



SISÄILMAINSINÖÖRIT



RAJATORPAN KOULU
SISÄILMATUTKIMUKSET
28.4.2015 - 12.6.2015

RAJATORPAN KOULUN SISÄILMATUTKIMUKSET

SISÄLLYS:

1. Yleistiedot tutkimuksesta	2
1.1. Kohde	2
1.2. Tutkimuksen tilaaja	2
2. Tutkimuksen tarkoitus	2
3. Tiivistelmä	3
4. Mikrobitutkimukset	3
4.1. Mikrobin ilmanäytteet	3
4.2. Mikrobin ilmanäytteiden tulokset	4
4.3. Johtopäätökset mikrobin ilmanäytteistä	7
4.4. Mikrobin materiaalinäytteet	7
4.5. Mikrobin materiaalinäytteiden tulokset	7
4.6. Johtopäätökset mikrobin materiaalinäytteistä	7
5. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)	8
5.1. Mittaustulokset	8
5.2. Yksittäisten yhdisteiden kohonneet pitoisuudet sisäilmassa	9
5.3. Johtopäätökset TVOC -mittaustuloksista	9
6. Teolliset mineraalivillakuidut	9
6.1. Tulokset geeliteippinäytteistä	9
6.2. Johtopäätökset mineraalivillakuitunäytteistä	10
7. Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden pitkäaikaismittaus	10
7.1. Hiilidioksidipitoisuuden mittaustulokset	11
7.2. Johtopäätökset hiilidioksidimittauksista	12
8. Paine-ero mittaukset	12
8.1. Mittaustulokset paine-eroista	13
8.2. Johtopäätökset paine-eromittauksista	14
9. Merkkiainetutkimukset	15
9.1. Tutkimusmenetelmä	15
9.2. Havainnot merkkiaineesta	15
9.3. Johtopäätökset havainnoista	15
10. Päähavainnot kohteessa	16
11. Tutkimuksen johtopäätökset	29
12. Suositukset jatkotoimenpiteiksi	29

1. Yleistiedot tutkimuksesta

1.1. Kohde

Rajatorpan koulu
Vapaalanpolku 13
01650 Vantaa

1.2. Tutkimuksen tilaaja

Vantaan kaupunki
Maankäytön, rakentamisen ja ympäristön toimiala
Tilakeskus, Tilahallinta, Rakennusten kunnossapito
Pasi Salo
Kielotie 13
01300 Vantaa

2. Tutkimuksen tarkoitus

- Koulun kolmessa eri rakennuksessa on oirehdittu sisäilmasta. Tutkittavat tilat ovat paviljonkityyppinen puurakennus ja siellä pääasiassa luokka 2, päärakennuksen yhteydessä oleva vanha talonmiehen asunto, jossa toimii nykyään kuraattori sekä vanhan koulurakennuksen tekstiilityöluokka ja sen varasto, nykyinen Mummola
- Tutkimuksen tarkoituksena oli tehdä näissä tiloissa sisäilman laatuun liittyviä tutkimuksia tilaajan esittämän tutkimustarpeen pohjalta. Tutkimuksen sisältö on esitetty sisällysluettelossa
- Tutkimukset suoritettiin 28.4. - 12.6.2015. Tutkimuksen suorittivat Vesa Nordström, Mikko Niskanen, Kyösti Koskinen ja Tuomo Niskanen Sisäilmainsinöörit Oy:stä
- Työssä noudatetaan Konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE 2013 ottamalla huomioon Vantaan kaupungin Tilakeskuksen ehtoihin asettamat muutokset

3. Tiivistelmä

Tutkimustulokset ja havainnot kohteessa tukevat henkilöiden kokemaa oirehdintaa sisäilmasta. Tiloissa todettiin poikkeavia mikrobipitoisuuksia sekä kohonneita mineraalikuitupitoisuuksia. Nämä yksinään tai molempien yhteisvaikutus on oirehtimisen pääasiallinen aiheuttaja.

4. Mikrobitutkimukset

4.1. Mikrobin ilmanäytteet

- Näytteenottopisteet näyttenumeroineen on esitetty suuntaa-antavassa pohjakuvassa liitteessä 1
- Analyysimenetelmät ja tulostentulkinta yms. on kuvattu tarkemmin liitteessä 2 ja tulokset analyysivastauksessa liitteessä 3
- Periaatekuvat ilmanäytteenotosta, kuvat 1-2



Kuva 1 (vertailunäyte)



Kuva 2 (Mummola)

4.2. Mikrobin ilmanäytteiden tulokset

Näyte 1: Vertailunäyte ulkoilmasta, kuva 1

- Sulanmaan aikana sisäilmanäytteille tarvitaan vertailunäyte ulkoilmasta
- Näyte otettiin päärakennuksen edestä yli 5 metriä rakennuksesta
- Ulkoilman suhteellinen kosteus näytteenottohetkellä oli 67,8 %RH lämpötilassa 11,5 °C

Näyte 2: Vanha asunto, tila 155 (neuvotteluhuone)

- Sisäilman suhteellinen kosteus oli 44,3 %RH lämpötilassa 19,9 °C
- Näytteessä esiintyneiden sieni-itiöiden kokonaispitoisuudet olivat tavanomaista tasoa, alle vertailunäytteen (Hagem ja DG18 alustat, kohta **Yhteensä**). Bakteeripitoisuus oli normaali, alle 4 500 cfu/m³ (THG alusta, kohta **Yhteensä**)
- Vertailunäytteestä poiketen näytteessä esiintyi kahta (2) eri poikkeavaa, tyypillisesti kosteissa oloissa viihtyvää mikrobilajia (* -merkitty laji); *A. restrictus* merkittävänä pitoisuutena ja *Streptomyces* määritysrajan verran. Lisäksi näytteessä esiintyi poikkeavista lajeista *Aureobasidium*, basidiomykeetit, punaiset hiivat ja *Sphaeropsidales*, mutta niitä esiintyi myös vertailunäytteessä suurempana tai vastaavana pitoisuutena, joten niillä ei ole merkitystä näytteen kannalta
- Näytteen tulos tulkitaan lajiston perusteella normaalista poikkeavaksi tutkimushetkellä

Näyte 3: Vanha asunto, tila 156 (kuraattori)

- Sisäilman suhteellinen kosteus oli 37,1 %RH lämpötilassa 20,8 °C
- Näytteessä esiintyneiden sieni-itiöiden kokonaispitoisuudet olivat tavanomaista tasoa, alle vertailunäytteen (Hagem ja DG18 alustat, kohta **Yhteensä**). Bakteeripitoisuus oli normaali, alle 4 500 cfu/m³ (THG alusta, kohta **Yhteensä**)
- Vertailunäytteestä poiketen näytteessä esiintyi viittä (5) eri poikkeavaa, tyypillisesti kosteissa oloissa viihtyvää mikrobilajia (* -merkitty laji); *Geomyces*, *A. restrictus*, *A. versicolor*, *Wallemia* ja *Streptomyces* merkittävänä pitoisuuksina. Lisäksi näytteessä esiintyi poikkeavista lajeista basidiomykeetit, punaiset hiivat ja

Sphaeropsidales, mutta niitä esiintyi myös vertailunäytteessä suurempana tai vastaavana pitoisuutena, joten niillä ei ole merkitystä näytteen kannalta

- Näytteen tulos tulkitaan lajiston perusteella normaalista poikkeavaksi tutkimushetkellä

Näyte 4: Paviljonki, luokka 2

- Sisäilman suhteellinen kosteus oli 37,1 %RH lämpötilassa 21,7 ° C
- Näytteessä esiintyneiden sieni-itiöiden kokonaispitoisuudet olivat tavanomaista tasoa, alle vertailunäytteen (Hagem ja DG18 alustat, kohta **Yhteensä**). Bakteeripitoisuus oli normaali, alle 4 500 cfu/m³ (THG alusta, kohta **Yhteensä**)
- Vertailunäytteestä poiketen näytteessä esiintyi seitsemää (7) eri poikkeavaa, tyypillisesti kosteissa oloissa viihtyvää mikrobilajia (* tai ° -merkitty laji); *Geomyces*, *Oidiodendron*, *Chrysonilia* ja *Eurotium* määritysrajan verran sekä *A. fumigatus* (saattanut kulkeutua ulkoilmasta), *A. penicillioides* ja *Streptomyces* merkittävänä pitoisuuksina. Lisäksi näytteessä esiintyi poikkeavista lajeista basidiomykeetit ja *Sphaeropsidales*, mutta niitä esiintyi myös vertailunäytteessä suurempana pitoisuutena, joten niillä ei ole merkitystä näytteen kannalta
- Näytteen tulos tulkitaan lajiston perusteella normaalista poikkeavaksi tutkimushetkellä

Näyte 5: Paviljonki, luokka 1

- Luokka 2 oli niin pieni, että siihen riitti yksi näyte. Rakennukseen suunniteltu toinen näyte otettiin viereisestä luokasta 1 vertailuksi
- Sisäilman suhteellinen kosteus oli 37,1 %RH lämpötilassa 21,7 ° C
- Näytteessä esiintyneiden sieni-itiöiden kokonaispitoisuudet olivat tavanomaista tasoa, alle vertailunäytteen (Hagem ja DG18 alustat, kohta **Yhteensä**). Bakteeripitoisuus oli normaali, alle 4 500 cfu/m³ (THG alusta, kohta **Yhteensä**)
- Vertailunäytteestä poiketen näytteessä esiintyi yksi (1) poikkeava, tyypillisesti kosteissa oloissa viihtyvää mikrobilaji (* -merkitty laji); *Streptomyces* merkittävänä pitoisuutena. Lisäksi näytteessä esiintyi poikkeavista lajeista *A. fumigatus*, basidiomykeetit ja *Sphaeropsidales*, mutta niitä esiintyi myös vertailunäytteessä suurempana pitoisuutena, joten niillä ei ole merkitystä näytteen kannalta
- Näytteen tulos tulkitaan lajiston perusteella normaalista poikkeavaksi tutkimushetkellä

Näyte 6: Vanha koulu, Mummola

- Tilassa aistittiin mikrobiperäinen haju
- Sisäilman suhteellinen kosteus oli 48,8 %RH lämpötilassa 18,0 ° C
- Näytteessä esiintyneiden sieni-itiöiden kokonaispitoisuudet olivat tavanomaista tasoa, alle vertailunäytteen (Hagem ja DG18 alustat, kohta **Yhteensä**). Bakteeripitoisuus oli normaali, alle 4 500 cfu/m³ (THG alusta, kohta **Yhteensä**)
- Vertailunäytteestä poiketen näytteessä esiintyi yksi (1) poikkeava, tyypillisesti kosteissa oloissa viihtyvää mikrobilaji (* -merkitty laji); *Streptomyces* merkittävänä pitoisuutena. Lisäksi näytteessä esiintyi poikkeavista lajeista basidiomykeetit, punaiset hiivat ja *Sphaeropsidales*, mutta niitä esiintyi myös vertailunäytteessä suurempana pitoisuutena, joten niillä ei ole merkitystä näytteen kannalta
- Näytteen tulos tulkitaan lajiston perusteella normaalista poikkeavaksi tutkimushetkellä

Näyte 7: Vanha koulu, Mummola, varaston edestä

- Tilassa aistittiin mikrobiperäinen haju
- Sisäilman suhteellinen kosteus oli 48,8 %RH lämpötilassa 18,0 ° C
- Näytteessä esiintyneiden sieni-itiöiden kokonaispitoisuudet olivat tavanomaista tasoa, alle vertailunäytteen (Hagem ja DG18 alustat, kohta **Yhteensä**). Bakteeripitoisuus oli normaali, alle 4 500 cfu/m³ (THG alusta, kohta **Yhteensä**)
- Vertailunäytteestä poiketen näytteessä esiintyi kahta (2) eri poikkeavaa, tyypillisesti kosteissa oloissa viihtyvää mikrobilajia (* -merkitty laji); *A. penicillioides* ja *Streptomyces* pienenä pitoisuutena. Lisäksi näytteessä esiintyi poikkeavista lajeista basidiomykeetit ja *Sphaeropsidales*, mutta niitä esiintyi myös vertailunäytteessä suurempana pitoisuutena, joten niillä ei ole merkitystä näytteen kannalta
- Yksittäisten poikkeavien lajien esiintyminen pieninä pitoisuuksina on normaalia. Sulan maan aikana mikrobeja kulkeutuu sisäilmaan avoimista ovista ja ikkunoista. Näytteen tulos tulkitaan normaaliksi tutkimushetkellä

4.3. Johtopäätökset mikrobien ilmanäytteistä

- Vanhan talonmiehen asunnon ja Paviljongin molemmat ilmanäytteet tulkitaan lajiston puolesta poikkeaviksi tutkimushetkellä. Vanhan koulurakennuksen Mummolan tilasta otetuista ilmanäytteistä toinen oli poikkeava ja toinen tulkitaan normaaliksi, näytteet on otettu samasta ilmatilasta

4.4. Mikrobien materiaalinäytteet

- Näytteenottopisteet on esitetty suuntaa-antavassa pohjakuvassa liitteessä 1
- Analyysimenetelmät ja tulostentulkinta yms. on kuvattu tarkemmin liitteessä 2 ja tulokset analyysivastauksessa liitteessä 4

4.5. Mikrobien materiaalinäytteiden tulokset

Näytteenottopiste	Materiaali	Mikrobipitoisuus	Mikrobilajisto	Haju	Tulos
1. Talonmiehen asunto, kylmäkaapin seinä	Mineraalivilla	Niukasti / Kohtalaisesti (+/++)	Poikkeava lajisto	Poikkeava	Poikkeava
2. Mummola, varaston seinä	Maali ja tasoite	Niukasti / Runsaasti(+/+++)	Poikkeava kokonaispitoisuus ja lajisto	Poikkeava	Poikkeava
3. Mummola, luokan lattia	Matto ja tasoite	Alle määrittäysrajan / Runsaasti (- /+++)	Poikkeava kokonaispitoisuus ja lajisto	Poikkeava	Poikkeava
4. Talonmiehen asunto, ulkoseinät (ei tuuletusrakoja)	Mineraalivilla	Kohtalaisesti / Runsaasti (++/+++)	Poikkeava kokonaispitoisuus ja lajisto	Poikkeava	Poikkeava
5. Paviljonki, luokka 2, ulkoseinä	Mineraalivilla	Alle määrittäysrajan (-)	Normaali	Normaali	Normaali

Taulukko 1

4.6. Johtopäätökset mikrobien materiaalinäytteistä

- Ennen näytteiden lähetystä laboratorioon, neljässä näytteessä aistittiin poikkeava mikrobiperäinen haju minigrip –pussin läpi (taulukossa haju). Kolmessa näytteessä (2-4) oli sekä poikkeava kokonaispitoisuus että poikkeava lajisto. Yhdessä näytteessä (1) oli poikkeava lajisto. Yksi näyte (5) tulkitaan normaaliksi

5. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)

- Mittauspisteet on esitetty suuntaa-antavassa pohjakuvassa liitteessä 1
- Näytteiden koko oli 10 litraa (dm³)
- Analyysimenetelmät ja tulostentulkinta yms. on kuvattu tarkemmin liitteessä 5 ja tulokset testausselesteissa liitteessä 6

5.1. Mittaustulokset

- MetropoliLabin testausselesteen (2015-8309) 15.5.2015 mukaiset TVOC -mittaustulokset olivat:

Vanha asunto OH, tila 155 (neuvotteluhuone)	33 µg/m ³
Vanha asunto MH, tila 156 (kuraattori)	59 µg/m ³
Paviljonki, taitopaja (luokka 2)	25 µg/m ³
Vanha koulurakennus (Mummola)	36 µg/m ³

- Periaatekuva näytteenotosta, kuva 3



Kuva 3 (vanha asunto, neuvotteluhuone)

5.2. Yksittäisten yhdisteiden kohonneet pitoisuudet sisäilmassa

- Vanhan koulurakennuksen Mummolan näytteessä esiintyi kohonneena pitoisuutena alkoholeista 2-Etyyli1-heksanolia ($11,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mikä ylittää työterveyslaitoksen kohonneen pitoisuuden raja-arvon yli $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tämä tukee tilasta otettua materiaalinäytettä ja viittaa osaltaan lattiamateriaalien emissioihin. Muissa VOC -näytteissä ei todettu poikkeavaa. Vaikka muissa näytteissä prosentuaalinen osuus näytteen kokonaispitoisuudesta saattoi ylittää 10 % näytteen kokonaispitoisuudesta, niin yhdisteen pitoisuus ei ylittänyt kyseiselle yhdisteryhmälle annettua kohonneen pitoisuuden raja-arvoa tolueenivasteena

5.3. Johtopäätökset TVOC -mittaustuloksista

- Kaikissa tiloissa mitatut TVOC- pitoisuudet alittavat selvästi Asumisterveysopas 2009 tavanomaisena pidettävän raja-arvon $200\text{-}300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sekä Työterveyslaitoksen toimenpideraja-arvon $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Yksittäisistä yhdisteistä vanhan koulurakennuksen (Mummola) näytteessä esiintynyt kohonnut 2-Etyyli1-heksanoli pitoisuus viittaa osaltaan lattiamateriaalien vaurioihin
- Muilta osin tulokset ovat normaalit

6. Teolliset mineraalivillakuidut

- Näytteenottopisteet on esitetty suuntaa-antavassa pohjakuvassa liitteessä 1
- Analyysimenetelmät ja tulostentulkinta yms. on kuvattu tarkemmin liitteessä 7 ja tulokset esitetty tutkimusraportissa liitteessä 8

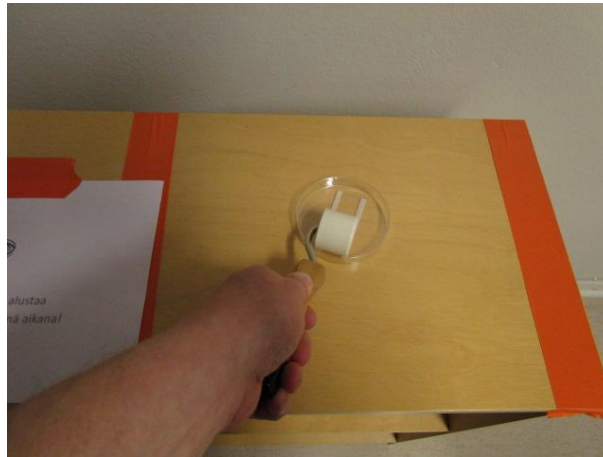
6.1. Tulokset geeliteippinäytteistä

TULOKSET:

Näyte tunnus:	Tila:	Näytteen kertymäaika:	Kuitua/ cm^2 : *
1	Talonmiehen asunto, neuvottelutila	14 vrk	0,1
2	Talonmiehen asunto, kuraattori	14 vrk	0,2
3	Mummola, päätyseinä	14 vrk	< 0,1
4	Mummola, välisenä	14 vrk	< 0,1
5	Paviljonki, luokka 2	14 vrk	0,4
6	Paviljonki, luokka 3	14 vrk	< 0,1

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

- Periaatekuva näytteenotosta, kuva 4



Kuva 4

6.2. Johtopäätökset mineraalikuitunäytteistä

- Vanhassa talonmiehen asunnossa, nykyisessä kuraattorin huoneessa ja paviljongissa luokassa 2 todettiin kohonneita mineraalikuitupitoisuuksia. Muissa näytteissä pitoisuudet olivat normaaleja.
Kuraattorin huoneen mineraalikuitupitoisuuksille ei ole selkeää selitystä, koska tilassa ei ole koneellista tuloilmaa eikä mineraalivillaisia akustiikkalevyjä, mineraalikuitujen lähde jäi epäselväksi. Yksi vaihtoehto on ulkoseinän eristetila ja ilmavuodot sieltä tai alakattotila. Eteisen alakaton tarkastusluukkuu auottiin tutkimuksen aikana.
Paviljongin luokassa 2 mineraalikuitulähde voi olla katon akustiikkalevyt tai tuloilmakoneen luukussa havaitut eristevillat (epätodennäköinen). Pääte-elimissä ei ollut eristevillaa eikä runkokanavissa ollut vaimentimia

7. Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden pitkäaikaismittaus

- Mittauspisteet on esitetty suuntaa-antavassa pohjakuvassa liitteessä 1 ja mittausmenetelmät ja terveysvaikutukset yms. on kuvattu tarkemmin liitteessä 9. Mittausten kuvaajat on esitetty liitteessä 10
- Mittaukset suoritettiin 29.4. – 13.5.2015 välisenä aikana

- Varsinainen tutkimuskohde luokka 2 oli tutkimushetkellä pääasiassa tyhjiään, joten mittaus suoritettiin viereisistä luokkatiloista, jotka olivat käytössä. Tiloihin vaikuttavat samat ilmanvaihtolaitteet kuin luokkaan 2
- Henkilöiden lukumäärä Paviljongissa luokissa 1 ja 3 oli pulpettien perusteella 28 kpl
- Periaatekuva mittauksesta, kuva 5



Kuva 5

7.1. Hiilidioksidipitoisuuden mittaustulokset

Mittauspiste 1: Paviljonki, luokka 1

- Sisäilman maksimi hiilidioksidipitoisuus mittausjakson aikana oli 30.4.2015 klo 8:50 1166 ppm
- Tulos on tyydyttävää tasoa, ilmanvaihto on riittävä kyseisellä käyttäjäkuormalla

Mittauspiste 2: Paviljonki, luokka 3

- Sisäilman maksimi hiilidioksidipitoisuus mittausjakson aikana oli 30.4.2015 klo 8:50 1134 ppm
- Tulos on tyydyttävää tasoa, ilmanvaihto on riittävä kyseisellä käyttäjäkuormalla

Mittauspiste 3: Vanha talonmiehen asunto (neuvottelutila 155)

- Henkilöiden lukumäärä tilassa tutkimuksen aikana ei ole tiedossa
- Sisäilman maksimi hiilidioksidipitoisuus mittausjakson aikana oli 29.4.2015 klo 15:10 1139 ppm

Mittauspiste 4: Vanha koulurakennus (Mummola)

- Henkilöiden lukumäärä tilassa tutkimuksen aikana ei ole tiedossa
- Sisäilman maksimi hiilidioksidipitoisuus mittausjakson aikana oli 30.4.2015 klo 12:00 1201 ppm

7.2. Johtopäätökset hiilidioksidimittauksista

- Kaikkien kolmen rakennuksen hiilidioksidipitoisuudet ovat tyydyttävällä tasolla, vaikka rakennusten ilmanvaihto poikkeaa täysin toisistaan. Paviljongissa on koneellinen tulo ja poisto, Vanhassa talonmiehen asunnossa on koneellinen poisto ja korvausilmareitit ja Vanhassa koulurakennuksessa on koneellinen poisto ilman korvausilmareittejä. Kaikkien tutkittujen tilojen ilmanvaihto on kuitenkin riittävä kyseisellä käyttäjäkuormalla. Hiilidioksidipitoisuuksiin vaikuttaa ilmanvaihdon lisäksi ensisijaisesti henkilöiden lukumäärä tiloissa ja ikkunatuuletus. Toissijaisesti mittalaitteiden sijainti tiloissa, mikä ei aina ole optimaalinen

8. Paine-ero mittaukset

- Paine-eromittaukset suoritettiin vanhassa koulurakennuksessa, vanhassa talonmiehen asunnossa ja paviljongissa sisäilman ja ulkoilman välillä, paviljongissa lisäksi sisäilman ja alapohjan välillä. Mittaukset tehtiin ikkunarakenteesta, Paviljongin luokassa 2 sisäilman ja alapohjan välinen mittaus tehtiin eristetilan läpi. Vanhan talonmiehen asunnon sisäilman ja ryömintätilan välistä paine-eroa ei saatu mitattua pohjalaatan paksuuden johdosta
- Paine-eromittaukset suoritettiin 29.4. – 13.5.2015 välisenä aikana
- Mittauksissa käytettiin TinyTag Plus- loggereita ja Dwyer MS Magnesense mittalaitteita. Loggerit tallensivat paine-eron 5 minuutin välein, joten kaikki vaihtelut eivät tallentuneet

- Mittauspisteet on esitetty suuntaa-antavassa pohjakuvassa liitteessä 1 ja mittaustulosten kuvaajat on esitetty tarkemmin liitteessä 11
- Periaatekuvat paine-eromittauksista, kuvat 6-7



Kuva 6 (ulkoilma)



Kuva 7 (alapohja)

8.1. Mittaustulokset paine-eroista

Mittauspiste 1: Vanha talonmiehen asunto (Kuraattori)

- Mittauspiste oli koko mittauksen ajan alipaineinen ulkoilmaan nähden n. 1-4 Pa. Alimmillaan paine-ero oli - 1,0 Pa 4.5. klo 11:50. Suurimmillaan paine-ero oli -4,1 Pa 10.5. klo 04:30

Mittauspiste 2: Vanha talonmiehen asunto (Neuvotteluhuone)

- Mittauspiste oli koko mittauksen ajan alipaineinen ulkoilmaan nähden n. 4-10 Pa. Alimmillaan paine-ero oli - 3,7 Pa 4.5. klo 09:50. Suurimmillaan paine-ero oli - 10,0 Pa 10.5. klo 15:20

Mittauspiste 3: Paviljonki luokka 2, ulkoseinä

- Paine-erot vaihtelivat tasapainon molemmin puolin, mittauspiste oli kuitenkin pääsääntöisesti hieman alipaineinen ulkoilmaan nähden

Mittauspiste 4: Vanha koulurakennus (Mummola), ulkoseinä

- Mittauspiste oli pääsääntöisesti alipaineinen ulkoilmaan nähden n. 1-5 Pa. Mittausjakson lopulla (tiistai 12.5.) tila oli vuorokauden ajan muuta jaksoa alipaineisempi n. 10 Pa

Mittauspiste 5: Paviljonki luokka 1, ulkoseinä

- Hieman ajastetun käynnistymisen jälkeen paine-eroanturi on irrotettu ikkunarakenteesta tai verkkovirta on katkaistu noin viikon ajaksi
- Mittalaitteen tallentaessa paine-erot vaihtelivat tasapainon molemmin puolin, noin + 3 ja – 4 välillä

Mittauspiste 6: Paviljonki luokka 2, alapohja

- Paine-erot vaihtelivat tasapainon molemmin puolin + 5 ja – 9 Pa välillä, mittauspiste oli pääsääntöisesti hieman alipaineinen n. 1-3 Pa alapohjaan nähden. Merkkiaine ei kuitenkaan tullut tutkimushetkellä sisätiloihin

8.2. Johtopäätökset paine-eromittauksista

- Vanhassa talonmiehen asunnossa paine-ero oli alipaineinen ja oli alipaineisin sunnuntaina ja lähempänä tasapainoa maanantaina
- Paviljongissa paine-erot vaihtelivat eniten, tasapainon molemmin puolin. Pääsääntöisesti tilat olivat hieman alipaineisia ulkoilmaan ja alapohjaan nähden
- Vanhassa koulurakennuksessa Mummolan tila oli pääasiassa alipaineinen koko mittausjakson ajan
- Yhteinen tekijä paine-erojen muutoksille näyttää mitausten perusteella olevan sunnuntainen suurempi alipaine ja maanantainen tasaantuminen. Lisäksi kahdessa rakennuksessa (Mummola ja Paviljongin alapohja) oli tiistaina 12.5. selittämättömän alipaineista, selittynee ulko-olosuhteilla. Paine-eroihin vaikuttaa mm. ovien ja ikkunoiden availu ja ilmanvaihdon toiminta sekä viikonloppuisin alipaineistavana tekijänä vessojen erillispoistot. Lievä alipaineisuus on rakenteiden kannalta kosteusteknisesti hyvä asia, mutta liiallisen alipaineisuuden vuoksi ulkoseinien, alapohjan ja yläpohjan epätiivelyskohdista saattaa tulla korvausilmaa sisätiloihin

9. Merkkiainetutkimukset

9.1. Tutkimusmenetelmä

- Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää merkkiainetekniikalla onko alapohjasta, ulkoseinistä ja yläpohjasta ilmapuotoja sisätiloihin. Tutkimukset suoritettiin Sosiaali- ja terveysministeriön mukaisin laittein ja menetelmin. Merkkiaineena käytettiin rikkiheksafluoridia (SF₆), jota ei normaalisti esiinny luonnossa. Kaasuanalysaattori reagoi vain tähän aineeseen
- Merkkiainetta laskettiin vanhan talonmiehen asunnon ja paviljongin alapohjaan, ulkoseiniin ja yläpohjaan. Ilmapuotoja paikannettiin sisätiloissa kaasuanalysaattorilla
- Vanhan koulurakennuksen massiivitiiliseiniin merkkiainetta ei laitettu

9.2. Havainnot merkkiaineesta

- Merkkiaineen ei todettu kulkeutuvan vanhan talonmiehen asunnon ja paviljongin alapohjasta eikä yläpohjasta sisätiloihin. Sen sijaan molempien rakennusten ulkoseinistä merkkiaine tuli sisätiloihin. Merkkiaine tuli sisätiloihin ikkunoiden alareunoista sekä jalkalistan juuresta

9.3. Johtopäätökset havainnoista

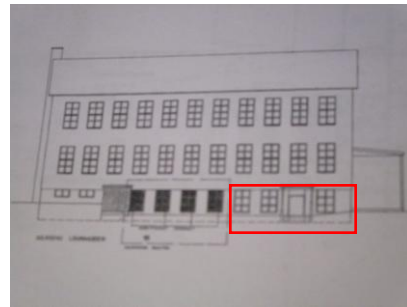
- Paviljongissa ei ole aihetta toimenpiteille merkkiainetutkimuksen ja mikrobien materiaalitulosten perusteella. Lisäksi levyrakenteista ulkoseinää on käytännössä mahdoton saada täysin tiiviiksi
- Vanhan talonmiehen asunnon ulkoseinien ilmapuodot on hallittavissa tiivistystoimin ja tulevan uuden ilmanvaihtojärjestelmän säädöin (lähelle tasapainoa). Tiivistetään ikkunoiden ympäriltä seinän rajat sekä jalkalistojen takaa seinän ja lattian raja. Tiivistykseen voi käyttää esim. Tremco SP 525 massaa tai Betton Oy:n menetelmiä

10. Päähavainnot kohteessa

- Pintakosteuden tunnistamiseen käytettiin GANN hydrotest LG 1 ja hydromette UNI 1 mittalaitteita sekä LB 70 mitta-anturia:

Mittauksen perustana on dielektrinen mittaumenetelmä. Mittaustulokseen vaikuttaa ensisijaisesti materiaalin tiheys ja kosteuspitoisuus. Mittaustulos on suuntaa-antava (vertailuarvo), sillä mittaustulokseen saattaa vaikuttaa rakenteessa olevat sähköä johtavat metallit tai kiteet (huomioitava mittaustuloksen tulkinnassa), lisäksi mittalaite ei huomioi rakenteen lämpötilaa. Mittalaitteen lukemat välillä 80 - 120 ovat kohonneita kosteuden arvoja ja arvot yli 120 ovat merkkiä kosteuden arvoja.

Vanha koulurakennus (Mummola)



- Luokkatilassa ja varastossa aistittiin mikrobiperäinen haju. Luokkatilassa haju tuli varaston oven viereisen kaapiston alta lattiasta, kuva 8. Varastossa haju tuli peräseinän alareunasta ja lattiasta, kuva 9



Kuva 8



Kuva 9

- Molemmissa kohdissa todettiin poikkeavia kosteuden arvoja pintakosteuden tunnistimella, kuvat 10-11

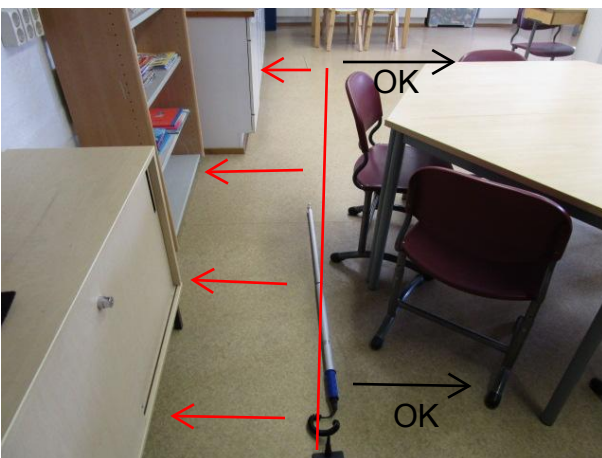


Kuva 10



Kuva 11

- Luokkatilan lattiassa ja varaston lattiassa todettiin poikkeavia kosteuden arvoja. Luokassa kosteus rajoittui putkikanaalin sekä varaston ja vessojen väliin, kuva 12. Varaston lattiassa oli kosteutta kauttaaltaan, kuva 13. Kosteus on todennäköisesti pihan puoleiselta seinustalta tulleita pitkäaikaisia sade- ja sulamisvesiä, sillä kanaalin toisella puolella kosteuden arvot olivat normaaleja, kuvat 14-15. Tämä viittaisi siihen, että kyse ei olisi kapillaarikosteudesta. Myös varaston viereisissä molemmissa vessoissa oli poikkeavia kosteuden arvoja seinien alareunoissa ja lattiassa, kuvat 16-17



Kuva 12



Kuva 13



Kuva 14



Kuva 15



Kuva 16



Kuva 17

- Luokan ja varaston lattioihin tehtiin porareikämittaukset, molempiin tiloihin kahteen pisteeseen ja kolmeen syvyyteen (30, 50 ja 80 mm). Rakenteen lämpötila oli alhainen, mikä selvisi vasta mittausvaiheessa. Varaston lattiasta olisi pitänyt ottaa materiaalipala kuivatus-punnitus menetelmää varten, koska lattian lämpötila oli yli 5 ° C alle 20 ° C. Ovipielen tuloksiin verrattaessa lattioissa on kohonnuttu kosteutta. Lattiamateriaalit on mikrobinäytteen ja havaintojen perusteella mikrobivaurioitunut, joten lattian korjaustoimenpiteet suositellaan tehtäväksi sen mukaan. Mittaustulokset tarkemmin kosteusmittauspöytäkirjassa liitteessä 12
- Rakennuksen ulkopuolella piha oli asfaltoitu ja kallistukset viettivät pois päin rakennuksesta, kuvat 18-19. Syöksyputkien alla oli rännikaivot, lisäksi seinän ja asfaltin rajaan on tehty joskus korotus / kallistus



Kuva 18



Kuva 19

- Ikkunapuitteiden ja ovien huoltomaalaus ei ole vielä akuutti, kuvat 20-21



Kuva 20



Kuva 21

- Poistokanavassa ei ole palovaaran vuoksi puhdistustarvetta toistaiseksi, kuva 22



Kuva 22

Vanha talonmiehen asunto



- Keittiön kylmävarastossa aistittiin mikrobiperäinen haju, hajun paikannettiin tulevan keittiön vastaisen seinän alareunasta, kuva 23



Kuva 23

- Poikkeavia kosteuden arvoja ei todettu
- Tiloihin ollaan suunnittelemassa ilmanvaihtokorjausta eikä sitä tutkittu
- Alapohjaan johtava luukku on aikojen saatossa vahattu tiiviisti kiinni, eikä alapohjaa päästy tarkastamaan, kuva 24



- Eteisen alakattotilassa oli hieman eristevillaa, vesijälkiä ei havaittu. Alakaton puurakenteet olivat hyväkuntoisia. Lämpimenot ympäröiviin tiloihin oli epätiivit, kuvat 25-26



Kuva 25



Kuva 26

- Tiiliverhoillusta ulkoseinästä puuttuu tuuletusraot. Rännikaivot, patolevyt ja jonkin lainen soraistus on. Seinustalla on kasvillisuutta eikä kallistuksia juurikaan ole, kuvat 27-28



Kuva 27



Kuva 28

- Ikkunoilla ei ole kunnostustarvetta, kuva 29. Vesikattokin oli hyväkuntoinen, kuva 30



Kuva 29



Kuva 30

Paviljonki



- Tiloissa ei aistittu poikkeavia mikrobiperäisiä hajuja, eikä todettu poikkeavia kosteuden arvoja. Poikkeavaa kemiallista, palavaan muoviin viittaavaa hajua aistittiin luokassa 2. Haju tuli tilassa olevan karryn ylätason muovialustasta, kuva 31. Haju oli voimakas ja hallitsi luokan sisäilmaa



Kuva 31

- Aulan isossa vessassa (oppilaat) todettiin kosteuden (roiskevedet ?) aiheuttamaa turpoamista lastulevyseinässä, kuvat 32-33



Kuva 32



Kuva 33

- Luokan 3 pesualtaan poistoputki vuotaa ja on aiheuttanut allaskaappiin mikrobivaurion, kuvat 34-35. Luokassa 1 hanan tiiviste vuotaa ja stoppari on viallinen, hana pääsee kääntymään altaan yli



Kuva 34



Kuva 35

- Luokan 2 katossa todettiin kosteuden aiheuttamia materiaali muutoksia. Akustiikkalevyissä oli tummentumia ja katon lastulevyissä oli turpoamisjälkiä, kuvat 36-37. Tuloilma puhalsi kaikissa luokissa kohti ja pitkin mineraalivillaisia akustiikkalevyjä



Kuva 36



Kuva 37

- Kouluisännän mukaan vaurion on aiheuttanut katon lumenpudotustoimet. Katolla oli luokan 2 kohdalle tehty kattohuovan paikkaus. Lisäksi kahdessa muussa kohdassa oli katon pintamateriaali vaurioitunut, mutta näitä kohtia ei oltu korjattu, kuvat 36-38. Kohtien alapuolella sisätiloissa ei todettu vauriojälkiä



Kuva 36



Kuva 37



Kuva 38

- Ulkopuolella rakennuksen vierustat on osin asfaltoitu ja osin soraistettu, rännikaivot on mutta patolevyjä ei havaittu. Pinnat kallistuvat rakennuksesta pois päin, kuvat 39-40



Kuva 39



Kuva 40

- Ikkunat olivat hyväkuntoisia, kuva 41



Kuva 41

- Alapohja oli varsin siisti, mutta siellä oli voimakas mikrobiperäinen haju. Haju ei kulkeutunut sisätiloihin. Alapohjassa on kaksi osaa, joita erottaa harkkoseinä, kuvat 42-45



Kuva 42 (luokan 1 alla)



Kuva 43



Kuva 44 (luokan 3 alla)



Kuva 45

- Aulan alakattotilassa oli jonkin verran paljasta eristevillaa, alakattotila oli siisti. Runkokanavissa ei ollut eikä pääte-elimissä ollut äänenvaimentimia. Alakatossa oli useita epätiivittä läpimenoja ympäröiviin tiloihin, kuvat 46-49



Kuva 46



Kuva 47



Kuva 48



Kuva 49

- Tuloilmakoneen puhallinkammiossa oli solukumieriste. Puhallinkammion luukun alla käytävän puolella oli toinen luukku, jossa oli pinnaltaan rikkinäinen villaaeriste, kuvat 50-51. Tuloilmakoneessa on huomattavia ohivuotoja suodattimen reunoilta, puhallinkammion luukku oli vihertävä siitepölystä, kuva 52. Lisäksi pahvisuodattimen suodatusteho on heikko



Kuva 50



Kuva 51



Kuva 52

- Koulut kuuluvat Sisäministeriön asetuksen 802/2001 mukaan viiden vuoden välein nuohottaviin tiloihin. Tutkitun tilan edellinen nuohous ei ole tiedossa. Tutkittavaa järjestelmää ei ole puhtausluokiteltu, joten puhtauden arviointiin käytetään vanhojen kanavien P2 –luokan kriteerejä. Puhtausluokan P2 kanavat puhdistetaan, kun pöly- ja likakertymä ylittää 5 g/m^2 tai kun edellisestä puhdistuksesta on kulunut 5 vuotta. Poistokanavat arvioitiin paloturvallisuusriskin vuoksi
- IV –kanavien visuaaliseen puhtauden arviointiin osallistui neljä tutkijaa. Tuloilman runkokehän löytyi yksi pieni tarkastusluukku, josta kanava päästiin kuvaamaan. Poistopuoli kuvattiin pääte-elimen kautta



Tulokanava



Poistokanava

- Raadin arvio tulokanavan puhtaudesta:

Tulokanava alle $3,7 \text{ g/m}^3$

- Perusteluissa todettiin, että kierresaumat erottuvat kohtalaisen hyvin, eikä horisontaalilinja ole terävä eikä korkea
- Pölyisyyden / likaisuuden perusteella välitöntä puhdistustarvetta ei ole, mikäli edellisestä nuohouksesta on alle viisi vuotta

Poistokanava

- Puhdistustarvetta ei ole toistaiseksi. Puhdistetaan tulokanavien yhteydessä. Kuvassa salamavallo tekee kuvan alareunan sameaksi

11. Tutkimuksen johtopäätökset

- Tutkimustulokset ja havainnot kohteessa tukevat henkilöiden kokemaa oirehdintaa sisäilmasta. Tiloissa todettiin poikkeavia mikrobipitoisuuksia ilma- ja materiaalinäytteissä sekä kohonneita mineraalikuitupitoisuuksia. Nämä yksinään tai niiden yhteisvaikutus on oirehtimisen pääasiallinen aiheuttaja

12. Suositukset jatkotoimenpiteiksi

- Mikrobivaurioiden korjaustyöt tulee aina tehdä RATU 82-0383 mukaisin menetelmin

Vanha koulurakennus (Mummola)

- Poistetaan luokkatilasta kalusteet ja jalkalistat varaston ja vessojen vastaiselta seinustalta. Luokan lattiasta poistetaan lattiamatto varaston ja vessojen seinustalta vähintään puoli metriä kanaalista kuivan puolelle (kohti ulkoseinää). Jyrsitään / hiotaan liimat ja tasoitteet puhtaaseen betoniin asti sekä hiotaan varaston ja vessojen vastaisen seinän alareuna n. puolen metrin korkeuteen tai tarvittaessa ylemmäs. Varaston lattiamatto poistetaan, lattia jyrsitään / hiotaan puhtaaseen betonipintaan asti. Seinät hiotaan puhtaaseen pintaan asti n. metrin korkeuteen tai tarvittaessa ylemmäs. Varaston pinnat voidaan jättää pinnoittamatta, jotta rakennekosteus pääsee haihtumaan. Ilman vaihtuvuudesta tulee huolehtia. Luokan lattiaan suosittelemme kosteutta läpäiseviä materiaaleja tai vaihtoehtoisesti esim. epoksinnoitetta. Seinän voi jättää paljaalle pinnalle tai pinnoittaa kosteutta läpäisevällä materiaalilla

Vanha talonmiehen asunto

- Kylmiö on enää vain varastokäytössä. Poistetaan keittiön ja kylmiön välinen seinä. Uusitaan lattiamateriaalit puhtaaseen betonipintaan asti ja pinnoitetaan. Poistetaan vanha raitisilmaventtiili. Asennetaan ulkoseinustalle lämpöpatteri ja ulotetaan uusi tuleva ilmanvaihto tilaan. Tiivistetään vanhan asunnon ikkunoiden ja seinän rajat sekä lattian ja seinän rajat jalkalistojen takaa ilmatiiviiksi. Uusitaan jalkalistat. Säädetään tuleva ilmanvaihto lähelle tasapainoa. Vaihtoehtoisesti ulkoseinien eristetilat voidaan kunnostaa vaihtamalla eristeet ja runkopuut.

Ilmanvaihdon korjausten yhteydessä suosittelemme tiivistämään alakattotilassa olevat epätiivit läpimenot palokatkomenetelmin

Paviljonki

- Suosittelemme poistamaan todetut mineraalikulitlähteet. Kaikista luokista alakattolevyt voi vaihtaa M1 –luokiteltuihin levyihin. Luokassa 2 suosittelemme uusimaan katon vaurioituneet lastulevyt. Aulassa tuloilmakoneen tarkastusluukun eristepinnan pinnoittaminen esim. pölynsidonta aineella vai vastaavalla
- Luokkien 1 ja 3 allaskaapit hanoineen on aika uusia
- Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistus viisivuotishojeistuksen mukaisesti

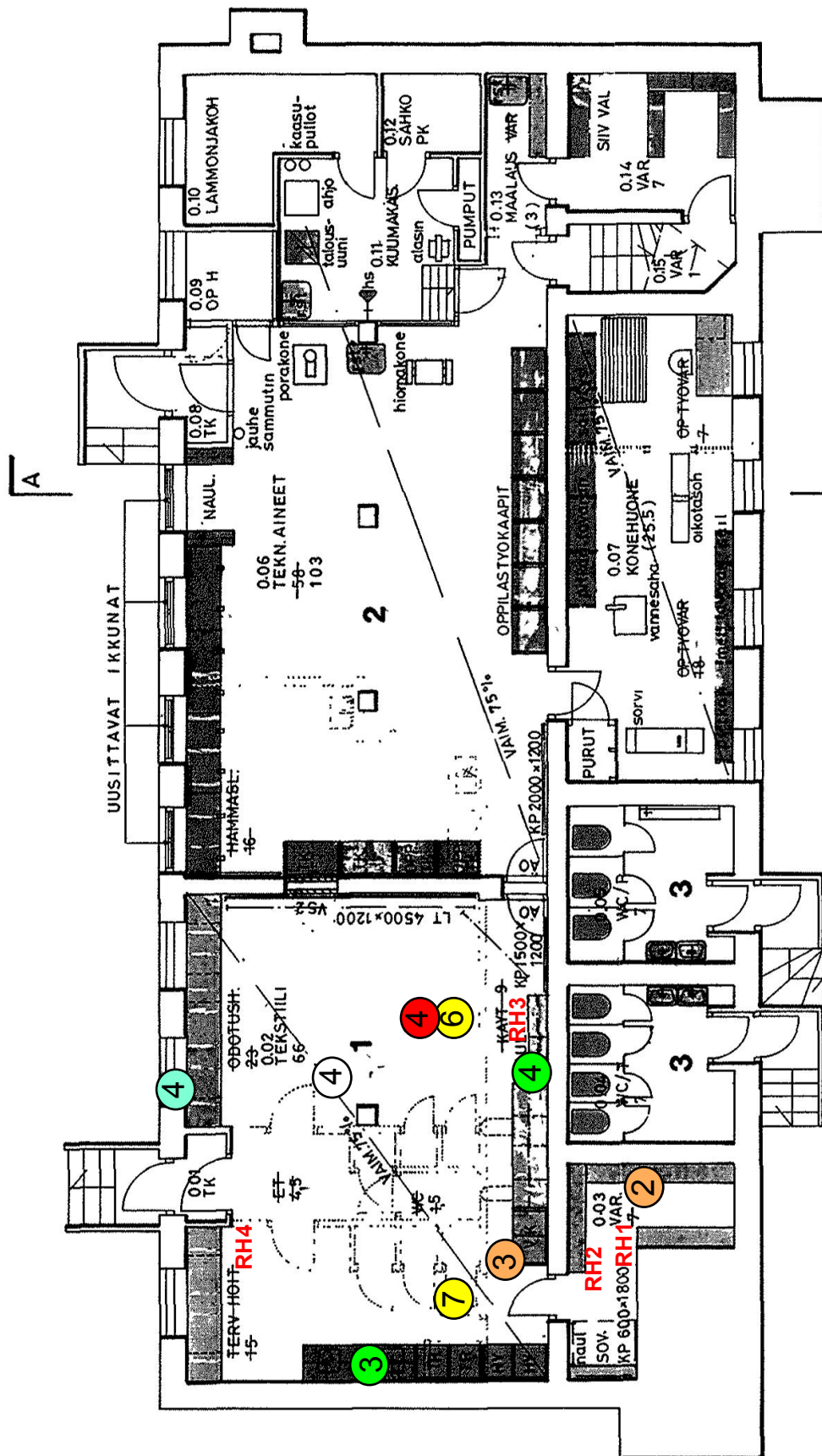
Tutkimustuloksia ei voi yleistää koskemaan rakennusten muita tiloja. Raportissa esitetyt johtopäätökset perustuvat kohteesta saatuihin havaintoihin ja tutkimustuloksiin. Raportin suosituksia ei tule käyttää suoraan korjaustyöselityksenä, vaan korjaussuunnittelun ja korjausrakentamisen lähtötietoina. Raportin osittainen esittäminen on kiellettyä.

Sisäilma-insinöörit Oy

Espoossa 30 / 6 / 2015

Vesa Nordström
projektipäällikkö
040-358 7401

- Liitteet:
- 1. Suuntaa-antavat pohjakuvat kohteesta
 - 2. Yleistä mikrobinäytteistä, sulan maan aika
 - 3. Työterveyslaitoksen ilmanäytteiden analyysivastaus 309142, 18.5.15
 - 4. Työterveyslaitoksen materiaalinäytteiden analyysivastaus 309498, 27.5.15
 - 5. Yleistä VOC -yhdisteistä
 - 6. MetropoliLabin VOC -yhdisteiden testausseleste 2015-8309
 - 7. Yleistä mineraalivillakuiduista
 - 8. Kuitujen tutkimusraportti 5232 / MVL, 28.5.2015
 - 9. Yleistä hiilidioksidimittauksesta
 - 10. Hiilidioksidimittausten kuvaajat
 - 11. Paine-eromittausten kuvaajat
 - 12. Kosteusmittauspöytäkirja

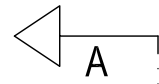
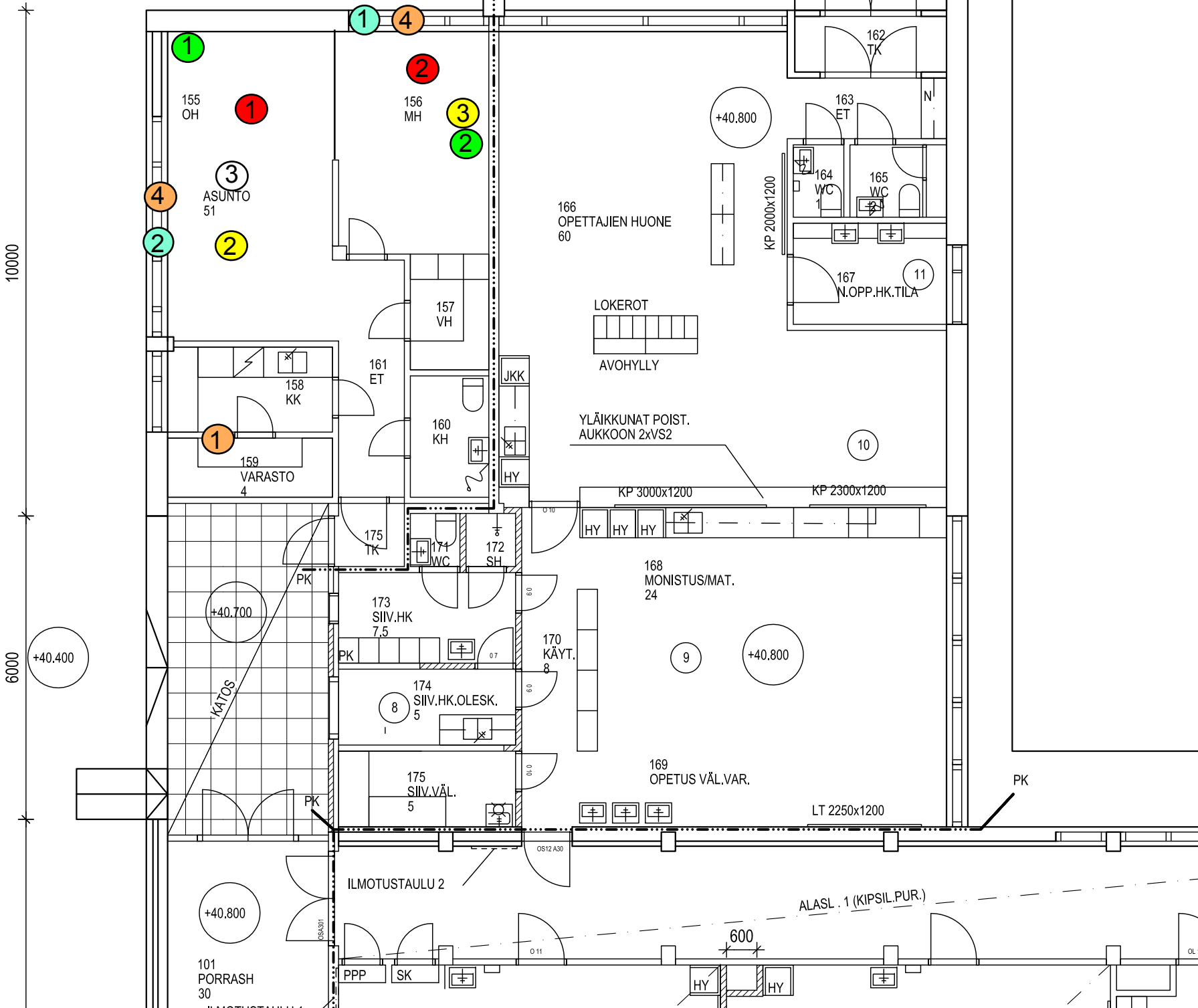


POHJAKERROS
 KERROSALA 270 M²
 TILAVUUS 864 M³

- = Mikrobin ilmanäyte
- = Mikrobin materiaalinäyte
- = VOC -näyte
- = Mineraalikuitunäyte
- = Paine-eromittaus
- = Hiilioksidimittaus

16240

- = Mikrobien ilmanäyte
- = Mikrobien materiaalinäyte
- = VOC -näyte
- = Mineraalikuitunäyte
- = Paine-eromittaus
- = Hiilidioksidimittaus



UUSITTAVAT IKKUNAT
AS. AUKKO N 8.0 m²

+40.800

166
OPETTAJIEN HUONE
60

LOKEROT
AVOHYLLY

YLÄIKKUNAT POIST.
AUKKONN 2xVS2

KP 3000x1200

KP 2300x1200

168
MONISTUS/MAT.
24

+40.800

169
OPETUS VÄL.VAR.

LT 2250x1200

ILMOTUSTAULU 2

ALASL. 1 (KIPSIL.PUR.)

101
PÖRRASH
30

10000

6000

1



Mikrobitutkimukset

Mikrobien ilmanäytteet

- Näytteiden otossa käytettiin Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen mukaisia menetelmiä
- 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)

- Kasvatuksen jälkeen syntyneiden pesäkkeiden määrät laskettiin ja mikrobit tyypitettiin valomikroskooppisesti
- Näytteet on analysoitu työterveyslaitoksella Kuopiossa
- Analyysimenetelmä yms. on kuvattu tarkemmin analyysivastauksessa

Näytteenotto, mikrobien ilmanäytteet

- Ilmanäytteet kerättiin ajastinta käyttäen 15 minuuttia 6-vaiheisilla hiukkaskeräimillä suoraan kasvatusalustoille nopeudella 28,3 litraa/min

Tulosten tulkinta, mikrobien ilmanäytteet

- Sulan maan aikana taajamassa sisäilmanäytteiden mikrobipitoisuuksia verrataan ulkoilmanäytteen mikrobipitoisuuksiin ja lajistoon
- Tilanne tulkitaan tavanomaiseksi, mikäli sisäilman pitoisuudet ovat pienempiä kuin ulkoilman ja lajisto on samankaltaista
- Jos näytteen mikrobilajisto on tavanomaisesta poikkeava ja pitoisuudet suurempia kuin vertailunäytteessä, voidaan tehdä johtopäätös mikrobilähteen olemassaolosta rakennuksessa ja olosuhteista, jotka mahdollistavat terveyshaitan. Yksittäisten tyypillisesti kosteissa oloissa viihtyvien lajien esiintyminen pieninä pitoisuuksina on kuitenkin normaalia
- Kohonnut bakteeripitoisuus (> 4 500 kpl/m³) ei ilmennä tällaista terveyshaittaa, jos sädesieniä ei ole todettu, vaan se viittaa esim. puutteelliseen ilmanvaihtoon
- Analyysivastauksessa tulokset on ilmoitettu pesäkkeitä muodostavien yksiköiden määränä kuutiometrissä (cfu/m³). Määrittäysraja on 2 cfu/m³

Mikrobien ilmanäytteistä huomioitavaa

- Tulosten tulkinnassa kiinnitetään erityistä huomiota sisäilman epätavanomaisiin mikrobilajeihin, ei niinkään kokonaispitoisuuteen
- Useiden kosteusvaurioon viittaavien mikrobien esiintyminen merkittävässä määrin näytteessä viittaa mikrobilähteeseen tutkitussa tilassa tai sen läheisyydessä
- Terveysperusteisia raja-arvoja sisäilman sieni-itiöpitoisuuksille ei ole olemassa
- Ihmisten reagoiminen mikrobeille on yksilöllistä
- Ilmanäyte ei paikanna mahdollista mikrobilähdettä, vaan kertoo hengitettävän ilman laadun mikrobien osalta
- Tulokset kuvaavat tutkimushetken tilannetta ja pitoisuudet sekä lajisto saattavat muuttua olosuhteiden muuttuessa (sukkessio)

Mikrobien materiaalinäytteet

- Näytteet on otettu desinfioiduin näytteenottovälinein näytteenottopusseihin
- Näytteet kasvatettiin laboratoriossa +25 °C:ssa neljällä erilaisella kasvatusalustalla:

Mesofiiliset sienet	Hagem -agar (kasvatusaika 7 vrk)
Mesofiiliset sienet	DG18 -agar (kasvatusaika 7 vrk)
Mesofiiliset sienet	M2 -agar (kasvatusaika 7 vrk)
Mesofiiliset bakteerit	THG -agar (kasvatusaika 7 vrk)
Aktinobakteerit	THG -agar (kasvatusaika 7-14 vrk)

- Kasvatuksen jälkeen syntyneiden pesäkkeiden määrät laskettiin ja mikrobit tyypitettiin
- Näytteet on analysoitu suoraviljelymenetelmällä työterveyslaitoksella Kuopiossa
- Tarkemmin analyysimenetelmä yms. on kuvattu analyysivastauksessa

Sisäilmainsinöörit Oy
Vesa Nordström
Luoteisrinne 4 C
02270 ESPOO



Ilmanäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Vesa Nordström
Näytteenottopaikka: Rajatorpan koulu
Näytteenottopäivämäärä: 28.4.2015
Vastaanottopäivämäärä: 30.4.2015
Näytemäärä: 7 kpl

Analyysimenetelmä: Impaktorilla kerätyn ilmanäytteen mikrobiologinen analysointi (AR2304-TY-035)
Kasvatusmenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä yksikössä cfu/m³ (cfu = colony forming unit = pesäkettä muodostava yksikkö). Sisäinen menetelmä, STM Asumisterveysohje 2003:1, STM Asumisterveysopas 3. korjattu painos, 2009.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

Määrittäysraja: 2 cfu/m³

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

Tutkitut näytteet

1. Ulkoilma
2. Vanha asunto, (OH), tila 155
3. Vanha asunto, (MH), tila 156
4. Paviljonki luokka taitopaja
5. Paviljonki luokka Hesso 6A
6. Vanha koulu mummola
7. Vanha koulu mummola

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiiliset sienet Hagem-agar	DG18-agar	Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit THG-agar
1.	Yhteensä 653 <i>A. fumigatus</i> 5 <i>Aureobasidium</i> 8 basidiomykeetit 60 <i>Cladosporium</i> 86 <i>Geotrichum</i> 393 <i>Penicillium</i> 18 Sphaeropsidales 21 steriilit 52 <i>Verticicladium</i> 10	Yhteensä 254 <i>Aureobasidium</i> 2 <i>Cladosporium</i> 76 <i>Geotrichum</i> 42 hiivat, punainen 7 <i>Penicillium</i> 24 Sphaeropsidales 32 steriilit 51 <i>Verticicladium</i> 20	Yhteensä 28 Muut bakteerit 28 <i>Streptomyces</i>
2.	Yhteensä 249 <i>Aphanocladium</i> 5 <i>Aureobasidium</i> 7 basidiomykeetit 24 <i>Cladosporium</i> 51 <i>Cunninghamella</i> 10 <i>Geotrichum</i> 109 hiivat, punainen 7 <i>Penicillium</i> 12 steriilit 22 <i>Thysanophora</i> 2	Yhteensä 120 <i>A. restrictus*</i> 33 <i>Acrodontium</i> 2 <i>Aphanocladium</i> 2 <i>Aureobasidium</i> 2 <i>Cladosporium</i> 33 <i>Geotrichum</i> 5 <i>Penicillium</i> 26 Sphaeropsidales 12 steriilit 5	Yhteensä 1024 Muut bakteerit 1022 <i>Streptomyces*</i> 2
3.	Yhteensä 250 <i>Aphanocladium</i> 5 <i>Aspergillus</i> 2 basidiomykeetit 22 <i>Cladosporium</i> 46 <i>Geomyces*</i> 7 <i>Geotrichum</i> 127 hiivat, vaalea 5 <i>Penicillium</i> 17 steriilit 17 <i>Verticicladium</i> 2	Yhteensä 73 <i>A. restrictus*</i> 12 <i>A. versicolor*</i> 5 <i>Aphanocladium</i> 2 <i>Cladosporium</i> 12 <i>Geotrichum</i> 2 hiivat, punainen 7 <i>Penicillium</i> 7 Sphaeropsidales 12 steriilit 9 <i>Wallemia*</i> 5	Yhteensä 852 Muut bakteerit 847 <i>Streptomyces*</i> 5
4.	Yhteensä 255 <i>A. fumigatus*</i> 7 basidiomykeetit 22 <i>Cladosporium</i> 15 <i>Geomyces*</i> 2 <i>Geotrichum</i> 163 <i>Oidiodendron*</i> 2 <i>Penicillium</i> 12 Sphaeropsidales 5 steriilit 25 <i>Thysanophora</i> 2	Yhteensä 36 <i>A. penicillioides*</i> 9 <i>Acrodontium</i> 2 <i>Chrysonilia</i> ° 2 <i>Cladosporium</i> 2 <i>Eurotium*</i> 2 <i>Geotrichum</i> 2 hiivat, vaalea 5 <i>Penicillium</i> 5 Sphaeropsidales 5 steriilit 2	Yhteensä 2808 Muut bakteerit 2804 <i>Streptomyces*</i> 4

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

Näyte	Mesofiiliset sienet		Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	
	Hagem-agar	DG18-agar	THG-agar	
5.	Yhteensä 238	Yhteensä 61	Yhteensä 1064	
	<i>A. fumigatus</i> 2	<i>Cladosporium</i> 19	Muut bakteerit 1054	
	<i>Aphanocladium</i> 2	hiivat, vaalea 5	<i>Streptomyces</i> * 10	
	basidiomykeetit 10	<i>Penicillium</i> 7		
	<i>Cladosporium</i> 25	Sphaeropsidales 21		
	<i>Geotrichum</i> 162	steriilit 9		
	hiivat, vaalea 10			
	Sphaeropsidales 17			
	steriilit 10			
6.	Yhteensä 334	Yhteensä 137	Yhteensä 487	
	<i>Aphanocladium</i> 2	<i>Aphanocladium</i> 7	Muut bakteerit 480	
	basidiomykeetit 15	<i>Cladosporium</i> 60	<i>Streptomyces</i> * 7	
	<i>Cladosporium</i> 47	<i>Geotrichum</i> 5		
	<i>Geotrichum</i> 195	hiivat, vaalea 5		
	hiivat, punainen 5	<i>Penicillium</i> 17		
	hiivat, vaalea 5	Sphaeropsidales 26		
	<i>Penicillium</i> 25	steriilit 17		
	Sphaeropsidales 15			
	steriilit 25			
7.	Yhteensä 242	Yhteensä 145	Yhteensä 425	
	<i>Aphanocladium</i> 2	<i>A. penicillioides</i> * 2	Muut bakteerit 422	
	basidiomykeetit 22	<i>Cladosporium</i> 34	<i>Streptomyces</i> * 3	
	<i>Cladosporium</i> 39	<i>Geotrichum</i> 5		
	<i>Geotrichum</i> 96	hiivat, vaalea 2		
	<i>Monocillium</i> 27	<i>Monocillium</i> 49		
	<i>Penicillium</i> 27	<i>Penicillium</i> 22		
	Sphaeropsidales 7	Sphaeropsidales 19		
	steriilit 22	steriilit 12		

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys -lehti 8/2005, s. 56-59), A. = Aspergillus, Streptomyces = aktinobakteeri (sädesieni), - = pitoisuus alle määrittäjärajan

Tulkintaohje:

Terveysperusteisia raja-arvoja sisäilman sieni-itiöpitoisuuksille ei ole olemassa. Lumettomana vuodenaikana sisäilmanäytteiden mikrobistoa verrataan ulkoilmanäytteiden mikrobipitoisuuksiin ja lajistoon. Tilanne tulkitaan tavanomaiseksi, mikäli sisäilman sieni-itiö ja/tai aktinobakteeripitoisuudet ovat pienempiä kuin ulkoilman pitoisuudet ja lajisto on samankaltainen molemmissa näytteissä (Bioaerosols: Assessment and Control 1999). Sulan maan aikana sieni-itiöitä kulkeutuu sisäilmaan mm. ilmanvaihdon mukana ja avoimista ikkunoista ja ovista.

Asiakasratkaisut



Marja Hänninen
mikrobiologi
Kuopio



Mari Haapakoski
laboratoriomestari
Kuopio

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

Työterveyslaitos

Neulaniementie 4, PL 310, 70101 Kuopio, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Sisäilmainsinöörit Oy
Vesa Nordström
Luoteisrinne 4 C
02270 ESPOO



Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Vesa Nordström
Näytteenottoaika: Rajatorpan koulu
Näytteenottopäivämäärä: 4.5.2015
Vastaanottopäivämäärä: 7.5.2015
Näytemäärä: 5 kpl

Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (AR2304-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. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

<u>Mikrobiryhmät</u>	<u>Kasvatusalustat</u>	<u>Kasvatus- lämpötilä</u>	<u>Kasvatus- aika</u>
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. Talonmiehen asunto, kylmäkaapin seinä, eristevilla
2. Mummola, varaston seinä, maali+tasoite
3. Mummola, luokan lattia, matto+tasoite
4. Talonmiehen asunto, ulkoseinät, eristevilla
5. Paviljonki, huone 2, ulkoseinä, eristevilla

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
1.	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Chaetomium</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(7)	
2.	Yhteensä + <i>A. versicolor</i> * + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. penicillioides</i> * +++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ Muut bakteerit +++ <i>Streptomyces</i> * +	
3.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä +++ Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +++	
4.	Yhteensä ++ <i>A. versicolor</i> * ++ <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. sydowii</i> * + <i>A. versicolor</i> * ++ <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * ++	
5.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, A. = Aspergillus, 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 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



Virpi Turunen
laboratoriomestari
Kuopio

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



Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)

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 terveystaitan arvioinnissa

Terveysvaikutukset

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

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Näytteenottomenetelmä

- Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) kerättiin sisäilmasta Tenax-adsorbtioputkeen. Näytteet analysoitiin Metropolilabissa Helsingissä

Tilaaja

 Sisäilmainsinöörit Oy
 Nordström Vesa

 Luoteisrinne 4 C
 02270 Espoo


Näytetiedot	Näyte	Sisäilma VOC		
	Näyte otettu	28.04.2015	Kellonaika	
	Vastaanotettu	28.04.2015	Kellonaika	15.55
	Tutkimus alkoi	28.04.2015	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Näytteen ottaja	Nordström Vesa		
	Viite	Rajatorpan koulu, V. Nordström		

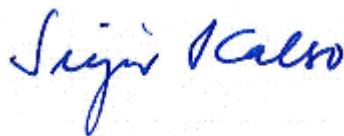
Havaintopaikka: *

Liitteenä tilakohtainen dokumentti yhdisteiden pitoisuuksista.

	Analyysi Yksikkö Menetelmä Epävarmuus-%	TVOC tolueenina (TD-GC-MSD/FID) µg/m ³ ISO 16000-6:2011 30
Näyte		*
8309-1, Sisäilma VOC, Vanha asunto OH tila 155, Rajatorpan koulu		33
8309-2, Sisäilma VOC, Vanha asunto MH tila 156, Rajatorpan koulu		59
8309-3, Sisäilma VOC, Paviljonki luokka taitopaja, Rajatorpan koulu		25
8309-4, Sisäilma VOC, Vanhakoulu mummola, Rajatorpan koulu		36

*=näyte tutkittu akkreditoidulla menetelmällä

Yhteyshenkilö Lukkarinen Timo, 010 3913 431, Kemisti



 Kalso Seija
 toimitusjohtaja

Tiedoksi Nordström Vesa, vesa.nordstrom@sisailmainsinootit.fi

 Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
 Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Liite testausselosteeseen	2015-08309-01		
Näyte	vanha asunto OH,tila 155		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		33	74
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alkaanit yht.		2,3	7
Suoraketjuisia ja haar hiilivetyjä		2,0	6
Rengasrak hiilivetyjä		0,3	1
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	3,8	3,0	9
2-Etyyli-1-heksanoli	2,0	2,0	6
Butanoli	0,7	<1,0	0
Fenoli	1,0	0,9	3
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	4	5	15
Bentseeni	1,1	1,3	4
Tolueeni	2,2	2,4	7
Etylibentseeni	<0,20	0,2	1
1,4-Ksyleeni	0,5	<1,0	0
Styreeni	<0,30	0,3	1
1,2-Ksyleeni	<0,30	0,6	2
Propyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
1,3,5-Trimetyyllibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyyli-naftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenyylit	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	1,1	<1	0
Etyyliasettaatti	0,9	<1,0	0
Butyyliasettaatti	0,2	<1,0	0
Esteriä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	3,7	2,0	6
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	1,9	1,0	3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	1,7	0,9	3
TXIB	<1,0	<1,0	0

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopiointista on saatava lupa.

2-Butoksietanoli		0,1	0
2-Fenoksietanoli		0,1	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asettaatti		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Halogenoidut yhdisteet yht.	<0,2	<1	0
Tetrakloorieteeni	<0,20	<1,0	0
1,1,2,2-Tetrakloorietaani	<0,10	<1,0	0
1,4-Diklooribentseeni	<0,10	<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karbonyylit yht.	10,1	7,8	24
Heksanaali	1,4	0,7	2
2-Furankarboksaldehydi	<1,0	<1,0	0
Bentsaldehydi	2,0	1,6	5
Oktanaali	1,6	0,8	3
Nonanaali	5,1	2,5	8
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		1,5	5
Asetofenoni		0,6	2
Karbonyyleja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		3,1	10
Etikkahappo		2,6	8
Heksaanihappo		<1,0	0
Orgaanisia happoja muita		0,5	2
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Terpeenit yht.	1	<1	2
Pineeni	0,6	0,5	2
Delta-3-kareeni	0,3	0,2	1
Limoneeni	<0,80	<1,0	0
beta-Pineeni		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Muut yhdisteet yht.		<1	2
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		0,5	2
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Liite testausselosteeseen	2015-08309-02		
Näyte	vanha asunto MH, tila 156		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		<u>59</u>	<u>70</u>
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alkaanit yht.		<2	0
Suoraketjuisia ja haar hiilivetyjä		<2,0	0
Rengasrak hiilivetyjä		<2,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	6,7	5,1	9
2-Etyyli-1-heksanoli	2,9	2,9	5
Butanoli	2,4	1,0	2
Fenoli	1,3	1,1	2
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	6	5	8
Bentseeni	1,0	1,2	2
Tolueeni	2,2	2,5	4
Etyylibentseeni	0,4	<1,0	0
1,4-Ksyleeni	1,2	1,2	2
Styreeni	0,3	<1,0	0
1,2-Ksyleeni	0,5	<1,0	0
Propyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyyli-naftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenyylit	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseenijä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	2,2	<1	1
Etyyliasettaatti	1,5	0,5	1
Butyyliasettaatti	0,7	<1,0	0
Esteriä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	20,9	11,5	20
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	8,1	4,1	7
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	12,8	6,4	11
TXIB	<1,0	<1,0	0

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopiointista on saatava lupa.

2-Butoksietanoli		0,4	1
2-Fenoksietanoli		0,6	1
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asettaatti		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Halogenoidut yhdisteet yht.	<0,2	<1	0
Tetrakloorieteeni	<0,20	<1,0	0
1,1,2,2-Tetrakloorietaani	<0,10	<1,0	0
1,4-Diklooribentseeni	<0,10	<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karbonyylit yht.	16,3	12,0	21
Heksanaali	2,4	1,0	2
2-Furankarboksaldehydi	<1,0	<1,0	0
Bentsaldehydi	2,3	2,1	4
Oktanaali	2,5	1,2	2
Nonanaali	9,1	4,5	8
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		1,0	2
Dekanaali		1,6	3
Asetofenoni		0,6	1
Karbonyyleja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		4,6	8
Etikkahappo		3,9	7
Heksaanihappo		0,4	1
Orgaanisia happoja muita		0,3	1
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Terpeenit yht.	2	1,7	3
Pineeni	1,5	1,1	2
Delta-3-kareeni	0,8	0,7	1
Limoneeni	<0,80	<1,0	0
beta-Pineeni		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Muut yhdisteet yht.		<1	1
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		0,8	1
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Liite testausselosteeseen	2015-08309-03		
Näyte	Paviljonki Taitopaja		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		<u>25</u>	<u>70</u>
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alkaanit yht.		<2	0
Suoraketjuisia ja haar hiilivetyjä		<2,0	0
Rengasrak hiilivetyjä		<2,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	3,7	3,5	14
2-Etyyli-1-heksanoli	1,8	1,8	7
Butanoli	<0,50	<1,0	0
Fenoli	1,9	1,8	7
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	<2,3	<1	0
Bentseeni	<0,80	<1,0	0
Tolueeni	<1,0	<1,0	0
Etyylibentseeni	<0,20	<1,0	0
1,4-Ksyleeni	0,3	<1,0	0
Styreeni	<0,30	<1,0	0
1,2-Ksyleeni	<0,30	<1,0	0
Propyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyylinaftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenylyli	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	1,6	<1	2
Etyyliasettaatti	1,4	0,4	2
Butyyliasettaatti	0,2	<1,0	0
Estereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	2,9	1,8	7
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	1,3	0,6	3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	1,7	0,8	3
TXIB	<1,0	<1,0	0

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

2-Butoksietanoli		0,1	0
2-Fenoksietanoli		0,2	1
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asettaatti		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Halogenoidut yhdisteet yht.	<0,2	<1	0
Tetrakloorieteeni	<0,20	<1,0	0
1,1,2,2-Tetrakloorietaani	<0,10	<1,0	0
1,4-Diklooribentseeni	<0,10	<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karbonyylit yht.	3,3	3,5	14
Heksanaali	1,3	0,5	2
2-Furankarboksaldehydi	<1,0	<1,0	0
Bentsaldehydi	2,0	1,5	6
Oktanaali	<1,0	<1,0	0
Nonanaali	<3,1	<1,0	0
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		0,2	1
Dekanaali		0,7	3
Asetofenoni		0,6	2
Karbonyyleja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		8,1	32
Etikkahappo		2,8	11
Heksaanihappo		<1,0	0
Orgaanisia happoja muita		5,3	21
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Terpeenit yht.	<0,8	<1	0
Pineeni	0,3	<1,0	0
Delta-3-kareeni	0,1	<1,0	0
Limoneeni	<0,80	<1,0	0
beta-Pineeni		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Muut yhdisteet yht.		<1	1
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		0,3	1
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Liite testausselosteeseen	2015-08309-04		
Näyte	vanha koulu Mummola		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		<u>36</u>	<u>74</u>
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alkaanit yht.		<2	0
Suoraketjuisia ja haar hiilivetyjä		<2,0	0
Rengasrak hiilivetyjä		<2,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	13,5	12,5	35
2-Etyyli-1-heksanoli	11,0	11,0	30
Butanoli	1,5	0,6	2
Fenoli	1,0	0,9	3
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	<2,3	1	4
Bentseeni	1,1	1,3	4
Tolueeni	<1,0	<1,0	0
Etyylibentseeni	<0,20	<1,0	0
1,4-Ksyleeni	0,5	<1,0	0
Styreeni	<0,30	<1,0	0
1,2-Ksyleeni	<0,30	<1,0	0
Propyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
1,3,5-Trimetyyllibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyyli-naftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenyylit	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	1,5	<1	1
Etyyliasettaatti	1,2	0,4	1
Butyyliasettaatti	0,3	<1,0	0
Esteriä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	7,5	3,5	10
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	7,0	3,5	10
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	0,5	<1,0	0
TXIB	<1,0	<1,0	0

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopiointista on saatava lupa.

2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asettaatti		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Halogenoidut yhdisteet yht.	<0,2	<1	0
Tetrakloorieteeni	<0,20	<1,0	0
1,1,2,2-Tetrakloorietaani	<0,10	<1,0	0
1,4-Diklooribentseeni	<0,10	<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karbonyylit yht.	8,1	3,6	10
Heksanaali	1,4	0,6	2
2-Furankarboksaldehydi	<1,0	<1,0	0
Bentsaldehydi	2,7	1,1	3
Oktanaali	<1,0	<1,0	0
Nonanaali	4,0	2,0	6
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		<1,0	0
Asetofenoni		<1,0	0
Karbonyyleja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		5,4	15
Etikkahappo		5,4	15
Heksaanihappo		<1,0	0
Orgaanisia happoja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Terpeenit yht.	<0,8	<1	0
Pineeni	0,5	<1,0	0
Delta-3-kareeni	0,1	<1,0	0
Limoneeni	<0,80	<1,0	0
beta-Pineeni		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Muut yhdisteet yht.		<1	0
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.



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

Näytteenottomenetelmä

- Kuitunäytteet kerättiin laskeumapinnoilta kahden viikon laskeumapölystä geeliteipillä
- Näytteet toimitettiin Labroc Oy:n laboratorioon, jossa teippinäytteistä analysoitiin polarisaatiomikroskoopilla kuitujen laskennallinen määrä (kpl/cm²)

Tulosten tulkinta

- Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen mukaan sisäpintojen kuitupitoisuuksille ei ole annettu yksiselitteistä terveydellistä pitoisuusohjetta
- Säännöllisesti siivottujen pintojen mineraalikuitupitoisuuksille (geeliteippinäyte) käytetään raja-arvoa 0,2 kuitua/cm² (Työterveyslaitos 2009)
- Pitoisuudet 0,2 kuitua/cm² tai yli ovat kohonneita

MINERAALIKUITULASKENTA

Tilaja: Sisäilmainsinöörit Oy/ Vesa Nordström	Tilaus-/ toimituspäivä: 13.5.2015	Kohde/ projektinnumero: Rajatorpan koulu
Menetelmät: Tilaaajan toimittamille geeliteipeille kerätyt teolliset mineraalivillakuidut (pituus >20 µm) laskettiin polarisaatio-mikroskoopilla Nikon E200POL tai Motic BA310POL. Näytteenotosta vastaa tilaaja (näytteenottaja Vesa Nordström). Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.		

TULOKSET:

Näyte tunnus:	Tila:	Näytteen kertymäaika:	Kuitua/ cm ² : *
1	Talonmiehen asunto, neuvottelutila	14 vrk	0,1
2	Talonmiehen asunto, kuraattori	14 vrk	0,2
3	Mummola, päätyseinä	14 vrk	< 0,1
4	Mummola, välisenä	14 vrk	< 0,1
5	Paviljonki, luokka 2	14 vrk	0,4
6	Paviljonki, luokka 3	14 vrk	< 0,1

*TTL:n teollisille mineraalivillakuiduille määrittämä viitearvo 14 vrk:n keräysajalle on < 0,2 kuitua/cm². Viitearvon ylittävät tulokset on lihavoitu.



Vesa Kontio
tutkija, FM
p. 050 4395 076

Hiilidioksidin pitkäaikaismittaus

Yleistä

- Ihmisen aineenvaihdunta tuottaa sisäilmaan hiilidioksidia (CO₂), jonka määrää sisäilmassa voidaan pitää ihmisestä peräisin olevien sisäilman epäpuhtauksien indikaattorina
- Sisäilman hiilidioksidipitoisuus saattaa kohota suureksi esimerkiksi asuinhuoneiston makuuhuoneessa yön aikana, päiväkodin lepo huoneessa ja koulun luokahuoneessa oppituntien aikana
- Kohonnut hiilidioksidipitoisuus viittaa puutteelliseen ilmanvaihtoon kyseisellä käyttäjäkuormalla
- Loggerit pyrittiin sijoittamaan mahdollisimman optimaaliseen kohtaan tiloissa huomioon ottaen tilojen käytön

Terveysvaikutukset

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

Ohje- ja tavoitearvot

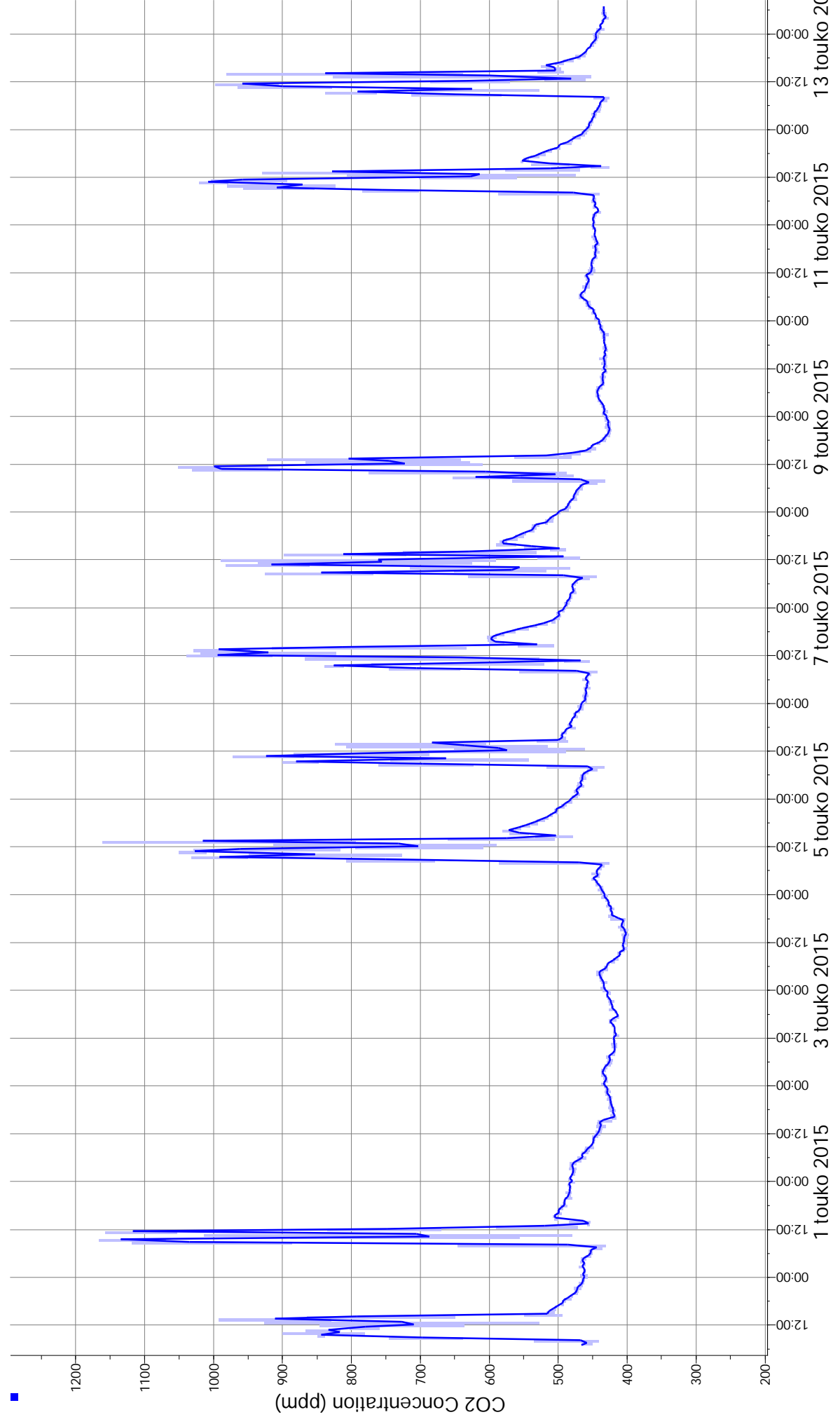
- Sisäilman kohonnut hiilidioksidipitoisuus ilmaisee ilmanvaihdon riittämättömyyttä, eikä sille siten voida ilmoittaa mitään erityistä terveydellistä ohje arvoa (STM :n Asumisterveysopas)
- Jos sisäilman hiilidioksidipitoisuus ylittää 2 700 mg/m³ (1 500 ppm), niin ilmanvaihto ei ole terveydensuojelulain edellyttämällä tasolla
- STM :n Asumisterveysoppaan mukaan tyydyttävänä hiilidioksidipitoisuutena sisäilmassa voidaan pitää arvoa 2 160 mg/m³ (1 200 ppm)

Tutkimusmenetelmä

- Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden vaihteluiden mittaukseen käytettiin Tinytag -mittalaitteita, jotka jatkuvatoimisina mittasivat ja rekisteröivät hiilidioksidipitoisuuden 10 minuutin välein. Mittalaitteen virhemarginaali on ± 3 % lukemasta

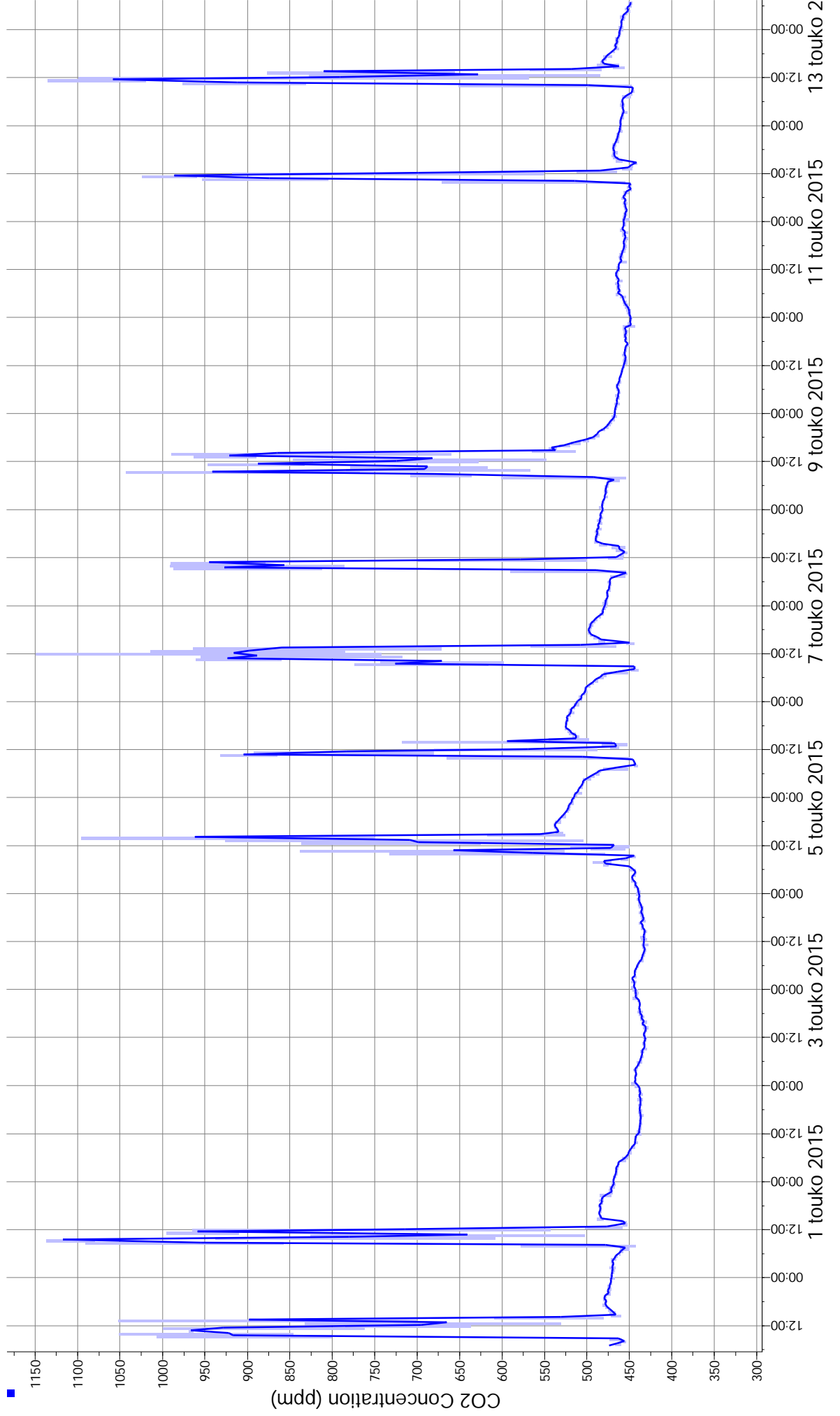
Rajatorpan koulu log 1, Paviljonki luokka 1

728299 CO2 Concentration Rajatorpan koulu log 1



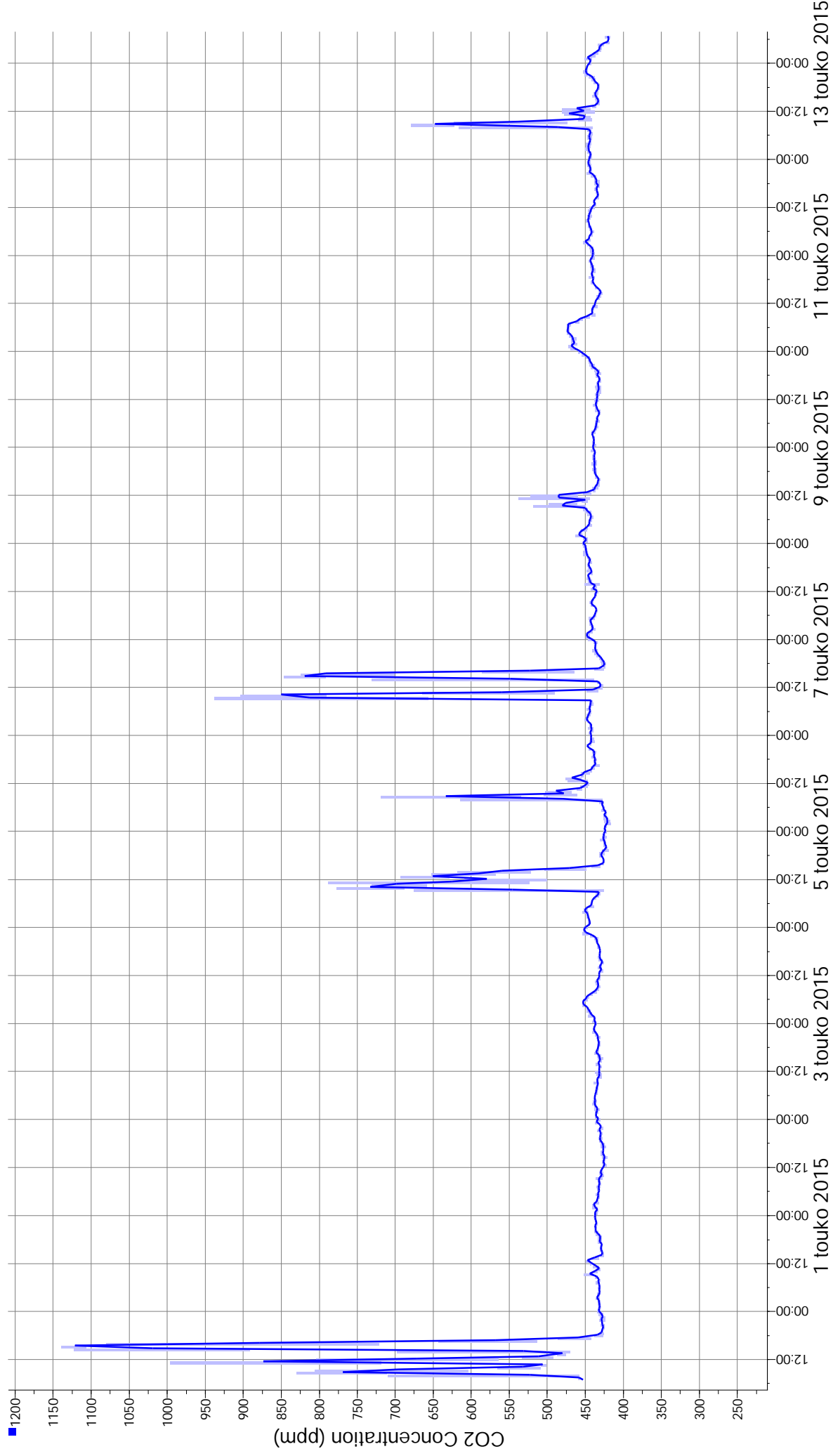
Rajatorpan koulu log 2 , Paviljonki luokka 3

■ 657317 CO2 Concentration Rajatorpan koulu log 2



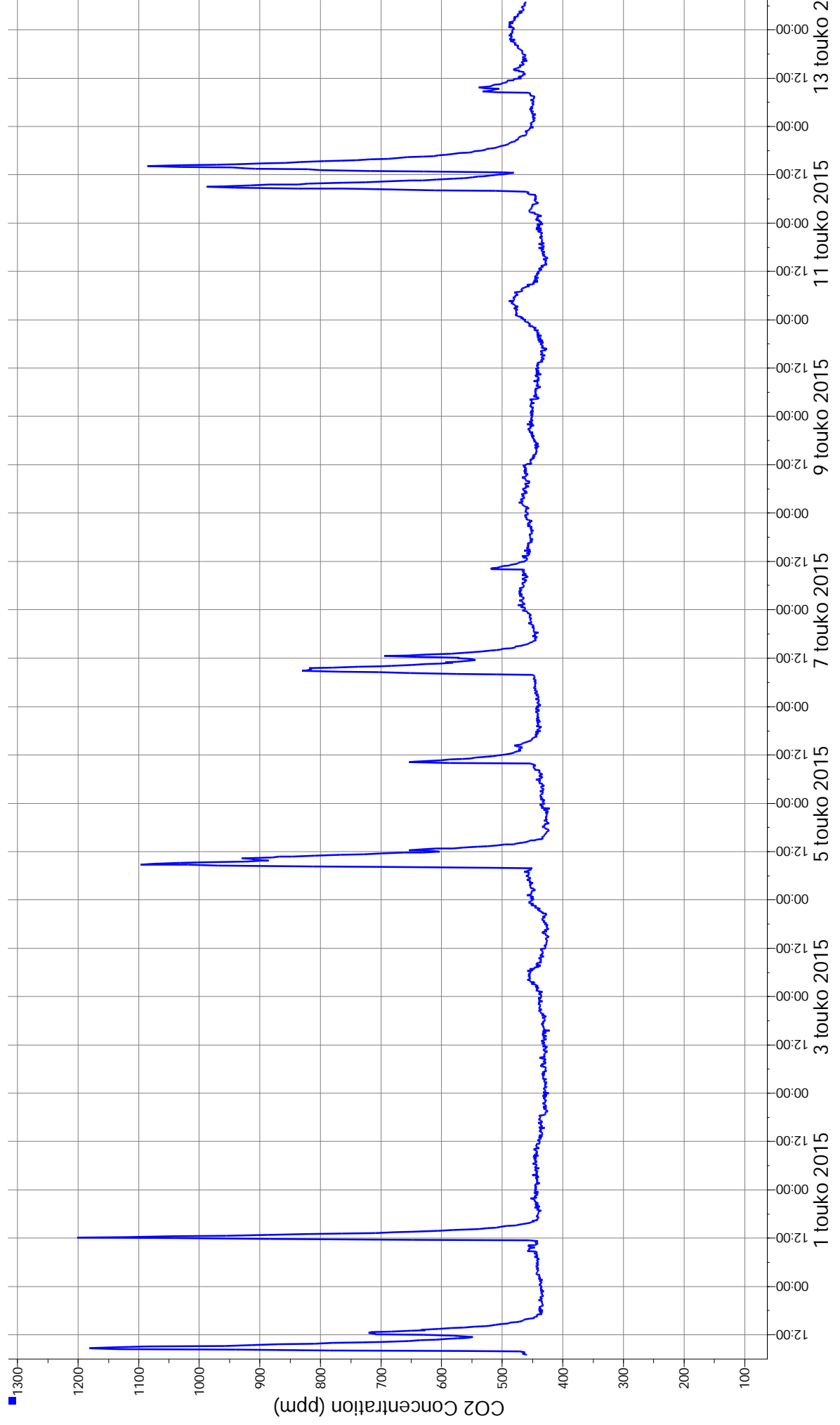
Rajatorpan koulu log 3, Vanha talonmiehen asunto, neuvotteluhuone

■ 657344 CO2 Concentration Rajatorpan koulu log 3



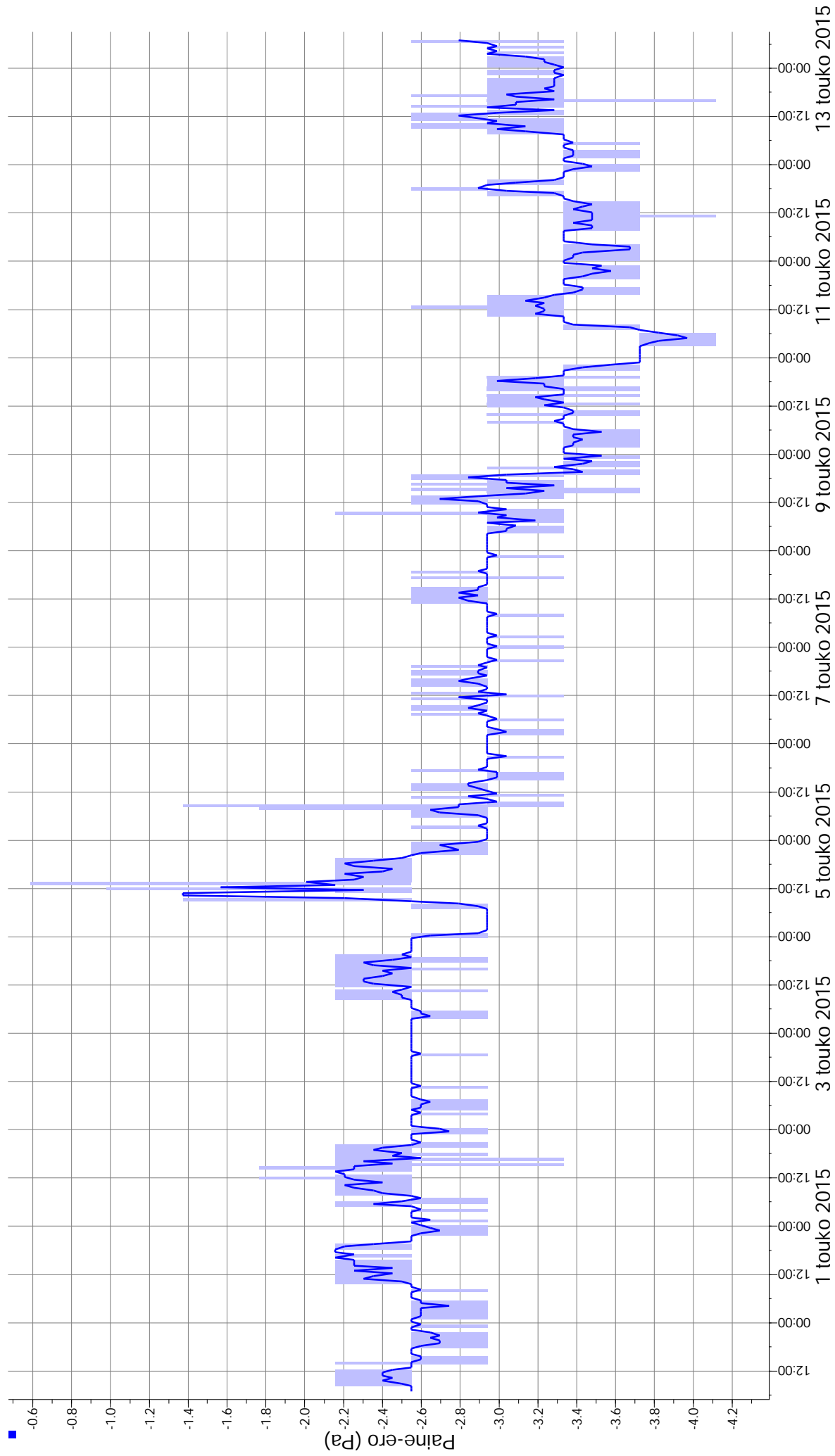
Rajatorpan koulu log 4, Vanha koulurakennus (Mummola)

728290 CO2 Concentration Rajatorpan koulu log 4



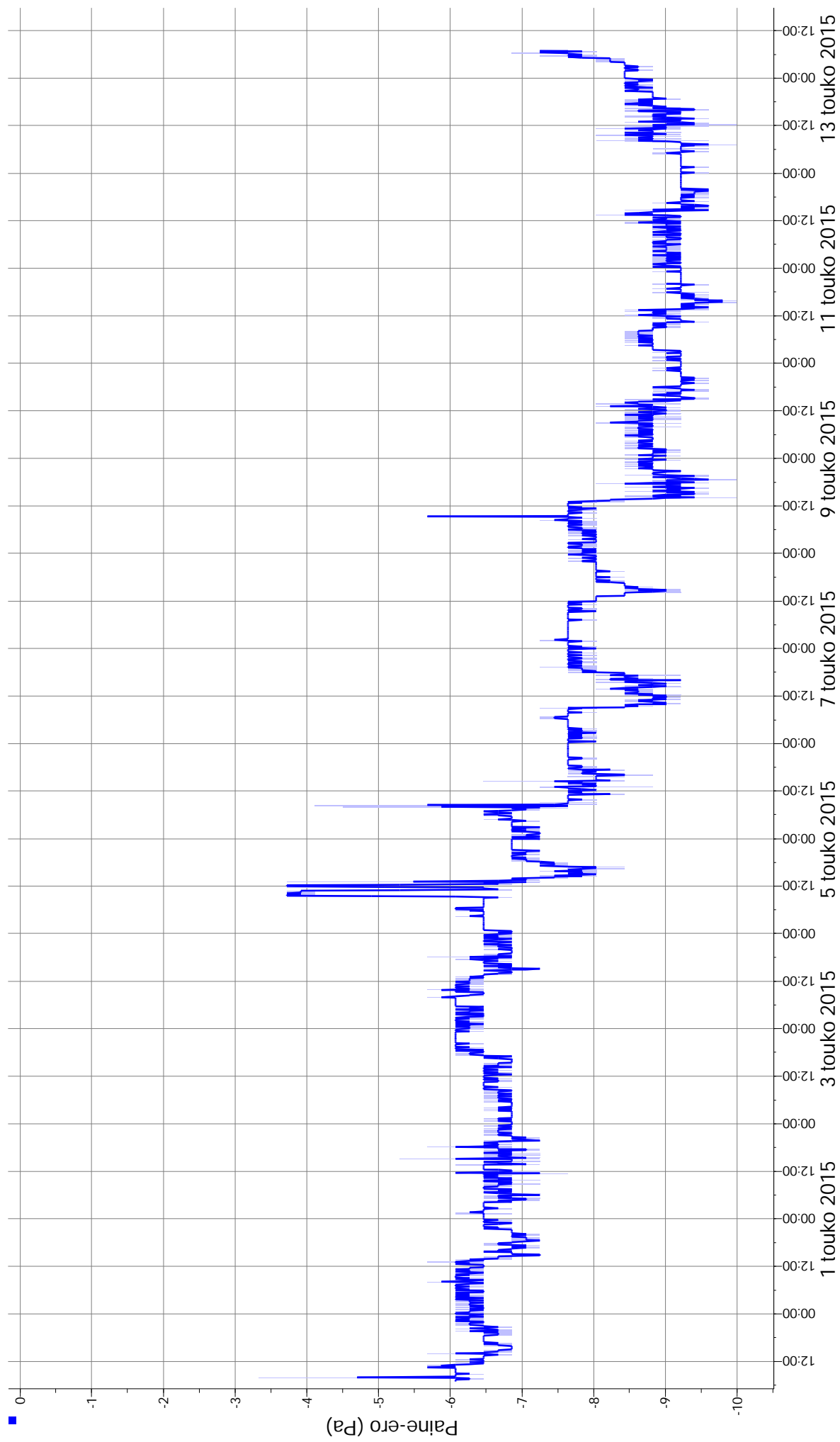
Rajatorpan koulu MP 1, Vanha talonmiehen asunto (Kuraattori)

■ 622137 Paine-ero Rajatorpan koulu MP 1



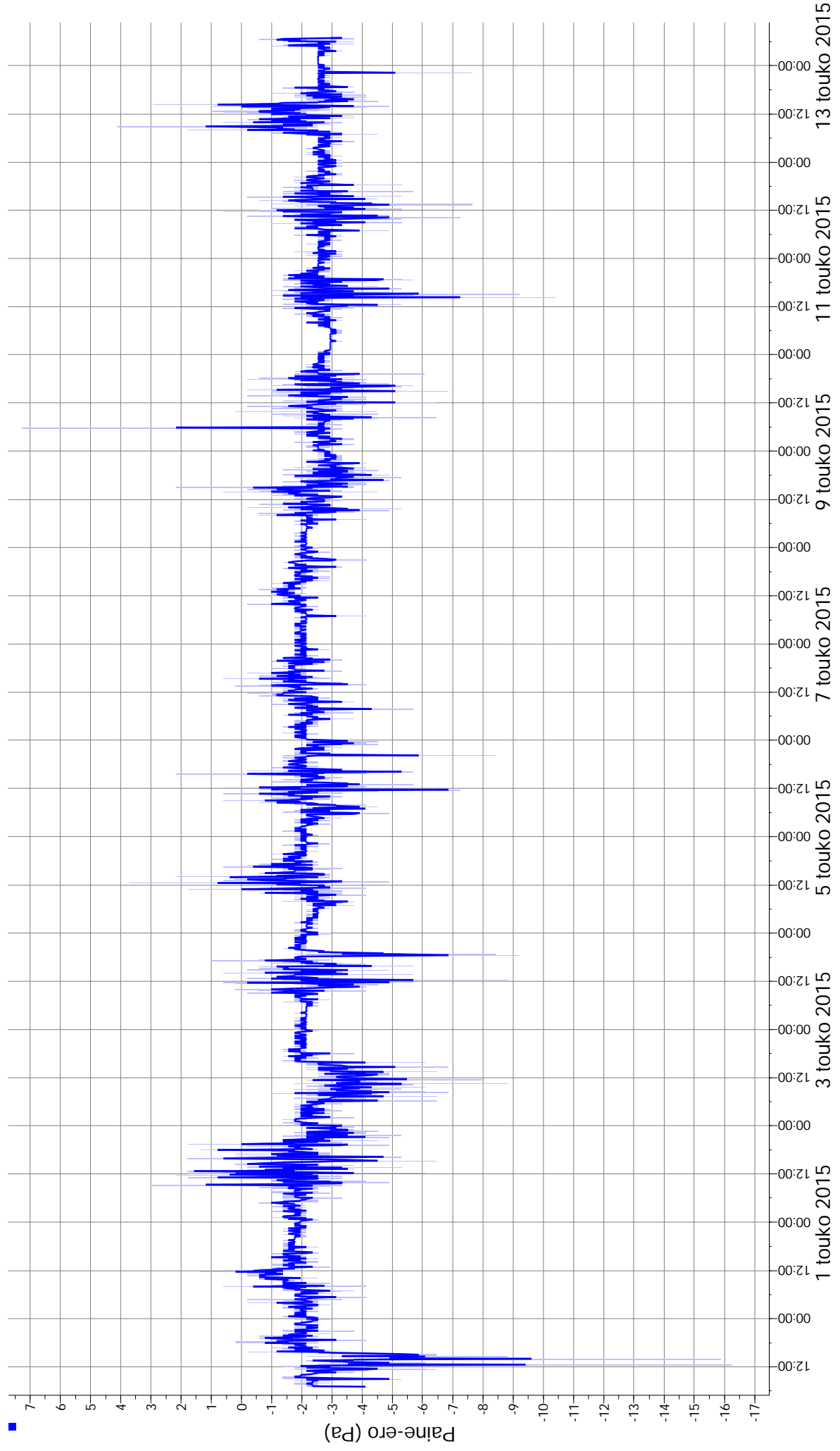
Rajatorpan koulu MP 2, Vanha talonmiehen asunto (Neuvotteluhuone)

■ 387394 Paine-ero Rajatorpan koulu MP 2



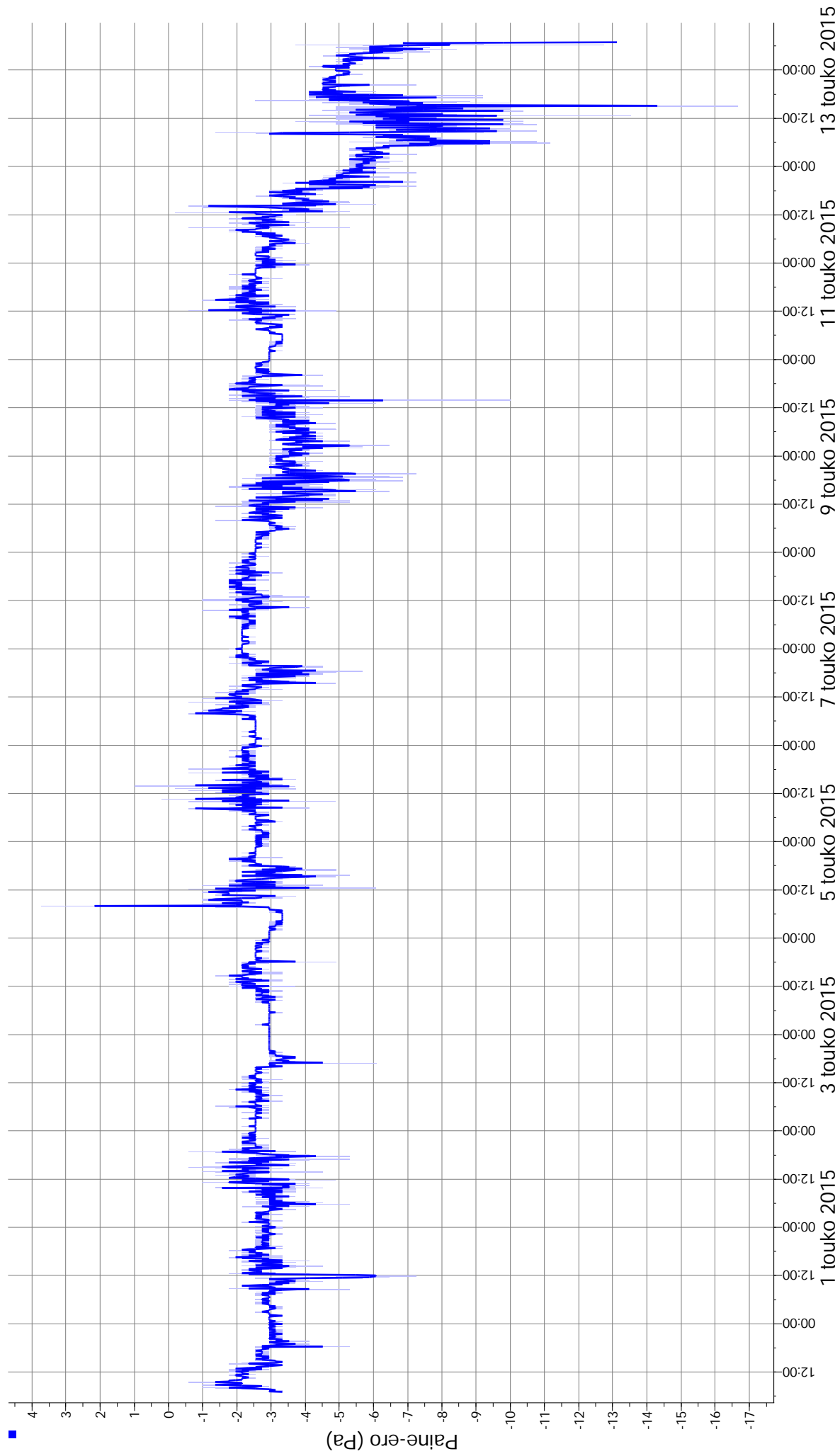
Rajatorpan koulu MP3, Pavijonki luokka 2, ulkoseinä

622138 Paine-ero Rajatorpan koulu MP3



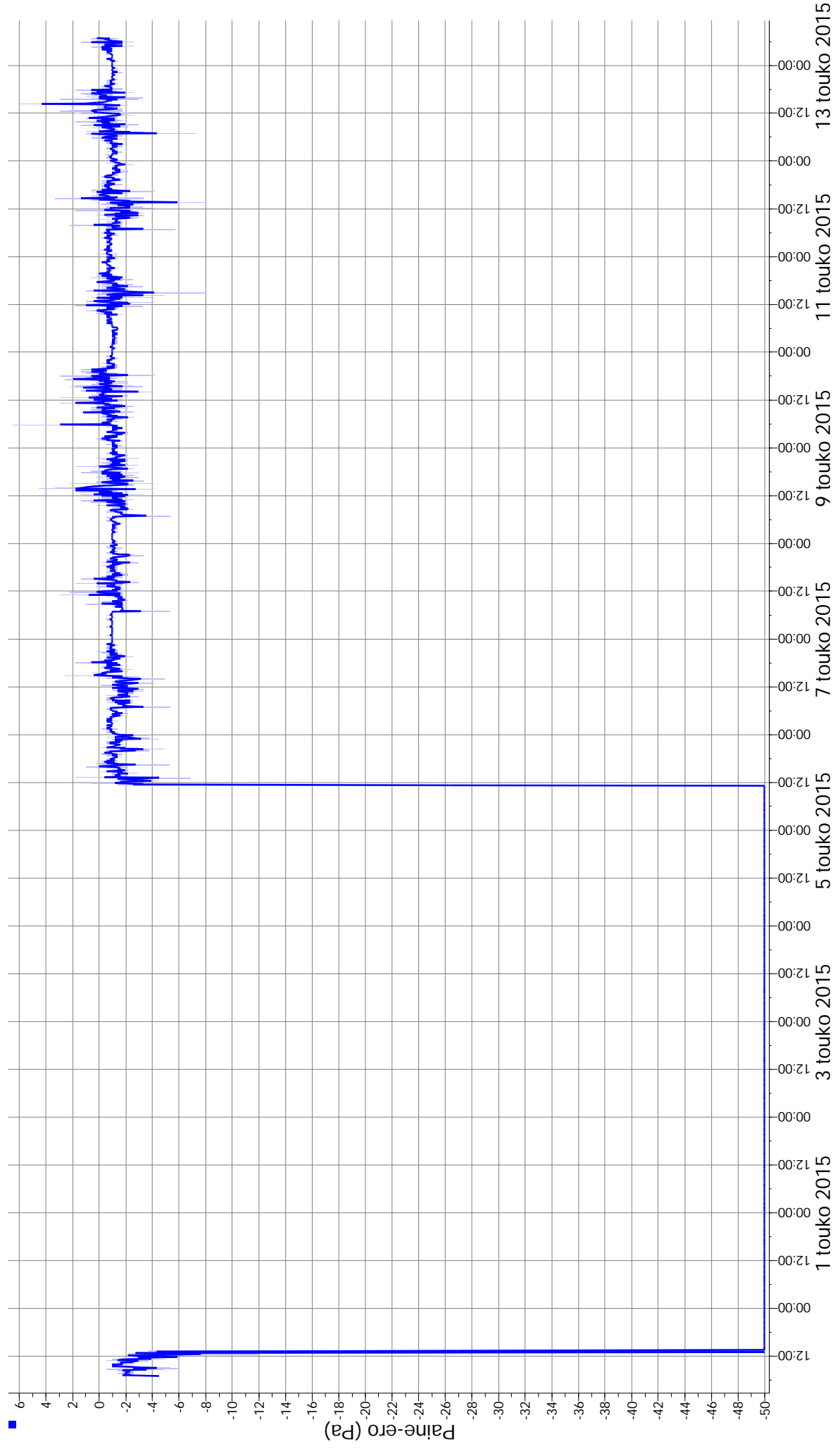
Rajatorpan koulu MP4, Vanha koulurakennus (Mummola)

622136 Paine-ero Rajatorpan koulu MP4



Rajatorpan koulu MP5, Paviljonki luokka 1, ulkoseinä

■ 384140 Paine-ero Rajatorpan koulu MP5



Rajatorpan koulu MP6, Pavijonki luokka 2, alapohja

■ 383650 Paine-ero Rajatorpan koulu MP6

