



# SISÄILMAINSINÖÖRIT



TUTKIMUSRAPORTTI, 14.-28.5.2014  
VIERTOLAN KOULU, JOKIRANNAN  
YKSIKKÖ, PAVILJONKI



## SISÄLLYS:

1.	Yleistiedot tutkimuksesta .....	2
1.1.	Kohde .....	2
1.2.	Tutkimuksen tilaaja .....	2
2.	Yleistiedot tutkimuksesta .....	2
3.	Tiivistelmä .....	3
4.	Havainnot kohteessa .....	4
5.	Mikrobien materiaalinäytteet .....	6
5.1.	Tulokset mikrobien materiaalinäytteistä .....	7
5.2.	Johtopäätökset mikrobien materiaalinäytteistä .....	7
6.	Teolliset mineraalivillakuidut .....	7
6.1.	Näytteenotto .....	8
6.2.	Tulosten tulkinta .....	8
6.3.	Tulokset geeliteippinäytteistä .....	8
6.4.	Periaatekuva näytteenotosta, kuva 12 .....	9
6.5.	Havainnot IV -konehuoneessa .....	9
6.6.	Johtopäätökset kuitunäytteistä .....	10
7.	TVOC –mittaukset (haihtuvat orgaaniset yhdisteet) .....	10
7.1.	Yleistä .....	10
7.2.	Terveysvaikutukset .....	11
7.3.	Ohje- ja tavoitearvot .....	11
7.4.	Näytteenottomenetelmä .....	11
7.5.	Mittaustulokset .....	12
7.6.	Johtopäätökset TVOC -mittaustuloksista .....	12
8.	Paine-eromittaukset .....	13
8.1.	Mittaustulokset paine-eromittauksista .....	13
8.2.	Johtopäätökset paine-eromittauksista .....	14
9.	Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden pitkäaikaismittaus .....	14
9.1.	Yleistä .....	14
9.2.	Terveysvaikutukset .....	15
9.3.	Ohje- ja tavoitearvot .....	15
9.4.	Tutkimusmenetelmä .....	15
9.5.	Hiilidioksidipitoisuuden mittaustulokset .....	16
9.6.	Johtopäätökset hiilidioksidimittauksista .....	18
10.	Sisäilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan pitkäaikaismittaus .....	18
10.1.	Yleistä .....	18
10.2.	Mittaustulokset .....	19
10.3.	Johtopäätökset sisäilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittauksista .....	19
11.	Tutkimuksen johtopäätökset .....	20
12.	Suositukset jatkotoimenpiteiksi .....	20

## 1. Yleistiedot tutkimuksesta

### 1.1. Kohde

Viertolan koulu, Jokirannan yksikkö, paviljonki  
Viertolankuja 1  
01300 Vantaa

### 1.2. Tutkimuksen tilaaja

Vantaan kaupunki  
Tilakeskus, Hankevalmistelu  
Jouni Räsänen  
Kielotie 13  
01300 Vantaa

## 2. Yleistiedot tutkimuksesta

- Henkilökunta on kokenut tiloissa oireita, joiden epäillään johtuvat rakennuksesta. Tutkimuksen tarkoituksena oli tehdä tiloissa sisäilman laatuun liittyviä tutkimuksia esikatselmuskäynnin havaintojen sekä henkilökunnan haastattelun ja kouluisännän tietojen pohjalta
- Suoritettiin paviljongin tiloissa aistinvaraisia perustutkimuksia. Luokan 25 vanhasta kattovuotokohdasta otettiin materiaalinäytteitä seinästä ja lattiasta
- Suoritettiin ilmanvaihtoon liittyviä tutkimuksia. Tutkittiin teollisten mineraalivillakuitujen pitoisuuksia laskeumapinnoilla kolmessa luokassa (1, 21 ja 27), kahden viikon laskeumapölystä. Näytteet analysoitiin Labroc Oy:n laboratorioissa Oulussa. Perustutkimusten yhteydessä tarkastettiin tuloilmakoneesta puhallinkammio ja puhaltimen jälkeiset vaimentimet sekä pääte-elimiiä luokissa ja käytävillä mahdollisina kuitulähteinä
- Luokka 26 on jaettu kahdeksi eri pienryhmätilaksi ja näytteet on otettu luokasta 27, jossa on oireiltu
- Mitattiin sisäilmasta kolmesta pisteestä haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuudet, samat luokat



- Mitattiin paine-eroa kahden viikon ajalta ulkoilman ja sisäilman välillä kolmesta pisteestä, samat luokat
- Mitattiin sisäilman hiilidioksidipitoisuutta kolmesta pisteestä kahden viikon ajalta, samat luokat
- Mitattiin sisäilman suhteellista kosteutta ja lämpötilaa kolmesta pisteestä kahden viikon ajalta, samat luokat
- Tutkimuksen suorittivat 10.4. – 18.6.2014 Vesa Nordström ja Tuomo Niskanen Sisäilmainsinöörit Oy:stä
- Työssä sovelletaan Konsulttialan yleisiä sopimusehtoja KSE 2013

### 3. Tiivistelmä

Tutkituissa tiloissa ei aistittu normaalista poikkeavia hajuja. Myöskään levyrakenteisissa ulkoseinärakenteissa ei havaittu kosteuden aiheuttamia materiaali muutoksia eikä rakenteista aistittu poikkeavia hajuja.

Luokan 25 vanhassa kattovuotokohdassa ei todettu poikkeavaa mikrobilajistoa.

VOC – ja mineraalivillakuitumittauksissa ei havaittu normaalista poikkeavaa. Pääte-elimissä oli dacron -eristeet, tuloilmakoneen jälkeisessä vaimentimessa oli reikäpelti-villa yhdistelmä (muovikalvoa ei havaittu) ja tämän jälkeen oli vielä lamellivaimennin. Tulopuolen runkokanavissa olevia äänenvaimentimia ei päästy tarkastamaan.

Tilat olivat pääsääntöisesti koko ajan alipaineiset ulkoilmaan nähden. Mittausjakson lukemat vaihtelivat +1 ja – 9 Pa välillä, mutta olivat pääsääntöisesti 0-5 Pa alipaineiset.

Hiilidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet kahden viikon mittausajanjaksona vaatimustasona pidettävää arvoa 1200 ppm.

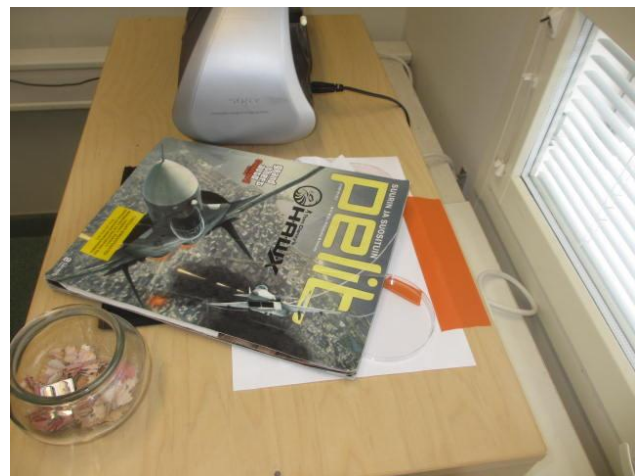
Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila oli mittausjakson aikana vuodenaikaan nähden normaalia tasoa.

#### 4. Havainnot kohteessa

- Tiloissa oli paljon pölykertymää normaalin siivouksen piiriin kuuluvilla pinnoilla, kuva 1. Kuitunäytteen 6 laskeuma-alusta oli kokenut kovia, kuva 2



Kuva 1



Kuva 2

- IV-konehuoneessa oli vanhoja kattovuotojälkiä, kuvat 3-4



Kuva 3



Kuva 4

- Tuloilman sisäänoton läheisyydessä on kasvillisuutta, kuva 5
- Rakennuksen keskellä oleva alapohjatila oli hyväkuntoinen ja kuiva, kuva 6



Kuva 5



Kuva 6

- Yläpohjatilaa ei päästy tarkastamaan (aluskatteet, vuotojäljet yms.). Käyntiluukun yläpuolella oli linnunpesä ja ampiAISpesä, kuvat 7-8. Käyntiluukusta tarkasteltuna yläpohjan puiset tukirakenteet näyttivät hyväkuntoisilta, kuvat 9-10



Kuva 7



Kuva 8



Kuva 9



Kuva 10

## 5. Mikrobin materiaalinäytteet

- Näytteitä otettiin luokan 25 kattovuotokohdassa seinän ja lattian eristeistä
- Luokasta otettiin yhteensä 4 mikrobin materiaalinäytettä
- Näytteet on otettu desinfioiduin näytteenottovälinein näytteenottopusseihin
- Näytteet kasvatettiin laboratoriossa +25 °C:ssa kolmella erilaisella kasvatusalustalla:

Mesofiiliset sienet	Hagem -agar (kasvatusaika 7 vrk)
Mesofiiliset sienet	DG18 -agar (kasvatusaika 7 vrk)
Mesofiiliset bakteerit	THG -agar (kasvatusaika 7 vrk)
Aktinobakteerit	THG -agar (kasvatusaika 7-14 vrk)

- Näytteet on analysoitu suoraviljelymenetelmällä työterveyslaitoksella Kuopiossa
- Tarkemmin analyysimenetelmä yms. on kuvattu analyysivastauksessa (liite 2)
- Näytteenottopisteet on esitetty suuntaa-antavassa pohjakuvassa liitteessä 1
- Kuva näytteenottopisteestä, kuva 11



Kuva 11

#### 5.1. Tulokset mikrobien materiaalinäytteistä

Näytteenottopiste	Materiaali	Mikrobipitoisuus	Mikrobilajisto	Tulos
1. Luokka 25, väliseinän eriste, vasen näyte	Mineraalivilla	Niukasti	Normaali	Normaali
2. Luokka 25, väliseinän eriste, oikea näyte	Mineraalivilla	Kohtalaisesti	Normaali	Normaali
3. Luokka 25, lattian eriste, oikea näyte	Mineraalivilla	Alle määritysrajan	Normaali	Normaali
4. Luokka 25, lattian eriste, vasen näyte	Mineraalivilla	Niukasti	Normaali	Normaali

Taulukko 1

#### 5.2. Johtopäätökset mikrobien materiaalinäytteistä

- Näytteet tulkitaan normaaleiksi

### 6. Teolliset mineraalivillakuidut

- Mineraalivillaa on käytetty yleisesti lämpö- ja äänieristysmateriaalina mm. ilmanvaihtokoneissa ja –kanavissa sekä akustiikkalevyissä
- Kuitupitoisuuksille ei ole olemassa terveysperusteista ohjearvoa, ihmiset oireilevat kuiduille ja niiden sideaineille yksilöllisesti
- Eristevillakuidut ja erityisesti niiden sideaineet aiheuttavat ihon, silmien ja hengitysteiden ärsytystä, lisäksi ne saattavat altistaa ylähengitysteiden tulehduksille, mm. poskiontelon tulehdukset. Eristevillakuiduissa käytetyt hartsit, liimat, aldehydit ym. sideaineet voivat herkistää ihoa ja limakalvoja





- Elimistön puolustusjärjestelmät kykenevät poistamaan suurimman osan eristevillakuiduista tehokkaasti. Niiden poistumisaika elimistöstä on muutamia viikkoja tai kuukausia

## 6.1. Näytteenotto

- Kuitunäytteet kerättiin laskeumapinnoilta kahden viikon laskeumapölystä 14.5 - 28.5.2014 välisenä aikana geeliteipillä työterveyslaitoksen nykyisten ohjeiden mukaisesti
- Näytteet toimitettiin Labroc Oy:n laboratorioon, jossa teippinäytteistä analysoitiin kuitujen laskennallinen määrä (kpl/cm<sup>2</sup>). Tulokset on esitetty liitteessä 3
- Näytteenottopisteet on esitetty suuntaa-antavassa pohjakuvassa liitteessä 1
- Luokka 26 on jaettu kahdeksi eri pienryhmätilaksi ja näytteet on otettu luokasta 27, jossa oireillaan

## 6.2. Tulosten tulkinta

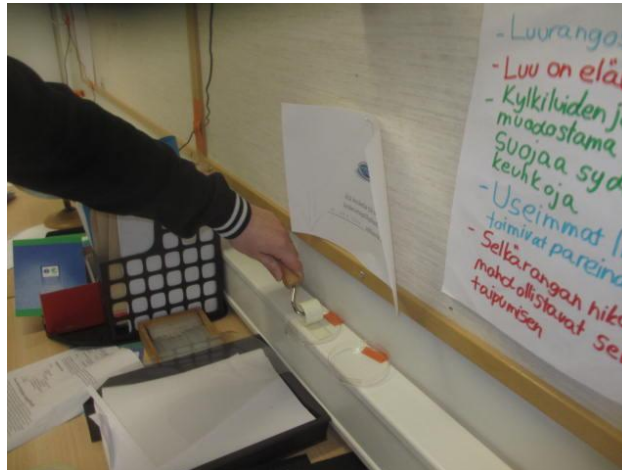
- Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen mukaan sisäpintojen kuitupitoisuuksille ei ole annettu yksiselitteistä terveydellistä pitoisuusohjetta
- Säännöllisesti siivottujen pintojen mineraalikulitupitoisuuksille (geeliteippinäyte) käytetään raja-arvoa alle 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup> (Työterveyslaitos 2009)
- Pitoisuudet 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup> tai yli ovat kohonneita

## 6.3. Tulokset geeliteippinäytteistä

Näyte tunnus:	Tila:	Näytteen keräysaika:	Kuitua/ cm <sup>2</sup> : *
1	Tila 01	14 vrk	< 0,1
2	Tila 01		0,1
3	Tila 21		< 0,1
4	Tila 21		< 0,1
5	Tila 26		0,1
6	Tila 26		< 0,1

Taulukko 2

#### 6.4. Periaatekuva näytteenotosta, kuva 12



Kuva 12

#### 6.5. Havainnot IV -konehuoneessa

- Puhallinkammiossa ei ollut paljasta villaa. Puhaltimen jälkeen järjestelmässä oli sekä lamellivaimennin että reikäpeltivaimennin, kuvat 13-14



Kuva 13



Kuva 14

- Tulon päätte-elimissä luokissa ja käytävillä paineentasauslaatikoissa oli dacron -eristeet, kuvat 15-16



Kuva 15



Kuva 16

## 6.6. Johtopäätökset kuitunäytteistä

- Näytteissä ei todettu normaalista poikkeavia kuitupitoisuuksia

## 7. TVOC –mittaukset (haihtuvat orgaaniset yhdisteet)

### 7.1. Yleistä

- VOC -yhdisteitä vapautuu rakennusmateriaaleista, jos materiaali on päässyt kostumaan tai alkanut muuten hajota, esim. vanhuuttaan. Myös uusista sisustus- ja rakennusmateriaaleista saattaa vapautua jopa vuoden ajan erilaisia yhdisteitä. Ilmanvaihtoa tehostamalla sekä sisälämpötilaa nostamalla voidaan nopeuttaa helposti haihtuvien yhdisteiden poistumista materiaaleista
- VOC –yhdisteiden tutkiminen sisäilmasta saattaa olla tarpeen, mikäli sisätiloissa esiintyy hajuhaittaa tai tilojen käyttäjät kokevat oireita, kuten päänsärkyä, ylähengitysteiden, silmien ja limakalvojen ärsytystä
- VOC –mittaustulos on kuitenkin yleensä niin epätarkka, ettei sitä voida käyttää sellaisenaan terveyshaitan arvioinnissa
- Luokka 26 on jaettu kahdeksi eri pienryhmätilaksi ja näytteet on otettu luokasta 27, jossa oireillaan

## 7.2. Terveysvaikutukset

- Kemiallisten aineiden aiheuttaman terveyshaitan arviointi on usein epävarmaa, koska haitan aiheuttajaa ei läheskään aina tunneta
- Toisaalta mikrobien aineenvaihduntatuotteet (MVOC) ovat orgaanisia yhdisteitä, ja ne saattavat olla hyvinkin myrkyllisiä

## 7.3. Ohje- ja tavoitearvot

- Orgaanisille aineille esitetyt arvot ovat luonteeltaan ohjeellisia (Asumisterveysopas), ja ne perustuvat terveydenhoitolain nojalla julkaistuihin suosituksiin, käytännön kokemuksiin sekä terveydensuojeluviranomaisten päätöksiin
- Sisäilman tavanomaisena TVOC -pitoisuutena (Asumisterveysopas) pidetään arvoa 200 - 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tavanomaisesta kohonnut arvo (esim. yli 600  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , Asumisterveysopas) kertoo kemiallisten aineiden epätavallisen suuresta määrästä sisäilmassa, jolloin tarvitaan lisäselvityksiä niiden lähteen selvittämiseksi. Työterveyslaitoksen toimenpidesuosituksen raja-arvo on yli 250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Yksittäisen yhdisteen pitoisuus harvoin ylittää 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

## 7.4. Näytteenottomenetelmä

- Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) kerättiin sisäilmasta Tenax-adsorbtioputkeen
- Näytteiden koko oli 10 litraa ( $\text{dm}^3$ )
- Näytteet analysoitiin työterveyslaitoksella Helsingissä kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta. Analyysimenetelmä ja mittaustulokset on esitetty tarkemmin analyysivastauksessa liitteessä 4 ja näytteenottopisteet liitteessä 1
- Näytteenottohetkellä tiloissa ei ollut henkilöitä
- Periaatekuva näytteenotosta, kuva 17



Kuva 17

#### 7.5. Mittaustulokset

- Työterveyslaitoksen analyysivastauksen (tilaus 259085) 21.8.2014 mukainen TVOC -mittaustulos oli:

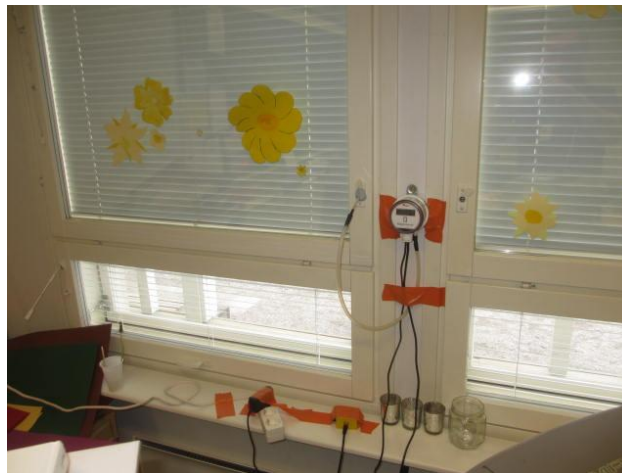
Luokka 1	< 10 µg/m <sup>3</sup>
Luokka 21	< 10 µg/m <sup>3</sup>
Luokka 27	< 10 µg/m <sup>3</sup>

#### 7.6. Johtopäätökset TVOC -mittaustuloksista

- Kaikissa tiloissa mitatut TVOC- pitoisuudet olivat alle 10 µg/m<sup>3</sup> ja alittaa selvästi Asumisterveysopas 2009 tavanomaisena pidettävän raja-arvon 200-300 µg/m<sup>3</sup> sekä Työterveyslaitoksen toimenpideraja-arvon 250 µg/m<sup>3</sup>
- Tulokset ovat normaalit

## 8. Paine-eromittaukset

- Paine-eromittauksen mittauspisteet on esitetty liitteessä 1 ja kuvaajat on esitetty liitteessä 5
- Paine-eromittaukset suoritettiin 14.5 - 28.5.2014 välisenä aikana
- Paine-eroa mitattiin sisäilman ja ulkoilman välillä 3: sta mittapisteestä
- IV –pohjapiirustusten mukaan ilmanvaihto on säädetty tasapainoon. Pääte-elistä mitattuna tuloilmamäärästä ei saatu kaikilta osin luotettavia tuloksia, koska kanavassa oli välittömästi pääte-elimien jälkeen 90 asteen mutka. Ilmamäärät tulee mitata tarkemmin kanavasta
- Luokka 26 on jaettu kahdeksi eri pienryhmätilaksi ja näytteet on otettu luokasta 27, jossa oireillaan
- Mittauksissa käytettiin TinyTag Plus- loggereita ja Dwyer MS Magnesense mittalaitteita. Loggerit tallensivat paine-eron 5 minuutin välein
- Periaatekuva näytteenotosta, kuva 18



Kuva 18

### 8.1. Mittaustulokset paine-eromittauksista

#### Mittapiste 1, luokka 1

- Luokka 1 oli alipaineinen (2-5 Pa) ulkoilmaan nähden käytännössä koko mittausjakson ajan. Tämä on hieman suunniteltua alipaineisempi, mutta rakennuksen kannalta vielä hyvää tasoa



## Mittapiste 2, luokka 21

- Luokka 21 oli alipaineinen (1-5 Pa) ulkoilmaan nähden käytännössä koko mittausjakson ajan. Tämä on hieman suunniteltua alipaineisempi, mutta rakennuksen kannalta vielä hyvää tasoa

## Mittapiste 3, luokka 27

- Luokassa 27 mitattiin paine-eroa molemmin puolin tasapainoa, kuitenkin pääasiassa alipaineisia tuloksia ulkoilmaan nähden. Tulokset olivat luokkaa +1 ja -5 Pa välillä. Tämä on rakennuksen kannalta hyvää tasoa

## 8.2. Johtopäätökset paine-eromittauksista

- Rakennus oli pääsääntöisesti hieman alipaineinen, mikä on kosteusteknisesti hyvä asia
- Koneellisella tulo- ja poistoilmalla varustetuissa rakennuksissa paine-eron tulisi olla tasoa 0-5 Pa alipaineinen

## 9. Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden pitkäaikaismittaus

### 9.1. Yleistä

- Ihmisen aineenvaihdunta tuottaa sisäilmaan hiilidioksidia (CO<sub>2</sub>), jonka määrää sisäilmassa voidaan pitää ihmisestä peräisin olevien sisäilman epäpuhtauksien indikaattorina
- Sisäilman hiilidioksidipitoisuus saattaa kohota suureksi esimerkiksi asuinhuoneiston makuuhuoneessa yön aikana, päiväkodin lepohuoneessa ja koulun luokahuoneessa oppituntien aikana
- Kohonnut hiilidioksidipitoisuus viittaa puutteelliseen ilmanvaihtoon kyseisellä käyttäjäkuormalla
- Loggerit pyrittiin sijoittamaan mahdollisimman optimaaliseen kohtaan tiloissa huomioon ottaen tilojen käytön
- Mittauspisteet on esitetty suuntaa-antavassa pohjakuvassa liitteessä 1

## 9.2. Terveysvaikutukset

- Hiilidioksidin suuri pitoisuus sisäilmassa voi aiheuttaa väsymystä, päänsärkyä ja työskentelytehon huononemista

## 9.3. Ohje- ja tavoitearvot

- Sisäilman kohonnut hiilidioksidipitoisuus ilmaisee ilmanvaihdon riittämättömyyttä, eikä sille siten voida ilmoittaa mitään erityistä terveydellistä ohjearvoa (STM :n Asumisterveysopas)
- Jos sisäilman hiilidioksidipitoisuus ylittää  $2\,700\text{ mg/m}^3$  ( $1\,500\text{ ppm}$ ), niin ilmanvaihto ei ole terveydensuojelulain edellyttämällä tasolla
- STM :n Asumisterveysoppaan mukaan tyydyttävänä hiilidioksidipitoisuutena sisäilmassa voidaan pitää arvoa  $2\,160\text{ mg/m}^3$  ( $1\,200\text{ ppm}$ )

## 9.4. Tutkimusmenetelmä

- Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden vaihteluiden mittaukseen käytettiin Delta Ohm -mittalaitteita, jotka jatkuvatoimisina mittasivat ja rekisteröivät hiilidioksidipitoisuuden 15 minuutin välein. Mittalaitteen virhemarginaali on  $\pm 3\%$  lukemasta
- Mittaukset suoritettiin 14.5 - 28.5.2014 välisenä aikana
- Periaatekuva mittauksesta, kuva 19



Kuva 19

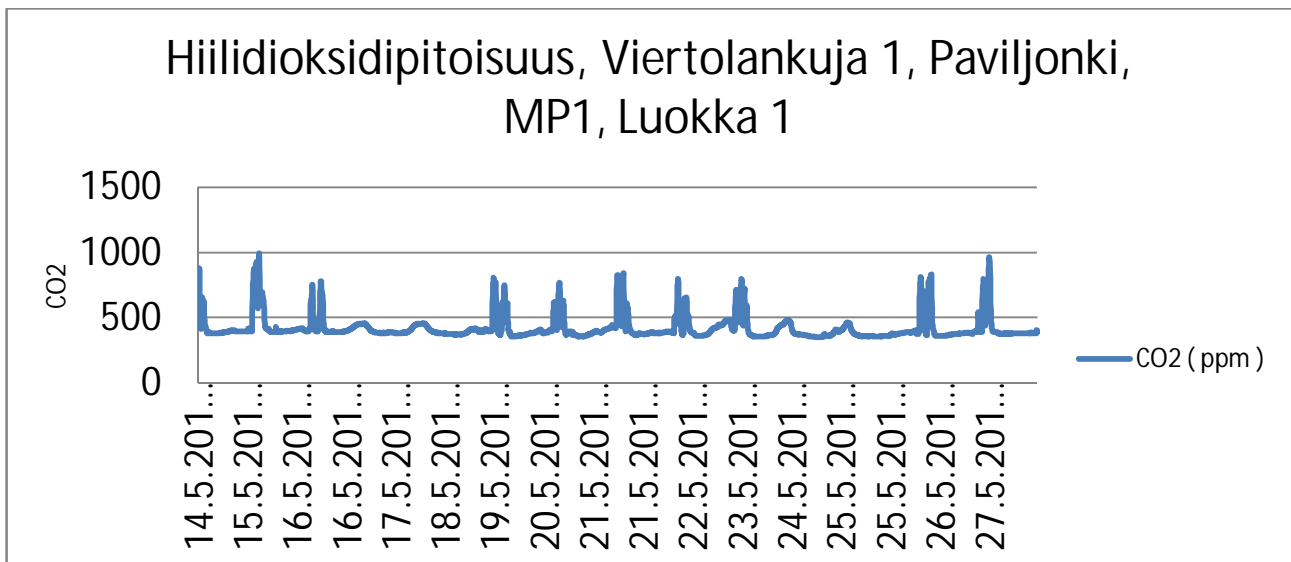




## 9.5. Hiilidioksidipitoisuuden mittaustulokset

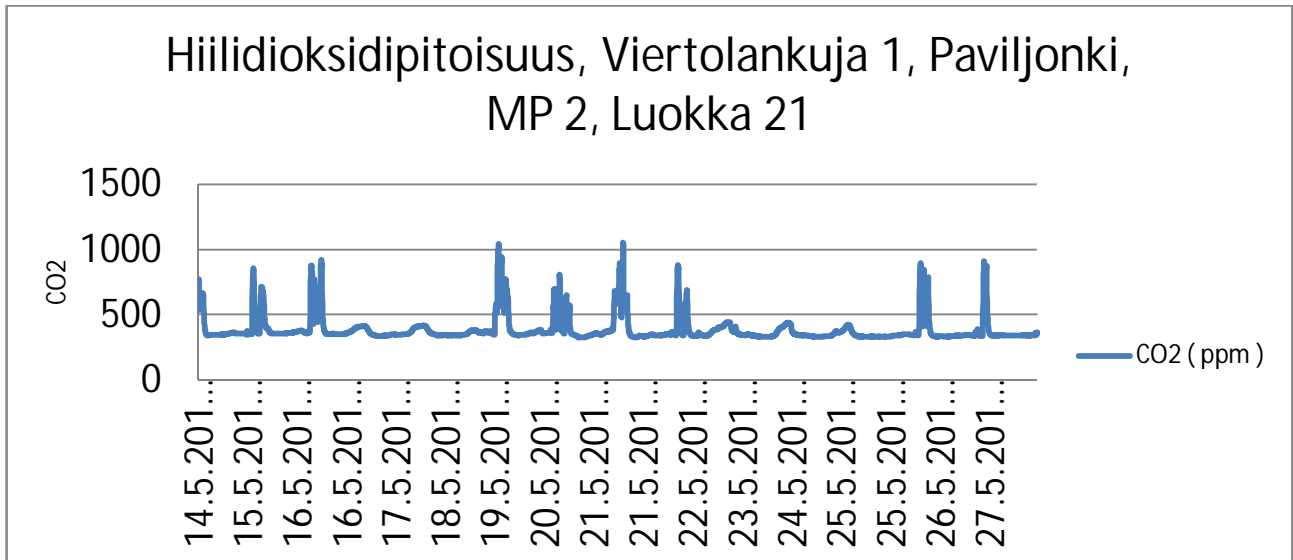
### Mittauspiste 1: Luokka 1

- Henkilöiden lukumäärä tilassa tutkimuksen aikana ei ole tiedossa
- Sisäilman maksimi hiilidioksidipitoisuus mittausjakson aikana oli 995 ppm (15.5.2014 klo 12:05)
- Tulos on tyydyttävää tasoa



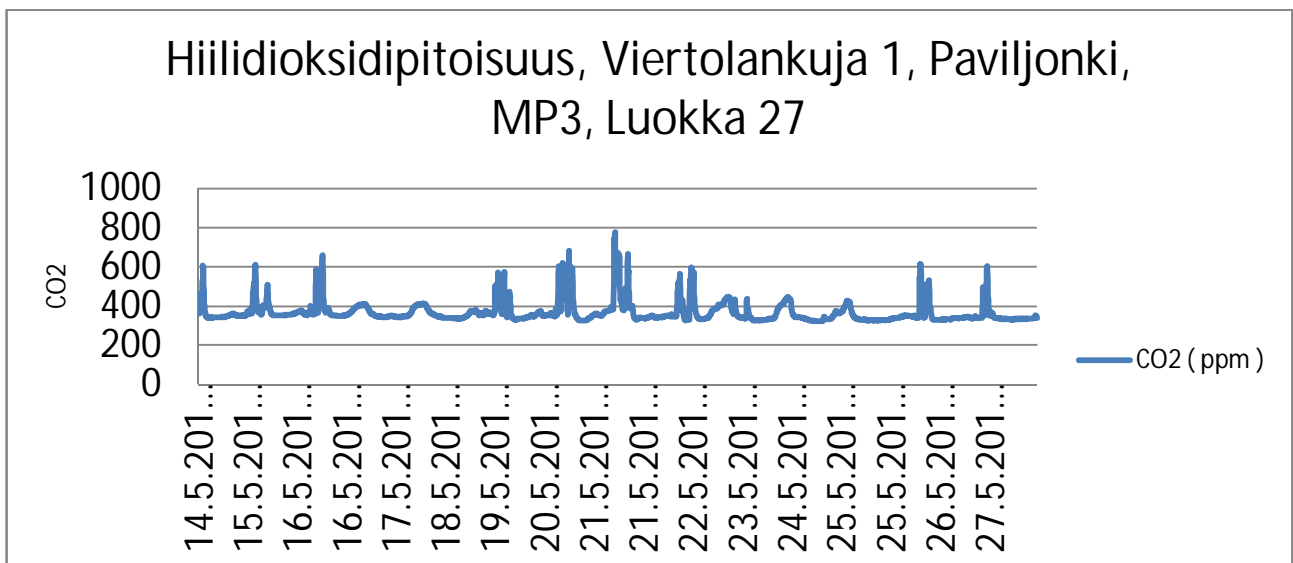
### Mittauspiste 2: Luokka 21

- Henkilöiden lukumäärä tilassa tutkimuksen aikana ei ole tiedossa
- Sisäilman maksimi hiilidioksidipitoisuus mittausjakson aikana oli 1054 ppm (21.5. 2014 klo 12:10)
- Tulos on tyydyttävää tasoa



#### Mittauspiste 3: Luokka 27

- Henkilöiden lukumäärä tilassa tutkimuksen aikana ei ole tiedossa
- Sisäilman maksimi hiilidioksidipitoisuus mittausjakson aikana oli 777 ppm (21.5.2014 klo 8:55)
- Tulos on hyvää tasoa



## 9.6. Johtopäätökset hiilidioksidimittauksista

- Kuvaajista on selvästi havaittavissa vuorokauden ajan vaihtelut sekä viikonloput. Mittaustulokset tiloissa alittavat selvästi tason 1200 ppm, jota pidetään ns. viranomaistasona, joten ilmanvaihto oli tutkimusjaksolla riittävä pitämään hiilidioksidipitoisuus alhaisena kyseisellä käyttäjäkuormalla. Hiilidioksidipitoisuuksiin vaikuttaa ilmanvaihdon lisäksi ensisijaisesti henkilöiden lukumäärä tiloissa ja ikkunatuuletus, toissijaisesti mittalaitteiden sijainti tiloissa. Mittalaitteet eivät olleet optimaalisesti oleskeluvyöhykkeellä

## 10. Sisäilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan pitkäaikaismittaus

### 10.1. Yleistä

- Sisäilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan pitkäaikaismittaus suoritettiin 14.5.–28.5.2014 välisenä aikana. Mittauspisteet on esitetty pohjakuvassa liitteessä 1
- Mittaukset suoritettiin KeyTag –mittalaitteilla ja tallennusväli oli viisi (5) minuuttia
- Mittalaitteiden tarkkuus on  $\pm 3 \%RH$  ja  $\pm 0,5 \text{ }^\circ C$  välillä  $- 40 \text{ }^\circ C$  +  $85 \text{ }^\circ C$
- Mittaustulosten kuvaajat on esitetty liitteessä 6
- Periaatekuva mittauksesta, kuva 20



Kuva 20

## 10.2. Mittaustulokset

### Mittauspiste 1: Luokka 1

- Suhteellisen kosteuden minimi oli 17,8 % RH
- Suhteellisen kosteuden maksimi oli 62,4 % RH
- Suhteellisen kosteuden keskiarvo oli 41,5 % RH
- Lämpötilan minimi oli 16,2 ° C
- Lämpötilan maksimi oli 27,5 ° C
- Lämpötilan keskiarvo oli 21,5 ° C

### Mittauspiste 2: Luokka 21

- Suhteellisen kosteuden minimi oli 17,9 % RH
- Suhteellisen kosteuden maksimi oli 55,9 % RH
- Suhteellisen kosteuden keskiarvo oli 39,3 % RH
- Lämpötilan minimi oli 19,7 ° C
- Lämpötilan maksimi oli 27,3 ° C
- Lämpötilan keskiarvo oli 22,7 ° C

### Mittauspiste 3: Luokka 22

- Suhteellisen kosteuden minimi oli 15,5 % RH
- Suhteellisen kosteuden maksimi oli 57,1 % RH
- Suhteellisen kosteuden keskiarvo oli 38,3 % RH
- Lämpötilan minimi oli 19,8 ° C
- Lämpötilan maksimi oli 27,4 ° C
- Lämpötilan keskiarvo oli 23,0 ° C

## 10.3. Johtopäätökset sisäilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittauksista

- Mittaustulokset olivat normaalia tasoa vuoden aikaan nähden ja lämpötilan osalta varsin hyvää tasoa. Mittausajankohta oli yleisesti yksi lukukauden lämpimimmistä ajankohdista

## 11. Tutkimuksen johtopäätökset

- Tutkimuksen aikana kohteessa tehdyissä havainnoissa, mittauksissa ja näytetuloksissa ei todettu merkittävästi poikkeavaa

## 12. Suositukset jatkotoimenpiteiksi

- Yläpohjan perusteellisempi tarkastaminen. Yläpohjaan ei voi mennä lintujen pesimäkaudella tai kun ampiaiset ovat aktiivisia

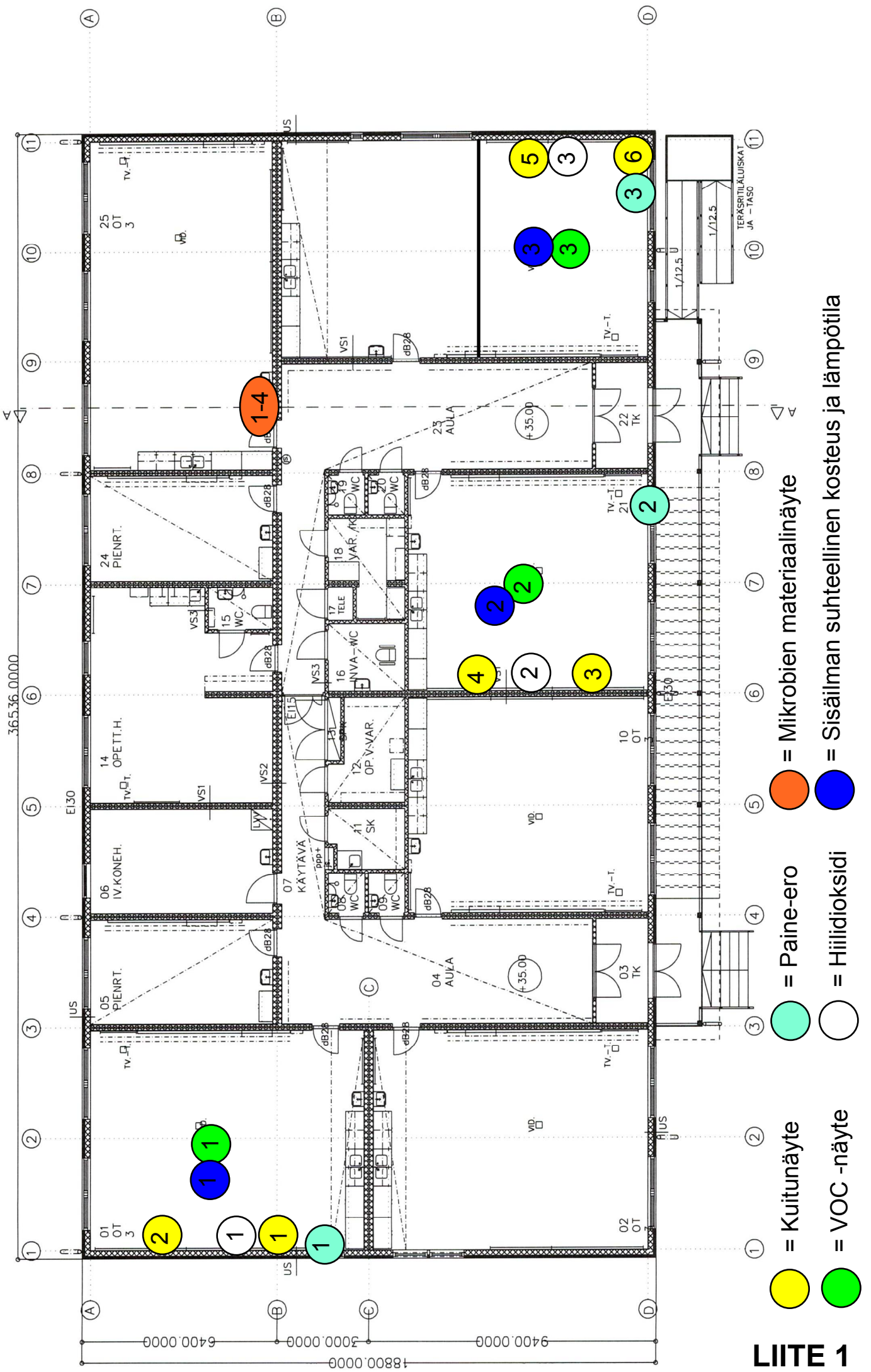
Raportissa esitetyt johtopäätökset perustuvat kohteesta saatuihin havaintoihin ja tutkimustuloksiin. Raportin osittainen esittäminen on kiellettyä.

Sisäilmainsinöörit Oy

Espoossa 20 / 10 / 2014

Vesa Nordström  
projektipäällikkö  
040-358 7401

- Liitteet:
- 1. Suuntaa-antava pohjakuva kohteesta
  - 2. Työterveyslaitoksen materiaalinäytteiden analyysivastaus 259622, MB14-01674, 3.7.2014
  - 3. Mineraalivillakuitujen tutkimusraportti 17.6.2014 (2784 / MVL)
  - 4. Työterveyslaitoksen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden analyysivastaus (tilaus 259085) 21.8.2014
  - 5. Paine-eromittausten kuvaajat
  - 6. Sisäilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan kuvaajat



**LIITE 1**

- = Kuitunäyte
- = VOC -näyte

- = Paine-ero
- = Hiilidioksidi

- = Mikrobin materiaalinäyte
- = Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila

Sisäilmainsinöörit Oy  
Vesa Nordström  
Luoteisrinne 4 C  
02270 ESPOO



## Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

<b>Näytteenottaja:</b>	Vesa Nordström
<b>Näytteenottoaika:</b>	Viertolankuja 1, Paviljonki
<b>Näytteenottopäivämäärä:</b>	18.6.2014
<b>Vastaanottopäivämäärä:</b>	19.6.2014
<b>Näytemäärä:</b>	4 kpl
<b>Analyysimenetelmä:</b>	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.

<b>Mikrobiryhmät</b>	<b>Kasvatusalustat</b>	<b>Kasvatus- lämpötilä</b>	<b>Kasvatus- aika</b>
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

## Tutkitut näytteet

1. Luokka 25, seinä, vasen, eristevilla
2. Luokka 25, seinä, oikea, eristevilla
3. Luokka 25, lattia, oikea, eristevilla
4. Luokka 25, lattia, vasen, eristevilla

**Analyysitulokset:**

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
1.	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>Streptomyces</i> *	+ + -
2.	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Penicillium</i> ++	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Penicillium</i> ++	<b>Yhteensä</b> - <i>Streptomyces</i> *	- - -
3.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> - <i>Streptomyces</i> *	- -
4.	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> - <i>Streptomyces</i> *	- - -

\* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, *Streptomyces* = aktinobakteeri (sädesieni)

**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 oppaita 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



Maija Kirsi  
erityisasiantuntija  
Kuopio



Mari Haapakoski  
laboratoriomestari  
Kuopio



## MINERAALIKUITULASKENTA

## Tilaja:

Sisäilmainsinöörit Oy/Vesa Nordström

## Tilaus-/ toimituspäivä:

2.6.2014 (tilaus)

## Kohde/ projektinnumero:

Viertolan koulu

## Menetelmät:

Tilajan toimittamille geeliteipeille kerätyt teolliset mineraalivillakuidut (pituus >20 µm) laskettiin polarisaatiomikroskoopilla Nikon E200 POL. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

## TULOKSET:

Näyte tunnus:	Tila:	Näytteen keräysaika:	Kuitua/ cm <sup>2</sup> : *
1	Tila 01	14 vrk	< 0,1
2	Tila 01		0,1
3	Tila 21		< 0,1
4	Tila 21		< 0,1
5	Tila 26		0,1
6	Tila 26		< 0,1

\*TTL:n teollisille mineraalivillakuiduille määrittämä viitearvo 14 vrk:n keräysajalle on < 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>. Viitearvon ylittävät tulokset on lihavoitu.



Jussi Myllykangas  
tutkija, FM

Sisäilmainsinöörit Oy  
Vesa Nordström  
Luoteisrinne 4 C  
02270 ESPOO



### VOC-analyysi ilmanäytteestä

Näytteen kerääjät: V.N.  
Analyysin kuvaus: Haihtuvat orgaaniset yhdisteet; ATD-GC-MS,  
Tulopvm.: 23.06.2014  
Käsittelijä(t): Sirkka Hopeakangas, Kim Kuusisto

### Analysointimenetelmä

Näytteet on kerätty Tenax-adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 1-40 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 9-59 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 19 %. Passiivinäytteille mittausepävarmuus on vastaavasti 13-68 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 24 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittäysraja on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  10  $\text{dm}^3$ :n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle.

**TYÖTERVEYSLAITOS****ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 259085

21.08.2014

**CK14-02533-1**                      Näyte/keräin: K86  
 Mittauspaikka:                      Viertolankuja 1, Paviljonki,  
 Mittauskohde:                      luokka 1  
 Analysointipvm.:                      110714/KKU  
 Näytteenottoaika:                      18.06.2014  
 Ilmamäärä:                              10 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
C12- ja C13-alkyylibentseenit**	1)	5
ALDEHYDIT		
Nonanaali	0,5	µg/m <sup>3</sup>
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m <sup>3</sup>

1) Eluoituu osittain VOC-alueen ulkopuolella (SVOC-alueella).

**CK14-02533-2**                      Näyte/keräin: Mi170876  
 Mittauspaikka:                      Viertolankuja 1, Paviljonki,  
 Mittauskohde:                      luokka 21  
 Analysointipvm.:                      110714/KKU  
 Näytteenottoaika:                      18.06.2014  
 Ilmamäärä:                              10 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
C12- ja C13-alkyylibentseenit**	1)	13
ALDEHYDIT		
Nonanaali	0,5	µg/m <sup>3</sup>
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m <sup>3</sup>

1) Eluoituu osittain VOC-alueen ulkopuolella (SVOC-alueella).

**CK14-02533-3**                      Näyte/keräin: Mi0492263  
 Mittauspaikka:                      Viertolankuja 1, Paviljonki,  
 Mittauskohde:                      luokka 26  
 Analysointipvm.:                      110714/KKU  
 Näytteenottoaika:                      18.06.2014  
 Ilmamäärä:                              10 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
C12- ja C13-alkyylibentseenit**	1)	6
ALDEHYDIT		
Nonanaali	0,5	µg/m <sup>3</sup>
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	<10	µg/m <sup>3</sup>

1) Eluoituu osittain VOC-alueen ulkopuolella (SVOC-alueella).

**Työterveyslaitos**

Topeliuksenkatu 41 a A, 00250 Helsinki, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

**TYÖTERVEYSLAITOS****ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 259085

21.08.2014

Työterveyslaitos Asiakasratkaisut on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013 , SFS-EN ISO/IEC 17025.  
Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristön kehittämispalvelut



Hanna Hovi  
asiantuntija  
Helsinki

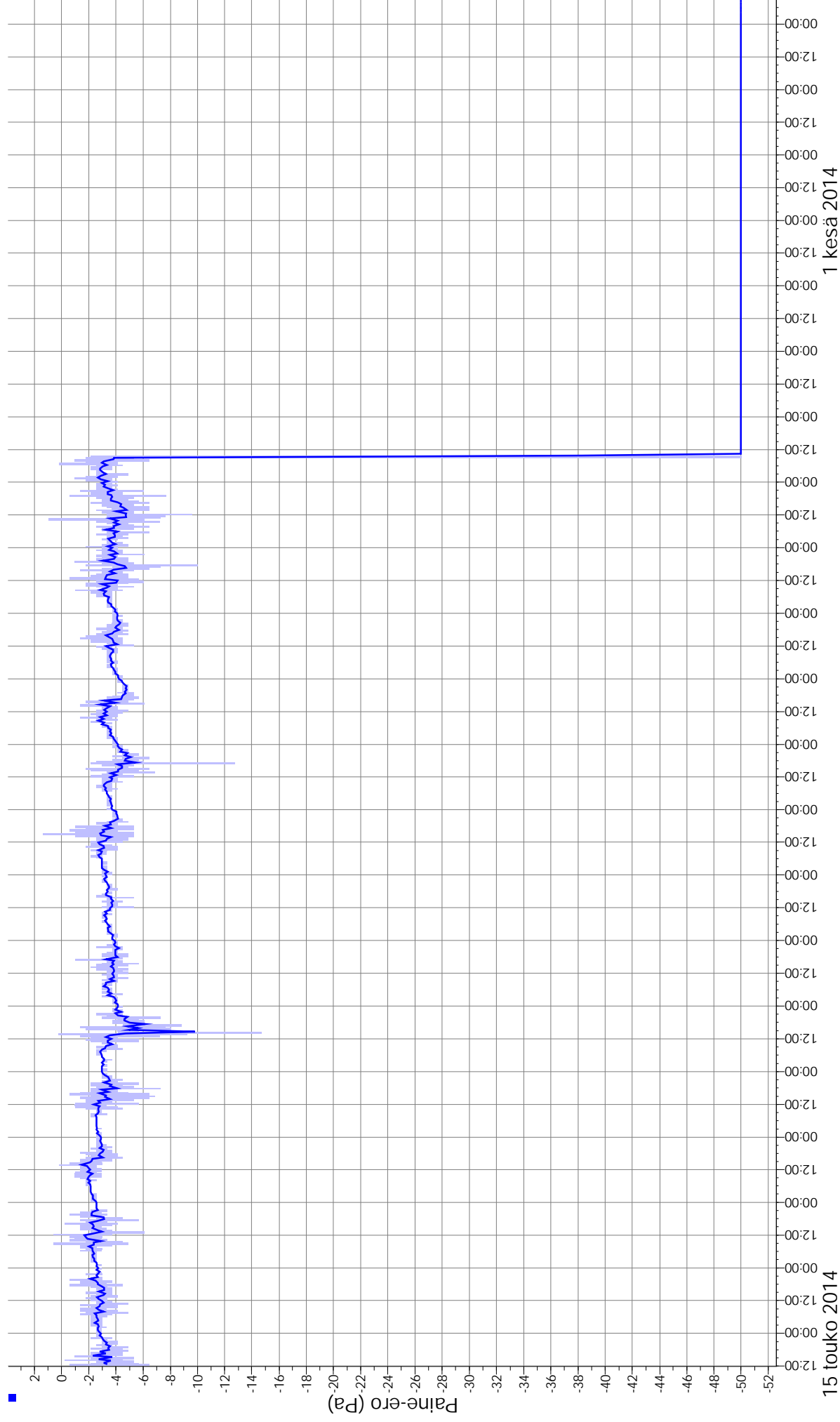


Kim Kuusisto  
laboratorioanalyttikko  
Helsinki

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

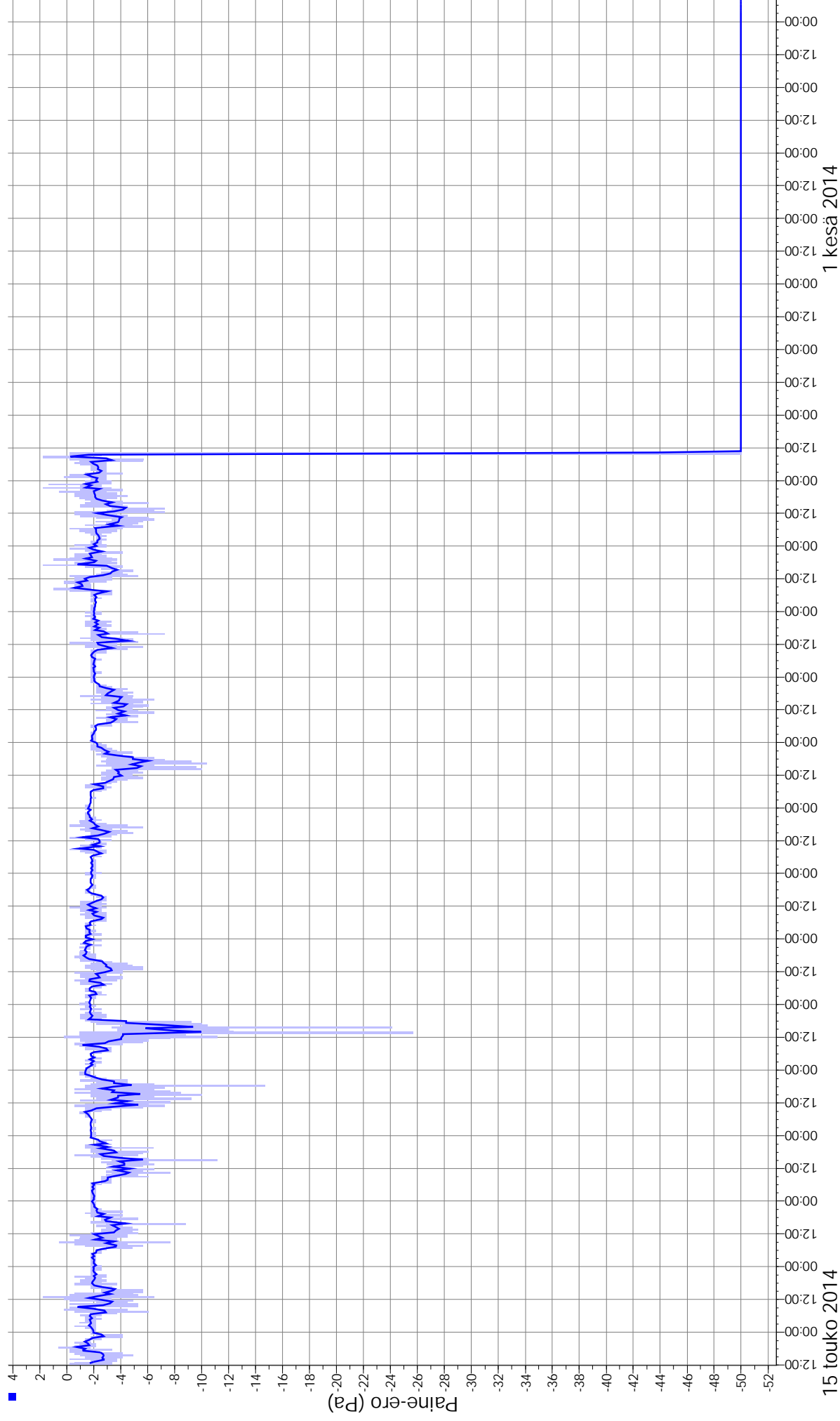
# Viertolankuja 1, MP 1

■ 387394 Paine-ero Viertolankuja 1, MP 1



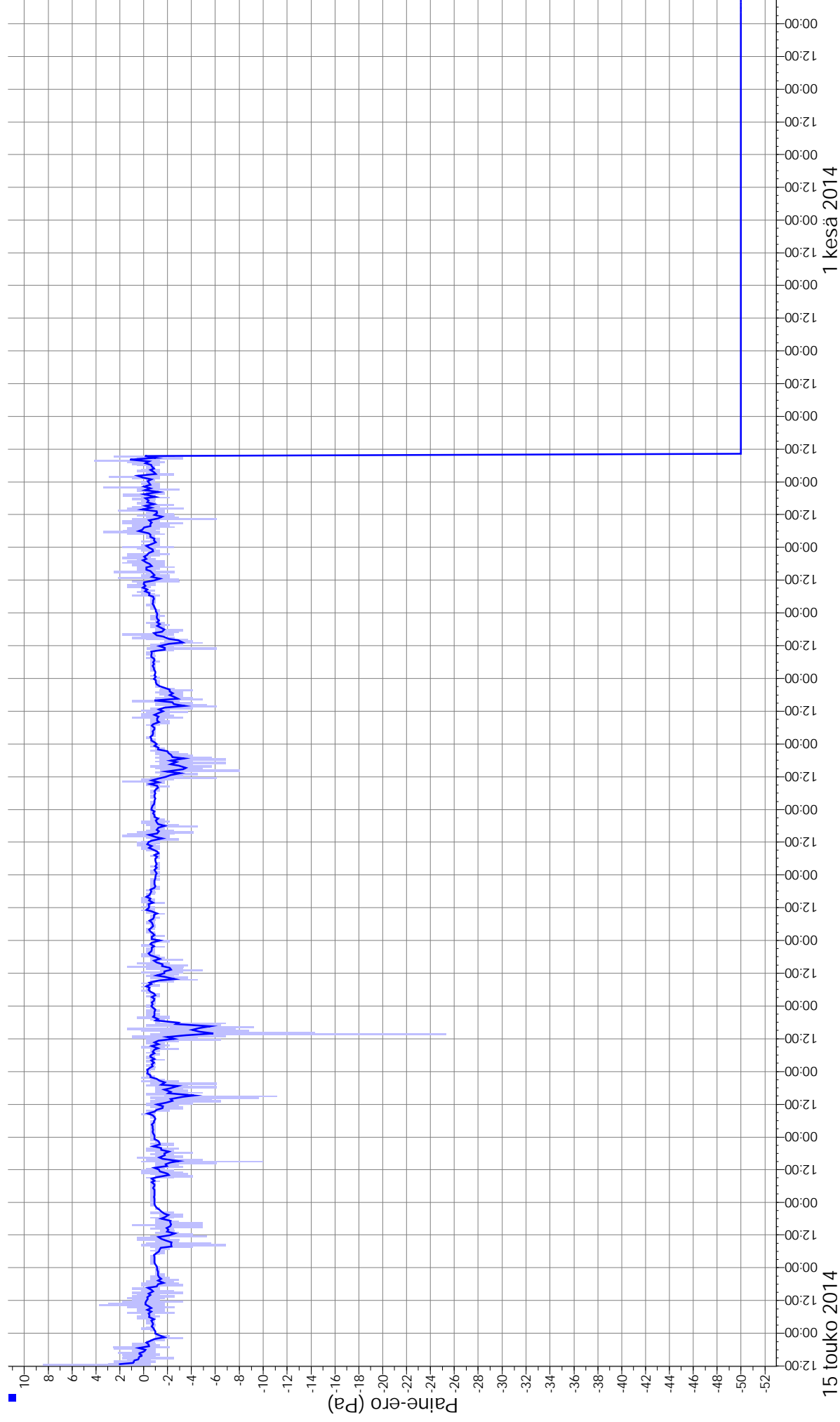
# Viertolankuja 1, MP2

622137 Paine-ero Viertolankuja 1, MP2



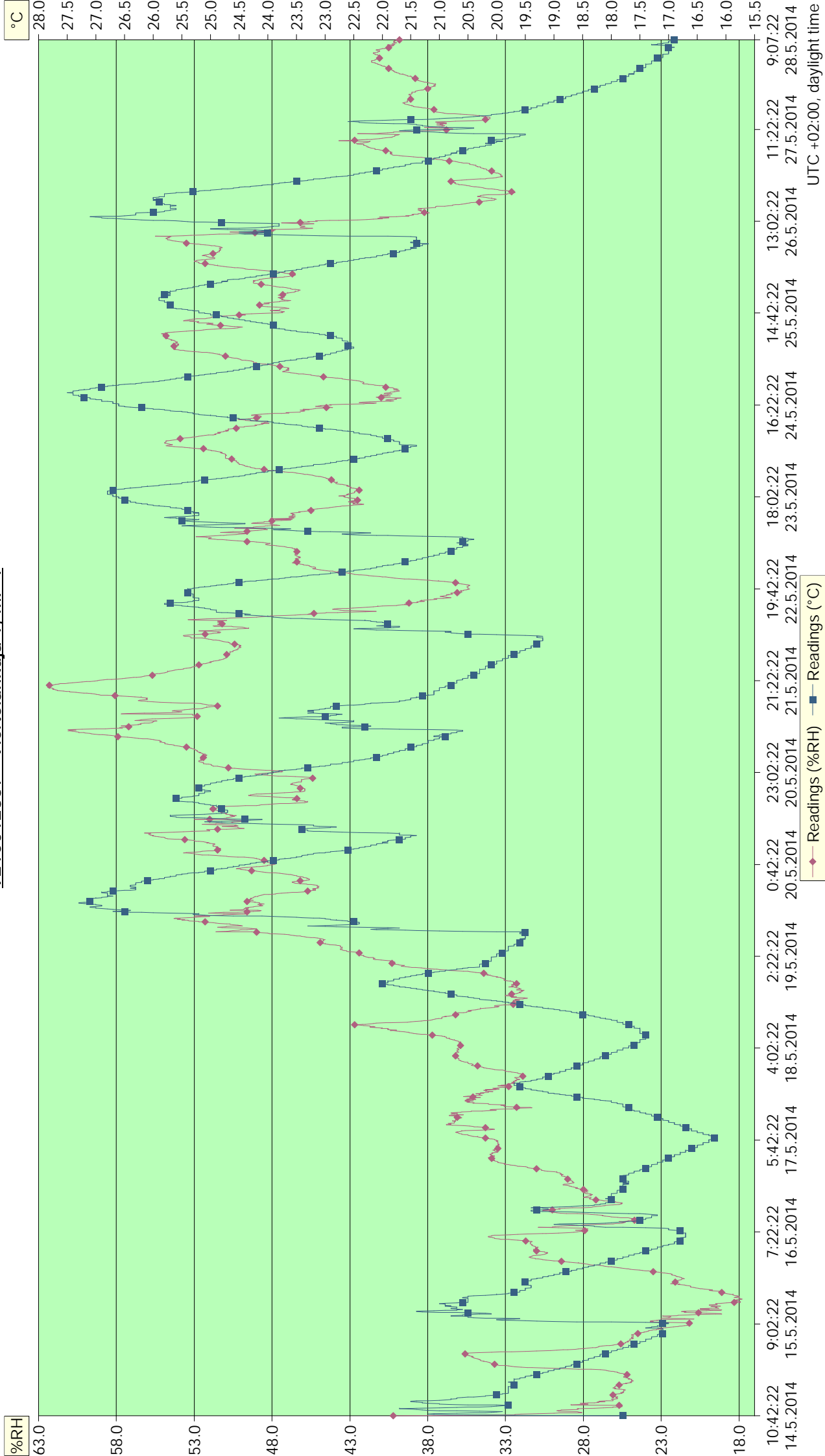
# Viertolankuja 1, MP 3

■ 383651 Paine-ero Viertolankuja 1, MP 3



KeyTag ID 9210012837  
User ID Viertolankuja 1, MP 1  
First reading 14.5.2014 10:42:22  
Last reading 28.5.2014 9:07:22  
Name of file 14072 Viertolankuja 1 Paviljonki RH MP 1.ktd  
File location C:\A\HOME\OFFICE\Projektit\2014\14072 Viertolankuja 1, paviljonki\RH + C\

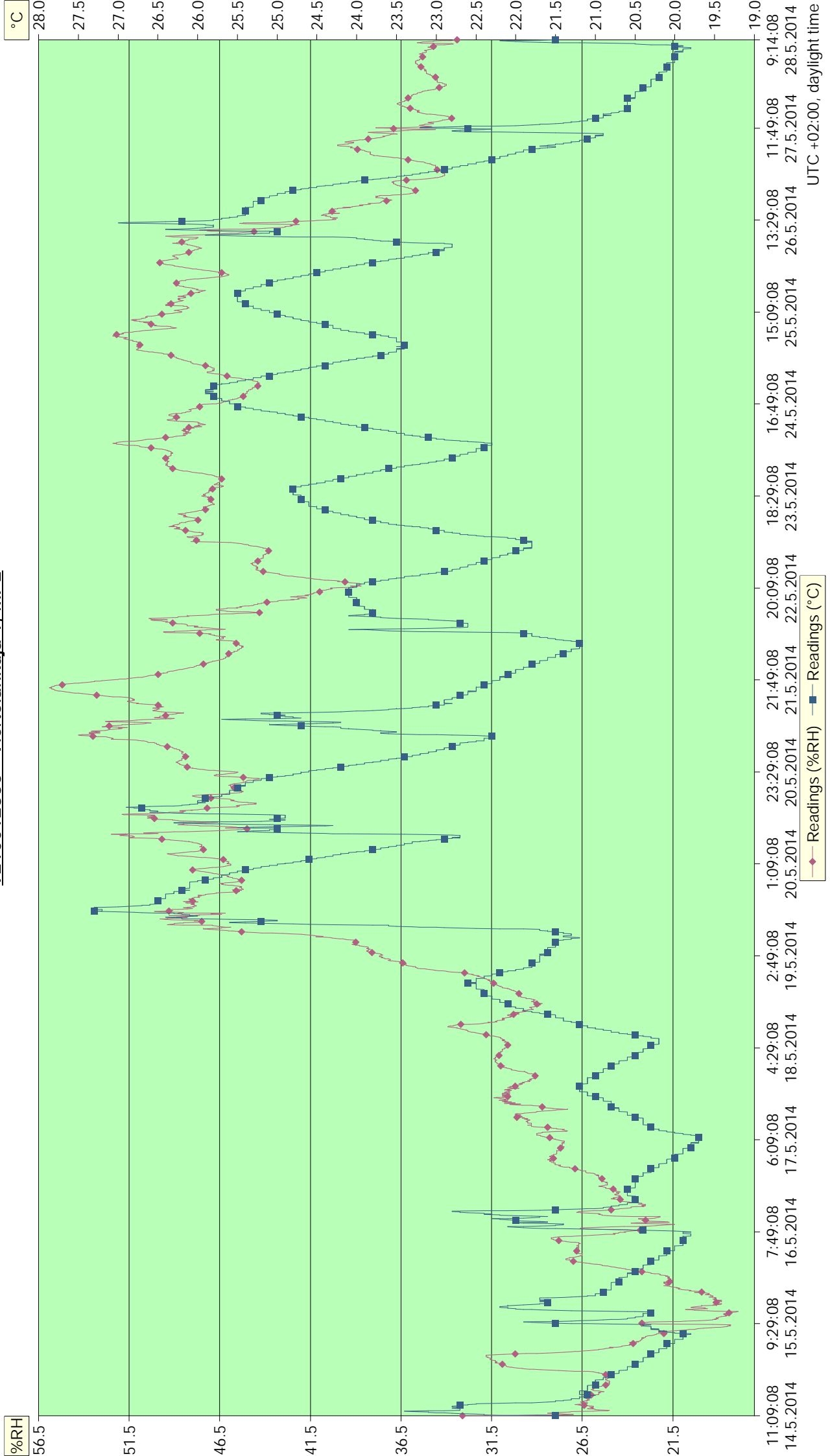
### 9210012837 - Viertolankuja 1, MP 1





KeyTag ID 9210012836  
User ID Viertolankuja 1, MP2  
First reading 14.5.2014 11:09:08  
Last reading 28.5.2014 9:14:08  
Name of file 14072 Viertolankuja 1 Paviljonki RH MP 2.ktd  
File location C:\A\HOME\OFFICE\Projektit\2014\14072 Viertolankuja 1, paviljonki\RH + C\

**9210012836 - Viertolankuja 1, MP2**



KeyTag ID 9210012835  
 User ID Viertolankuja 1, MP3  
 First reading 14.5.2014 11:48:54  
 Last reading 28.5.2014 9:18:54  
 Name of file 14072 Viertolankuja 1 Paviljonki RH MP 3.ktd  
 File location C:\A\HOME\OFFICE\Projektit\2014\14072 Viertolankuja 1, paviljonki\RH + C\

**9210012835 - Viertolankuja 1, MP3**

