

TUTKIMUSRAPORTTI

Simonkallion koulu

Simonkalliontie 1
01350 Vantaa

Työ nro T14020

Kotka 12.8.2014

Oy Insinööri Studio

SISÄLLYSLUETTELO

1	TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT	2
2	KOHTEEN PERUSTIEDOT JA TAUSTA	3
3	MITTAUS- JA NÄYTTEENOTTOMENETELMÄT	4
3.1	Yleistä.....	4
3.2	Mikrobit rakenteista	4
3.3	Merkkianemittaukset.....	4
3.4	Kosteuskartoitus	4
3.5	Rakenteiden kosteusmittaus	5
3.6	Ilmanvaihdon toiminta ja hygienia.....	5
3.7	Painesuhteiden seuranta.....	5
3.8	Sisäilman olosuhteiden seuranta.....	5
4	HAVAINNOT, JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPITEET	6
4.1	Ulkoseinä.....	7
4.1.1	Rakennetyypit	7
4.1.2	Havainnot ja mittaukset kohteessa.....	7
4.1.3	Johtopäätökset.....	7
4.1.4	Toimenpide-ehdotukset.....	7
4.2	Yläpohja	8
4.2.1	Rakennetyypit	8
4.2.2	Havainnot ja mittaukset kohteessa.....	8
4.2.3	Johtopäätökset.....	9
4.2.4	Toimenpide-ehdotukset.....	10
4.3	Välipohjarakenne.....	10
4.3.1	Rakennetyyppi	10
4.3.2	Havainnot ja mittaukset kohteessa.....	10
4.3.3	Johtopäätökset.....	12
4.3.4	Toimenpide-ehdotukset.....	12
4.4	Alapohjarakenne.....	12
4.4.1	Havainnot ja mittaukset kohteessa.....	12
4.4.2	Johtopäätökset.....	14
4.4.3	Toimenpide-ehdotukset.....	14
4.5	Ilmanvaihtojärjestelmät ja rakennuksen painesuhteet	15
4.5.1	Tarkastetut ilmanvaihtojärjestelmät.....	15
4.5.2	Ilmanvaihdon toiminta ja hygienia	15
4.5.3	Ilmavirrat	16
4.5.4	Ilmanjaon toiminta	16
4.5.5	Rakennuksen painesuhteet.....	16
4.5.6	Johtopäätökset.....	17
4.5.7	Toimenpide-ehdotukset.....	18
4.6	Muita havaintoja	19
5	YHTEENVETO	20
6	LIITTEET.....	22

1 TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT

Tutkimuksen tilaaja

Ulla Lignell, Hankevalmistelu, p. 050 304 1141
Jouni Räsänen, Rakennusten kunnossapito, p. 040 836 7993
Vantaan Tilakeskus
Kielotie 13, 01300 VANTAA

Tutkijat

Piia Markkanen
Timo Mielo
Antti Ahola
Otto Koski

Yhteyshenkilö kohteessa

Risto Purhonen, Rehtori, p. 040 522 5480
Jarmo Olkkonen, Kouluisäntä, p. 0400 703 849

Tutkimuksen kuvaus

Tutkimuksessa selvitettiin Simonkallion koulun rakenteiden mikrobiologista kuntoa ja kosteusteknistä toimivuutta sekä ilmanvaihdon toimintaa. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakennuksen riskirakenteita ja niiden kuntoa, vesivuotojen aiheuttamia vahinkoja sekä ilmanvaihdon toimivuutta ja hygieniää. Tutkimukset keskitettiin tilaajan toiveiden mukaisesti niihin tiloihin, joissa käyttäjät ovat oireilleet tai kokeneet olosuhdehaittoja. Tutkimusten perusteella annetaan ehdotuksia jatkotoimenpiteiksi.

Tutkimusajankohta ja menetelmät

Tutkimus	Menetelmä/Laitteet	Ajankohta
Rakennuksen painesuhteiden seuranta	Jatkuva seuranta, Sähköinen paine-eromittari ja dataloggeri	20.-27.5.2014
Ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seuranta	Jatkuva seuranta Tinytag dataloggeri	20.-27.5.2014
Ilman hiilidioksidipitoisuuden seuranta	Jatkuva seuranta Tinytag CO ₂ -dataloggeri	20.-27.5.2014
Mikrobit, materiaalinäytteet	Suoraviljely Kasvatus, laskenta ja tunnistus *	3.6.2014
Kosteuskartoitus	Tramex Moisture Encounter	3.6.2014 7.8.2014
Rakenteiden kosteusmittaukset	Viiltomittaus / Rotronic HygroLog	3.6.2014 7.8.2014
Ilmamäärämittaukset	TSI VelociCalc Plus	3.6.2014
Merkkiainemittaukset	5 % vetykaasu, Inficon Sensistor XRS9012 vetyvuodonilmaisoin	4.6.2014

* laboratorioanalysoinnista vastasi Työterveyslaitos

2 KOHTEEN PERUSTIEDOT JA TAUSTA

Kohde ja osoite

Simonkallion koulu
Simonkalliontie 1, 01350 Vantaa

Rakennuksen omistaja

Vantaan kaupunki

Rakennuksen käyttötarkoitus

Peruskoulu
Rakennuksessa myös paljon iltakäyttöä mm. musiikkiopisto

Kunnossapitovastuu

Vantaan kaupunki

Rakentamisvuosi

1951 ja laajennusosa 1995

Kerrosuku

Rakennusosassa on kolme kerrosta, kellarikerros ja ullakko.

Pääasiallinen runkomateriaali

Betoni

Kuvaus lvi-järjestelmästä

Koulussa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, joka on uusittu vuonna 2005. Koulun laajennusosan ilmanvaihto on asennettu 1995.

Piirustukset

- Alkuperäiset rakennepiirustukset
- Ilmanvaihtopiirustukset
- Pohjapiirustukset

Taustaa

Koulun rehtorin ja kouluisännän kertoman mukaan valtaosa henkilökunnasta ei koe oireilevansa työpaikallaan, mutta koulussa on kuitenkin joitakin oireilevia opettajia. Näitä opettajia yhdistää se, että he ovat aikaisemmissa työpaikoissaan altistuneet mikrobeille ja oireilu on jatkunut myös Simonkallion koulussa. Luokat, joissa opettaja on oireillut tai kokenut olosuhdehaittaa, keskittyvät pääosin ns. vanhalle puolelle toiseen ja kolmanteen kerrokseen.

3 MITTAUS- JA NÄYTTEENOTTOMENETELMÄT

3.1 Yleistä

Tilojen ja rakenteiden kuntoa sekä sisäilman laatua arvioitiin aistivaraisesti paikan päällä. Rakenteisiin tehtiin avauksia, joista niiden kuntoa voitiin tarkemmin tarkastella. Rakenteiden mikrobiologista kuntoa tutkittiin materiaalinäytteiden avulla. Ilmavuotoreittejä rakenteista sisäilmaan selvitettiin merkkiainekokeiden avulla ja pistokoeluonteisesti tarkasteltiin lattiapintojen kosteutta. Paine-eroseurannan ja ilmamäärämittausten avulla selvitettiin ilmanvaihdon toimintaa. Sisäilman olosuhteita kartoitettiin lämpötila-, kosteus- ja hiilidioksidiseurannan avulla.

Tässä raportissa terveyshaitalla tarkoitetaan terveydensuojelulain 1§ mukaan ympäristöstä tai olosuhteista johtuvaa sairautta tai sairauden oiretta. Lain tarkoittamana terveyshaittana pidetään myös altistumista terveydelle haitalliselle aineelle tai olosuhteelle siten, että sairauden tai sen oireiden ilmeneminen on mahdollista.

3.2 Mikrobit rakenteista

Rakenteiden mikrobiologista kuntoa tutkittiin materiaalinäytteiden avulla. Näytteenottopaikkoja olivat ulkoseinärakenne sekä yläpohja- ja välipohjarakenne. Näytteitä otettiin yhteensä 19. Näytteet on analysoitu suoraviljelymenetelmällä ja analysoinnista vastasi Työterveyslaitos.

3.3 Merkkiainemittaukset

Rakenteiden tiiveyttä ja rakenteissa olevia vuotoilmareittejä selvitettiin merkkiainemenetelmällä. Merkkiaineena käytettyä typpi-vety -seoskaasua laskettiin ulkoseinä-, yläpohja- ja välipohjarakenteiden eristetilaan pienellä tilavuusvirralla, jotta rakenne ei muodostuisi paineelliseksi. Sisätiloissa rakenteen epäjatkuvuuskohtia tutkittiin vetypitoisuutta suoraan osoittavalla mittalaitteella (Inficon Sensistor XRS9012 vetyvuodonilmaisimella). Mittausten aikana rakennuksen ilmanvaihto toimi normaalitilassa. Osa merkkiainemittauksista tehtiin myös alipaineistetuissa olosuhteissa.

3.4 Kosteuskartoitus

Lattiapintojen kosteutta kartoitettiin pistokoeluonteisesti 2 - 3 kerrosten luokkatiloissa ja kattavasti alimman kerroksen luokissa pintakosteuden ilmaisimella (Tramex Moisture Encounter). Kartoitus tehtiin n. neliön tarkkuudella. Pintakosteusmittauksen lukemat ovat suhteellisia arvoja, eivätkä anna todellista tietoa rakenteen kosteudesta. Tulokseen vaikuttavat rakenteen pinnan epätasaisuus, kosteus, rakenteen sisällä oleva metalli sekä rakenteen epähomogeenisuus (erilaiset materiaalikerrokset).

3.5 Rakenteiden kosteusmittaus

Kosteuskartoituksen yhteydessä rakenteesta mitattiin suhteellinen kosteus ja lämpötila ns. viiltomittauksena pinnoitteen alta (Rotronic HygroLog). Mittauspaikat valittiin kosteuskartoituksen perusteella; pintakosteuden ilmaisimen osoittamat kosteimmat kohdat ja vertailukohdaksi normaali tulos.

3.6 Ilmanvaihdon toiminta ja hygienia

Ilmanvaihdon toimintaa selvitettiin tarkastelemalla IV-suunnitelmia sekä mittaamalla tilakohtaisia ilmamääriä pistokoeluonteisesti. Mittalaitteenä oli TSI VelociCalc Plus.

Ilmanvaihtojärjestelmän kuntoa ja hygieniaa selvitettiin aistinvaraisesti avaamalla ilmanvaihtokoneita. Ilmanvaihtojärjestelmän mineraalivillakuitulähteitä arvioitiin kokemuseräisesti.

3.7 Painesuhteiden seuranta

Rakennuksen painesuhteita ulkovaipan yli seurattiin pitkäkestoisena mittauksena 20.-27.5.2014 välisenä aikana kuudessa mittauspisteessä (HK instruments^{ltd}, DPT / Tinytag). Lisäksi seurattiin ilmanvaihdon toimintaa asettamalla seurantalaitteet sekä tulo- että poistoilmanvaihtoon. Merkkiainemittausten yhteydessä paine-eroa mitattiin pistokoeluonteisesti (TSI VelociCalc Plus).

3.8 Sisäilman olosuhteiden seuranta

Sisäilman olosuhteiden selvittämiseksi käytettiin TinyTag suhteellisen kosteuden ja lämpötilan dataloggereita sekä hiilidioksidiloggereita. Ilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta seurattiin kuudessa tilassa ja hiilidioksidipitoisuutta neljässä tilassa. Seuranta toteutettiin 20.-27.5.2014 välisenä aikana.

4 HAVAINNOT, JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPITEET

Havainnot ja tulokset sekä niistä tehdyt johtopäätökset ja annetut toimenpidesuosituksien esitetty rakennusosittain seuraavissa kappaleissa. Taulukossa 1 on esitetty yhteenveto materiaalinäytteiden mikrobituloksista, näytteenottoaikat on merkitty liitteeseen 2 ja yksityiskohtainen analyysivastaus on liitteenä 3.

Taulukko 1. Yhteenveto materiaalinäytteiden tuloksista, suoraviljely.

Rakenne	Tila	Materiaali	Tulos	Tulkinta
Ulkoseinä	h. 320	siporex (sisempi)	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei viitettä vauriosta
		siporex (ulompi)	pienet home- ja bakteeripitoisuudet, <i>yksittäinen indikaattorimikrobi</i>	ei viitettä vauriosta
Yläpohja	h. 311	villa	pienet home- ja bakteeripitoisuudet, indikaattorimikrobeita	heikko viite vauriosta
		villalevy alapuolinen	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei viitettä vauriosta
	h. 320	puu	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei viitettä vauriosta
		puru	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei viitettä vauriosta
	lecasora	suuret home- ja bakteeripitoisuudet	vahva viite vauriosta	
h. 322	puru	pienet home- ja bakteeripitoisuudet, indikaattorimikrobeita	heikko viite vauriosta	
Välipohja	h. 320	puru (lattia)	pienet home- ja bakteeripitoisuudet, <i>yksittäinen indikaattorimikrobi</i>	ei viitettä vauriosta
		valupaperi (lattia)	pienet home- ja bakteeripitoisuudet, <i>yksittäinen indikaattorimikrobi</i>	ei viitettä vauriosta
	h. 322	puru (lattia)	pienet home- ja bakteeripitoisuudet, <i>yksittäinen indikaattorimikrobi</i>	ei viitettä vauriosta
		valupaperi (lattia)	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei viitettä vauriosta
	h. 232	puru (lattia)	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei viitettä vauriosta
	h. 235	puru (lattia)	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei viitettä vauriosta
		puru (katto)	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei viitettä vauriosta
	h. 227	puru (lattia)	pienet home- ja bakteeripitoisuudet, <i>yksittäinen indikaattorimikrobi</i>	ei viitettä vauriosta
	h. 248	puru (lattia)	pienet home- ja bakteeripitoisuudet, <i>yksittäinen indikaattorimikrobi</i>	ei viitettä vauriosta
h. 150	puru (katto)	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei viitettä vauriosta	
Muut	h. 232	linomatto	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei viitettä vauriosta

4.1 Ulkoseinä

4.1.1 Rakennetyypit

Ulkoseinärakenne ulkopinnasta sisälle päin:

- roiskerappaus
- massiivitiilirunko
- sisäpuolinen rappaus
- maali

Ulkoseinärakenne patterisyvennyksessä:

- roiskerappaus
- kevytbetoni
- ilmarako
- kevytbetoni
- rappaus
- maali

4.1.2 Havainnot ja mittaukset kohteessa

Ulkoseinien patterisyvennyksiin sekä massiiviseiniin tehtiin rakenneavauksia useisiin luokkahuoneisiin. Rakenne tarkastettiin 400 mm syvyyteen saakka. Ulkoseinärakenteissa ei havaittu orgaanista materiaalia, eikä rakenneavauksista aistittu poikkeavaa mikrobiperäistä hajua. Patterisyvennyksen kevytbetonirakenteesta otettiin kaksi materiaalinäytettä (siporex) huoneesta 320 (Liite 1, kuvat 1-2). Näissä ei ollut viitettä mikrobivauriosta (taulukko 1; liite 3).

Merkkiainemenetelmällä arvioitiin rakenteiden tiiveyttä. Merkkiaine laskettiin ulkoseinärakenteen patterisyvennyksen ilmapäliin (h. 322). Merkkiaine kulkeutui sisäilmaan vuotoilmareittien kautta korvausilman mukana ikkunan ja ulkoseinärakenteen liitoskohdista, ikkunan välirakenteista sekä ulkoseinän ja välipohjan liitoskohdista (liite 1, kuvat 3-4). Vuotoilmavirtauksia havaittiin normaalitilanteessa ilman tilan alipaineistusta.

4.1.3 Johtopäätökset

Suoritettujen rakenneavausten perusteella todettiin, ettei ulkoseinärakenteissa ole käytetty orgaanisia materiaaleja lämmöneristeinä. Tällainen massiivitiili-/kevytbetonirakenne pääsee kuivumaan eikä se ole erityinen riskirakenne kosteusvaurioille.

Merkkiainemittauksin osoitettiin, että rakenne ei ole tiivis ts. mahdolliset paikalliset epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan vuotoilmareittien kautta.

4.1.4 Toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinärakenteen liittymäkohdat ikkunoihin/välipohjaan ja ikkunoiden välirakenteet tulisi tiivistää haitallisten vuotoilmavirtauksien estämiseksi.

4.2 Yläpohja

4.2.1 Rakennetyypit

Yläpohjarakenne (vanha osa) ylhäältä alaspäin:

- peltikate
- bitumikermikate
- puiset vesikattorakenteet
- ullakkotila
- palopermanto
- kutterinlastu /paikoin leca-sora
- betonilaatta (johon upotettu puisia alakaton kannatusrakenteita)
- alakattorakenteet

Yläpohjarakenne (uusi osa) ylhäältä alaspäin:

- peltikate
- aluskate (jossa reikiä)
- puiset vesikattorakenteet
- ullakkotila
- puhallusvilla
- höyrynsulkumuovi
- ontelolaatta

4.2.2 Havainnot ja mittaukset kohteessa

Vanha osa

Koulun rehtorilta ja kouluisännältä saadun tiedon mukaan rakennuksen vanhassa osassa on esiintynyt vesikatteen vuotoja, joten yläpohjan eristetilan paikalliset vauriot ovat todennäköisiä. Yläpohjarakenteen lämmöneristeitä on paikoin korjattu poistamalla vaurioitunut purueriste ja laittamalla tilalle leca-soraa (havaittu luokkahuoneessa 320). Luokkahuoneen 322 katossa havaittiin vesivuodon aiheuttamia vuotojälkiä ja maalin hilseilyä.

Yläpohjarakenteeseen tehtiin rakenneavauksia alapuolelta käsin ja eristemateriaalista otettiin näytteitä mikrobimäärityksiä varten. Luokkien 320-322 alueelta otettiin yhteensä kolme näytettä yläpohjan eristemateriaalista; näistä yhdessä oli vahva viite vauriosta, yhdessä heikko viite vauriosta ja yhdessä ei viitettä vauriosta (taulukko 1). Vahva viite vauriosta havaittiin lecasorassa, jossa home- ja bakteeripitoisuudet olivat suuria. Huoneen 322 yläpohjan puru oli aistinvaraisesti arvioituna huonokuntoista, rakenneavaus oli tehty kohtaan jossa maali katossa hilseilee. Laboratorioanalyysin mukaan mikrobipitoisuudet olivat kuitenkin pieniä, joskin kosteusvauriota indikoivaa mikrobia *P. variotii* havaittiin. Yläpohjarakenteeseen upotetut alakaton kannatuslaudat olivat paikoin ajalleen tyypillisesti tummuneita ja alalaatassa näkyi kosteuden aiheuttamaan härmettä (liite 1, kuva 5). Laboratoriotuloksen mukaan kannatuslaudoissa ei ollut viitettä mikrobikasvusta. Ullakkotilassa

havaittiin paikoin lahonneita huonokuntoisia vesikaton kantavia rakenteita (liite 1, kuva 6).

Laskettaessa merkkiaine huoneen 322 kohdalla yläpohjarakenteen eristetilaan, havaittiin merkkiaineen kulkeutuvan sisäilmaan vuotoilmareittien kautta korvausilman mukana alakaton kiinnikkeiden juurista ja komeroiden sisältä (liite 1, kuvat 7-9). Komeroissa oli läpivientejä tuuletusviemäreille, läpiviennit eivät olleet tiiviit (liite 1, kuva 10). Vuoto oli vähäistä normaalitilanteessa, mutta kun luokkatila alipaineistettiin ulkoilmaan nähden, vuoto rakenteesta sisäilmaan merkittävästi lisääntyi.

Uusi osa

Tilaaajalta sadun tiedon mukaan luokan 311 kohdalla on ollut kattovuoto, josta on uudelleen tullut vettä sisälle talvella 2014. Opettajan mukaan vettä on tullut luokan puolelle noin puoli ämpärillistä. Vuoto on kastellut katon alapinnan akustolevyt ja niissä on nähtävissä kosteusjäljet (liite 1, kuva 11).

Vesikatossa uudella puolella oli yhä nähtävissä reikiä (liite 1, kuva 12). Lisäksi aluskate on naulattu läpensä rikki ja sitä oli paikoin paikkailtu (liite 1, kuvat 13-14). Luokan 311 kohdalta vuotopaikasta otettiin näyte puhallusvillasta (liite 1, kuva 15). Näytteen home- ja bakteeripitoisuudet olivat pieniä, mutta kosteusvauriota indikoivia mikrobeja havaittiin pieniä määriä. Luokan puolelta akustovillalevystä betonin vastaiselta pinnalta otettiin myös materiaalinäyte, jossa ei havaittu mitään tavanomaisesta poikkeavaa.

4.2.3 Johtopäätökset

Vanhan osan yläpohjarakenteen eristeissä havaittiin paikoin viitteitä mikrobivaurioista, paikalliset vauriot ovat mahdollisia myös muissa tiloissa, sillä kattovuotoja historian aikana tiedetään olleen. Yläpohjarakenteen betonilaatan päälle kulkeutuva vesi pääsee kuivumaan hitaasti, tämä mahdollistaa eristemateriaalin vaurioitumisen.

Merkkiainekokeiden mukaan yläpohjarakenteen eristetilasta kulkeutuu korvausilmaa kolmannen kerroksen sisäilmaan. Korvausilman mukana kulkeutuu rakenteesta epäpuhtauksia sisäilmaan heikentäen sisäilman laatua. Normaalitilanteessa painesuhteiden ollessa kunnossa ilmavuodot olivat kuitenkin pieniä. Yläpohjarakenteissa olevien paikallisten kosteusvaurioiden vaikutus sisäilman laatuun on usein vähäisempää kuin esimerkiksi ulkoseinä-, ja alapohjarakenteiden vaurioiden vaikutus, mikäli tiloissa ei esiinny merkittävää alipaineisuutta ulkoilmaan nähden. Tilojen alipaineisuus voi kuitenkin lisääntyä lämmityskaudella (kts. kappale 4.5.6).

Uuden puolen vesikatossa ja aluskatteessa havaitut reiät mahdollistavat vesivuodot sisätiloihin edelleen.

4.2.4 Toimenpide-ehdotukset

Vanhan osan yläpohjarakenteen ja ulkoseinärakenteen liittymäkohdat sekä yläpohjan läpiviennit tulisi tiivistää haitallisten vuotoilmavirtauksien estämiseksi. Luokan 322 komeron ylätila tulee sulkea ilmatiiviiksi palotekniikka huomioiden.

Luokan 322 yläpohjan eristemateriaali tulee vaihtaa alueella, jossa maali katossa hilseilee ja jossa puru aistinvaraisesti arvioiden oli huonokuntoista.

Vanhan osan lahonneet vesikattorakenteet tulee tarkastaa ja vaurioituneet puuosat uusaa.

Uuden puolen vesikatossa olevat reiät tulee paikata kattovuotojen ennaltaehkäisemiseksi. Aluskate tulee uusaa seuraavan vesikatekorjauksen yhteydessä.

4.3 Välipohjarakenne

4.3.1 Rakennetyyppi

Välipohjarakenne ylhäältä alaspäin:

- vinyylilaatta (asbestia sisältävä musta liima)
- betonilaatta n. 80 mm
- tervapaperi
- muottilauta
- kutterinlastu n.350 mm
- betonilaatta

4.3.2 Havainnot ja mittaukset kohteessa

Rakenneavauksia tehtiin useiden tilojen välipohjarakenteeseen. Purueristeestä otettiin yhteensä kahdeksan näytettä eikä missään ollut viitettä mikrobivauriosta. Ainoastaan yksittäisiä kosteusvaurion indikaattorimikrobeja havaittiin neljässä näytteessä (taulukko 1). Useissa rakenneavauksissa erityisesti valupaperissa havaittiin mikrobiperäistä hajua, mutta otetussa näytteessä mikrobipitoisuudet olivat pieniä ja vain yksittäinen indikaattorimikrobihavainto (*P. variotii*) tehtiin. Rakenneavausten yhteydessä havaittiin lisäksi, että vinyylilaatat on liimattu asbestipitoiseksi tiedetyllä mustalla liimalla (liite 1, kuva 16). Opettajankorokkeeseen tehtiin myös avaus; koroke koolattu, avoin tila on tyhjä ja siisti betonipinnalla (liite 1, kuva 17).

Huoneesta 235, jossa voimakkaimmin oireillaan, otettiin välipohjan eristetilasta näytteitä, joissa mikrobikasvua ei havaittu. Näytteet otettiin ulkoseinien kulmuksesta lattian puolelta sekä huoneen keskivaiheilta katon läpi. Lisäksi rakenneavaus tehtiin huoneen etutilaan (h. 232), eristetilasta mitattiin 26 % suhteellinen kosteus (lämpötila 23°C), ei viitettä vauriosta.

Välipohjarakenne näissä tiloissa poikkesi muista; paksun lakatun lankkulattian päällä oli vanha linoleum-matto ja sen päälle asennettu muovimatto (liite 1, kuva 18). Ilma virtasi sisältä välipohjarakenteen suuntaan. Etutilan kirjahyllyn alahelmassa oli kosteusjälkiä, jotka todennäköisimmin ovat tulleet pesuvesien seurauksena (liite 1, kuva 19). Tilassa havaittiin myös selvä mikrobiperäinen haju yhdellä käyntikerralla (27.5.2014). Peruspesujen aikaan kesäkuussa näimme miten edelleen lattiapintoja pestessä vettä kaadetaan ämpäristä lattialle (liite 1, kuva 20). Lattiapesut tehdään todennäköisesti muutoinkin liian kostealla.

Laskettaessa merkkiaine huoneen 322 välipohjarakenteen eristetilaan (lattia), havaittiin merkkiaineen kulkeutuvan tilan sisäilmaan vuotoilmareittien kautta korvausilman mukana lattian ja seinän liitoksista, sekä alapuolisen luokan alakatossa olevien kiinnikkeiden juurista (liite 1, kuvat 21-22). Normaalitilanteessa vuotoa oli vain vähän yläpuoliseen tilaan, mutta runsaasti alapuoliseen tilaan.

Lattiapintojen kosteutta kartoitettiin pistokoelunteeisesti tutkittavissa huoneissa. Tilan 235 vieressä on kylpyhuone, josta kosteuskartoituksessa mitattiin monin paikoin kohonneita kosteuksia. Matto ei ollut tiiviisti kiinni, vaan saumat ovat halki (liite 1, kuva 23). Lattioissa on jyrkät kallistukset joiden takia vesi ei seiso halkeamien kohdalla. Lattiarakennetta ei avattu vedeneristeen tarkastamiseksi, sillä on todennäköistä, että lattiapinnoite toimii vedeneristeenä. Suihkuveden kastelessa lattiarakennetta muovimaton halkeamista rakenteeseen päässyt vesi kastelee myös viereisen huonetilan välipohjarakenteita. Välipohjassa on eristeenä kutterinlastua. Tila on huonosti tuulettuva ja täten kuivuu hitaasti. Rakenteeseen päässyt kosteus voi pitkällä aikavälillä aiheuttaa vaurioita purueristeissä.

Uuden osan huoneiden lattiapinnoilla 311 ja 213C havaittiin myös paikoitellen poikkeavaa kosteuden nousua lattian keskialueella. Välipohjarakenne on muovimatolla pinnoitettu ontelolaatta. Tarkempia kosteusmittauksia tehtiin suoraan maton alta normaalista poikkeavilta alueilta viiltomittauksina (VM1 ja VM3) sekä vertailun vuoksi tavanomaisen tuloksen antavalta alueelta (VM2). Mittaustulosten perusteella muovimaton alla oleva kosteus ei ole kriittisellä tasolla (taulukko 2). Normaalina tuloksena pinnoitteen alapuolella vanhoissa lattioissa voidaan pitää 50 - 60 % suhteellista kosteutta. Kriittisenä pitkäaikaisena kosteutena pinnoitteen alapuolella pidetään noin 75 % suhteellista kosteutta.

Taulukko 2. Viiltomittausten tulokset lattiamaton alta, 3.6.2014.

VM	Mittauspaikka	RH	Lämpötila	Kosteus (g/m ³)	Muut havainnot
1	h. 311	63 %	22°C	11,9	huono tartunta
2	h. 311	54 %	21°C	10,2	tiukasti kiinni
3	h. 213c	61 %	22°C	11,8	huono tartunta
4	h. 150	84 %	21°C	14,9	huono tartunta
	SISÄILMA	61 %	21°C	11,2	

4.3.3 Johtopäätökset

Otettujen näytteiden perusteella välipohjien eristeissä ei esiinny laaja-alaisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Merkkiainekokein osoitimme, että toisen ja kolmannen kerroksen välipohjarakenteen eristetilasta kulkeutuu vuotoilmaa molempien kerrosten sisäilmaan. Vuodon suunta ja voimakkuus riippuu kerrosten välisistä painesuhteista. Korvausilman mukana voi rakenteesta kulkeutua epäpuhtauksia tai hajuja sisäilmaan heikentäen sisäilman laatua. Vuotoilma rakenteista huoneilmaan ei ole hyväksi. Rakenteessa muottilaudat ovat yleensä vaurioituneita rakennusaikaisen kosteuden vaikutuksesta ja paikallinen vuotovahinko lisää mikrobivauriota. Vaikka otetuissa näytteissä ei havaittu mikrobivaurioita, paikoin rakenteessa havaittiin kuitenkin mikrobiperäistä hajua.

Huoneen 235 viereisen kylpyhuoneen lattiapinnoite on huonokuntoinen. Kosteusvaurion riski on suuri, jos vesi pääsee halkeamista rakenteeseen kastelemaan välipohjien puru-eristeitä.

Uuden osan alueelta luokkatiloista mitattiin kosteuspoikkeamia lattiapintojen kosteuskartoituksessa. Tarkempien mittaustulosten perusteella lattiapinnoitteen vaurioituminen alkalisen kosteuden vaikutuksesta on epätodennäköistä, sillä kosteus pinnoitteen alla oli tavanomaisella tasolla.

4.3.4 Toimenpide-ehdotukset

Vanhan puolen kerroksellinen välipohjarakenne on kostuessaan ns. riskirakenne, sillä betonilaatan päälle kulkeutuva vesi kuivuu hitaasti ja vaurioittaa purueristettä. Välipohjarakenteen eristetilan mikrobiologinen kunto on suositeltavaa kartoittaa laajemmin peruskorjauksen/käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä.

Välipohjarakenteiden liittymäkohdat sekä välipohjan läpiviennit tulee tiivistää haitallisten vuotoilmavirtauksien estämiseksi erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti. Luokan 235 viereisen kylpyhuoneen lattiarakenne tulee tarkistaa ja pinnoite uusia kosteusteknisesti toimivaksi.

4.4 Alapohjarakenne

4.4.1 Havainnot ja mittaukset kohteessa

Alapohjaan tehtiin rakenneavauksia tiloihin h.149, h.150 ja h.152. Lattiarakenteisiin porattiin 20 mm reiät, joista voitiin tarkastella rakennekerroksia. Lattiarakenteen paksuus vaihteli välillä 120 mm – 170 mm. Betonilaatta on valettu hiekkatäytön päälle, eikä rakenteessa ole erillistä lämmöneristekerrosta. Huoneeseen 150 tehdystä toisesta avauksesta havaittiin pintalaatan olevan 60 mm paksu, jonka alla oli valurautaviemäri tms. Viemärin ja laatan välissä on n. 20 mm tyhjää tilaa. Lattiarakenteesta ei havaittu ilmavirtaa huonetilaan päin, virtauksia tutkittiin merkkisavua apuna käyttäen.

Rakennuksen vanhan osan keskiosa on maanvastainen ja rakennuksen reunoja kiertää putkikanaali. Luokan 150 lattiassa olevasta luukusta päästiin tutkimaan tarkemmin putkikanaalia. Kanaalissa oli aistinvaraisesti arvioituna tunkkainen ilma ja paljon aikojen saatossa kertynyttä likaa ja epäpuhtauksia. Kosteushärmettä oli nähtävissä monin paikoin (liite 1, kuva 24). Tilasta löytyi myös vuotava viemäriputki, joka edelleen tihuttaa vettä tilaan (liite 1, kuvat 25-26). Putkikanaalin seinäpinnat on vedeneristetty bitumisivelyllä. Sisätilat olivat ylipaineisia kanaaliin nähden, tutkimushetkellä ilma siis virtasi luokkatilasta kanaalin suuntaan. Ruokalan alapuolella olevassa kellarikerroksessa oli tiloille tyypillinen tunkkainen haju. Tiloista on yhteys putkikanaaliin.

Kosteuskartoituksessa tutkittiin vinyylilaatalla pinnoitetut luokkahuoneet. Kosteuskartoituksessa havaittiin poikkeavaa kosteuden nousua luokkatilojen lattioiden keskialueella (liite 4). Kosteuspoikkeamien kohdilta tehtiin tarkemmat rakenteen kosteusmittaukset viiltomittauksena (liite 1, kuva 27). Verrokkimittaus tehtiin kuivemmaksi havaitulta alueelta. Poikkeavan kostea alue havaittiin jo ensimmäisten tutkimusten yhteydessä (taulukko 2, VM4), jonka jälkeen kartoitus päätettiin tehdä kattavammin (taulukko 3). Viiltomittausten yhteydessä havaittiin lähes kaikissa mittauspisteissä vinyylilaatan alla poikkeava mikrobiperäinen haju. Huoneeseen 149 vinyylilaatat on asennettu vanhan vinyylilaatan päälle (liite 1, kuva 28), tilassa laatat kurpuilivat eniten. Vanhat harmaat lattiapinnoitteet on liimattu mustalla, asbestipitoiseksi tiedetyllä liimalla (liite 1, kuva 29). Pinnoitteen alla havaittiin suolahärmettä viiltomittausten yhteydessä tiloissa h.149 ja h.152.

Taulukko 3. Viiltomittausten tulokset vinyylilaatan alta, 7.8.2014.

VM	Mittauspaikka	RH	Lämpötila	Kosteus (g/m ³)	Muut havainnot
5	h. 149	93 %	23,8 °C	20,0	- huono tartunta - haju - suola härmettä - asbesti-liima
6	h. 150	97 %	23,9 °C	21,0	- huono tartunta - haju
7	h. 150	62 %	25,2 °C	14,4	- tiukasti kiinni
8	h. 151	76 %	25,3 °C	17,8	- huono tartunta - haju
9	h. 151	61 %	26,0 °C	14,8	- huono tartunta - haju
10	h. 152	82 %	25,7 °C	19,6	- huono tartunta - haju - suola härmettä - asbesti-liima
11	h. 152	66 %	25,2 °C	15,3	- huono tartunta - haju - asbesti-liima
12	h. 154	82 %	25,3 °C	19,2	- huono tartunta
	SISÄILMA	55 %	25,6 °C	13,1	

Uuden puolen alla koko matkalta on tuuletettu ryömintätila. Tilassa on lekapapua ja soraa, tilat ovat kuivat ja erityisen siistit (liite 1, kuva 30).

4.4.2 Johtopäätökset

Putkikanaalista on yhteys maaperään. Kanaalissa on myös paljon epäpuhtauksia ja ylimääräistä kosteutta. Putkikanaalin maanvastaiset bitumilla vedeneristetyt seinät voivat sisältää PAH-yhdisteitä (polysyklinen aromaattinen hiilivety) sekä asbestia. Sisätilojen ollessa alipaineisia putkikanaaliin nähden, on mahdollista että epäpuhtaudet kulkeutuvat luukkiin. Lattiassa olevat luukut eivät ole ilmatiiviitä. Kanaalista on yhteys kellaritiloihin, joista ilma kulkeutuu edelleen portaikon kautta keittiötiloihin ja ensimmäiseen kerrokseen.

Mittaustulosten ja havaintojen perusteella lattiapinnoitteen vaurioituminen alkalisen kosteuden vaikutuksesta on todennäköistä alueilla, joissa esiintyi kosteuspoikkeamia. Kosteusmittausten mittaustulokset olivat yli kriittisenä pitkäaikaisena kosteutena pidetyn 75 % suhteellisen kosteuden useissa mittapisteissä (taulukko 3). Normaalina kosteutena pinnoitteen alapuolella vanhoissa lattioissa voidaan pitää RH 50 - 60 %. Betonin korkea kosteus pinnoitteen alapuolella saattaa aiheuttaa pinnoitteessa ja/tai liimassa reaktioita, joista vapautuu haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC). VOC-yhdisteet aiheuttavat tunkkaista epämiellyttävää hajua. Vaurioituneista lattiapinnoitteista vapautuvien VOC-yhdisteiden tiedetään aiheuttavan samankaltaisia ärsytysoireita kuin mitä homeet aiheuttavat. Myös mikrobikasvu pinnoitteen ja betonin välissä on todennäköistä hajuhavaintojen perusteella.

Tulosten ja havaintojen perusteella rakenteiden kosteus on osaksi rakennusaikaista kosteutta (uudelleen pinnoitetuilla osilla), mutta myös maaperästä johtuvaa kosteutta. Maanvarainen betonilaatta, jossa ei ole kapillaarikatkokerrosta tai lämmöneristettä ja joka on pinnoitettu tiiviillä vinyylilaatalla, ei toimi kosteusteknisesti oikein. Maaperästä diffuusiolla ja/tai kapillaarisesti nouseva kosteus kertyy pinnoitteen alle, eikä pääse kuivumaan, aiheuttaen vaurioita liimoissa ja pinnoitemateriaaleissa.

4.4.3 Toimenpide-ehdotukset

Putkikanaalin painesuhteita ympäröiviin tiloihin tulee säännöllisesti seurata ja tilanteen parantamiseksi suositellaan kaikkien luukkujen uusimista kaasutiiviiksi. Tarpeen mukaan putkikanaalin voi alipaineistaa. Myös alapohjarakenteen läpiviennit tulee tiivistää. Kellaritilojen ilmanvaihdon toimivuus on suositeltavaa tarkastaa ja tarvittaessa tehostaa, koska hajua esiintyy.

Lattiapinnoitteet tulee vaihtaa alueilla, joissa pinnoitteen vaurio on todennäköinen. Korjauksessa tulee huomioida betonirakenteisiin mahdollisesti kertyneet epäpuhtaudet. Rakenne tulee korjata kosteusteknisesti toimivaksi rakenteeksi.

4.5 Ilmanvaihtojärjestelmät ja rakennuksen painesuhteet

4.5.1 Tarkastetut ilmanvaihtojärjestelmät

- Tuloilmanvaihtokone 101 TK palvelee laajennusosan opetustiloja.
- TK01 palvelee koulun opetustiloja.
- TK02 palvelee koulun juhlasalia.
- TK03 palvelee koulun keittiötä ja ruokailutilaa.

Tarkastetut ilmanvaihtojärjestelmät on varustettu lämmöntalteenotolla. Tuloilmakoneissa 101 TK ja TK03 on levylämmönsiirrin, tuloilmakoneessa TK01 nestekiertoinen lämmöntalteenotto ja tuloilmakoneessa TK02 pyörivä lämmöntalteenotto. Kaikkien tuloilmakoneiden suodatusluokka oli F7, eikä suodatinkehyksissä havaittu merkittäviä ohivuotoja.

Tuloilmakoneet 101 TK, TK02 ja TK03 on varustettu kaksinopeuksisella puhaltimella. Tuloilmakoneessa TK01 on taajuusmuuntajat, joita ohjataan kanavapaineen perusteella. Tarkastetut ilmanvaihtokoneet on asennettu 1995 ja 2005.

4.5.2 Ilmanvaihdon toiminta ja hygienia

Tarkastettujen ilmanvaihtojärjestelmien toiminnassa havaittiin puutteita, jotka voivat vaikuttaa sisäilman laatuun heikentävästi. Tuloilmakoneiden TK01, TK02 ja TK03 raitisilmakammion/-kanavan muotoilu on huono, jolloin ilmavirta ei jakaudu tasaisesti koko raitisilmäsäleikön otsapinnalle. Tuloilmakoneilla on yhteinen raitisilmakammio, jonka kautta kulkee yhteensä 11 m³/s ilmaa. Tuloilmakoneiden raitisilmakanavat sijaitsevat kammion yläosassa ja varsinainen raitisilmakammio on raitisilmakanavien alapuolella. Tällöin ilmanvirran nopeus kasvaa raitisilmäsäleikön yläreunassa liian suureksi, eikä säleikkö pysty estämään ulkopuolisen kosteuden pääsyä tuloilmajärjestelmiin. Tuloilmakoneiden TK01, TK02 ja TK03 suodatinosissa oli havaittavissa ulkopuolisen kosteuden aiheuttamia jälkiä. Tarkastuspäivänä satoi vettä ja tuloilmakoneen TK01 raitisilmasuodattimessa oli vettä (liite 1, kuvat 31-36). Myös tuloilmakoneeseen 101 TK pääsee kulkeutumaan ylimääräistä kosteutta (liite 1, kuva 37).

Tuloilmakoneessa TK01 esiintyi kosteusjälkiä ja ylimääräistä likaa myös LTO-patterin ja lämmityspatterin välissä. Tuloilmakoneessa esiintyvä lika johtuu todennäköisimmin rikkoutuneesta tuloilmasuodattimesta (liite 1, kuva 38). Muissa tarkastetuissa tuloilmakoneissa ei esiintynyt merkittäviä likakertymiä.

Kokemuseräisesti arvioiden laajennusosan tuloilmakoneessa esiintyy tuloilman kuitulähteitä. Tuloilmapäätelaitteissa ja kanavaäänenvaimennuksessa on käytetty mineraalivillaeristeitä, joissa on suojaamattomia villapintoja tai sidontapinta on rikkoutunut (liite 1, kuvat 39-40). Myös laajennusosan tuloilmakoneen 101 TK äänenvaimennin voi toimia tuloilman

mineraalivillakuitulähteinä, erityisesti äänenvaimenninta ennen oleva äänieristetty kanavaosuus heti tuloilmapuhaltimen jälkeen.

Tarkastettujen tuloilmakoneiden kanaviston puhtaudessa ei esiintynyt poikkeamia. Tuloilmakanavistossa ei esiintynyt merkittäviä lika-/ pölykertymiä, jotka oleellisesti vaikuttaisivat tuloilman laatuun.

4.5.3 Ilmavirrat

Tilakohtaisia ilmamääriä mitattiin pistokoeluonteisesti. Mittausten perusteella A-osan luokissa 235 ja 227 tulo- ja poistoilmamäärät poikkeavat yli 20 % suunnitteluarvoista. Molemmissa luokissa tuloilmamäärä on 40 l/s, joka riittää RakMk D2:n mukaan noin seitsemälle henkilölle. Paikalta saadun tiedon mukaan luokassa 227 toimineessa iltapäiväkerhossa on ollut jopa 40 lasta.

B-osan luokan 320 poistoilmamäärä oli mittauksen mukaan yli 20 % alle suunnitteluarvon.

Selkeimmät poikkeamat ilmamäärissä havaittiin laajennusosalla. Laajennusosan alkupään luokat ovat lievästi alipaineisia ja loppupään luokan selkeästi ylipaineisia, rakennuksien liitoskohdasta katsoen. Alkupään luokissa poistoilmamäärät olivat luokkaa 20 % suunnitteluarvoja suurempia ja loppupään luokissa poistoilmamäärät oli luokkaa 50 % alle suunnitteluarvojen.

4.5.4 Ilmanjaon toiminta

Ilmanjaon toimivuutta arvioitiin kokemuseräisesti. Ilmanjaon toiminnassa ei ollut selkeästi havaittavia puutteita. Ilmanjako toimii suunnitellusti, jos tuloilmaa ei ohjata luokkatiloihin turhan lämpimänä sisäilmaan nähden. Tällöin tuloilma jää "patjaksi" oleskeluvyöhykkeen yläpuolelle eikä se huuhtelee oleskeluvyöhykettä tehokkaasti. Ilmiö muodostuu ongelmalliseksi erityisesti lämmityskaudella. Ulkolämpötilan takia nyt ei pystytty arvioimaan ilmanvaihdon sisäänpuhalluslämpötilaa.

4.5.5 Rakennuksen painesuhteet

Rakennuksen painesuhteita ulkoilmaan nähden seurattiin mittausjaksolla 20.5.-27.5.2014, ilmanvaihdon normaalikäytöllä. Seurannan perusteella Simonkallion koulun tilat ovat keskimäärin tasapainossa ulkoilmaan nähden, lukuun ottamatta laajennusosaa.

A- ja B-osat olivat lievästi yli- tai alipaineisia, +2...-2 Pa riippuen ilmanvaihdon toiminnasta. Mittausjakson aikana paineseurannassa ei ollut havaittavissa ilmanvaihdon toiminnasta johtuvia merkittäviä painetasen muutoksia.

Selkeimmät poikkeamat rakennuksen painetasoissa esiintyi laajennusosalla. Pistokoeluonteisten mittausten ja paineseurannan perusteella laajennusosan alkupään luokat ovat lievästi alipaineisia ja loppupään luokan selkeästi ylipaineisia, rakennuksien liitoskohdasta katsoen. Alkupään luokissa alipaineisuus ulkoilmaan nähden oli luokkaa -10 Pa ja loppupään luokat olivat

noin +25 Pa ylipaineisia ulkoilmaan nähden. Sama ilmiö havaittiin myös ilmamäärämittauksissa. Rakennuksen mitatut painesuhteet ulkoilmaan nähden on esitetty liitteessä 5.

4.5.6 Johtopäätökset

Havaintojen mukaan ilmanvaihtojärjestelmät eivät toimi merkittävinä sisäilman kutulähteinä, lukuun ottamatta laajennusosan tuloilmajärjestelmää 101 TK. Ilmanvaihdossa havaittiin tekijöitä, jotka välillisesti vaikuttavat sisäilman laatuun heikentävästi.

Ylimääräisen kosteuden pääsy tuloilmajärjestelmiin johtuu raitisilmasäleikköjen raitisilmakammioiden muotoilusta, joissa raitisilmasäleikön tehollinen otsapinta-ala on todellista säleikön pinta-alaa pienempi. Raitisilmakammion muodosta johtuen raitisilmavirta ei jakaudu tasaisesti koko raitisilmasäleikön otsapinnalle ja otsapintanopeus raitisilmasäleiköllä kasvaa paikoin liian suureksi, jolloin säleikkö ei pysty estämään kosteuden pääsyä tuloilmajärjestelmään. Koska esim. tuloilmakoneiden TK01, TK02 ja TK03 raitisilmasäleikkö ei pysty havaintojen mukaan estämään veden kulkeutumista tuloilmasuodattimelle on todennäköistä, että lumi pääsee kulkeutumaan tuloilmajärjestelmiin tukkien tuloilmasuodattimet. Lumen pääsy tuloilmajärjestelmiin aiheuttaa rakennukseen alipaineisuutta ulkoilmaan nähden, jolloin vuotoilmavirtaukset rakenteiden lävitse sisäilmaan kasvaa.

Tuloilmakoneiden raitisilmasuodattimilla esiintyvä ylimääräinen kosteus yhdessä suodattimien likaisuuden kanssa aiheuttaa tuloilman tunkkaisuutta. Pitkään jatkuva toistuva kosteus raitisilmasuodattimella voi aiheuttaa suodattimessa mikrobikasvustoa, jolloin tuloilman mukana suodattimelta voi kulkeutua vähäisiä määriä kosteusvaurioepäpuhtauksia sisäilmaan.

Mitatut tilakohtaisien ilmamäärien poikkeamat suunnitteluarvoista ei aiheuta rakennukseen merkittävää alipaineisuutta, mutta ne voivat aiheuttaa hallitsemattomia ilmavirtauksia eri tilojen välillä esim. välipohjarakenteen kautta. Alhainen tuloilmamäärä heikentää sisäilman epäpuhtauksien poistotehokkuutta ja lisää sisäilman tunkkaisuutta. Laajennusosan poistoilmanvaihdon alitehoisuus heikentää myös sisäilman epäpuhtauksien poistotehokkuutta. Ilmamäärien poikkeamat johtuvat todennäköisimmin huonosta säätötyöstä.

Laajennusosan tuloilmajärjestelmän tuloilmapäätelaitteet sisältävät äänenvaimentimena reunoilta pinnoittamatonta mineraalivillaa, jolloin ne todennäköisesti toimivat sisäilman kuitulähteenä. Myös tuloilmakoneen 101 TK äänenvaimennin voi toimia sisäilman kuitulähteinä, mikäli kyseisien tuloilmakoneiden äänenvaimennusvilloja ei ole käsitelty kuituja sitovalla aineella tai vaihdettu eristeisiin, joista ei irtoa kuituja tuloilmaan. Sisäilmassa esiintyvät mineraalikuidut voivat aiheuttaa rakennuksen käyttäjien kokemia ärsytysoireita.

Tuloilmanjaon ongelmana voi olla tuloilman turhan korkea lämpötila suhteessa huonelämpötilaan, jota nyt ei voitu tarkastaa. Lämmin tuloilma jää lämpötilakerrostuman johdosta osin patjaksi oleskeluvyöhykkeen yläpuolelle eikä tuloilma huuhtelee oleskeluvyöhykettä tehokkaasti. Toimimaton ilmanjako laskee ilmanvaihdon tehokkuutta oleskeluvyöhykkeellä, jonka johdosta rakenteista, materiaaleista ja rakennuksen käyttäjistä peräisin olevien epäpuhtauksien määrä sisäilmassa kasvaa.

Tuloilmapäätelaitteen heittokuvio määritetään yleensä hieman alijäähtyneen tuloilman mukaan. Korkea tuloilman- / huonelämpötila aiheuttaa yleisesti sisäilman tunkkaisuutta ja lisää sisäilmaan liittyvien oireiden määrää erityisesti lämmityskaudella.

4.5.7 Toimenpide-ehdotukset

Raitisilmasäleiköt tulee suojata siten, ettei tuloilmajärjestelmiin pääse ylimääräistä kosteutta ja likaa. Tuloilmakoneiden TK01, TK02 ja TK03 raitisilmanotto on suositeltavaa suunnitella kokonaisuudessaan uudelleen.

Mittausten ja havaintojen perusteella suositellaan koko koulun tilakohtaisten ilmamäärien systemaattista mittaamista, jonka perusteella tehdään suunnitelma ilmanvaihdon perussäädöstä. Perussäädössä tulee huomioida koulurakennuksen painesuhteet ulkoilmaan nähden ja eri tilojen välillä sekä huomioida tilojen käyttötarkoitus.

Suodattimien vaihdon yhteydessä tuloilmakone TK01 puhdistetaan imuroidalla.

Laajennusosan tuloilmajärjestelmän mineraalivillakuitulähteet suositetaan poistettavaksi, joko pinnoittamalla vapaat villapinnat tai vaihtamalla villaeristeet eristeisiin joista ei irtoa kuituja tuloilmaan. Myös tuloilmakoneen äänenvaimentimet tulee huomioida villaeristeiden pinnoittamisessa tai vaihtamisessa.

Ilmanjaon toimivuutta voidaan arvioida parhaiten lämmityskaudella, arvioiden sisänpuhalluslämpötilan pysyvyys ja vaikutus ilmanjakoon. Myös painesuhdeseuranta on suositeltavaa uusien lämmityskaudella, jolloin lumen kulkeutuminen tuloilmajärjestelmiin voi aiheuttaa muutoksia rakennuksen painesuhteisiin.

4.6 Muita havaintoja

Viikon kestänyt seuranta osoitti, että luokkatilojen hiilidioksidipitoisuuden perustaso oli 400-500 ppm. Luokissa 230 ja 235 ei mitattu lainkaan yli 800 ppm hiilidioksidipitoisuuksia. Mikäli sisäilman hiilidioksidipitoisuus on yli 800 ppm, aistitaan ilma usein tunkkaisena. Sisäilmastoluokituksen hyvän sisäilman tavoitetason (S2) mukaisesti sisäilman hiilidioksidipitoisuus tulisi olla alle 900 ppm. Luokissa 213C ja 311 mitattiin vain paikoin yli 900 ppm pitoisuuksia. Tulokset on esitetty liitteessä 6.

Ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seuranta osoitti, että sisätilojen lämpötilaan ja kosteuteen ulkoilman olosuhteilla on iso merkitys. Mittausjakson aikana oli vuodenaikaan nähden poikkeuksellisen lämmintä ulkona (max. 26°C), tällöin myös sisällä lämpötilat kohosivat samoihin lukemiin. Selvästi viileintä mitatuista tiloista oli luokassa 235. Tulokset on esitetty liitteessä 7.

Koulun sisätiloissa vaikeasti tavoitettavilla pinnoilla on monin paikoin paljon pölyä (liite 1, kuvat 41-42). Pitkäaikaista pölykertymää havaittiin mm. kaiuttimien päällä, IV-putkien ja valaisinten päällä sekä juhlasalin näyttämön alapuolella.

Iltapäiväkerhon tiloissa vesipisteen viemäri ei vetänyt. Altaan alapuolinen matto avattiin ja pinta todettiin kuivaksi.

Korvausilmasäleiköt ulkoseinissä on paikoin rikki. Huoneen 235 kohdalla päätyseinässä rikkinäisessä kolossa pesii lintu (liite 1, kuva 43).

5 YHTEENVETO

Taulukko 4. Keskeisimmät tulokset rakenneosittain ja suositeltavat toimenpiteet

TUTKIMUKSET	KESKEISIMMÄT TULOKSET	SUOSITELTAVAT TOIMENPITEET
Ulkoseinät:		
Rakenteet	- Ulkoseinärakenteissa ei orgaanista materiaalia	- Rakenteen tiivistys
Mikrobiologinen kunto	- Ei viitettä mikrobivaurioista - Ei riskirakenne	
Tiiveys	- Vuotoilmavirtauksia rakenteiden liitoskohdista	
Yläpohja:		
Rakenteet	- Vanhan osan yläpohjassa on purueriste - Uuden puolen vesikatossa ja aluskatteessa havaittiin reikiä	Vanhan osa: - paikallisesti purueristeen vaihto - rakenteen tiivistys - h. 322 komeron ylätila ilmatiiviiksi - lahojen vesikattorakenteiden uusiminen
Mikrobiologinen kunto	- Vanhan puolen purueristeessä paikoin viitteitä mikrobikasvusta - Vanhan osan yläpohja on kastuessaan riskirakenne	
Tiiveys	- Vuotoilmavirtauksia rakenteiden liitoskohdista ja läpivienneistä, sekä h. 322 komeron ylätilasta	Uusi puoli - vesikaton korjaus - aluskatteen uusiminen
Välipohjat:		
Rakenteet	- Välipohjissa purueriste	Vanha osa: - Rakenteen tiivistys - Peruskorjauksen yhteydessä riskirakenne huomioitava ja tarpeen mukaan perusteell. kartoitus - Huoneen 235 viereisen kylpyhuoneen korjaus
Mikrobiologinen kunto	- Ei viitettä mikrobivaurioista - On kastuessaan riskirakenne	
Tiiveys	- Vuotoilmavirtauksia rakenteiden liitoskohdista ja läpivienneistä enemmän alapuoliseen tilaan	
Kosteus	- Kosteuspoikkeamia h. 235 viereisessä kylpyhuoneessa - Mitatuissa opetustiloissa kosteus ei kriittinen maton alla	
Alapohja:		
Rakenteet	- Vanhan osan keskiosa maanvastainen, reunoilla putkikanaalit (epäpuhtauksia) - Uuden osan alla siisti tuulettuva ryömintätila	Vanha osa: - putkikanaalien painesuhteiden seuranta - luukkujen uusiminen kaasutiiviiksi - lattiapinnoitteen vaihto ongelma-alueelle
Kosteus	- Monin paikoin lattiapinnoitteen alla (vinyylilaatta) kosteus suurta, >75 %	

Taulukko 5. Keskeisimmät tulokset ilmanvaihdon ja muiden tutkimusten osalta sekä suositeltavat toimenpiteet.

TUTKIMUKSET	KESKEISIMMÄT TULOKSET	SUOSITELTAVAT TOIMENPITEET
Ilmanvaihtojärjestelmä:		
Toiminta ja hygienia	<ul style="list-style-type: none"> - Ylimääräistä kosteutta/lunta pääsee tuloilmajärjestelmään - Kosteus ja lika raitisilmasuodattimella aiheuttavat tuloilman tunkkaisuutta 	<ul style="list-style-type: none"> - Raitisilmasäleiköt suojattava kosteudelta ja liialta - Raitisilmanoton TK01, TK02, TK03 uudelleen suunnittelu suositeltavaa - Suodatinvaihdon yhteydessä TK01-koneen puhdistus imuroimalla
Ilmanjako	<ul style="list-style-type: none"> - Ei merkittäviä puutteita (kesä 2014) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sisäänpuhallusilman lämpötila suositeltavaa selvittää lämmityskaudella
Kuitulähteet	<ul style="list-style-type: none"> - IV-järjestelmä ei ole merkittävä kuitulähde, paitsi laajennusosa 101 TK 	<ul style="list-style-type: none"> - Laajennusosan kuitulähteet suositellaan poistettavan
Painesuhteet	<ul style="list-style-type: none"> - Ilmamäärien poikkeamat suunnitteluarvoista ei aiheuta merkittävää alipaineisuutta - Lumen pääsy IV-järjestelmään voi aiheuttaa talvisin alipaineisuutta 	<ul style="list-style-type: none"> - Painesuhteiden seuranta suositellaan uusittavan lämmityskaudella - Koko koulun ilmamäärien mittaus ja perussäädön suunnittelu.
Muut:		
Sisäilman olosuhteet	<ul style="list-style-type: none"> - Opetustiloissa CO₂-pitoisuudet nousevat vain poikkeuksellisesti yli 900 ppm - Sisätilojen lämpötilaan vaikuttaa ulkoilman olosuhteet 	<ul style="list-style-type: none"> - Sisäänpuhallusilman ja huoneilman lämpötilaseuranta lämmityskaudella.
Siivous ja kunnossapito	<ul style="list-style-type: none"> - Vaikeasti tavoitettavilla pinnoilla on paljon pölyä - Pesut suoritetaan liian määrällä - Linnut pesineet rikkinäisiin korvausilmasäleikköihin - Paikoin vesipisteiden viemärit ei vedä 	<ul style="list-style-type: none"> - Siivousta tulisi tehostaa ja oikeisiin menetelmiin olisi kiinnitettävä huomiota - Siivouksen laadun mittaukset suositeltavia (pintapölypitoisuus) - Ulkopuolen säleiköt korjattava - Vesipisteiden viemärit tarkistettava

Oy Insinööri Studio
Rakentamisen palvelut

Piia Markkanen, Sisäilma-asiantuntija
Timo Mielo, Tutkimusinsinööri, iv-tekniikka
Antti Ahola, Tutkimusinsinööri, rakennetekniikka

6 LIITTEET

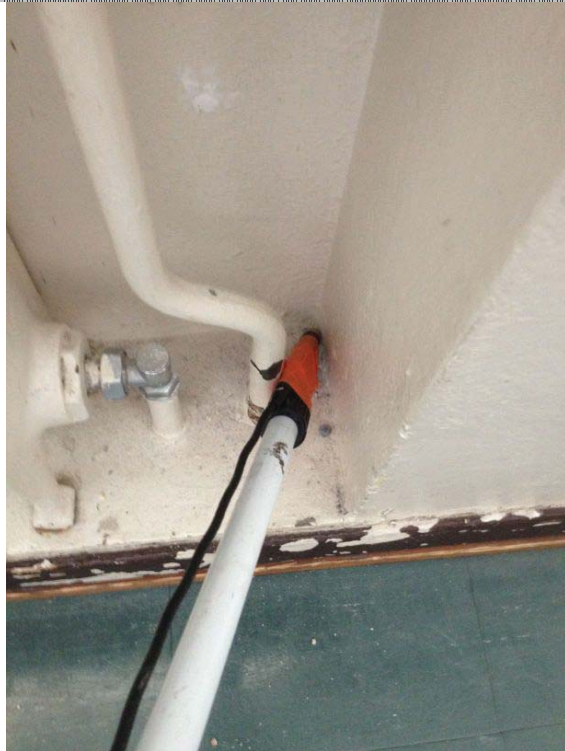
Liite 1	Valokuvat
Liite 2	Näytteenottopaikat
Liite 3	Analyysivastaus, materiaalinäytteiden mikrobit
Liite 4	Kosteuskartoitus
Liite 5	Painesuhteiden seuranta
Liite 6	Hiilidioksidiseuranta
Liite 7	Ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seuranta



Kuva 1: Ulkoseinän patterisyvennys, rakenneavaus.



Kuva 2: Patterisyvennyksen kevytbetonirakenne.



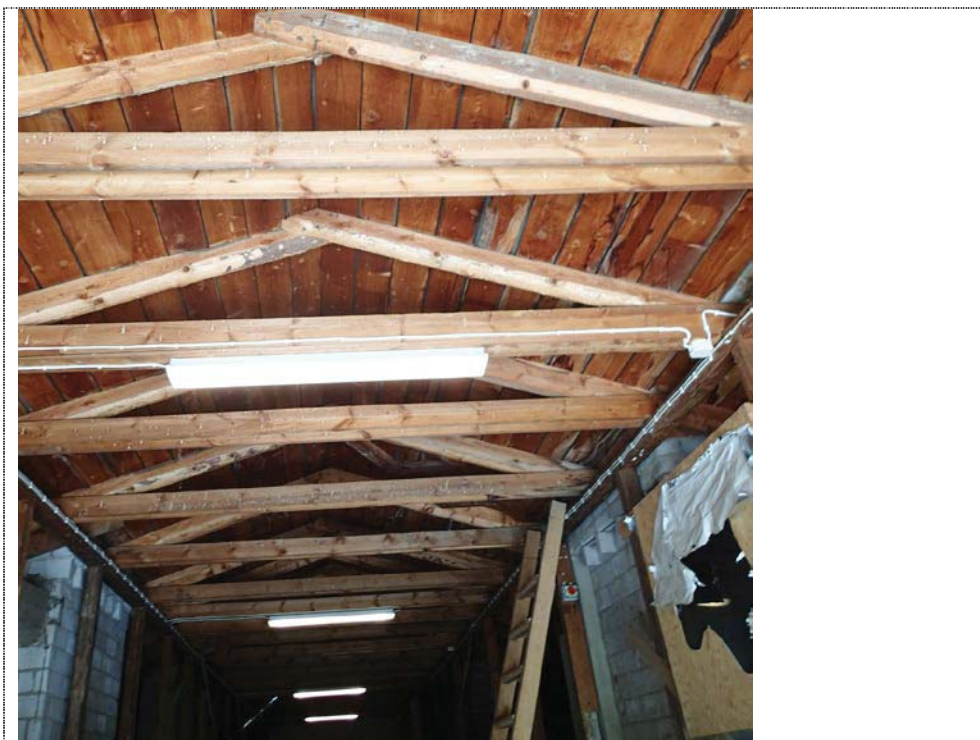
Kuva 3: Merkkiainekokeissa havaittiin vuotoilmareittejä ulkoseinän ja välipohjan liitoskohdissa.



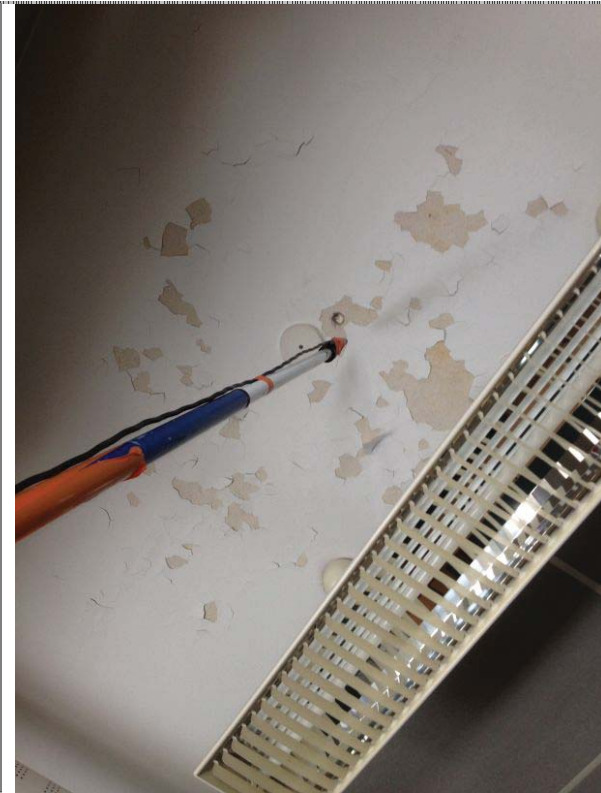
Kuva 4: Merkkiainekokeissa havaittiin vuotoilmareittejä ikkunan välirakenteissa sekä ikkunan ja ulkoseinärakenteen liitoskohdissa.



Kuva 5: Yläpohjarakenteen muottilaudat paikoin tummuneita.



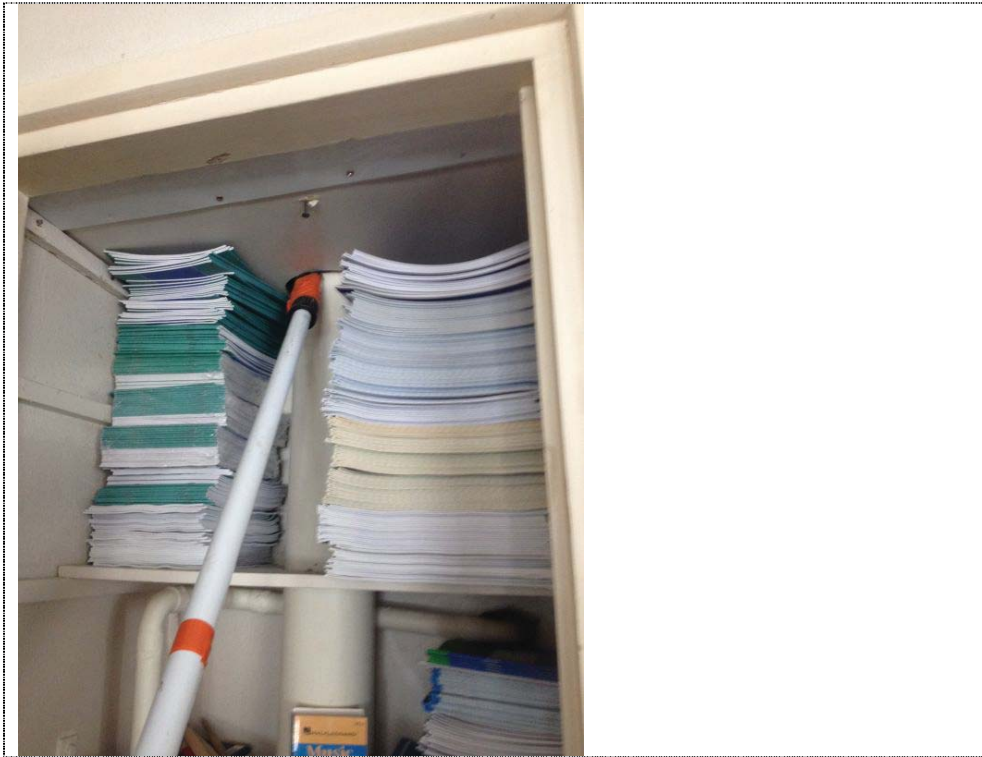
Kuva 6: Ullakotilassa paikoin lahonneita vesikattorakenteita



Kuva 7: Merkkiainekokeissa havaittiin vuotoilmareittejä läpivientien ja kiinnikkeiden juurista.



Kuva 8: Merkkiainekokeissa havaittiin vuotoilmareittejä läpivientien ja kiinnikkeiden juurista.



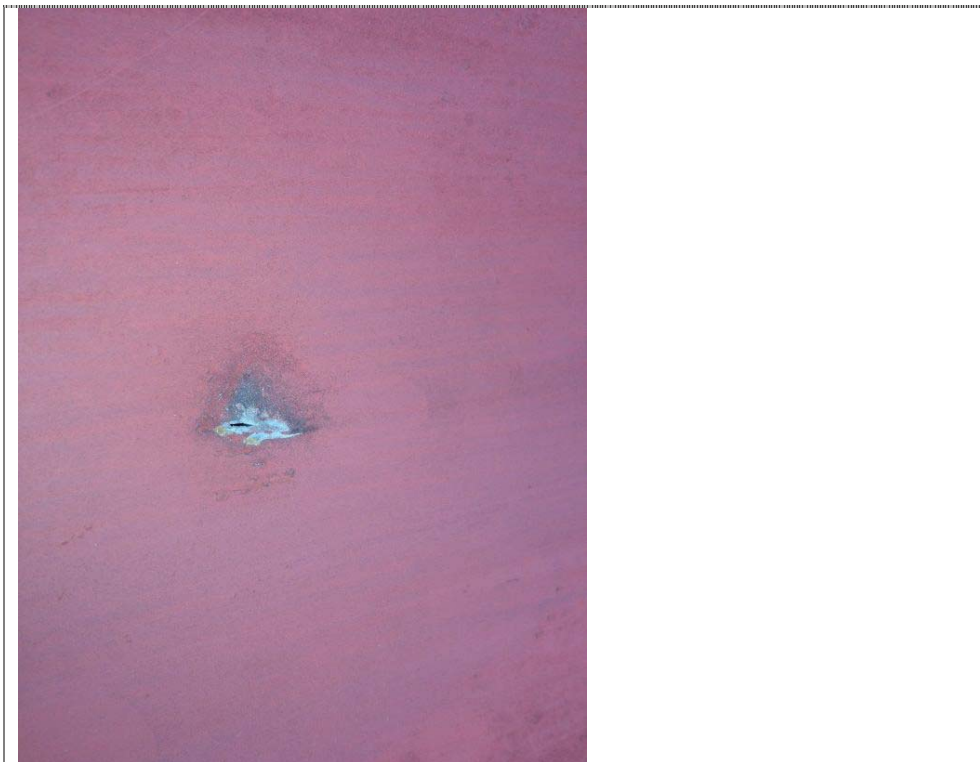
Kuva 9: Merkkiainekokeissa havaittiin vuotoilmareittejä komeroiden sisältä.



Kuva 10: Luokan 322 komeron yläpuolinen tila, tuuletusviemäri.



Kuva 11: Luokka 311, paikallisen kattovuodon aiheuttamat kosteusjäljet katon alapinnan akustolevyissä.



Kuva 12: Vesikatossa uudella puolella yhä reikiä.



Kuva 13: Aluskate naulattu läpensä rikki.



Kuva 14: Paikkoja aluskatteessa.



Kuva 15: Vuotopaikasta puhallusvillasta otettiin materiaalinäyte.



Kuva 16: Vinyylilaatat on liimattu asbestipitoiseksi tiedetyllä mustalla liimalla.



Kuva 17: Opettajankorokkeen alapuolinen tila.



Kuva 18: Välipohjan rakenneavaus IP-kerhon tilassa.



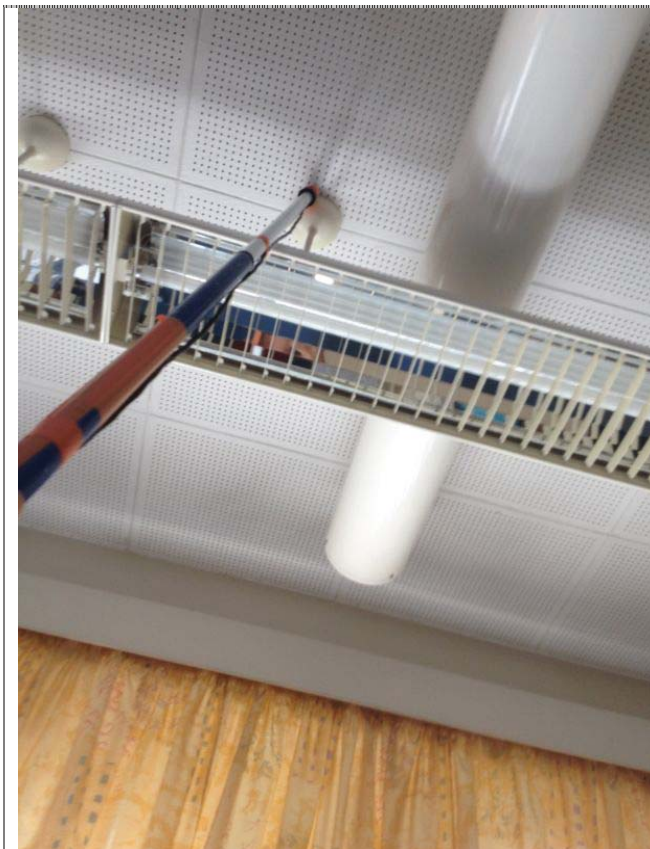
Kuva 19: Aulatila 232, kirjahyllyn takalevyn alahelman kosteusjäljet.



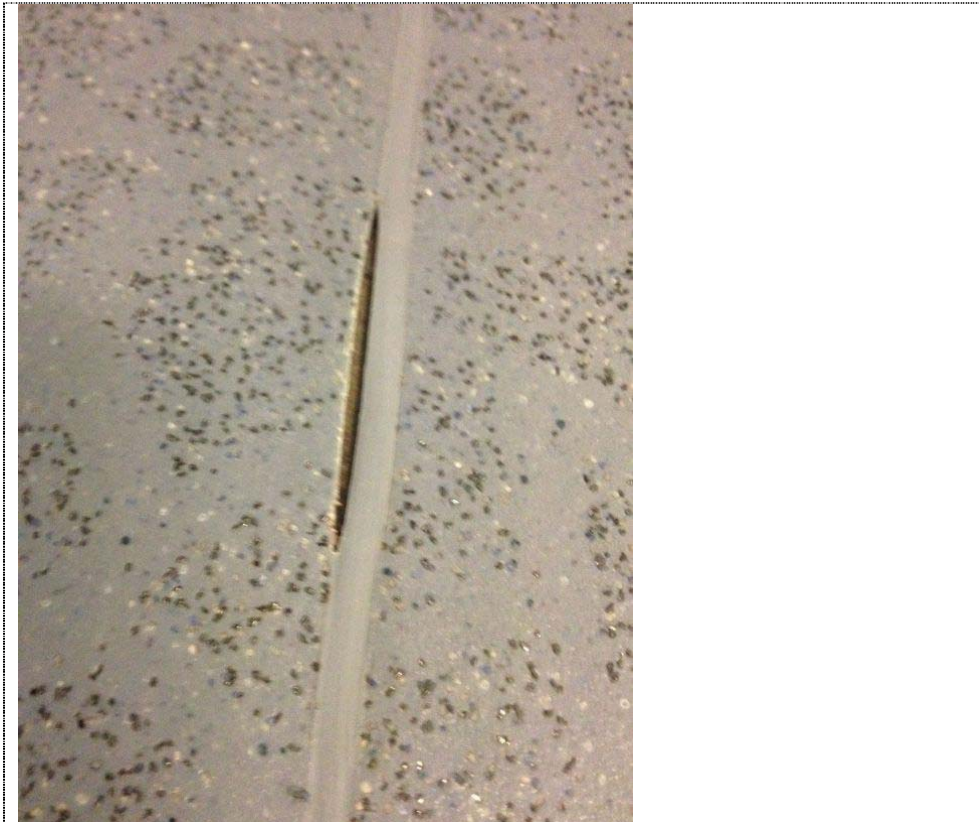
Kuva 20: Peruspesut, vettä kaadetaan yhä reilusti suoraan ämpäristä lattialle.



Kuva 21: Merkkiainekokeissa havaittiin vuotoilmareittejä lattian ja ulkoseinärakenteen liitoskohdissa.



Kuva 22: Merkkiainekokeissa havaittiin vuotoilmareittejä alapuolisen tilan alakatossa olevien kiinnikkeiden juurissa.



Kuva 23: Tilan 235 viereisen kylpyhuoneen maton saumat on paikoin halki.



Kuva 24: Putkikanaali, kosteuden aiheuttamaan härmettä seinissä.



Kuva 25: Putkikanaali, tunkkainen ja epäsiisti, paikoin kosteutta.



Kuva 26: Viemäriputki tihuttaa tilaan edelleen ruosteista vettä.



Kuva 27: Luokka 150, viiltomittaus pinnoitteen alta pintakosteusmittarin osoittamasta kosteimmasta kohdasta.



Kuva 28: Luokka 149, vinyylilaatat on asennettu vanhan vinyylilaatan päälle



Kuva 29: Vanhat harmaat lattiapinnoitteet on liimattu mustalla, asbestipitoiseksi tiedetyllä liimalla.



Kuva 30: Uuden puolen ryömintäosa, siisti ja kuiva.



Kuva 31: Tuloilmakoneiden raitsilma otetaan raitsilmakammion yläreunasta.



Kuva 32: Varsinainen RI-kammio on syvä ja kapea, jolloin ilmavirta ei pysty jakautumaan tasaisesti koko säleikön alalle.



Kuva 33: Tuloilmakoneen TK01 suodatinosassa kosteusjälkiä..



Kuva 34: Tuloilmakoneen TK02 suodatinosassa kosteusjälkiä.



Kuva 35: Tuloilmakoneen TK03 suodatinosassa kosteusjälkiä.



Kuva 36: Tuloilmakoneen TK01 suodattimella oli vettä.



Kuva 37: Tuloilmakoneen 101 TK suodatinosassa kosteusjälkiä.



Kuva 38: Tuloilmakoneen TK01 LTO- ja lämmityspatterin välissä on ylimääräistä likaa ja kosteusjälkiä.



Kuva 39: Laajennusosan tuloilman liitäntälaatikoissa on reunoilta suojaamatonta mineraalivillaa.



Kuva 40: Laajennusosan tuloilmasäleiköillä mineraalivillan sidontapinta on rikki.



Kuva 41: Pölyä yläpinnoilla paljon.

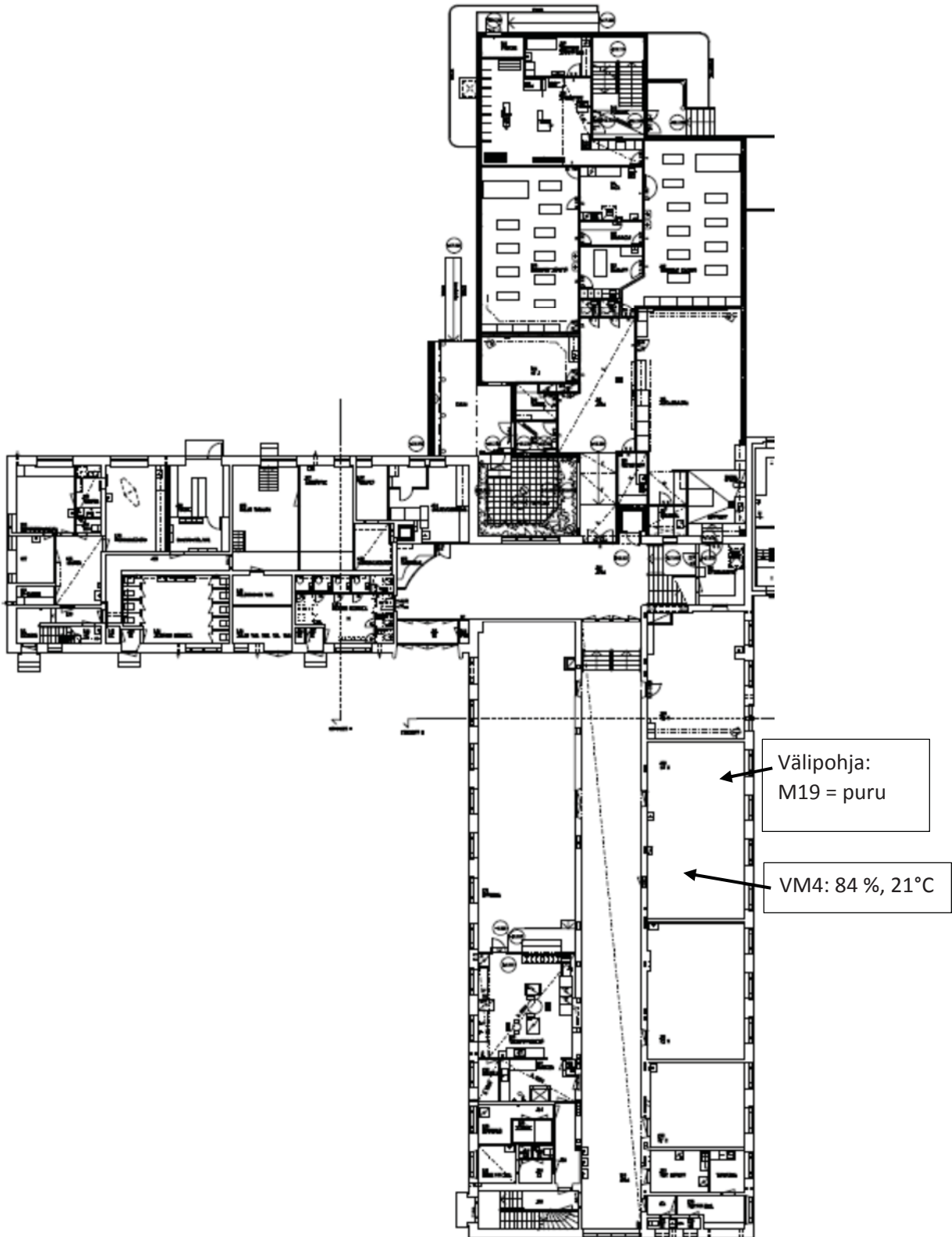


Kuva 42: Pölykertymää juhlasalin näyttämön alapuolella reilusti.



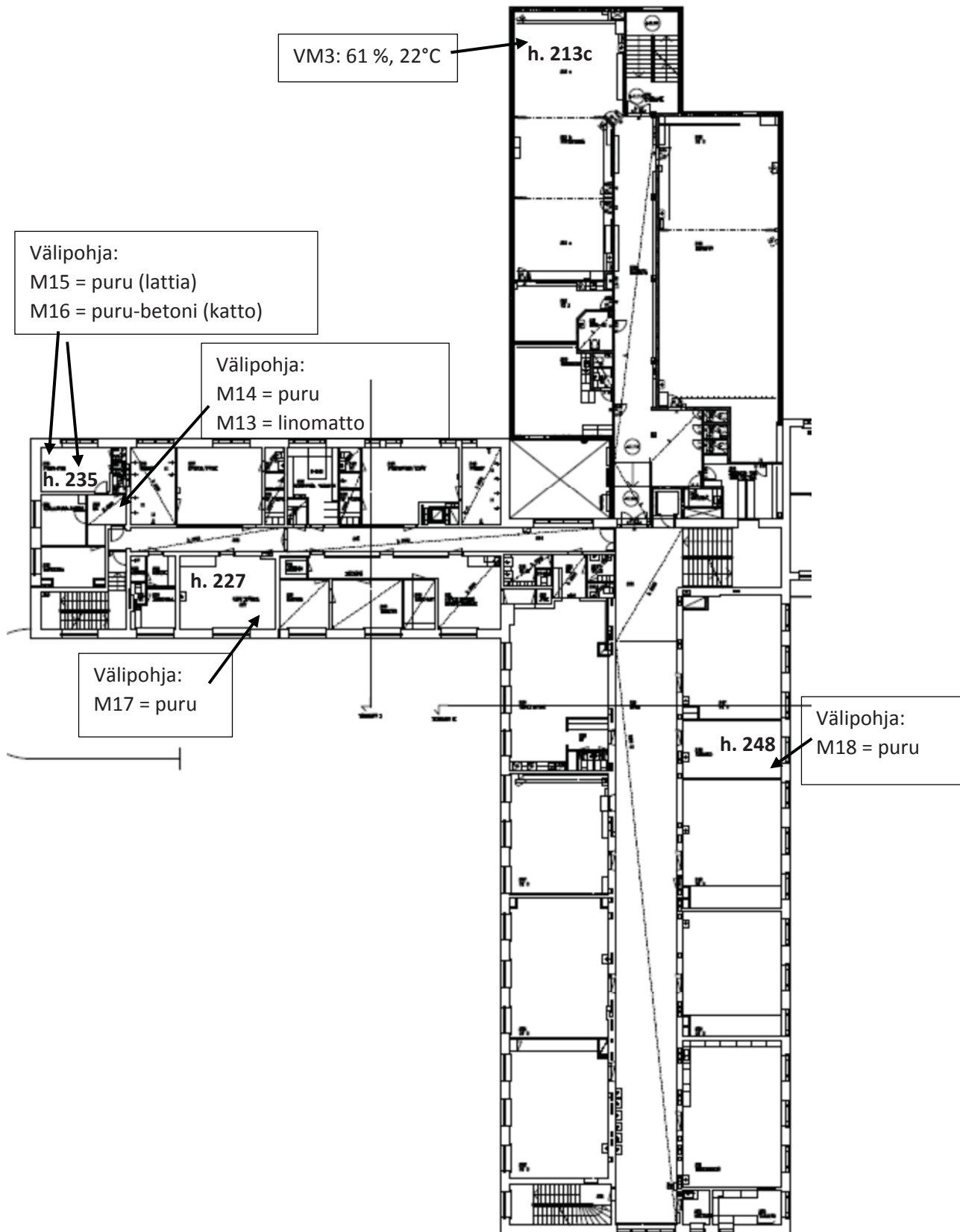
Kuva 43: Rikkinäisiin säleikköihin on linnut tehnyt pesiä.

1 krs

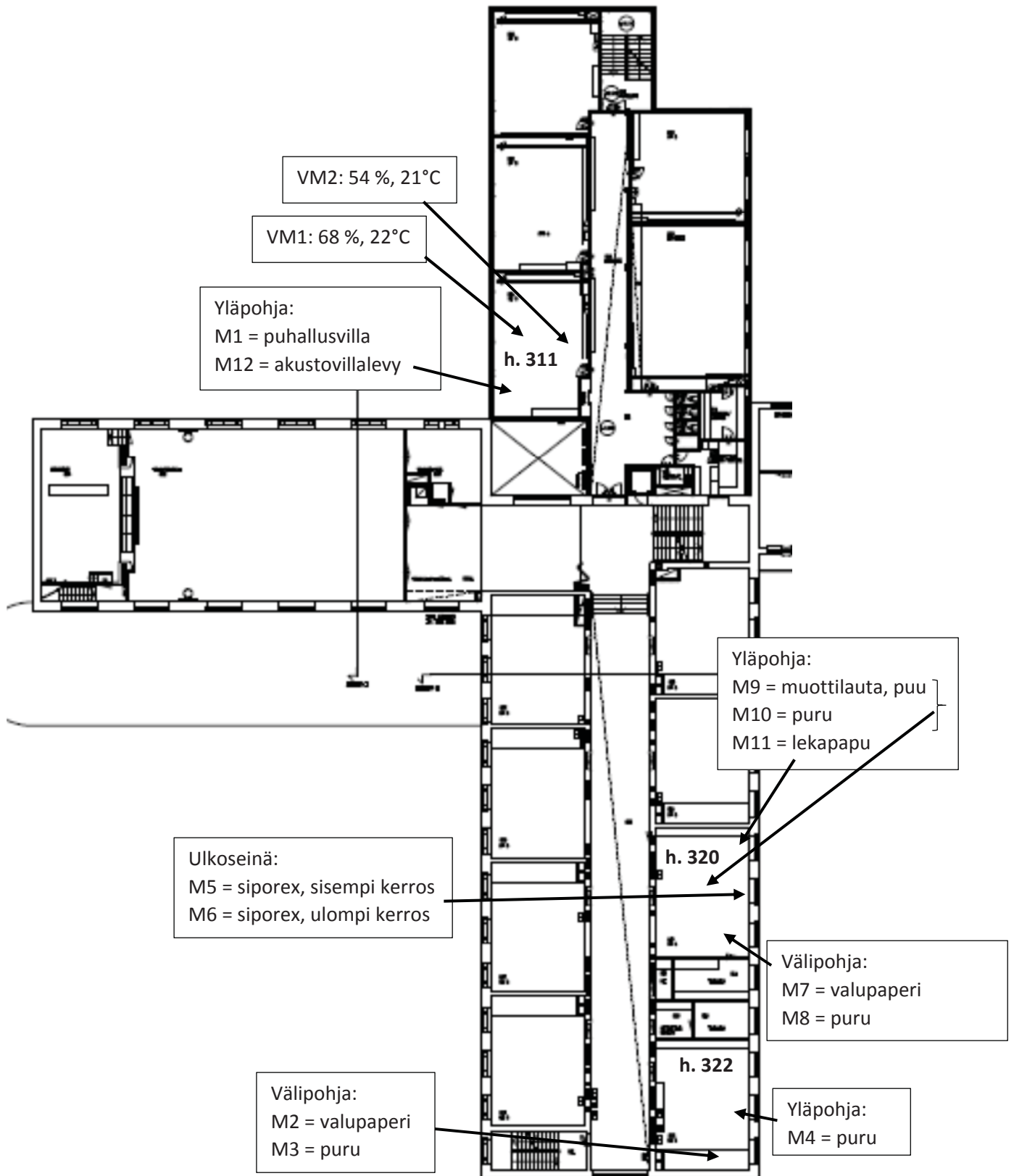


M = materiaalinäyte, numerointi viittaa tulosraporttiin
VM = rakenteen kosteusmittaus ns. viiltomittaus maton alta

2 krs



3 krs



Osakeyhtiö Insinööri Studio
Piia Markkanen
Tornatorintie 3
48100 KOTKA



Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Piia Markkanen
Näytteenottoaika: Simonkallion koulu, Vantaa
Näytteenottopäivämäärä: 3.6.2014
Vastaanottopäivämäärä: 5.6.2014
Näytemäärä: 19 kpl

Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (AR1205-TY-031)
Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 cfu/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 cfu/malja), +++ = runsaasti (50-200 cfu/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 cfu/malja). Sisäinen menetelmä.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä.

Mikrobiryhmät

Mesofiiliset sienet
Mesofiiliset sienet
Mesofiiliset sienet
Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit

Kasvatusalustat

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

Kasvatus- lämpötila

25 °C
25 °C
25 °C
25 °C

Kasvatus- aika

7 vrk
7 vrk
7 vrk
7-14 vrk

Tutkitut näytteet

1. H. 311, yläpohja, vuotoaikka, villa
2. H. 322, välipohja, lattia-avaus, valupaperi
3. H. 322, välipohja, lattia-avaus, puru
4. H. 322, yläpohja, kattoavaus, puru
5. H. 320, ulkoseinä, patterisyv. sisempi, siporex
6. H. 320, ulkoseinä, patterisyv. ulompi, siporex
7. H. 320, välipohja, lattia-avaus, valupaperi
8. H. 320, välipohja, lattia-avaus, puru
9. H. 320, yläpohjan alapinta, puu
10. H. 320, yläpohja, kattoavaus, puru
11. H. 320, yläpohja, kattoavaus, lekapapu
12. H. 311, alakaton villalevy betonia vasten, villa
13. H. 232, lattiamaton alapuoli, linomatto
14. H. 232, välipohja, lattia-avaus, puru
15. H. 235, välipohja, lattia, ulkokulma, puru
16. H. 235, välipohja, kattoavaus, puru-betoni
17. H. IP-kerho, välipohja, lattia, puru
18. H. 248, välipohja, lattia, puru
19. H. 150, välipohja, katto, puru

Tulosten tulkinta

- heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta
- ei viitettä vauriosta

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit THG-agar
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	
1.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>A. penicillioides</i> * +(4) <i>Aureobasidium</i> ° +(1) <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
2.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
3.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(1)
4.	Yhteensä + <i>P. variotii</i> * +(9)	Yhteensä + <i>P. variotii</i> * +(7)	Yhteensä + <i>P. variotii</i> * +(10)	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
5.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
6.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(1)
7.	Yhteensä + <i>P. variotii</i> * +(1)	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
8.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä + basidiomykeetit° +(1)	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
9.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
10.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
11.	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ Muut bakteerit +++ <i>Streptomyces</i> * -
12.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
13.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
14.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
15.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -

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

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit THG-agar
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	
16.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -
17.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Streptomyces</i> * +(1)
18.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(2)
19.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -

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

Tulkintaohje:

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

Suoraviljelymenetelmän mikrobipitoisuus +++ (=runsaasti mikrobeja) ja ++++ (=erittäin runsaasti mikrobeja) vastaavat Asumisterveysohjeen ja -oppaan (Sosiaali- ja terveysministeriön oppailta 2003:1, soveltamisopas 3. korjattu painos 2009) laimennossarjamenetelmällä viljellyn materiaalinäytteen tulkintaohjeen yli 10 000 cfu/g mikrobipitoisuutta ja + (=niukasti mikrobeja) ja ++ (=kohtalaisesti mikrobeja) vastaavat laimennossarjamenetelmän alle 10 000 cfu/g pitoisuutta, jolloin mikrobilajisto on otettava tulosta tulkittaessa huomioon.

Asiakasratkaisut

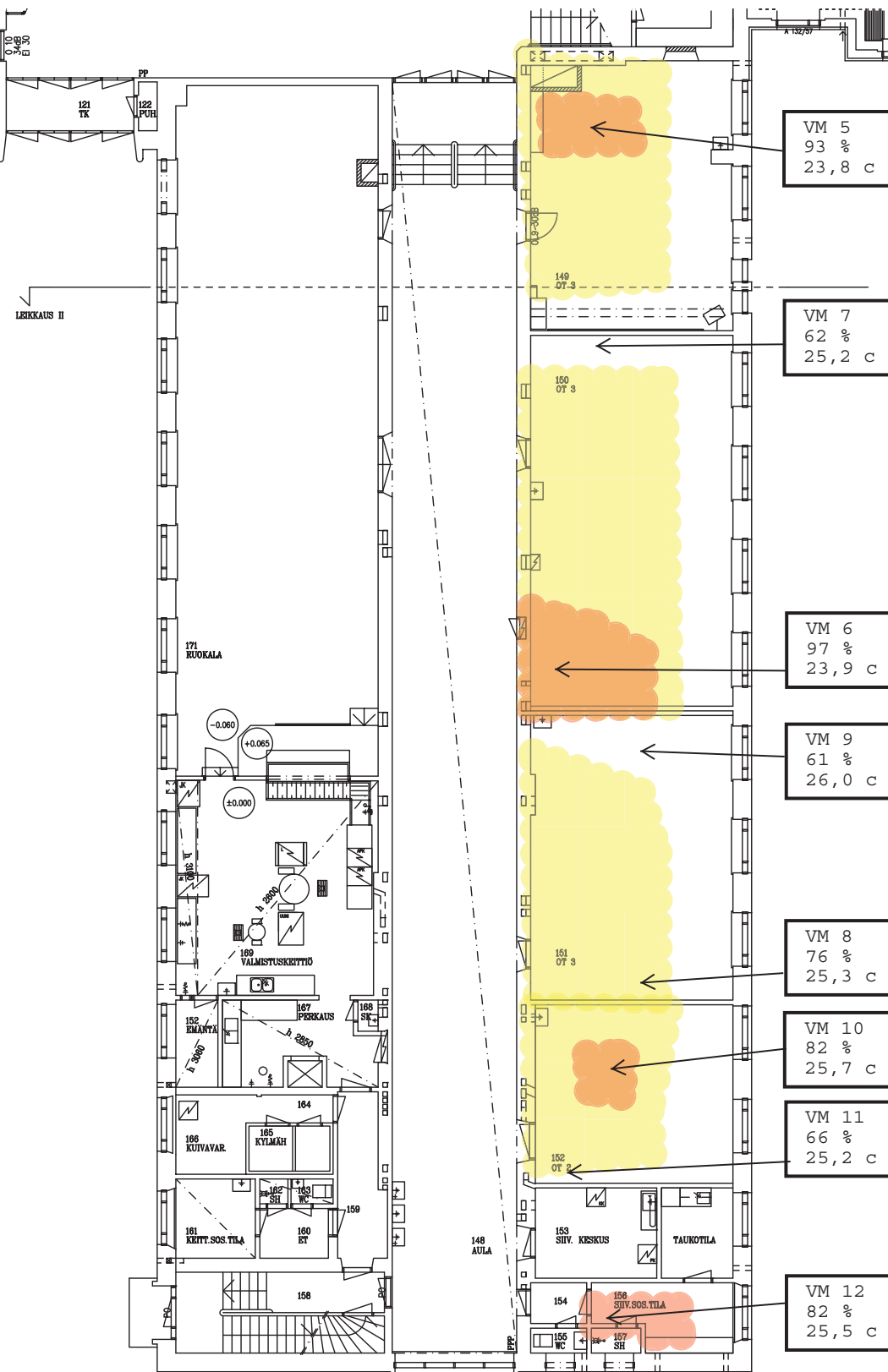
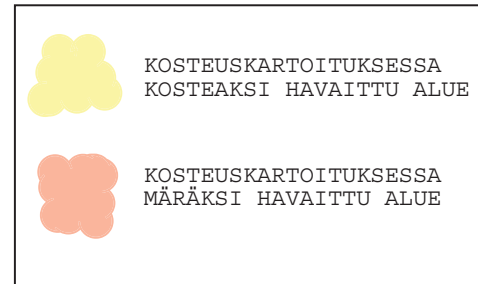


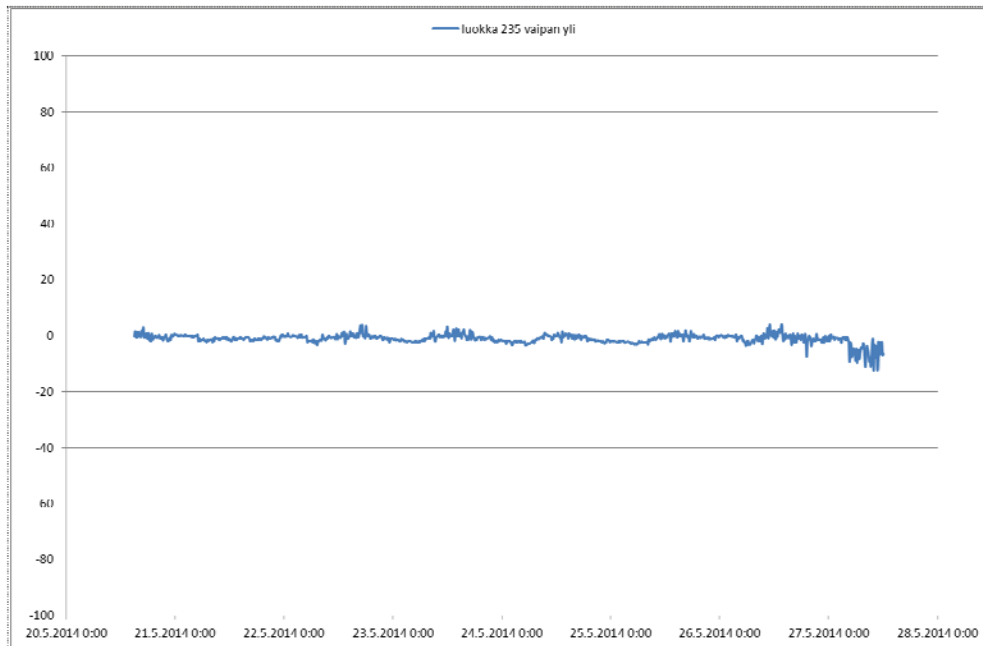
Marja Hänninen
mikrobiologi
Kuopio



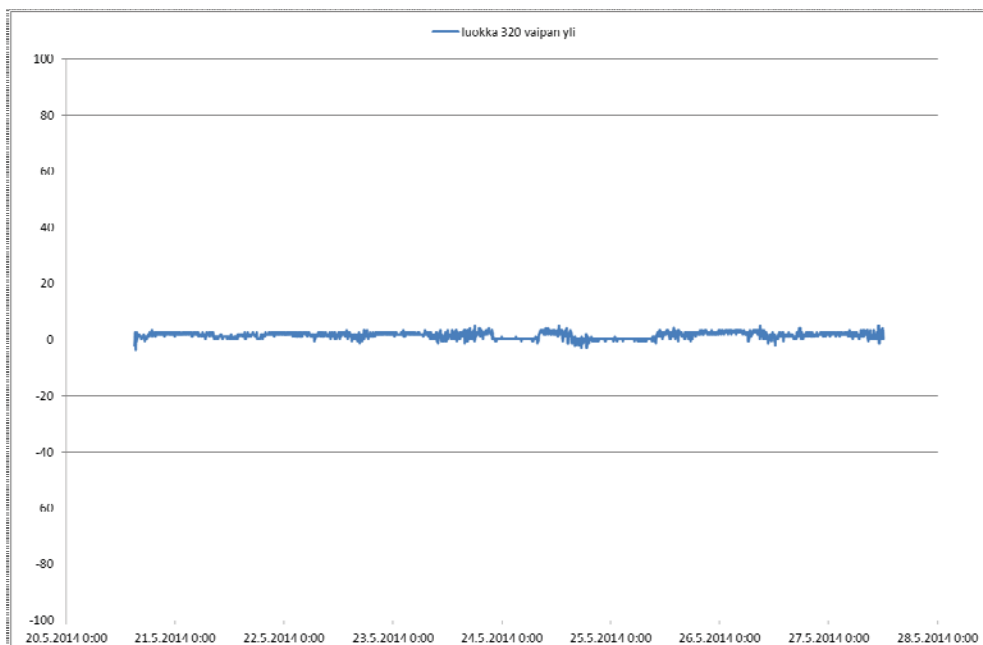
Sari Laaninen
laboratoriomestari
Oulu

Liite 4

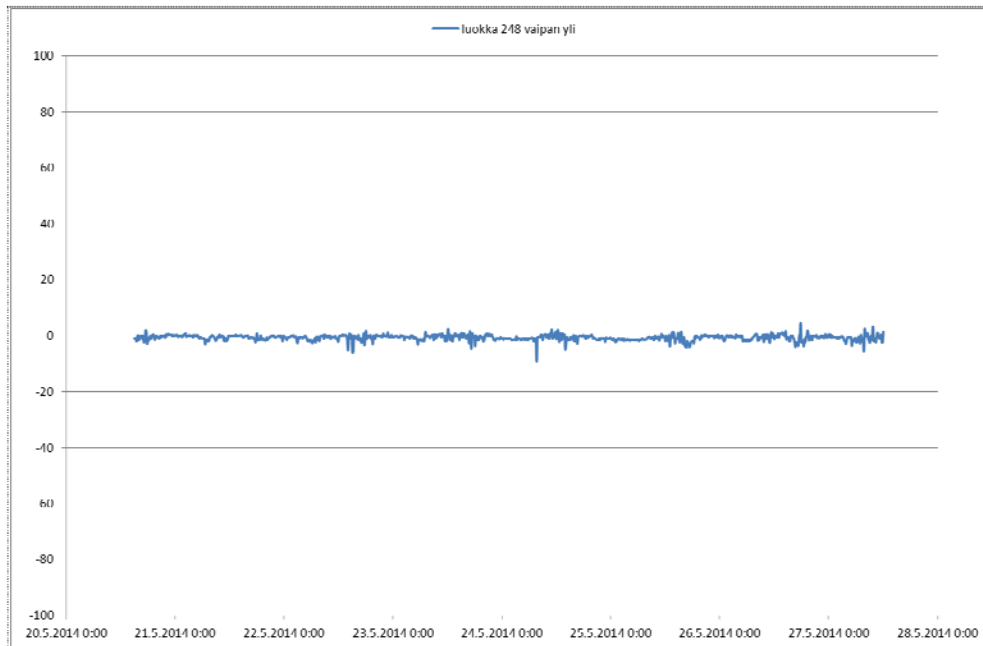




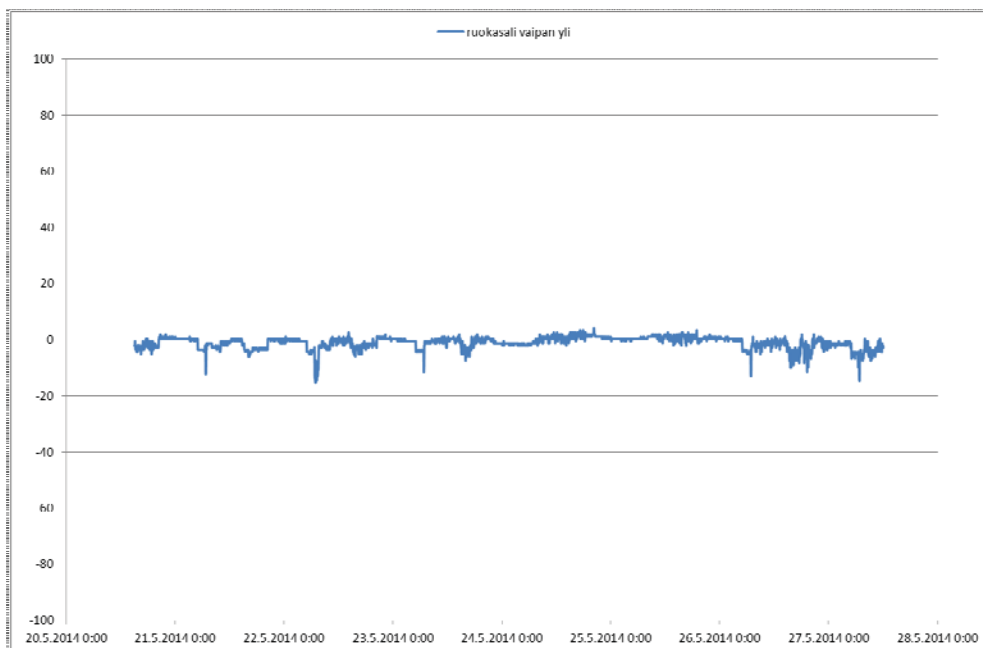
Kuva 1: A-osa luokka 235 vaipan yli.



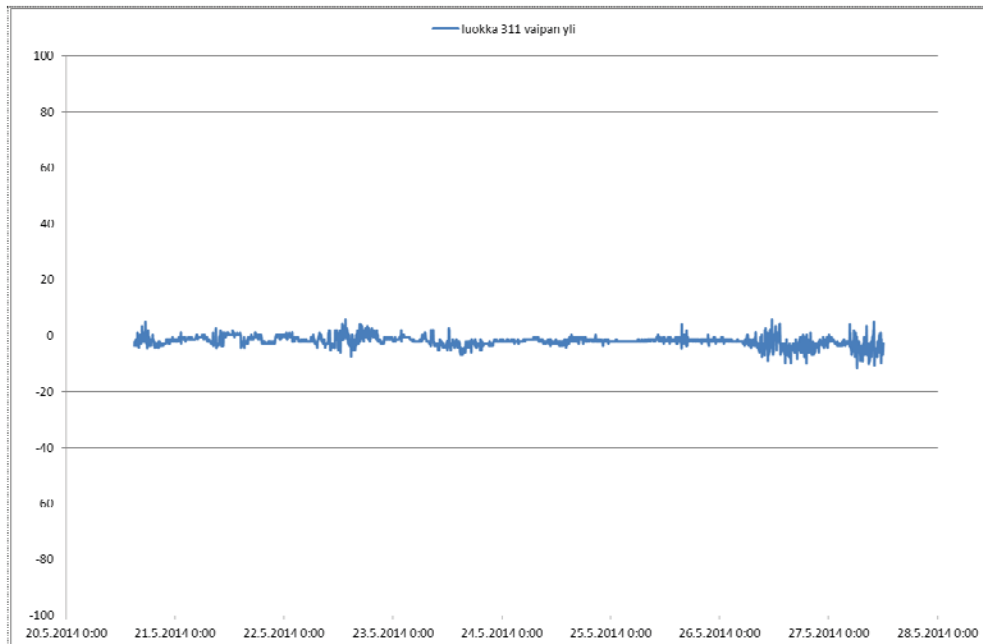
Kuva 2: B-osa luokka 320 vaipan yli.



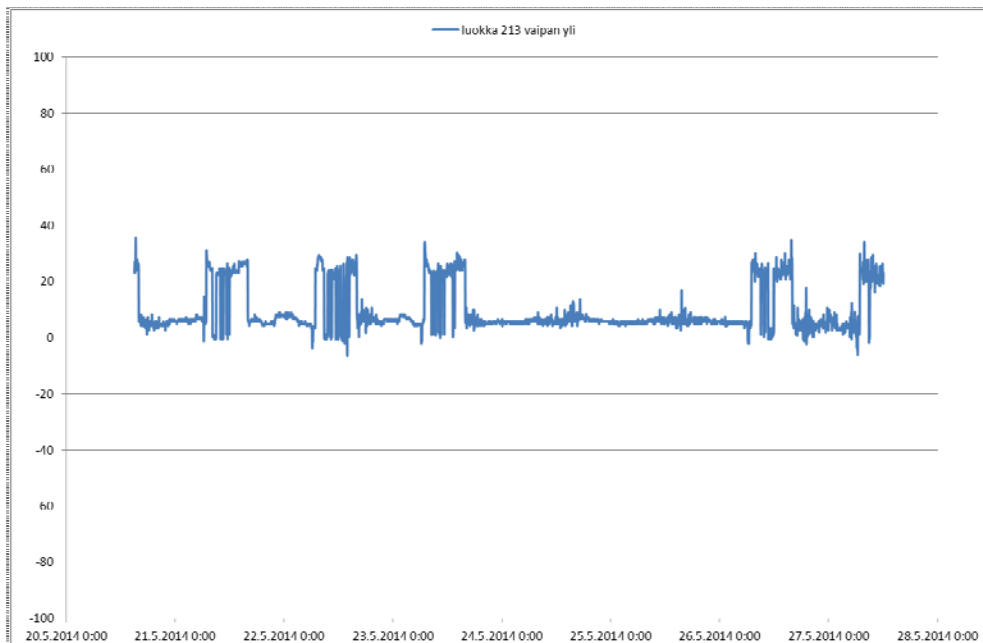
Kuva 3: B-osa luokka 248 vaipan yli.



Kuva 4: B-osa ruokasali vaipan yli.



Kuva 5: Laajennusosa luokka 311 vaipan yli.



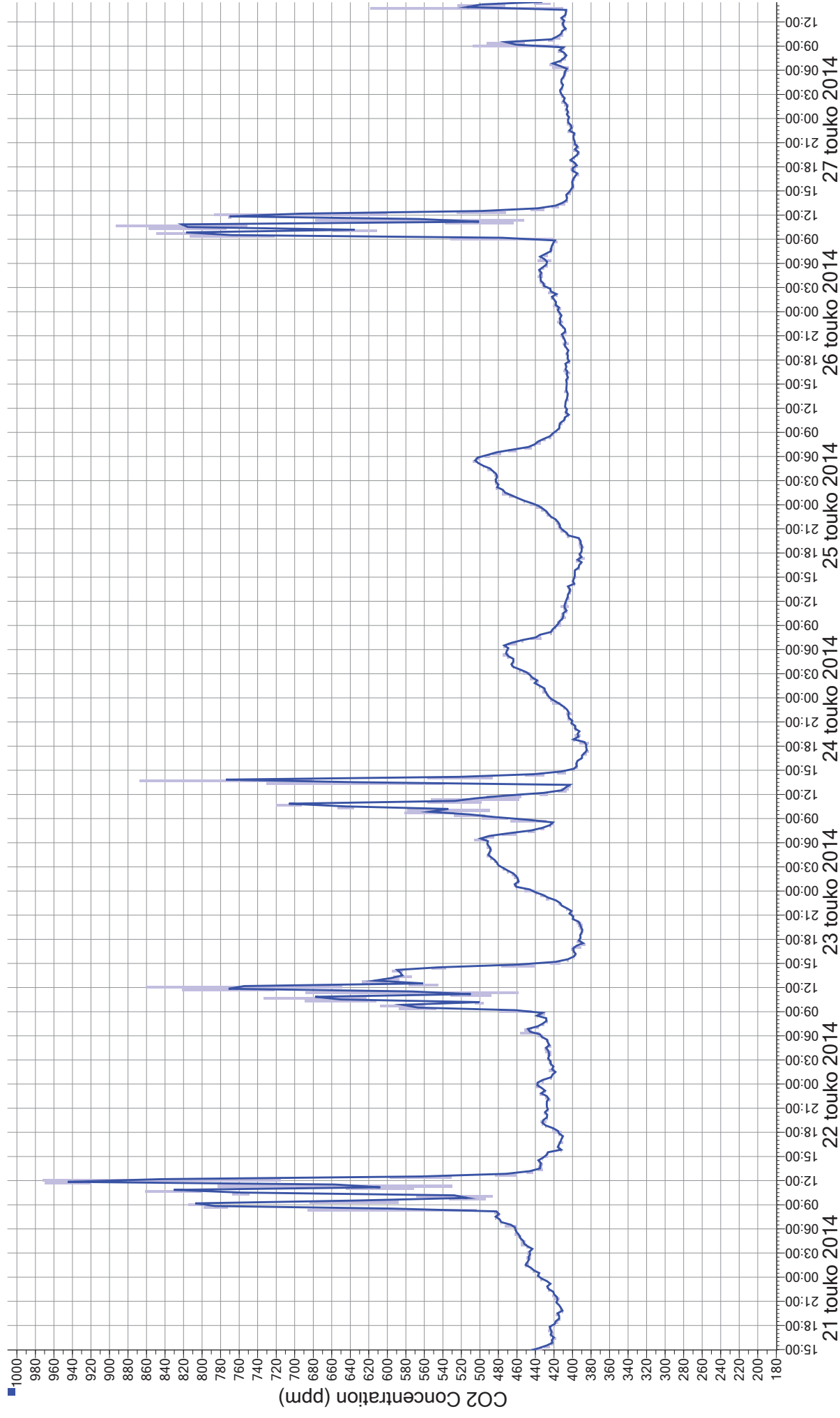
Kuva 6: Laajennusosa luokka 213 vaipan yli.

CO2 0-2000 ppm

Liite 6

h. 213c

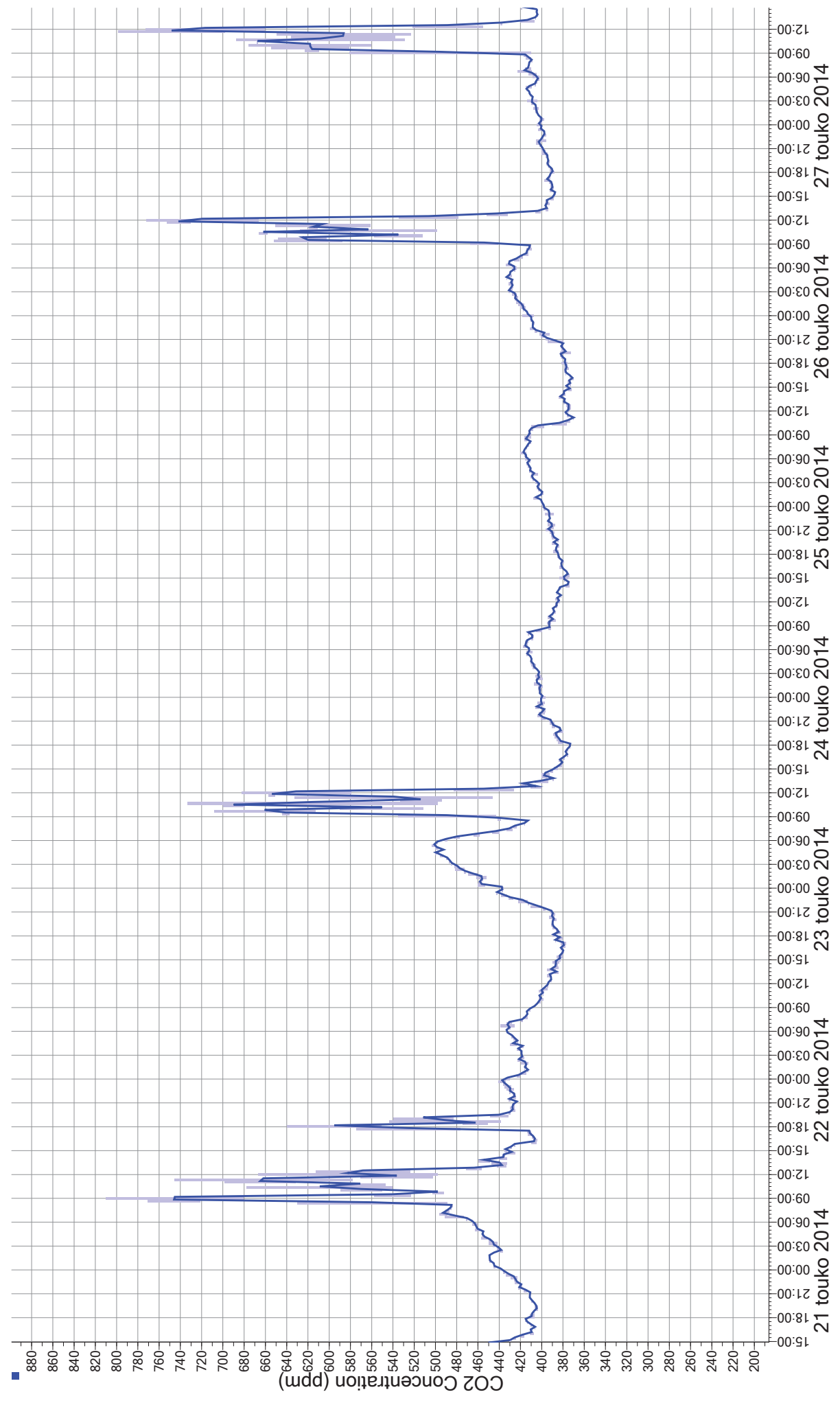
701279CO2 Concentration CO2 0-2000 ppm



CO2 0-2000 ppm

h. 230

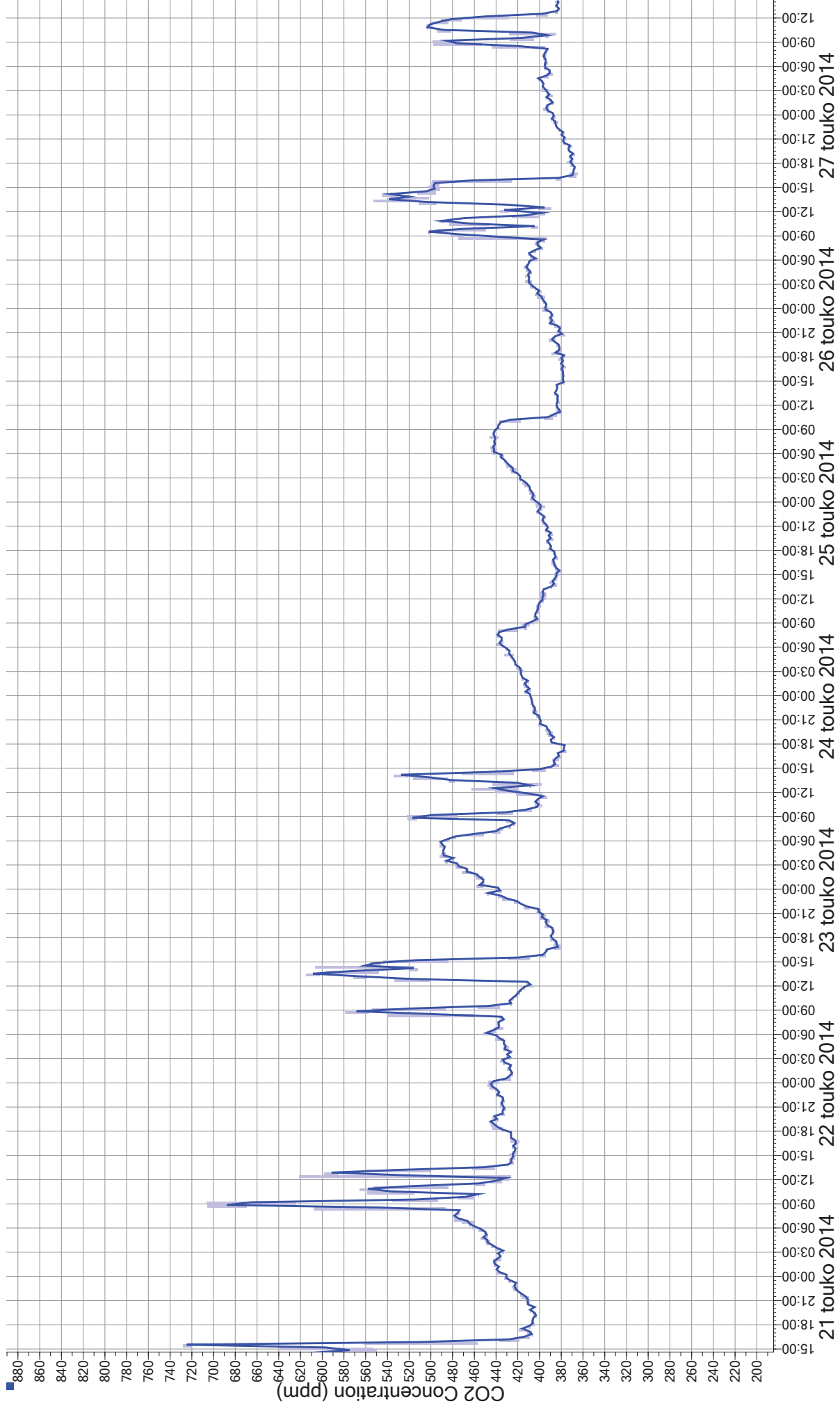
■ 675011CO2 Concentration CO2 0-2000 ppm



CO2 0-2000 ppm

h. 235

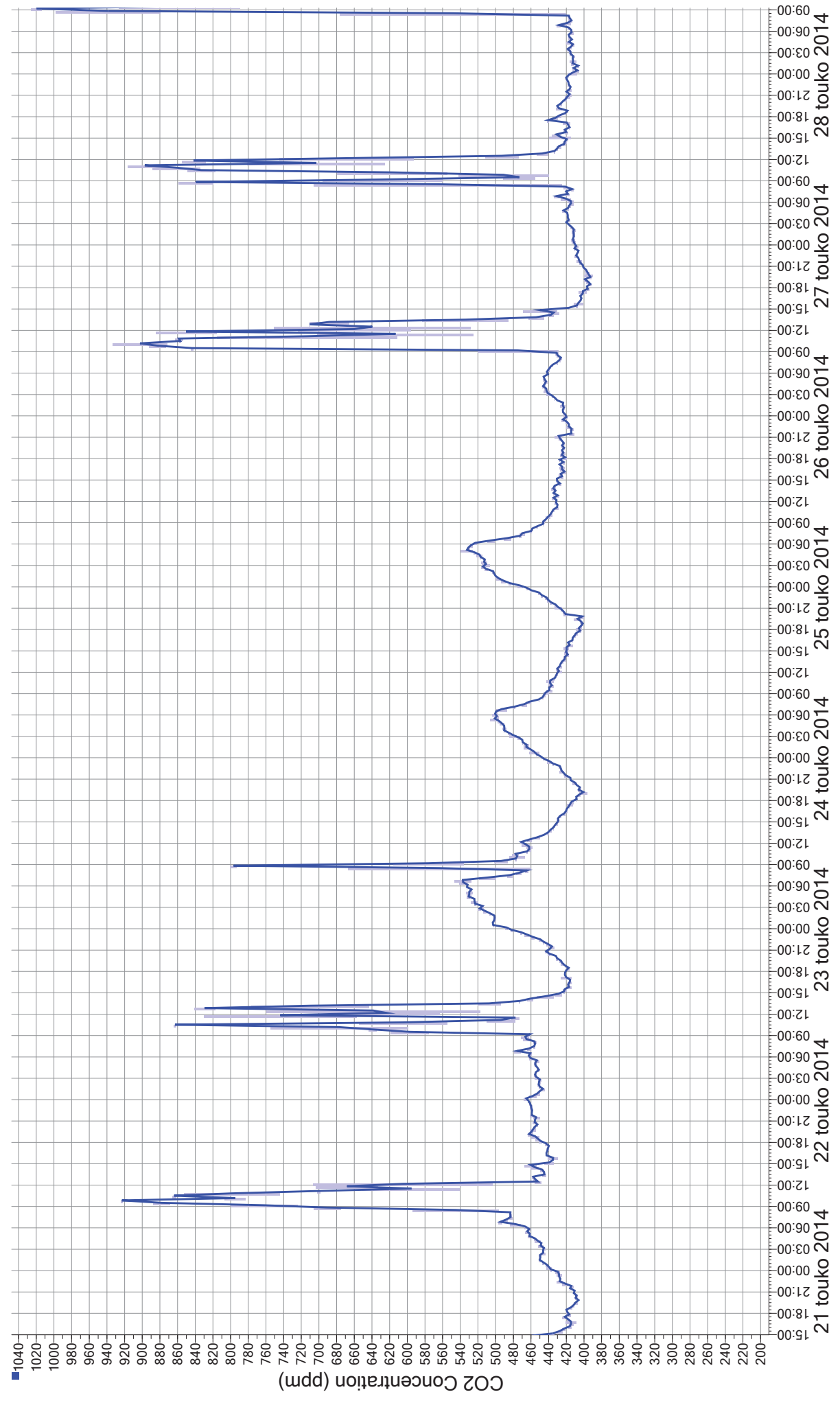
698894 CO2 Concentration CO2 0-2000 ppm



CO2 0-2000 ppm

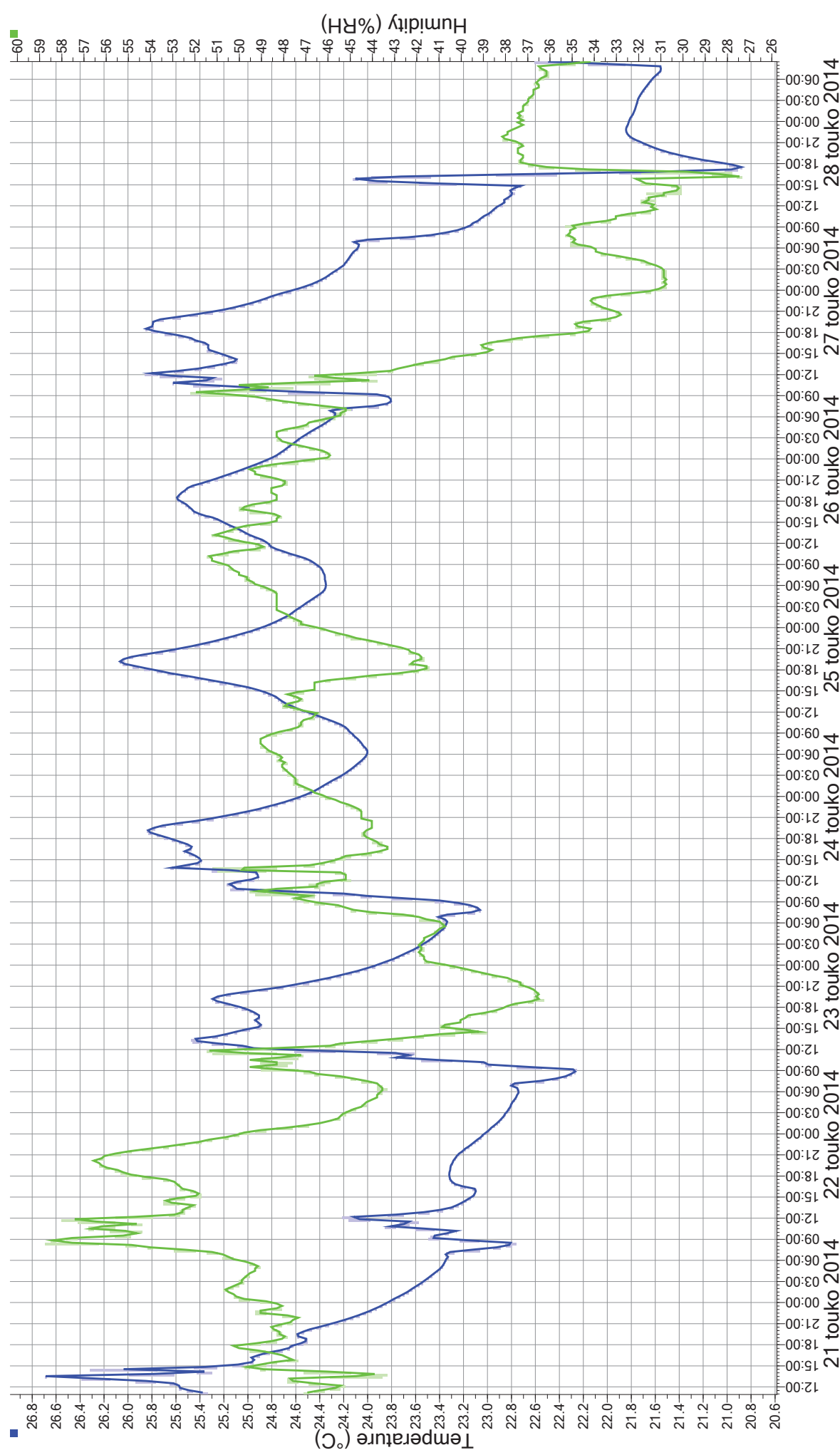
■ 698892CO2 Concentration CO2 0-2000 ppm

h. 311



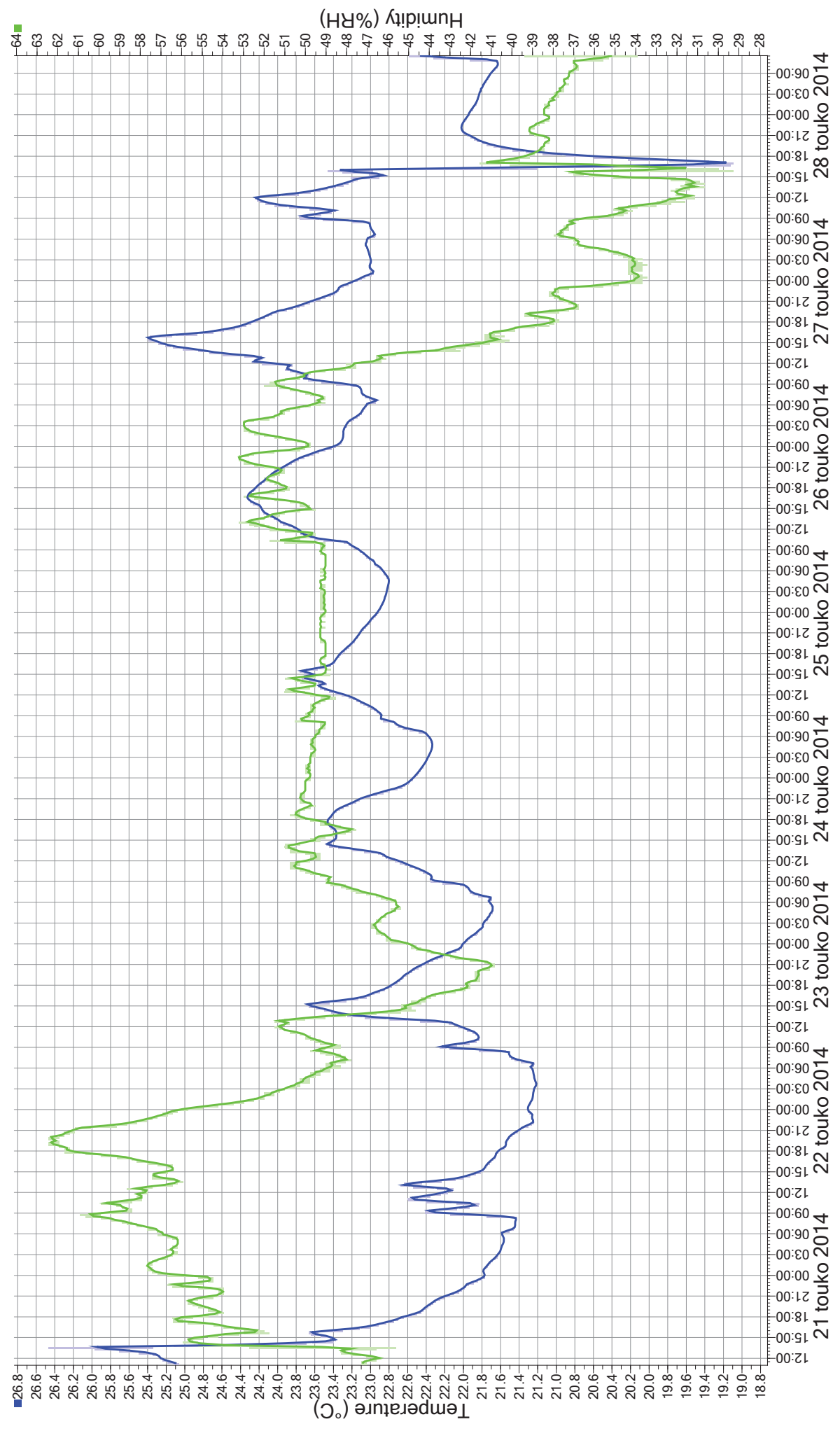
675371 Temperature TGU-371
675371 Humidity TGU-371

h. 213c



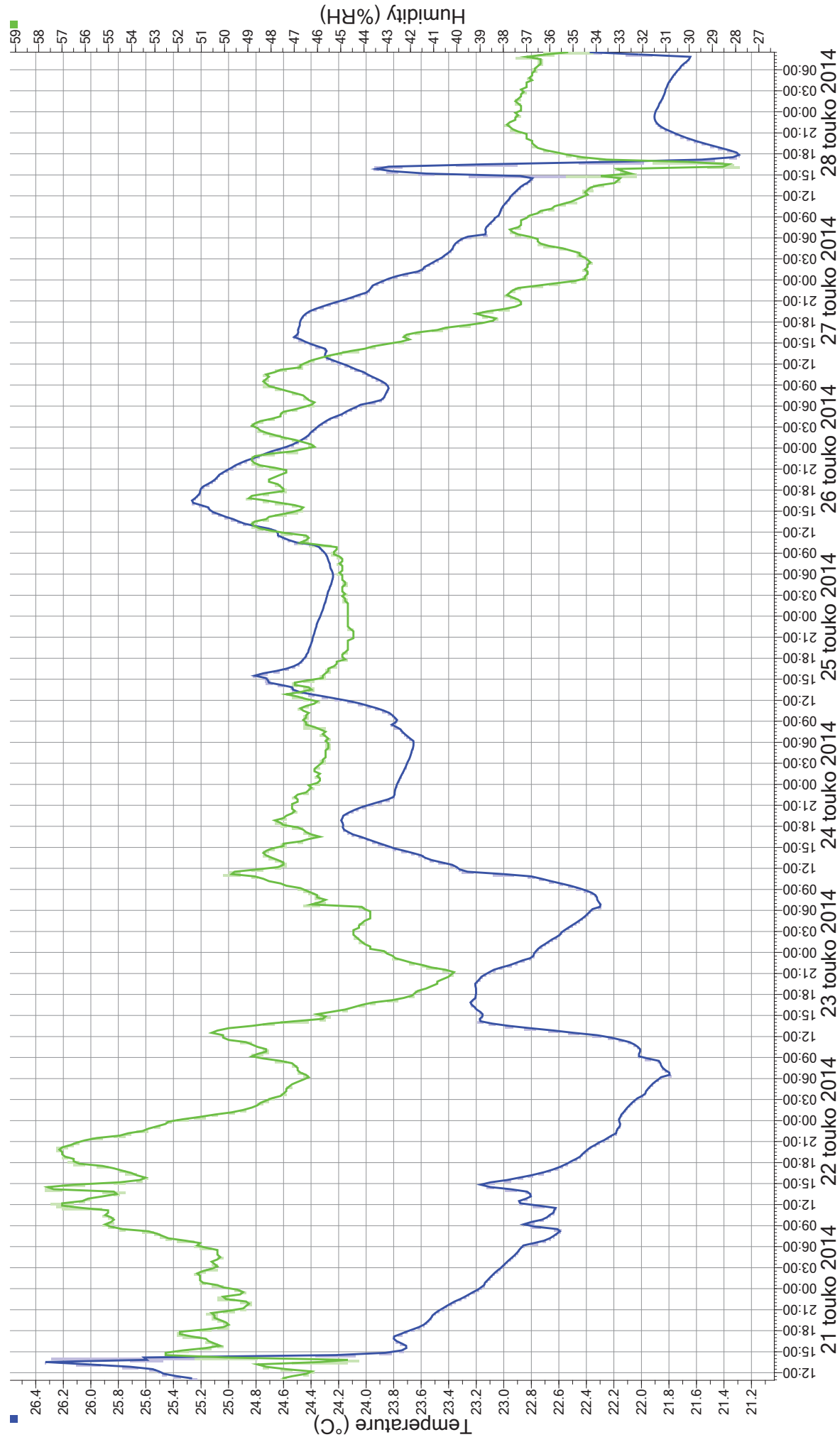
h. 235

675377Temperature TGU-377
675377Humidity TGU-377



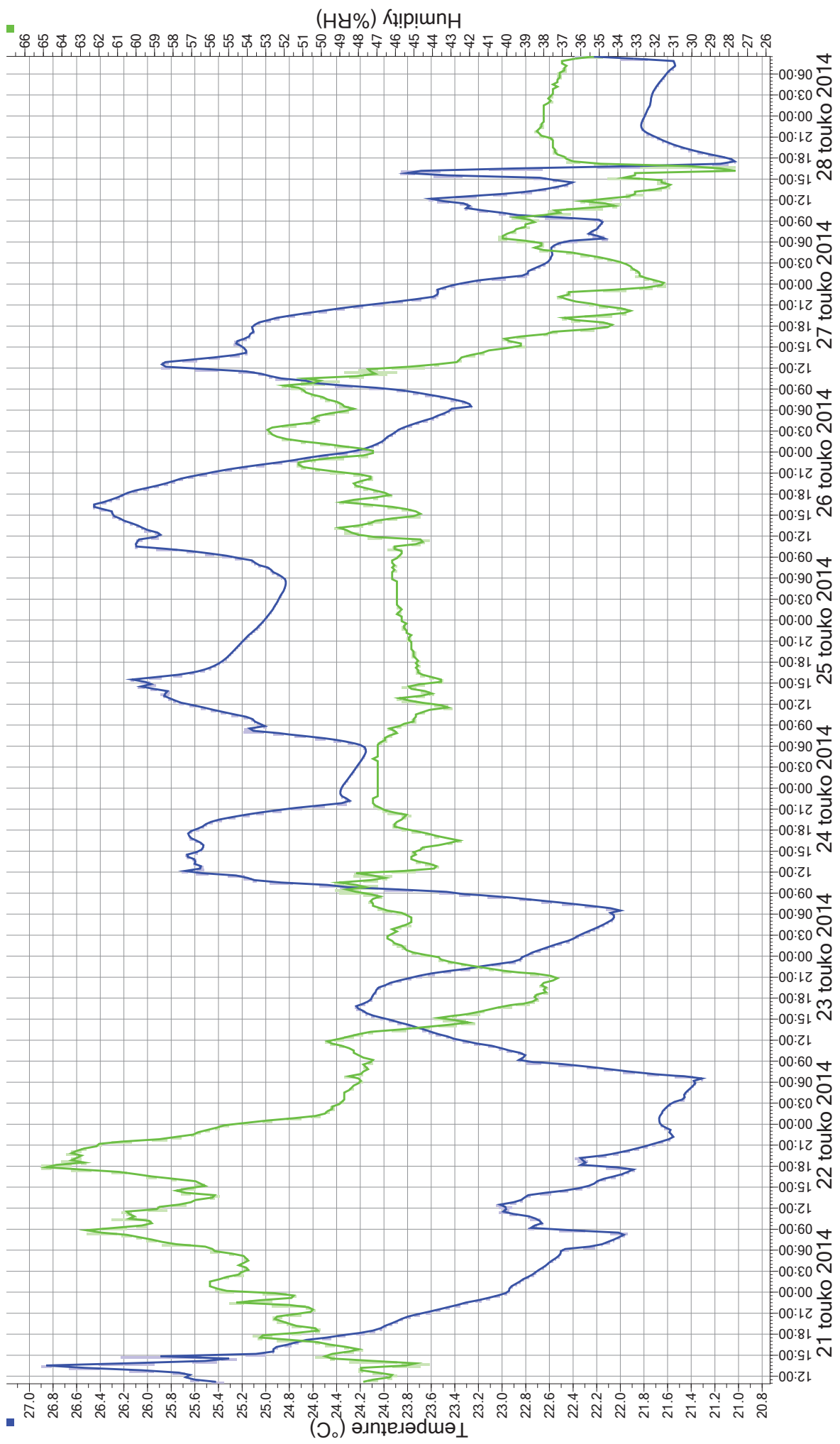
h. 248

675372Temperature TGU-372
675372Humidity TGU-372



h. 320

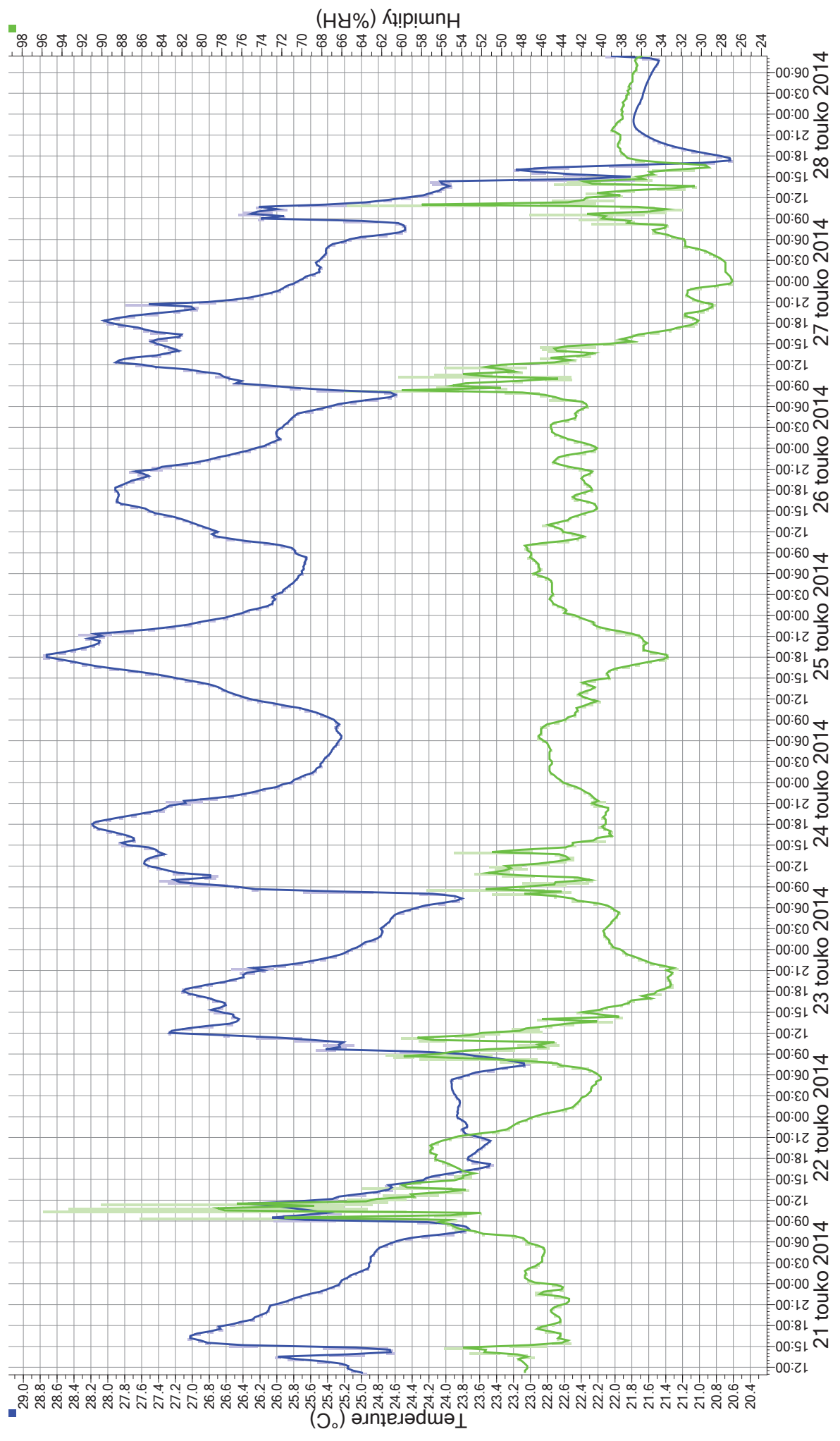
678593Temperature TGP-593
678593Humidity TGP-593



TGP-291

keittiö

- 677291 Temperature TGP-291
- 677291 Humidity TGP-291



ulkoilma

677296 Temperature TGP-296
677296 Humidity TGP-296

