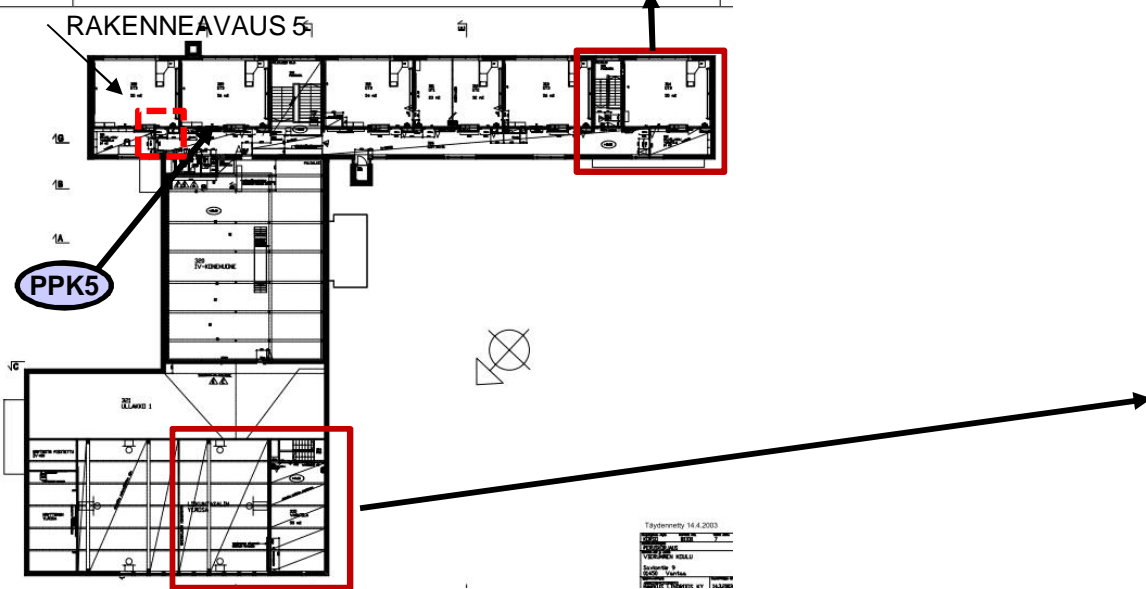
RAKENNE-
AVAUS 4





MERKINTÖJEN SELITYKSET:

- PPK** PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT
- PS** PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET
- RAKENNE-AVAUS n:o**



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

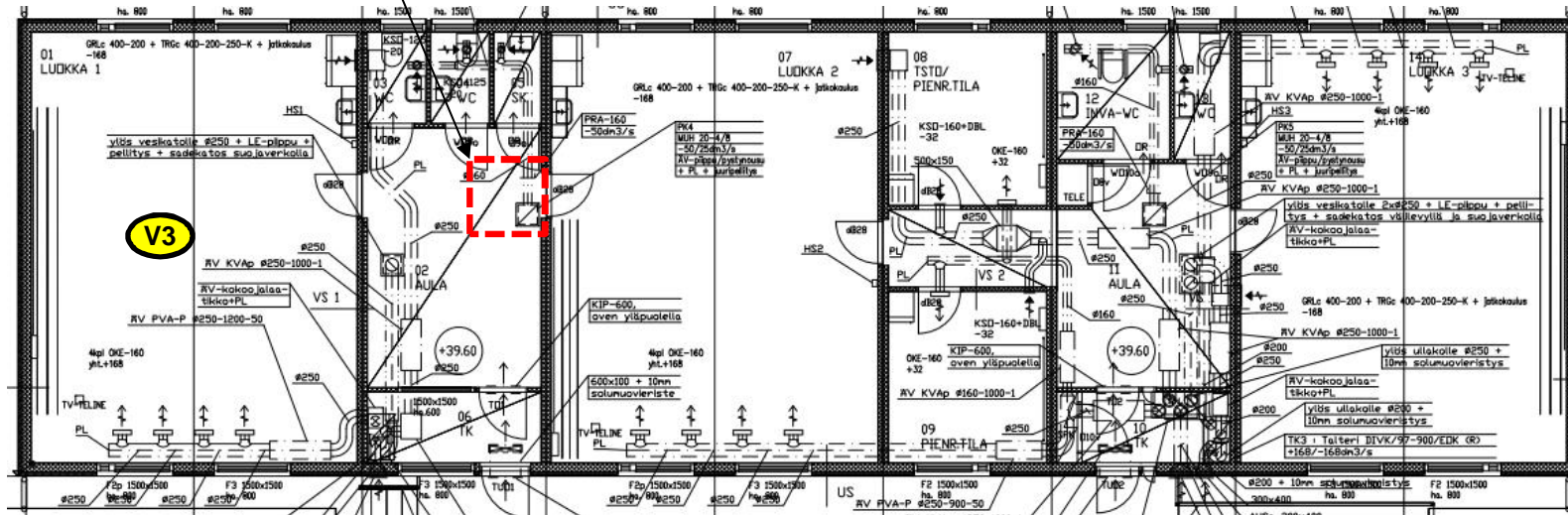


SISÄILMAN HAIHTUVAT
ORGAANISET YHDISTEET

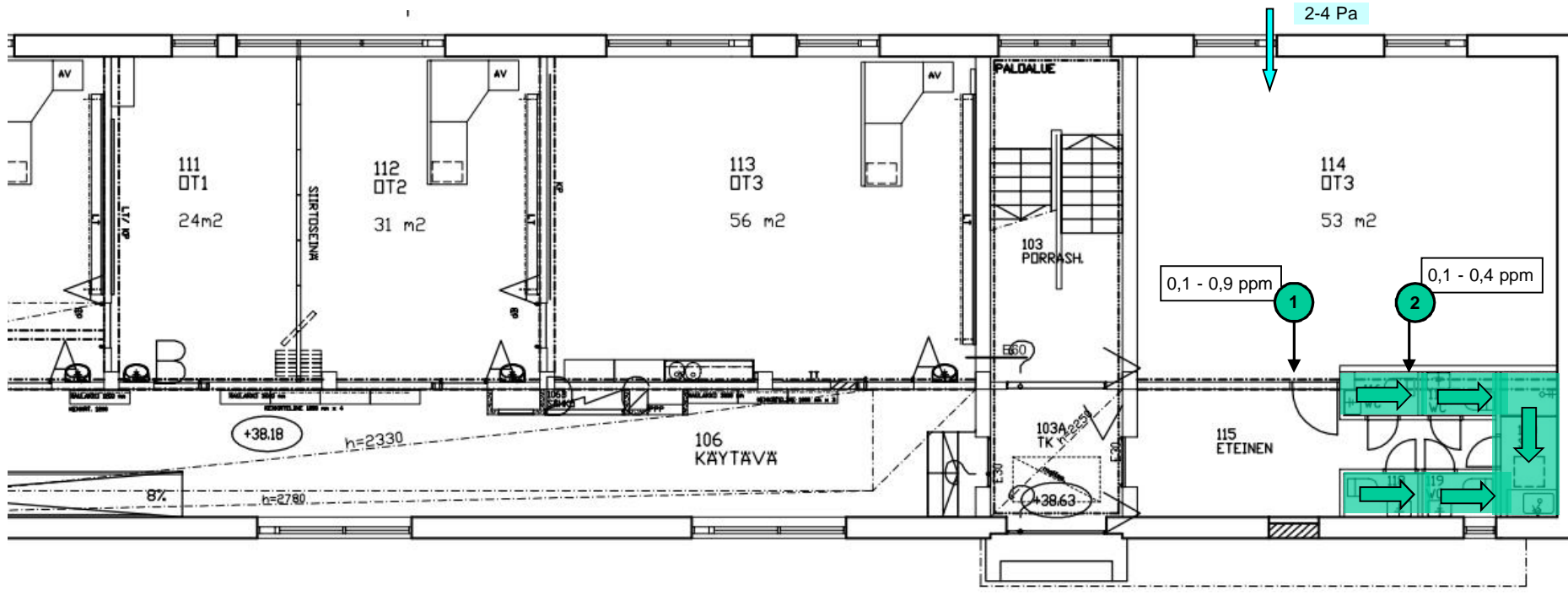


RAKENNE-
AVAUS n:o




RAKENNE-
AVAUS 7






MERKKIAINEKOE 28.8.2012



NUOLIIEN SELITYKSET:

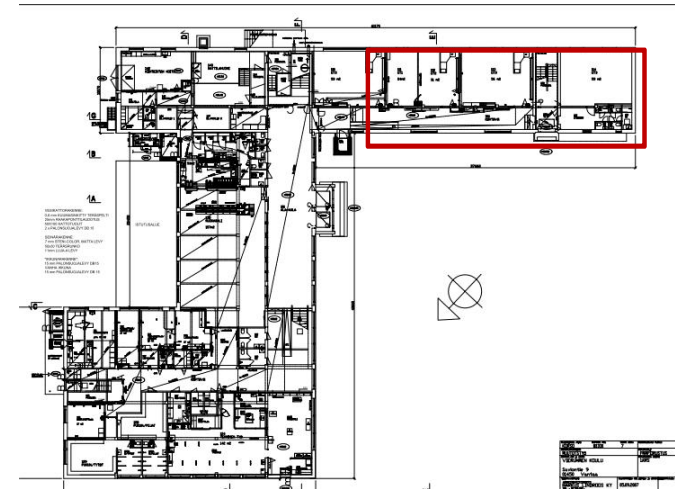
-  MERKKIAINEKAASU
WC-tiloihin 116, 117, 118 ja 119 sekä siivouskaappiin 120
-  0-1 Pa PAINE-ERO JA
 ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA (kertamittaus)

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  OVEN RAOT
-  VIEMÄRIN LÄPIVIENNIIT
-  2 ppm MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS

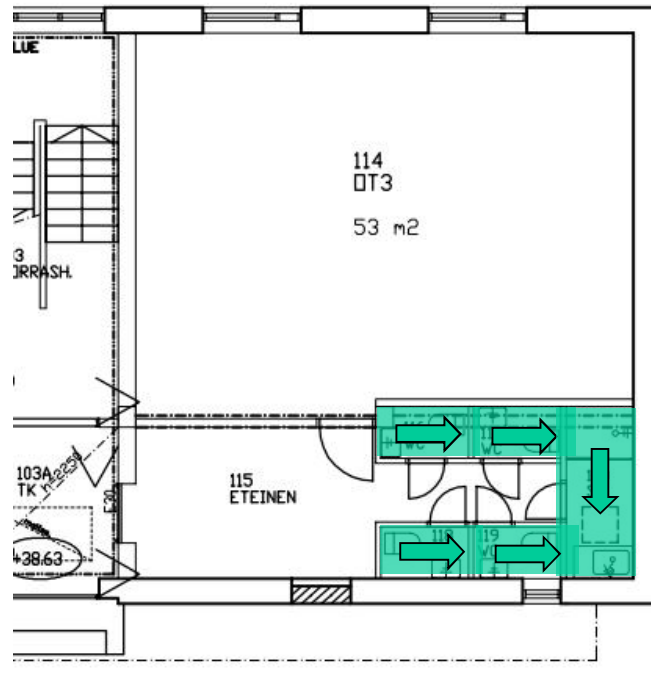
Merkkiainepitoisuuden tulkinta, kun kaasuanalysaattorin osoittama pitoisuus (ppm) on tasolla:

- 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.

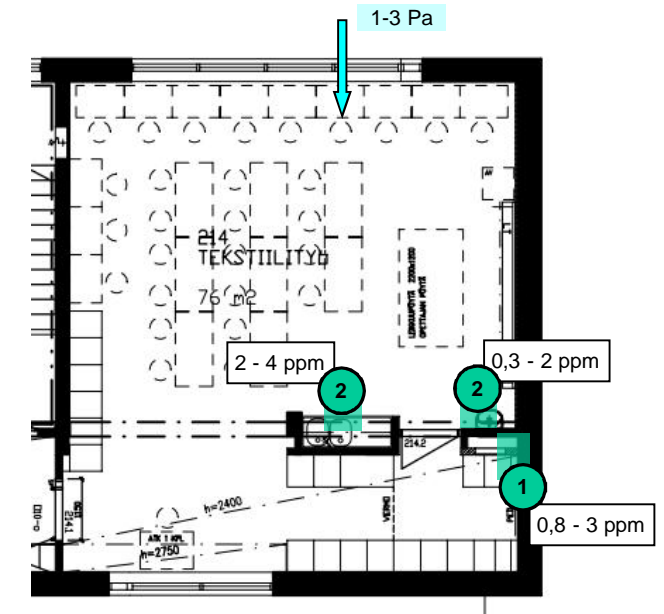


MERKKIAINEKOE 28.8.2012


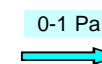
MERKKIAINEKAASU
WC-tiloihin 116, 117, 118 ja 119 sekä siivouskaappiin 120






MERKKIAINEKAASU
Tutkitaan kaasun mahdollinen liikkuminen tilaan 214



NUOLIIEN SELITYKSET:

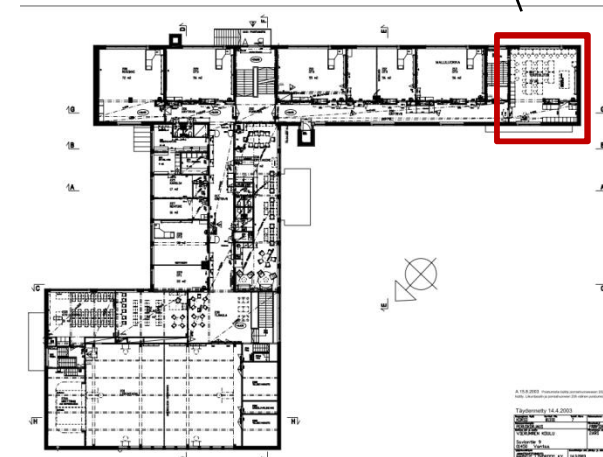
-  MERKKIAINEKAASU
WC-tiloihin 116, 117, 118 ja 119 sekä siivouskaappiin 120
-  0-1 Pa PAINE-ERO JA
ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA (kertamittaus)

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  SEINÄ- JA LATTIARAKENTEEN LIITTYMÄ
-  LÄPIVIENIT
-  2 ppm MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS

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

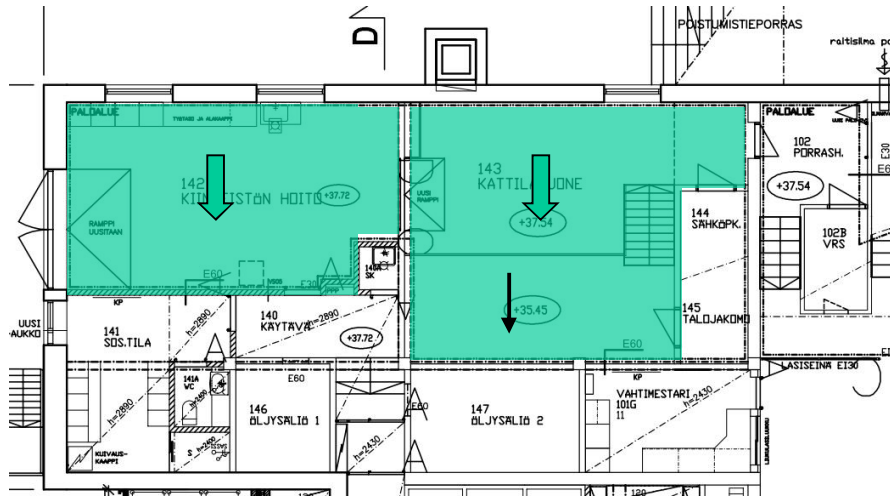
- 0,0...1,0 ppm - pitoisuus vähäinen,
- 1,1...10,0 ppm - pitoisuus melko vähäinen,
- 10,1...50,0 ppm - pitoisuus suuri,
- yli 50,0 ppm - pitoisuus hyvin suuri.



MERKKIAINEKOE 28.8.2012

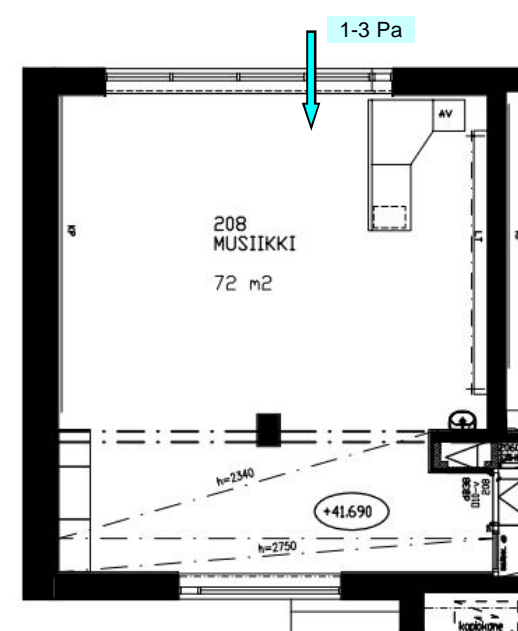
MERKKIAINEKAASU

Kiinteistön hoidon tilaan 142 ja kattilahuoneeseen 143






MERKKIAINEKAASU

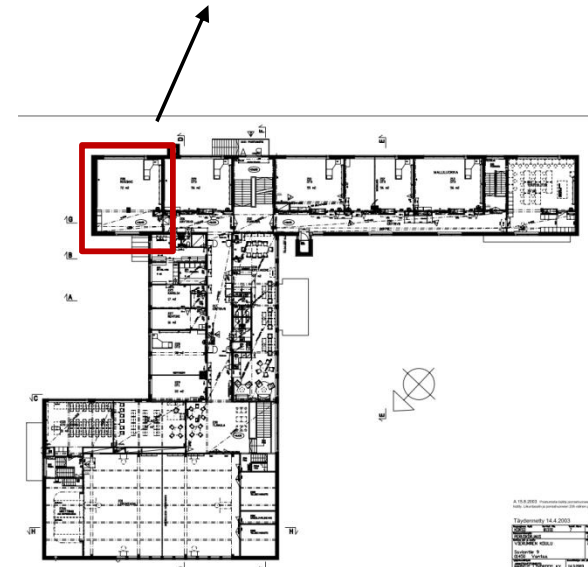
Tutkitaan kaasun mahdollinen liikkuminen tilaan 208



NUOLIEN SELITYKSET:

-  MERKKIAINEKAASU
Kiinteistön hoidon tilaan 142 ja kattilahuoneeseen 143
-  0-1 Pa PAIN-ERO JA
ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA (kertamittaus)
- 

EI MERKKIAINEKAASUHAVAINTOJA LUOKASSA 208

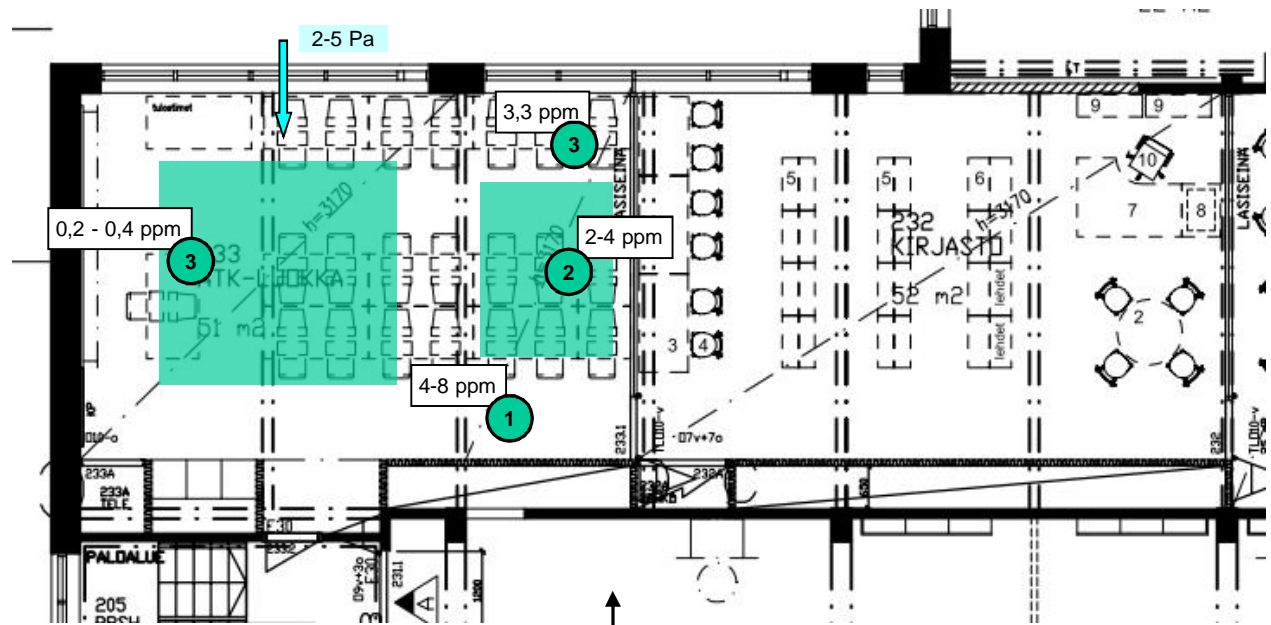
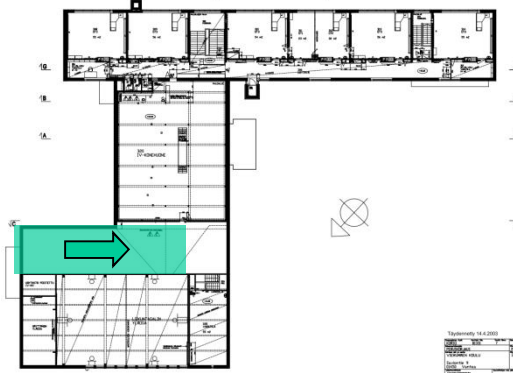


MERKKIAINEKOE 29.8.2012



MERKKIAINEKAASU

Tutkitaan kaasun mahdollinen liikkuminen ATK luokkaan 233





MERKKIAINEKAASU
Ullakolle 321



NUOLIIEN SELITYKSET:

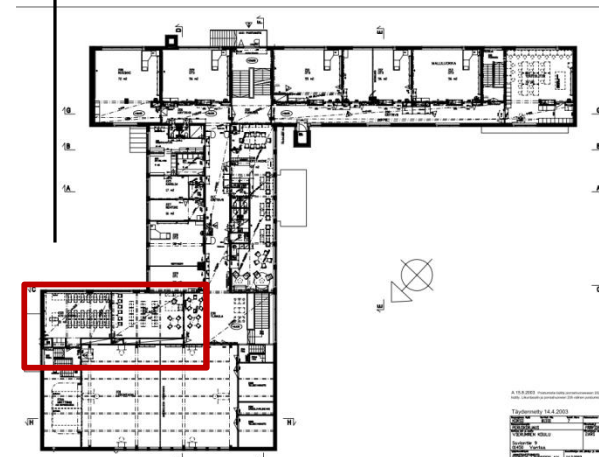
-  MERKKIAINEKAASU Ullakolle 321
-  0-1 Pa PAINE-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA (kertamittaus)

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  1 IV LÄPIVIENTI (alaslasketun katon yläpuolella)
-  2 VALUNAIIKAISET PUUT (alaslasketun katon yläpuolella)
-  3 LÄPIVIENTI (alaslasketun katon yläpuolella)
-  2 ppm MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS

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

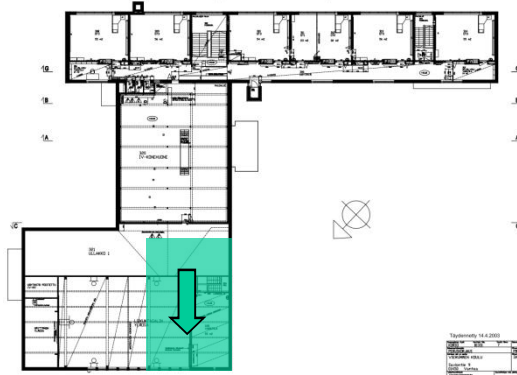
- 0,0...1,0 ppm - pitoisuus vähäinen,
- 1,1...10,0 ppm - pitoisuus melko vähäinen,
- 10,1...50,0 ppm - pitoisuus suuri,
- yli 50,0 ppm - pitoisuus hyvin suuri.



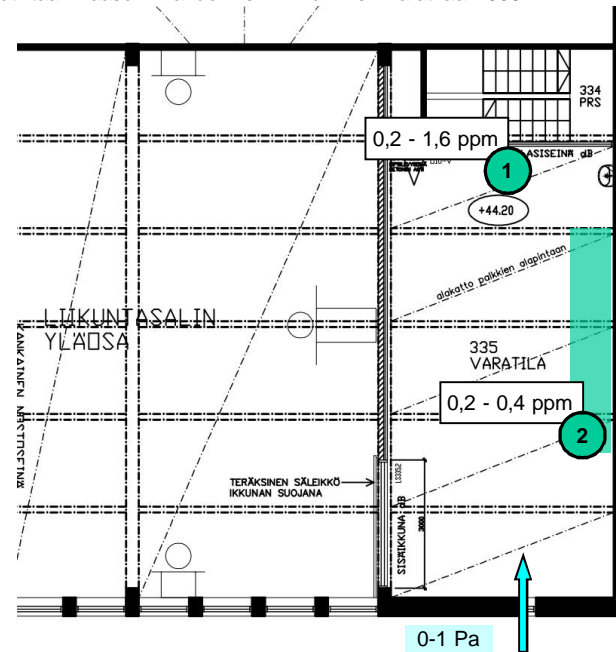
A 10.001
Tarkennus 14.4.2003
Käytetty väline
Lisäyksiä
Päättäjät
Päättäjät

MERKKIAINEKOE 29.8.2012



MERKKIAINEKAASU
Varatilan 335 yläpuoliseen ilmatilaan






MERKKIAINEKAASU
Tutkitaan kaasun mahdollinen liikkuminen varatilaan 335



NUOLIIEN SELITYKSET:

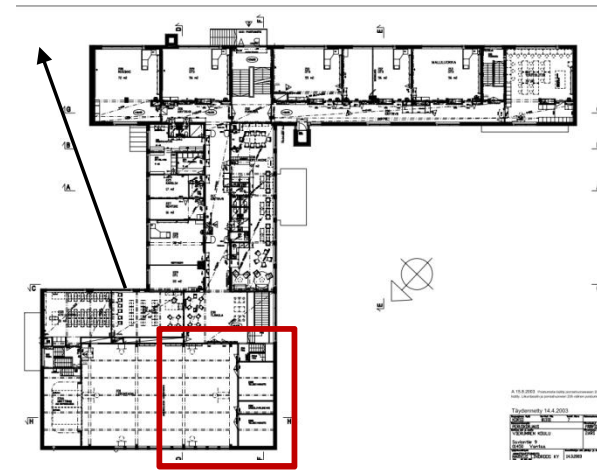
-  MERKKIAINEKAASU
Varatilan 335 yläpuoliseen ilmatilaan
-  0-1 Pa PAINE-ERO JA
ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA (kertamittaus)

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  1 IV LÄPIVIENTI (alaslasketun katon yläpuolella)
-  2 TOJALEVYN JA KATTORAKENTEEN LIITTYMÄ
-  2 ppm MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS

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

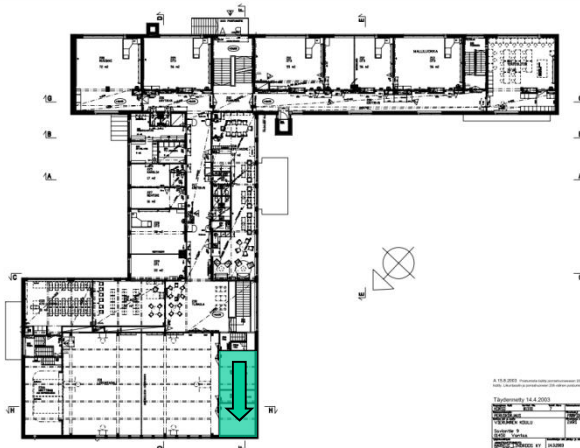
- 0,0...1,0 ppm - pitoisuus vähäinen,
- 1,1...10,0 ppm - pitoisuus melko vähäinen,
- 10,1...50,0 ppm - pitoisuus suuri,
- yli 50,0 ppm - pitoisuus hyvin suuri.



MERKKIAINEKOE 29.8.2012

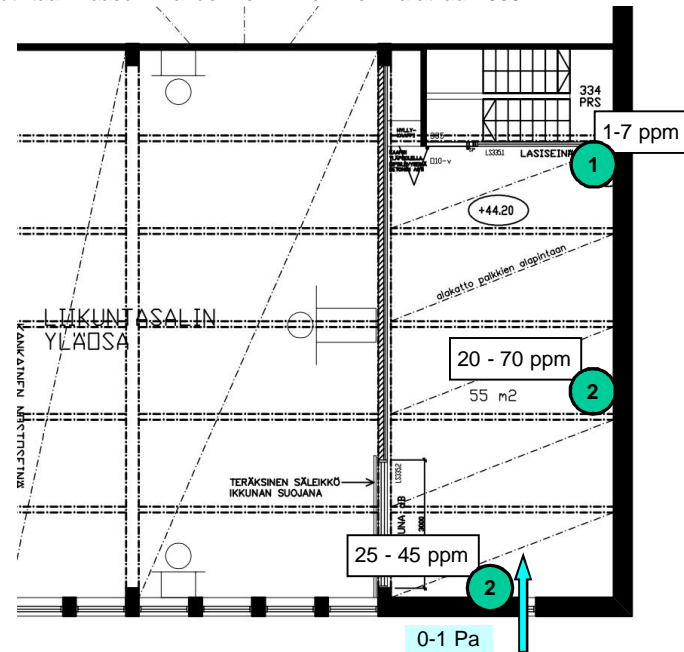
MERKKIAINEKAASU

Telinevarastoihin 231B, 231D ja urheiluvälinevarastoon 231C





MERKKIAINEKAASU




Tutkitaan kaasun mahdollinen liikkuminen varatilaan 335



NUOLIEN SELITYKSET:

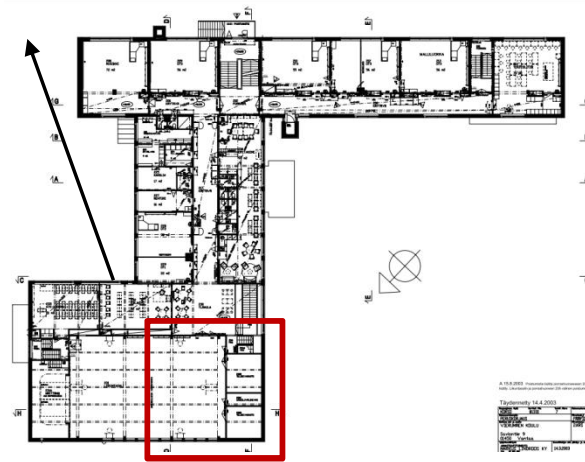
-  MERKKIAINEKAASU
Telinevarastoihin 231B, 231D ja urheiluvälinevarastoon 231C
-  0-1 Pa PAINE-ERO JA
ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA (kertamittaus)

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

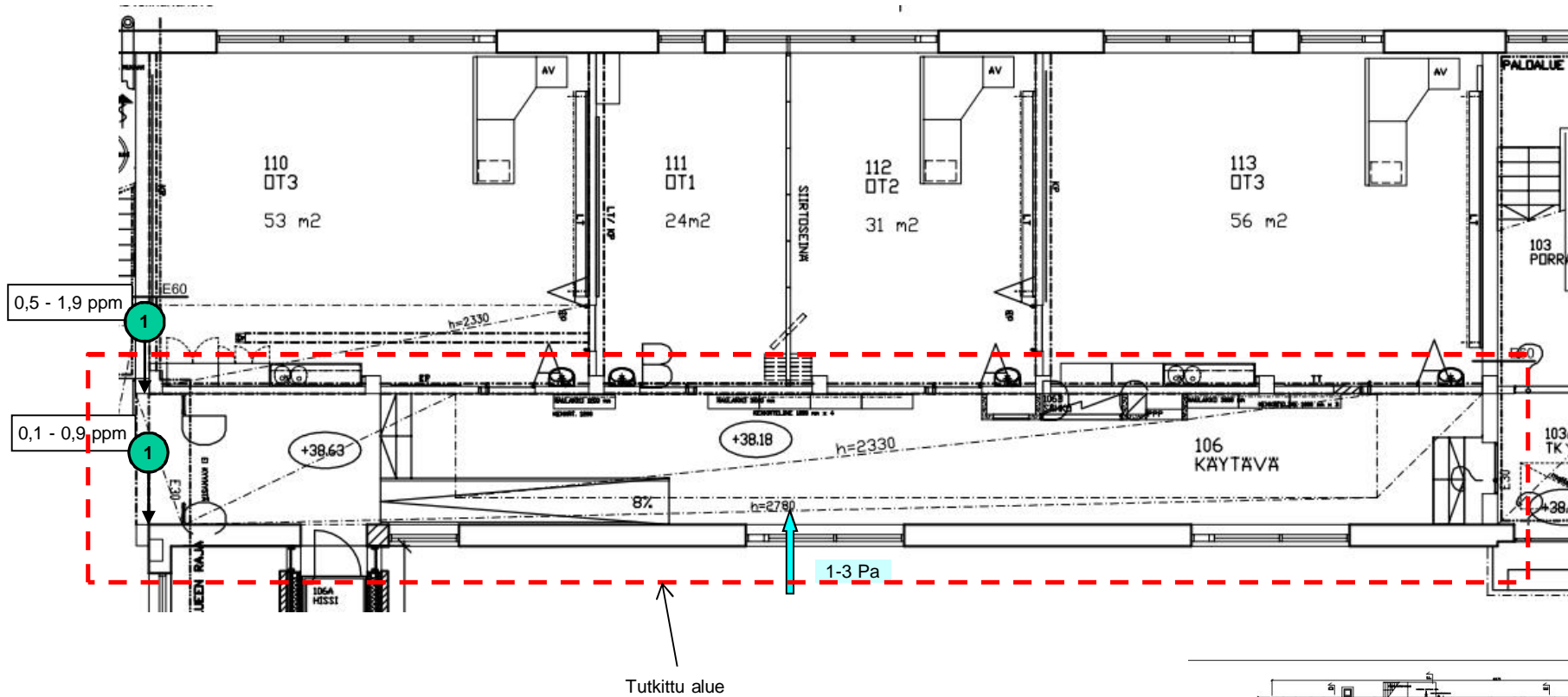
-  1 IV LÄPIVIENTI (lattiasta)
-  2 PUTKIEN LÄPIVIENTI (lattiasta)
-  2 ppm MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS

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.





MERKKIAINEKOE 29.8.2012



NUOLIEN SELITYKSET:

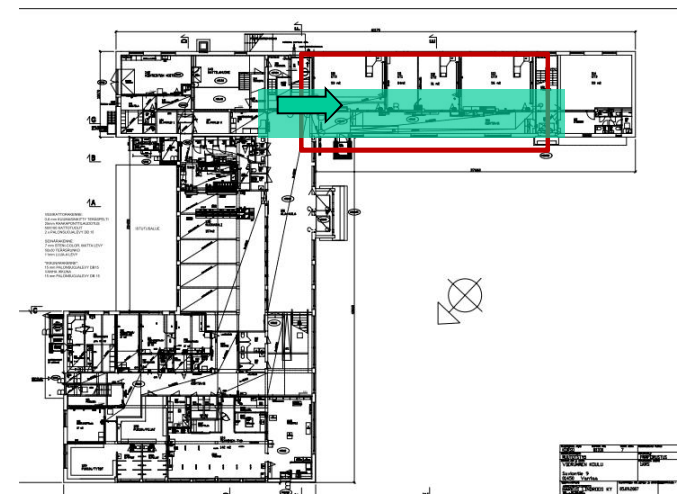
-  MERKKIAINEKAASU alustatilaan
-  0-1 Pa PAINE-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA (kertamittaus)

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  LIIKUNTASAUMA seinässä
-  2 ppm MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS

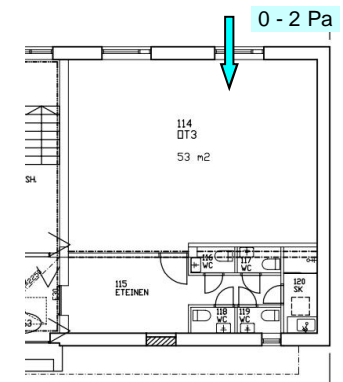
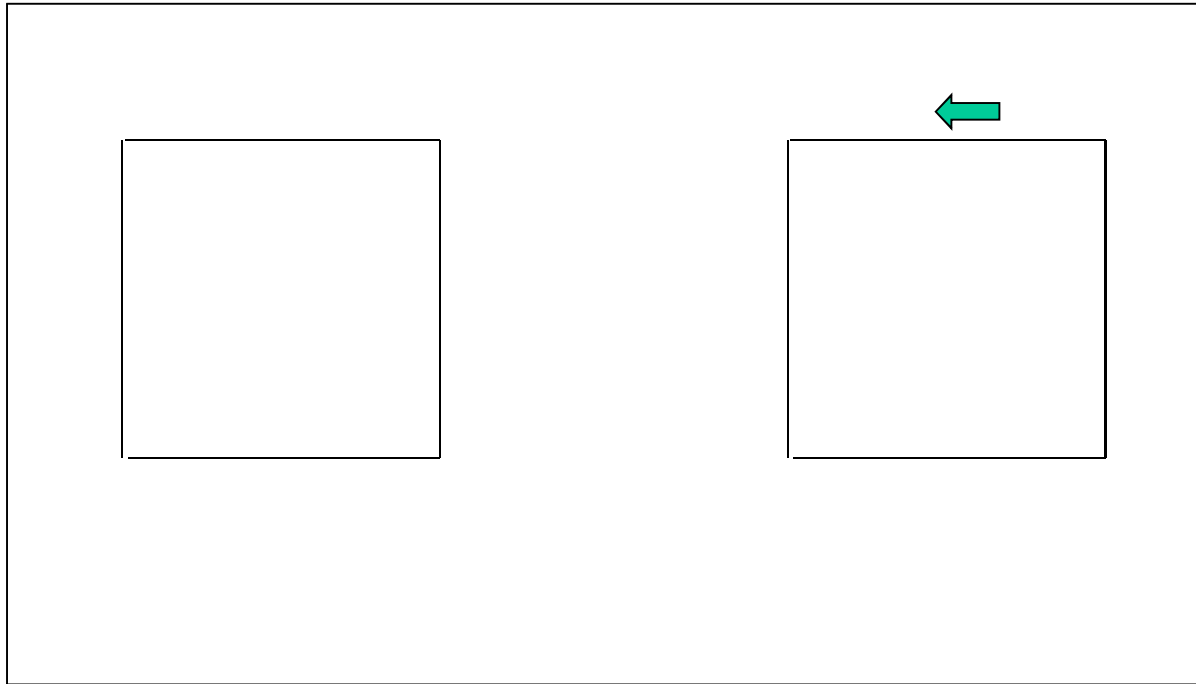
Merkkiaiinepitoisuuden tulkinta, kun kaasuanalysoitsijan osoittama pitoisuus (ppm) on tasolla:

- 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.






MERKKIAINEKOE 29.8.2012

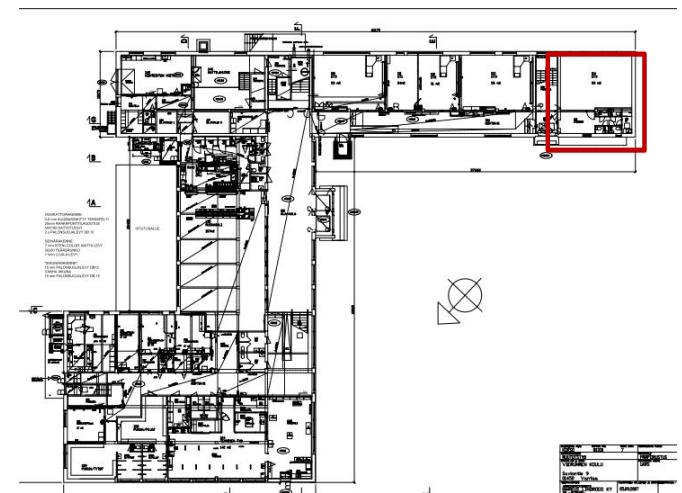
LUOKAN 114 ULKOSEINÄRAKENTEEN PERIAATEKUVA – EI MITTAKAAVASSA



NUOLIEN SELITYKSET:

-  MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄRAKENTEEN ERISTETILAAN IKKUNAN YLÄPUOLELLE
-  0-1 Pa PAINERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA (kertamittaus)
-  0 - 2 Pa

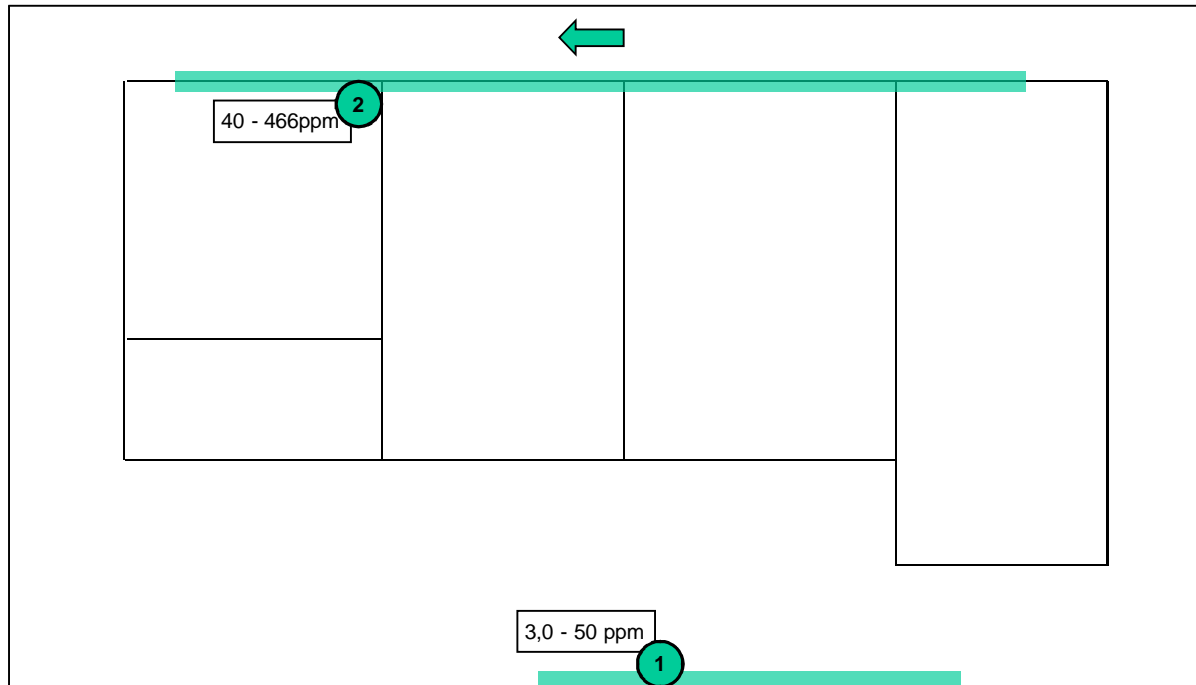
EI MERKKIAINEKAASUHAVAINTOJA




114 OT3	53 m2
115 ETEINEN	
116 WC	
117 WC	
118 WC	
119 WC	
120 SK	


MERKKIAINEKOE 29.8.2012

LUOKAN 214 ULKOSEINÄRAKENTEEN PERIAATEKUVA – EI MITTAKAAVASSA





NUOLIEN SELITYKSET:

 MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄRAKENTEEN ERISTETILAAN IKKUNAN YLÄPUOLELLE LUOKISSA 114 JA 214

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

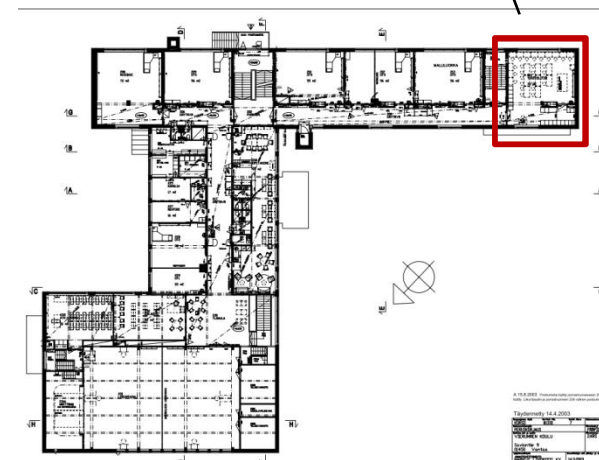
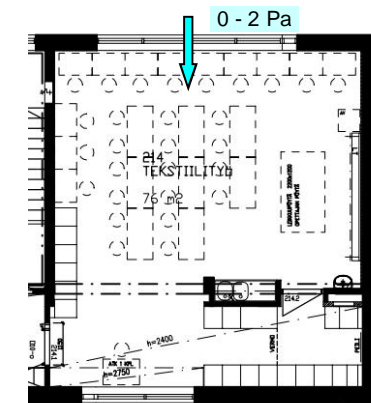
MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  ULKOSEINÄ- JA LATTIARAKENTEEN LIITTYMÄ
-  ULKOSEINÄ- JA IKKUNARAKENTEEN LIITTYMÄ

 2 ppm MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS

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

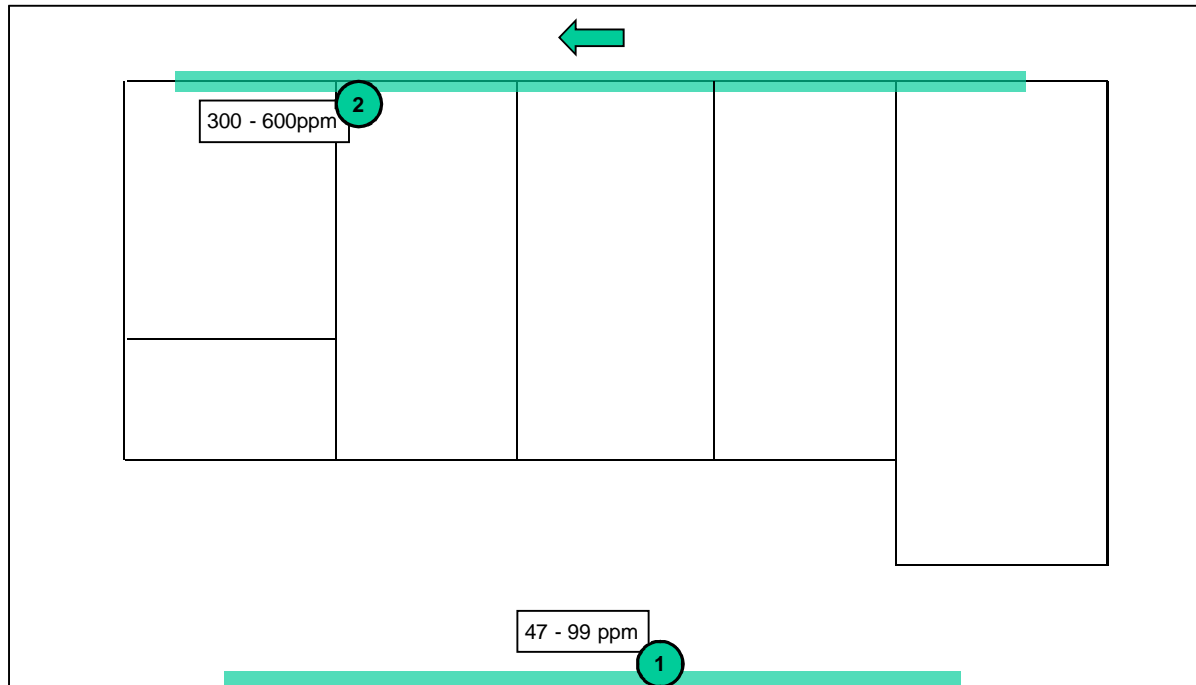
- 0,0...1,0 ppm - pitoisuus vähäinen,
- 1,1...10,0 ppm - pitoisuus melko vähäinen,
- 10,1...50,0 ppm - pitoisuus suuri,
- yli 50,0 ppm - pitoisuus hyvin suuri.



A 10.001
Tarkennus 14.4.2012
Luokka 214
5.9.2012
OK

MERKKIAINEKOE 30.8.2012

LUOKAN 314 ULKOSEINÄRAKENTEEN PERIAATEKUVA – EI MITTAKAAVASSA



NUOLIEN SELITYKSET:

MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄRAKENTEEN ERISTETILAAN IKKUNAN YLÄPUOLELLE LUOKISSA 214 JA 314

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

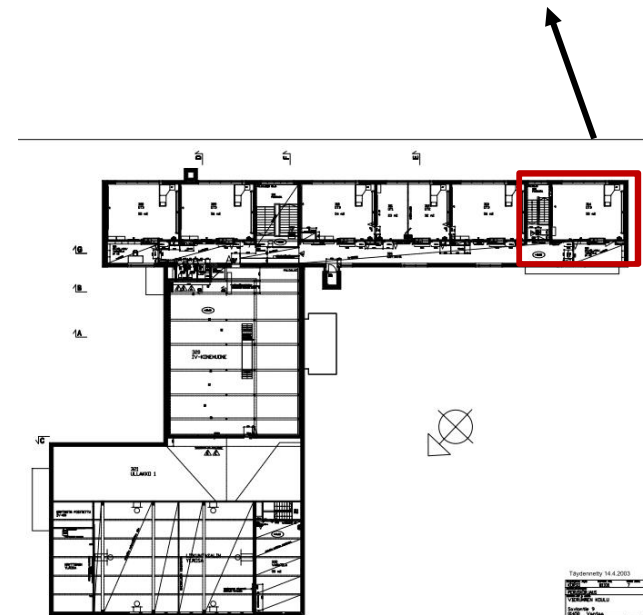
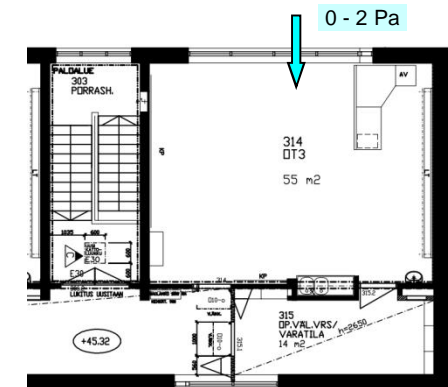
MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

- ULKOSEINÄ- JA LATTIARAKENTEEN LIITTYMÄ
- ULKOSEINÄ- JA IKKUNARAKENTEEN LIITTYMÄ

MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS

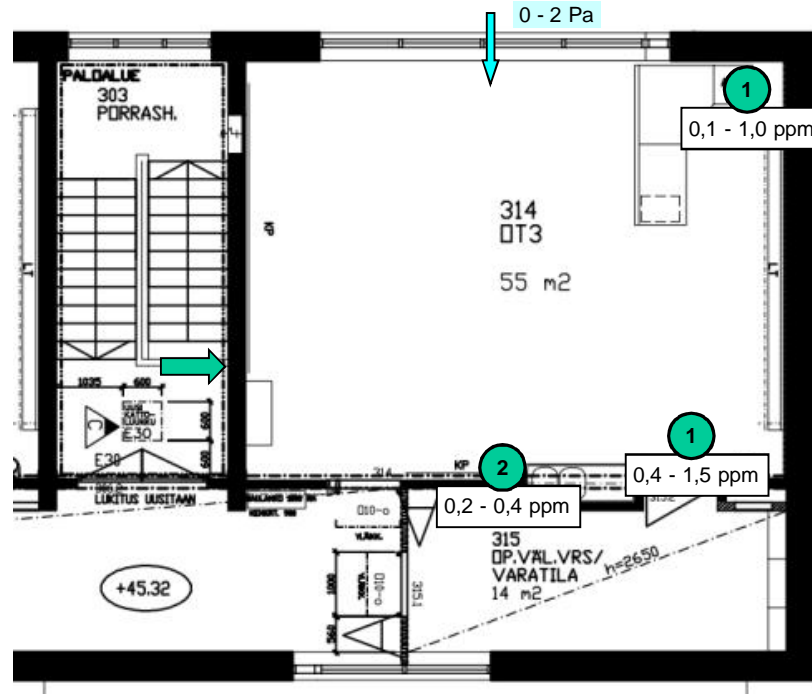
Merkkiainepitoisuuden tulkinta, kun kaasuanalysaattorin osoittama pitoisuus (ppm) on tasolla:

- 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.




Työnumero 14.2003
 01/02/03
 03/04/05
 06/07/08
 09/10/11
 12/13/14
 15/16/17
 18/19/20
 21/22/23
 24/25/26
 27/28/29
 30/31/32
 33/34/35
 36/37/38
 39/40/41
 42/43/44
 45/46/47
 48/49/50
 51/52/53
 54/55/56
 57/58/59
 60/61/62
 63/64/65
 66/67/68
 69/70/71
 72/73/74
 75/76/77
 78/79/80
 81/82/83
 84/85/86
 87/88/89
 90/91/92
 93/94/95
 96/97/98
 99/100/101
 102/103/104
 105/106/107
 108/109/110
 111/112/113
 114/115/116
 117/118/119
 120/121/122
 123/124/125
 126/127/128
 129/130/131
 132/133/134
 135/136/137
 138/139/140
 141/142/143
 144/145/146
 147/148/149
 150/151/152
 153/154/155
 156/157/158
 159/160/161
 162/163/164
 165/166/167
 168/169/170
 171/172/173
 174/175/176
 177/178/179
 180/181/182
 183/184/185
 186/187/188
 189/190/191
 192/193/194
 195/196/197
 198/199/200

MERKKIAINEKOE 31.8.2012



NUOLIEN SELITYKSET:

 MERKKIAINEKAASU TILAN 314 YLÄPUOLELLE
ILMATILAAN

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

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

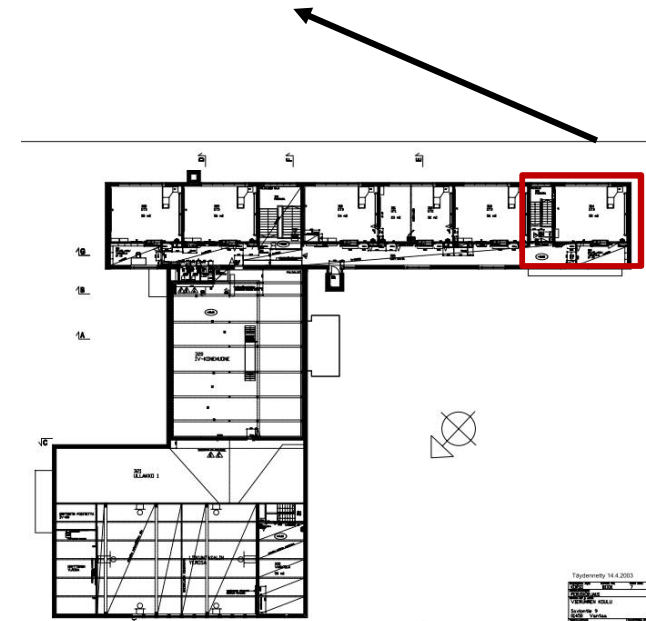
 IV LÄPIVIENTI katossa

 SÄHKÖJOHDOT LÄPIVIENTI katossa

 MERKKIAINEKAASUN PITOISUUS

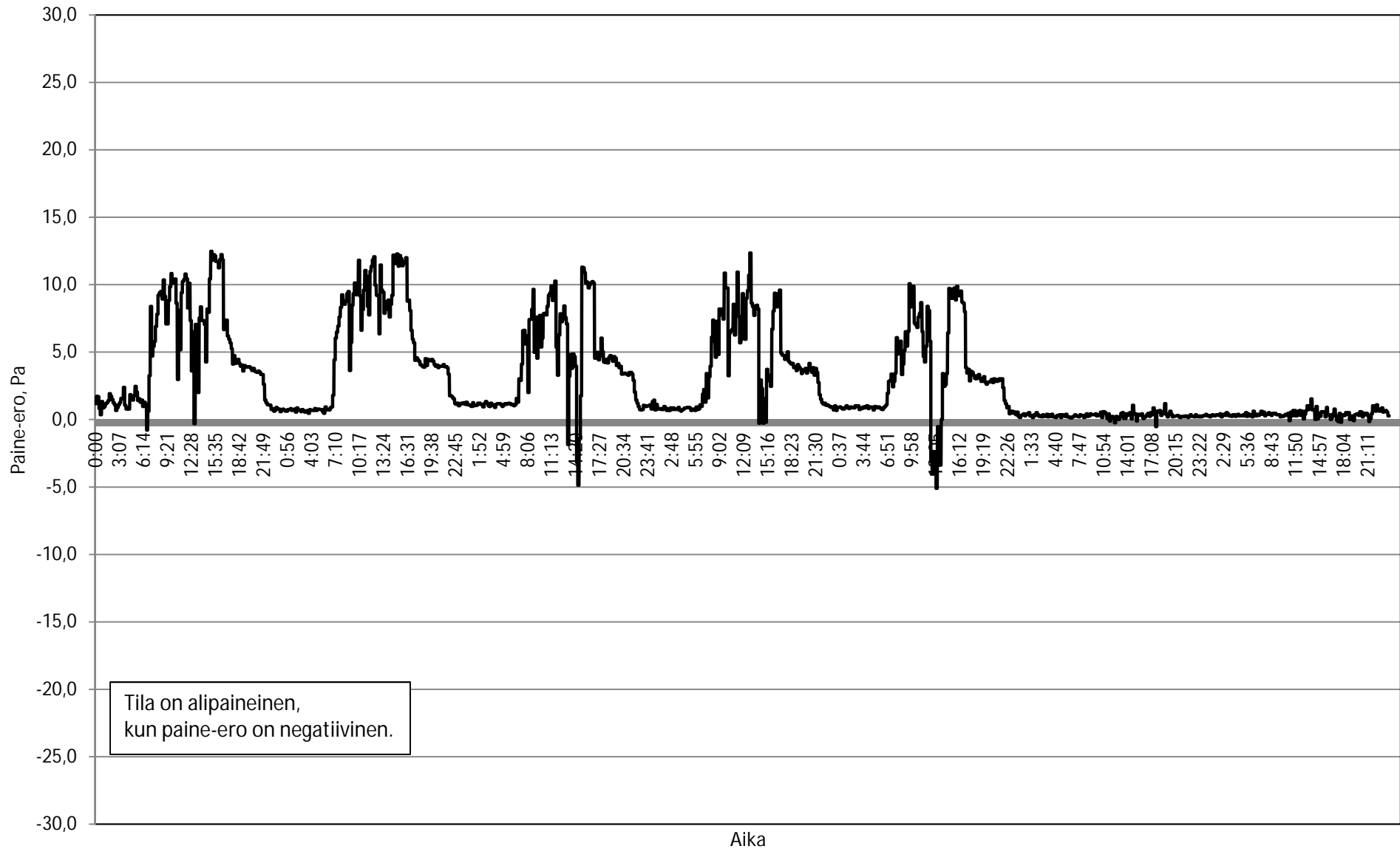
Merkkiainepitoisuuden tulkinta, kun kaasuanalysaattorin osoittama pitoisuus (ppm) on tasolla:

- 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.

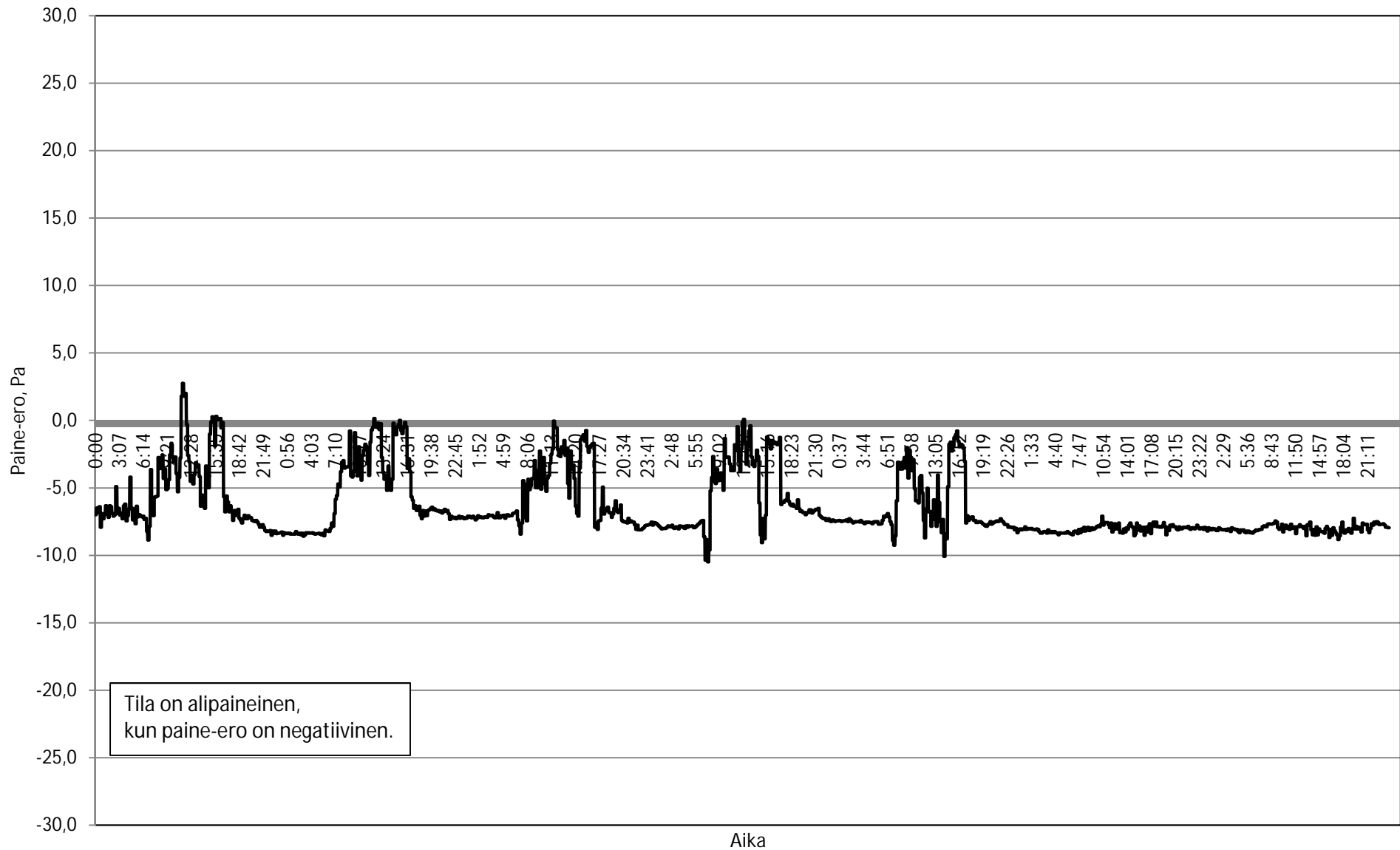


Työnumero 14.2003
SISÄILMA
MÄÄRÄYKSET
5.9.2012
OK

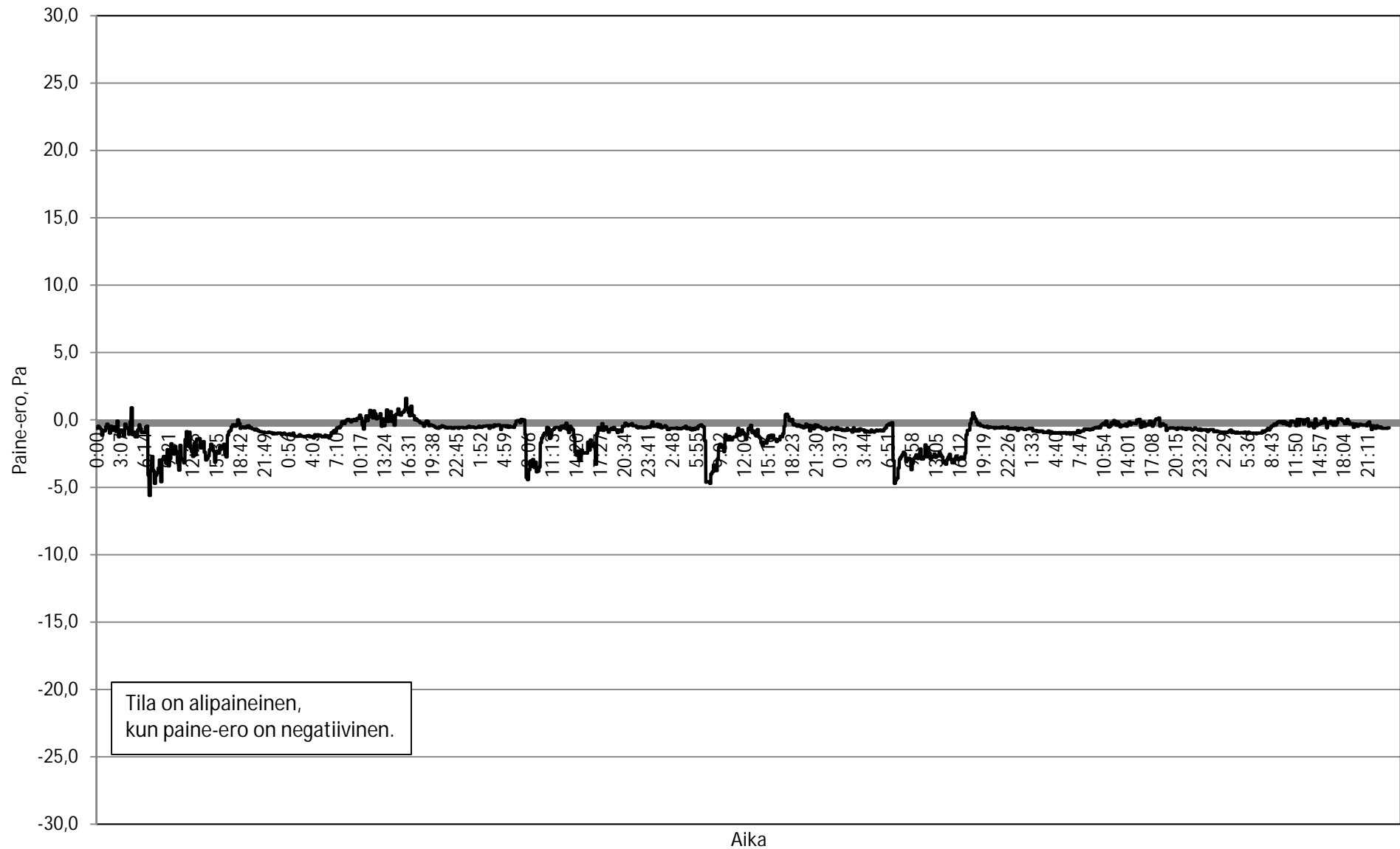
PS1: Varatilan 335 ja ulkoilman välinen paine-ero, 20.-26.8.2012



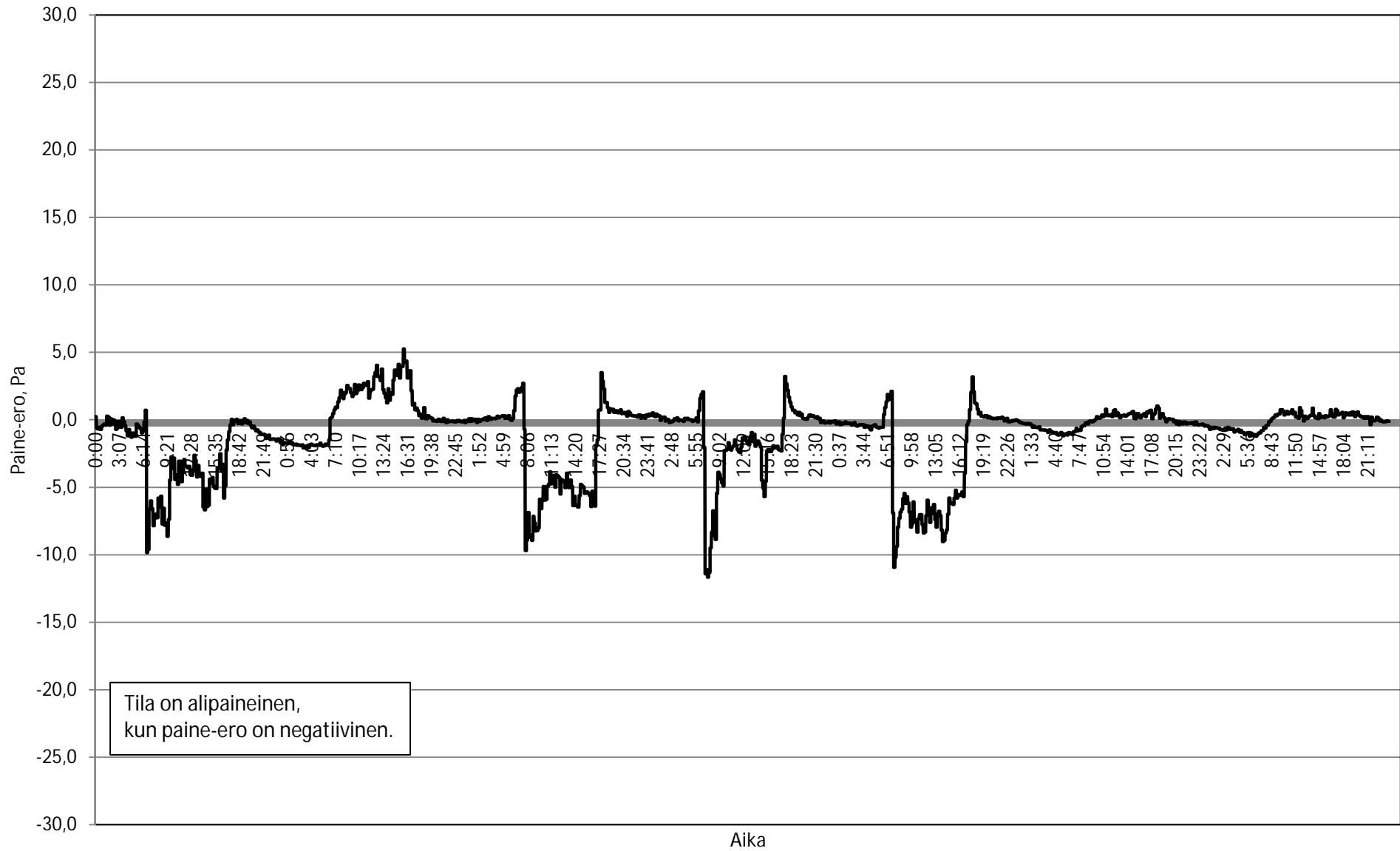
PS2: ATK-luokan 233 ja ulkoilman välinen paine-ero, 20.-26.8.2012



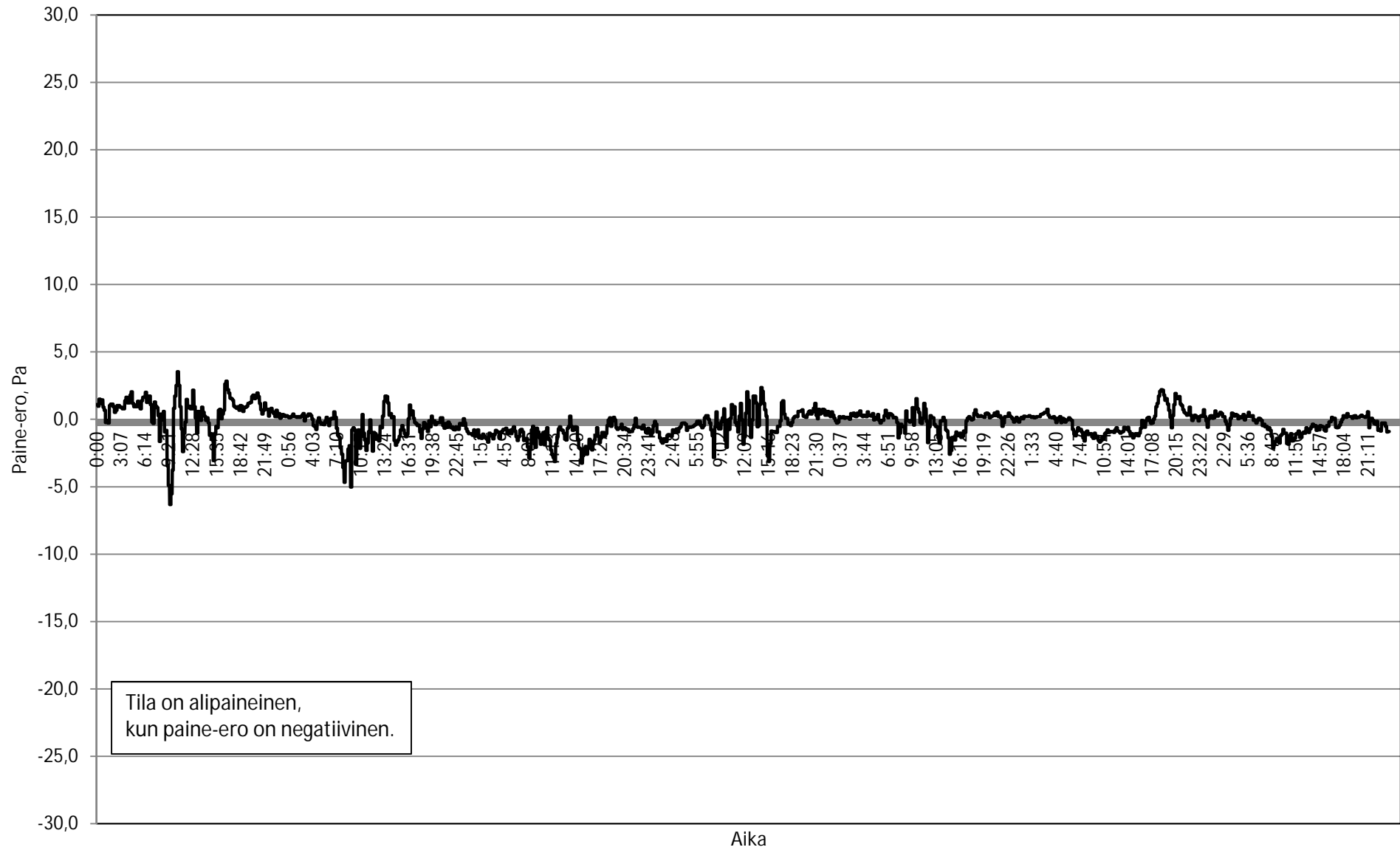
PS3: Luokan 314 ja ulkoilman välinen paine-ero, 20.-26.8.2012



PS4: Luokan 114 ja ulkoilman välinen paine-ero, 20.-26.8.2012



PS5: Tilan 130 ja ulkoilman välinen paine-ero, 20.-26.8.2012



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

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

