

KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS



REKOLAN KOULU LAAJENNUSOSA
REKOLANTIE 67, VANTAA
22500325-427

Tiivistelmä

Rekolan koulun laajennusosa on vuonna 1997 rakennettu tiili/betonirakenteinen opetus-rakennus. Tutkimus sisältää rakenteiden kosteusteknisen kuntotutkimuksen ja tutkittujen rakenteiden mahdolliset sisäilman laatuun vaikuttavien riskitekijöiden arvioinnin, raportoidun kemiallisen hajun lähteen selvittämisen ja korjaustarpeen määrittämisen. Tutkimusten perusteella sisäilmassa, rakenteissa ja pintamateriaaleissa ei ole todettu poikkeamia, jotka voisivat aiheuttaa tiloissa ajoittain havaitun kemiallisen hajuhaitan. Tiloissa ei todettu tutkimusten aikana hajuhaittaa, lukuun ottamatta odotustilan 017 sähkökaapin lievää kemiallista hajua.

Rakennuksessa on tuulettuva ontelolaattarakenteinen alapohja. Ryömintätilan tuulettuvuudessa ja kosteusteknisessä kunnossa ei todettu poikkeamia. Alapohjarakenne oli kuiva tilan 010 paikallista kosteaa aluetta lukuun ottamatta. Alapohjien muovimattopäällysteet ovat M1 luokiteltuja ja mitatut materiaalipäästöt ovat tutkimusten perustella alhaisia.

Rakennuksen ulkoseinärakenteet ovat kalkkihiekkatiili/tiili rakenteisia. Tiloissa on sisäpuolella kantava 130 mm kalkkihiekkatiili rakenne. Ulkovuorena on 85 mm kolmikerrospattu tiili. Lämmöneristeenä on 150 mm mineraalivillaeriste. Rakenteissa ei havaittu poikkeavaa kosteutta, kosteusjälkiä eikä kosteuden aiheuttamia mikrobivaurioita. Merkkiainekokeiden yhteydessä havaittiin yksittäisiä lieviä ilmavuotoja ulkoseinän eristetilasta huoneilmaan päin. Ulkoseinän ilmatiiveys oli pääosin hyvä.

Tutkimusten ja havaintojen perusteella, tilojen tasopinnoilla on runsaasti kiviainesperäistä pölyä. Pölynkoostumustutkimuksen perusteella pöly sisältää runsaasti alumiinisilikaatti-/kvartsihiukkasia, joka viittaa rakentamisen aikaiseen pölyyn. Mineraalikuitujen osalta, tiloissa ei havaittu poikkeavia pitoisuuksia. Tasopintojen runsaan pölyn arvioidaan heikentävän sisäilman laatua.

Tiivistyskorjaukset on visuaalisesti arvioiden tehty alakattoon, alakatoissa on runsaasti luukkuja, joiden tiivistykset ovat vaurioituneet käytössä. Alakattojen sisällä on runsaasti pölyä ja eristevillaa, minkä arvioidaan heikentävän sisäilman laatua.

Ilmanvaihto on paikoin alimitoitettu nykyiseen käyttäjämäärään nähden. Ilmanvaihto suositellaan säädettäväksi nykyisille käyttäjien maksimimäärille sopivaksi. Sisätiloissa havaittiin ulkoilmaan nähden normaalia suurempaa, keskimäärin n.8-9 Pa alipaineisuutta. Ilmanvaihtoa säädettäessä suositellaan otettavaksi paine-erot huomioon. Ilmanvaihto tulisi säätää siten, että paine-ero sisätilan ja ulkoilman välillä on 0-2Pa.

1 YHTEENVETO TÄRKEIMMISTÄ SUOSITELTAVISTA TOIMENPITEISTÄ

- Opetustiloissa tehostetaan ilmanvaihtoa vastaamaan nykyisiä käyttäjämääriä. Tiloittain tuloilmavirraksi säädetään vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden suurimmalla käyttäjämäärällä. Mikäli ilmanvaihdon tehostamista ei voida tehdä, saatetaan joidenkin tilojen suurinta käyttäjämäärää joutua rajoittamaan riittävän ilmanvaihdon varmistamiseksi. Poistoilmavirrat säädetään vastaamaan tuloilmavirtoja. Säättötyön lopussa tarkistetaan, että sisätilojen ja ulkoilman välinen paine-ero pysyy pienenä – suositeltavana pidetään sisätilojen 0...-5 Pa alipaineisuutta ulkoilmaan nähden.
- Alakattojen ja lattialuukkujen vaurioituneiden tiivistysten korjaaminen.
- Rakennuksen ylä-, keski- ja alatasopintojen perussiivoaminen.
- Lämmityksen säätö tilan 010 osalta.
- Julkisivun avonaisen elementtisauman korjaaminen.
- Muovimatto poistetaan luokan 010 lavuaarin ympäristöstä vähintään 0,5 m² alueelta. Liimat ja tasoitteet poistetaan puhtaaseen betonipintaan asti. Pintabetonilaatta kuivataan ja rakenteen riittävä kuivuminen varmennetaan kosteusmittauksin ennen uuden muovimaton asennusta.
- Kevytsorakerroksen tilannetta on syytä seurata. Mahdollisten laajempien tutkimusten tai toimenpiteiden yhteydessä puuteiden laajuutta on syytä selvittää.

SISÄLTÖ		
1	YHTEENVETO TÄRKEIMMISTÄ SUOSITELTAVISTA TOIMENPITEISTÄ	2
2	YLEISTIEDOT	5
3	KOHTEN YLEISKUVAUS	6
4	LÄHTÖTIEDOT	7
5	TUTKIMUSMENETELMÄT	7
6	RAKENNETEKNISET TUTKIMUKSET	8
6.1	ALAPOHJAT	8
6.1.1	Alapohja rakenteet	8
6.1.2	HAVAINNOT JA MITTAUSTULOKSET	10
6.1.3	Kosteusmittaukset	10
6.1.4	Merkkiainekokeet	11
6.1.5	Ryömintätila	12
6.1.6	JOHTOPÄÄTÖKSET	14
6.1.7	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	14
6.2	Ulkoseinä rakenteet	15
6.3	HAVAINNOT JA MITTAUSTULOKSET	18
6.3.1	Merkkiainekokeet	18
6.3.2	Rakenne avaukset, rakennusmateriaalien mikrobiologinen kunto	19
6.4	MUUT HAVAINNOT	20
6.5	JOHTOPÄÄTÖKSET	21
6.6	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	21
7	SISÄILMAN LAATU	22
7.1	PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT	22
7.2	PÖLYN KOOSTUMUS	22
7.3	SISÄILMAN OLOSUHTEET	23
7.4	SISÄILMAN HIILIDIOKSIDIPITOISUUS	23
7.5	LATTIAPÄÄLLYSTEIDEN MATERIAALIPÄÄSTÖJEN ARVIOINTI	24
7.6	SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET	25
7.7	MATERIAALIPÄÄSTÖTUTKIMUS	25
7.8	JOHTOPÄÄTÖKSET	26
7.9	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	26
8	ILMANVAIHTOTUTKIMUKSET	27
8.1	RYÖMINTÄTILAN ILMANVAIHTO	27
8.2	ILMANVAIHDON ILMAVIRrat	28
8.3	PAINE-EROSEURANTA	29
8.4	JOHTOPÄÄTÖKSET	30

8.5	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	30
9	MUUT HAVAINNOT	31
9.1	JOHTOPÄÄTÖKSET	33
9.2	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	33
10	PÄIVÄYS JA ALLEKIRJOITUKSET	34
	Liitteet	34
	Liite 1 Mittaustulokset	34
	Liite 2 Mittauspisteet pohjakuvissa	34
	Liite 3 Merkkianekokeet	34
	Liite 4 Pintakosteuskartoitus	34
	Liite 5 Paine-ero seuranta	34
	Liite 6 Hiilidioksidi seuranta	34
	Liite 7 Olosuhdeseuranta	34

2 YLEISTIEDOT

Tutkimuskohde:

Rekolan koulun laajennusosa
Rekolantie 67, Vantaa

Tilaaaja:

Leena Stenlund
Vantaan Kaupunki
Maankäytön, rakentamisen ja ympäristön toimiala
Tilakeskus, Kunnossapito
Kielotie 13
01300 Vantaa

Sähköposti: leena.stenlund@vantaa.fi

Tutkimusryhmä:

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

- Laboratorioanalyysit Mikrofokus Oy, Metropolilab Oy
- Bulk-VOC analyysi työterveyslaitos
- Rakenneavauksien teko ja paikkaus tilaajan toimesta

Tutkimuksen ajankohta

Tutkimukset kohteessa tehtiin 9.12.2019-14.1.2020.

Tutkimustavoite:

Tarkoituksena on tehdä Rekolan koulun laajennusosan (747 m²) päiväkotiin sisäilma- ja rakennetekninen kuntotutkimus [REDACTED] korjaustarpeen selvittämiseksi. Tutkimus sisältää rakenteiden kosteusteknisen kuntotutkimuksen ja tutkittujen rakenteiden mahdolliset sisäilman laatuun vaikuttavien riskitekijöiden arvioinnin ja korjaustarpeen määrittämisen, jotka tulee huomioida rakennuksen korjaustoimenpiteiden suunnittelu- ja toteutusvaiheessa.

Tutkimukseen valitut rakenteet on valittu tarjouspyynnön mukaisesti ja ehdotettujen lisäselvityspyyntöjen perusteella. Lisäselvityspyynnöt on esitetty, jos rakenteiden tekniseen toimivuuteen, hajuhahtaan tai kosteustekniseen kuntoon on liitetty epäilyjä

Tutkimuksia ei kohdennettu yläpohjaan eikä vesikattoon.

3 KOHTEEN YLEISKUVAUS

Rekolan koulun laajennusosa on yksitasoinen ja rakennettu vuonna 1997. Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Rakennus on Vantaan kaupungin omistama.

Rakennesuunnitelmien mukaan alapohjan tuuletusta on parannettu vuonna 2001. Alustatilaan on lisätty poistoilmakanavointia, poistoilmaventtiilit ja raitisilmaputket. Alustatilaan on lisätty myös kevytsorakerros, lisäys on ilmeisesti tehty vuoden 2001 remontin yhteydessä. Kevytsoraa ei löydy alkuperäisistä suunnitelmista.



Kuva 1. Ilmakuva, maps.google.fi

4 LÄHTÖTIEDOT

[REDACTED]

Edeltävät tutkimukset:

-Alustatilojen kuntoselvitys, Aaro Korhonen oy, 2005

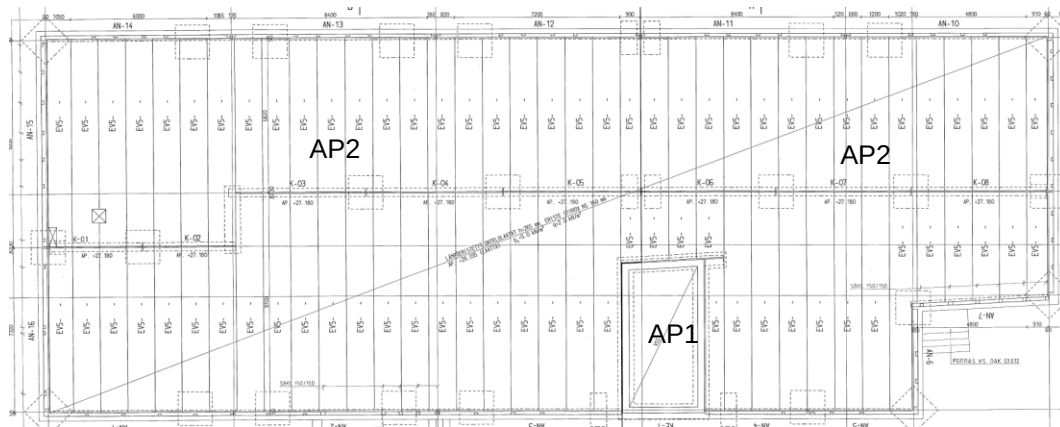
5 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimuksissa käytettiin seuraavia kalibroituja mittalaitteita

- Pintakosteusilmaisoin Gann Hydromette UNI 1 / Hydrotest LG1
- Kosteusmittaukset Vaisala HUMICAP HM40-sarja, lukulaite HM40 ja mittapäät HMP42, HMP40S
- Sisäilman olosuhdeseurantalaitteisto, Tinytag-tiedonkeruujärjestelmä
- Merkkiainelaitteisto Wika-GIR10, Sensistor XRS9012 ja alipaineistimena Blower-Door.
- Laboratorioanalyysit on tehty MertropoliLab Oy:ssä ja Työterveysölaitoksella

6 RAKENNETEKNISET TUTKIMUKSET

6.1 ALAPOHJAT



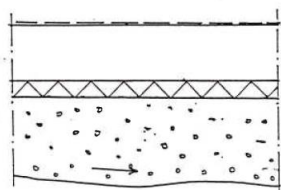
Kuva 2. Alapohjatyypien sijainti pohjakuvassa

6.1.1 Alapohja rakenteet

Alapohjarakennetyyppejä on kaksi AP1 ja AP2. AP2 Rakenteisiin porattiin merkkiaineko-keiden yhteydessä yhteensä viisi Ø16mm reikää, joista rakenne varmennettiin. Poraus kohdat ovat merkittynä pohjakuviin liitteessä 3.

AP1/VSS maavarainen alapohja

Rakennesuunnitelmien mukaan, ei avattu



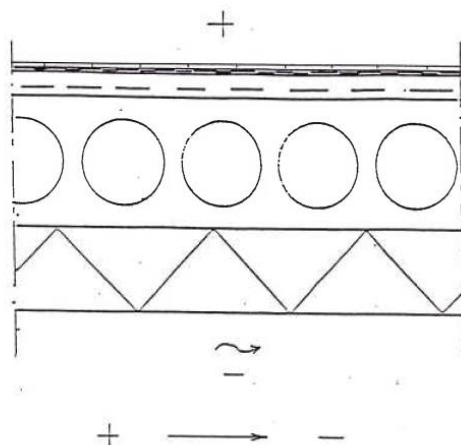
KALLISTUS 1:50

Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
 150 mm TERÄSBETONI, ALLA RAKENNUSPAHVI
 50 mm STYROX R
 ≥ 200 mm TIIVISTETTY SORA

Kuva 3 VSS-lattia rakenne (Ei avattu)

AP2 Ontelolaatta alapohja

Rakennesuunnitelmien mukainen, varmennettu porareijästä tiloissa 005, 015, 020, 016



Laatoitus huoneselityksen mukaan

Muovimatto hitsatuin saumoin

40...60 mm Pintalaatta raud. verkko 4-150

265 mm Ontelolaatta

160 mm Styrox NS

Tuuletettu tila

Kuva 4 Alapohja rakenne.AP2.

6.1.2 HAVAINNOT JA MITTAUSTULOKSET

Kosteuskartoitus on esitetty liitteessä 4, merkkiainekokeet liitteessä 3. ja ryömintätilan tutkimuspisteet liitteessä 2.

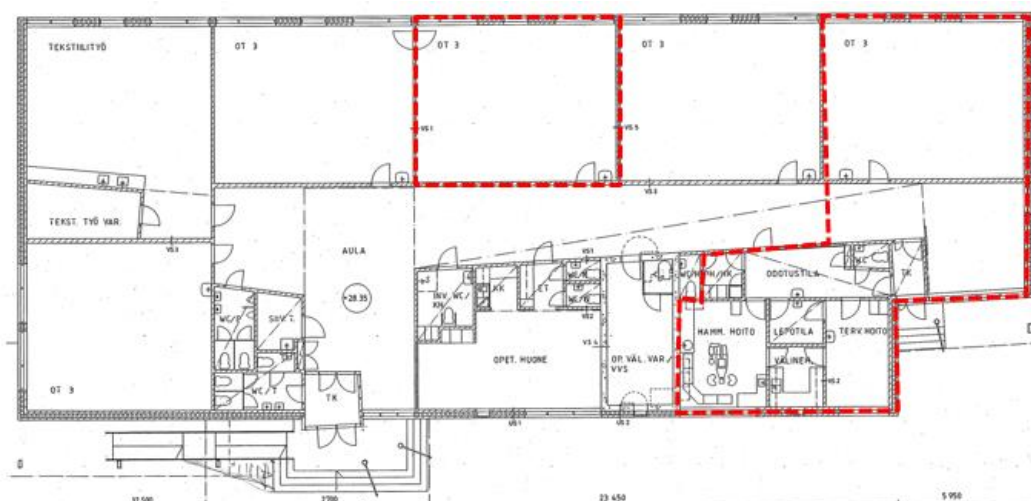
6.1.3 Kosteusmittaukset

Rakenteiden kosteusteknistä tilaa selvitettiin pintakosteuskartoituksella sekä tarkentavilla viiltomittauksilla. Viiltomittauksien tulokset on esitetty liitteessä 1. Pintakosteuskartoitus sekä kosteusmittauspisteiden sijainnit on merkitty pohjakuvaan liitteessä 4.

Alapohjanrakenteissa havaittiin pintakosteuskartoituksen yhteydessä paikallisia lievästi kohonneita lukemia tiloissa 005, 015, 010, 008, 011 ja 012. Kohonneet lukemat havaittiin pääosin kulkureittien ja naulakoiden läheisyydessä. Tiloissa tehtiin tarkentavia viiltokosteusmittauksia. Mittauksilla selvitettiin suhteellinen kosteus muovimattopäällysteen alta päällysteen kosteusteknisen kunnon arvioimiseksi.

Maton alta suoritetuilla viiltomittauksilla ei havaittu kohonneita kosteuskokemia, lukuun ottamatta paikallista tilan 010 pesualtaan edustalle suoritettua mittausta (RH 82,4%) jonka suhteellinen kosteus oli muihin tiloihin nähden koholla. Samassa kohdassa on havaittu paikallisesti kohonneita lukemia myös vuonna 2018 tehdyissä tutkimuksissa. Matot olivat pääsääntöisesti melko heikosti kiinni ja viilloista havaittiin paikoin lievää kemiallista hajua.

6.1.4 Merkkiainekokeet



Kuva 5 Merkkiainekokeen avulla tutkittu alue.

Alapohjarakenteen ilmatiivyyttä tutkittiin merkkiainekokeen avulla, kuvaan 5 merkityllä alueella. Merkkiaine laskettiin ryömintätilaan ontelolaatta rakenteen läpi poratun reiän kautta. Tuulettuvassa ryömintätilassa kaasu liikkui esteettä koko tutkittavalle alueelle. Kaasun leviäminen varmistettiin poraamalla tarkastusreikiä alapohjarakenteeseen. Kaasu pysyi ryömintätilassa kohtalaisen pitkiä aikoja, kun huomioidaan ryömintätilan koneellinen tuuletus.

Merkkiainekokeen yhteydessä, hammashoitolan odotustilan sähkökaapissa havaittiin lievää kemiallista hajua. Merkkiaine kokeiden yhteydessä ei havaittu ilmavuotoja ryömintätilasta huoneilmaan. Huomionarvoista on, että huonetilat olivat n 4-5 Pa (Hetkellinen mitaus) alipaineisia ryömintätilaan nähden myös ilman koneellista alipaineistusta. Merkkiainekokeen tulokset on esitelty tarkemmin liitteessä 3.

6.1.5 Ryömintätila

Alapohjan ryömintätila on silmämääräisesti arvioituna siistissä kunnossa, eikä varsinaisia kosteusvaurio merkkejä ollut havaittavissa. Alapohjalaatan alapintaan uretaanilla liimattu EPS levy avattiin kolmesta kohdasta. Kaikissa tutkituissa pisteissä laatan alapinta oli siisti eikä ylimääräistä orgaanista materiaalia havaittu. Samoissa kohdissa tutkittiin kevytsora-kerroksen koostumusta, syvyyttä ja tarkistettiin suodatinkankaan olemassaolo. Kevytsora-kerros oli kaikissa tutkimuspisteissä 100-300mm, ylimääräistä orgaanista materiaalia ei löytynyt. Pisteessä RA4 havaittiin suodatinkankaan reuna, viereistä suodatinkangasta ei havaittu vaan kevytsorakerros oli suoraan hiekkakerroksen päällä. Pisteissä RA3 ja RA5 suodatinkangas oli suunnitelmien mukaisesti.

Alapohjan tutkimusten yhteydessä havaittiin lievää tunkkaista hajua, kemiallista hajua ei havaittu. Varsinaisia vaurioita ei havaittu.



Kuva 6 Yleiskuva ryömintätilasta.



Kuva 7 RA4 kevytsorakerroksen alla puuttuu osittain suodatinkangas.



Kuva 8 RA5 ontelolaatan alapinta.

6.1.6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Alapohjarakenteiden kosteustekninen kunto on pääosin hyvä.

Pintakosteuskartoituksen yhteydessä havaittiin paikoin kohonneita kosteuslukemia. Tuloksia varmennettiin viiltomittauksilla, jolloin ei havaittu kohonneita kosteuslukemia lattiamaton ja ontelolaatan pinnan välillä. Lukuun ottamatta tilan 010 paikallista tulosta.

Merkkiainekokeiden perusteella lattiarakenne on ilmatiivis huonetiloihin päin. Ilmavuotoja ryömintätilasta huoneilmaan ei havaittu.

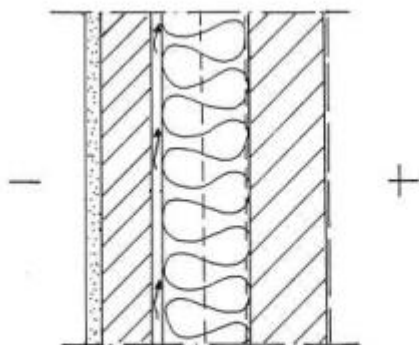
Ryömintätilan ilmanvaihto todettiin riittäväksi ja toimivaksi. Ryömintätilassa ei myöskään havaittu viitteitä vaurioista. Ryömintätilan kevytsorakerroksessa ei havaittu orgaanista materiaalia, mutta yhdessä tarkastuspisteessä havaittiin suodatinkankaan puutuvan. Suodatinkankaan alla, on suppean tutkimuksen perusteella, hiekkakerros. Rakennus on paaluperusteinen, eli on syytä olettaa perusmaan olevan savi ja/tai siltti pohjaista. Suodatinkankaan puuttuminen mahdollistaa hiekka ja kevytsora kerroksen sekoittumisen perusmaahan. Kerrosten mahdollisen sekoittumisen johdosta kevytsoran toiminta kapillaarikatkona heikkenee.

6.1.7 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Muovimatto poistetaan luokan 010 lavuaarin ympäristöstä vähintään 0,5 m² alueelta. Liimat ja tasoitteet poistetaan puhtaaseen betonipintaan asti. Pintabetonilaatta kuivatetaan ja rakenteen riittävä kuivuminen todetaan kosteusmittauksin ennen uuden muovimaton asennusta.

- Kevytsorakerroksen tilannetta on syytä seurata n. viiden vuoden välein. Mahdollisten tulevien tutkimusten tai huoltotoimien yhteydessä puuteiden laajuutta on suositeltavaa tarkentaa tarkemmin.

6.2 Ulkoseinä rakenteet



— → +

25 mm Kolmikerrosrappaus

~~POLTETTU TIILI~~

85 mm ~~Kalkkihiekkakivi~~, sidotaan sisempään muuraukseen ruostumattomin sitein $\varnothing 4$ 4 kpl/m²

20 mm Ilmarako

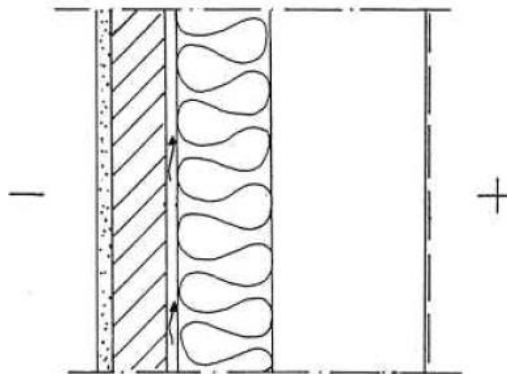
150 mm Mineraalivilla (01.045)

130 mm Kalkkihiekkakivi, kantava

Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Villatilassa pystyjäykisteet L80x80x10 2 kpl/ikkunoiden välinen umpiosa, päädyissä ≤ 1200 , muualla ≤ 1600

Kuva 9. US1 pääasiallinen ulkoseinärakenne.



25 mm Kolmikerrosrappaus

85 mm ~~Kalkkihiekkakivi~~ ^{POLTETTU TIILI}, sidotaan VSS:n seinään ruostumattomin sitein $\varnothing 4$ 4 kpl/m²

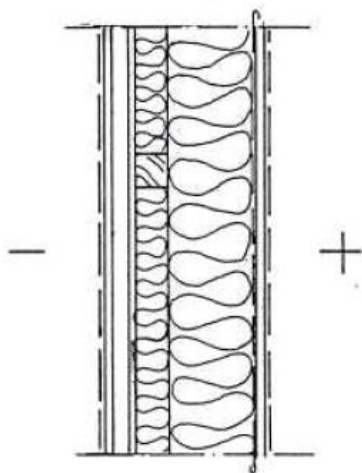
20 mm Ilmarako

150 mm Mineraalivilla (01.045)

250 mm Teräsbetoni

Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Kuva 10 US-VSS



Pintakäsittely huoneselityksen mukaan

- 8 mm Masterclad-julkisivulevy
- 22 mm Tuuletusväli, pystylauta ∇ 22x100 k 600
- 9 mm Tuulensuojalevy Gyproc GTS 9
- 50 mm Vaakakoolaus ∇ 50x50 k 600 + min.villa 50 mm
- 125 mm Runko ∇ 50x125 mm k 600 + min.villa 125 mm
- 0,2 mm Höyrynsulkumuovi
- 10 mm Master-levy

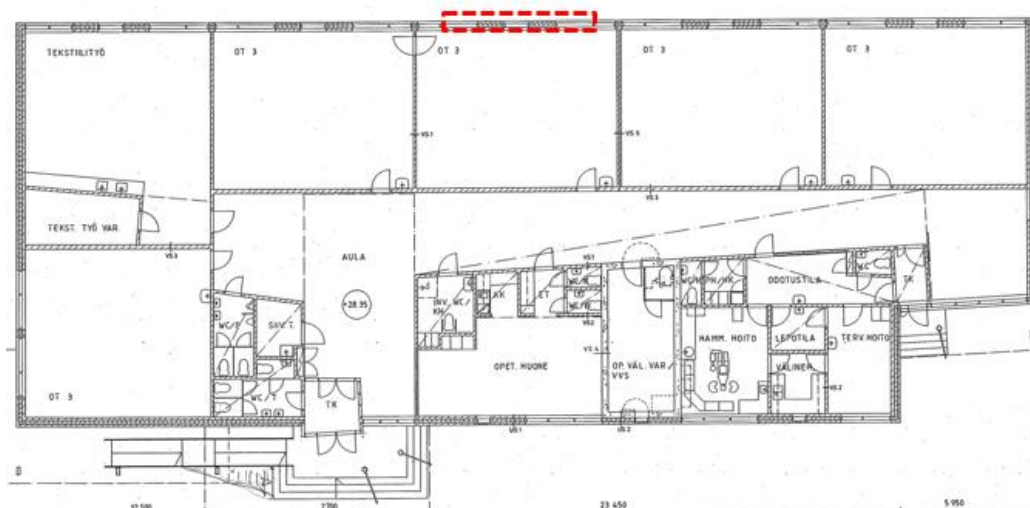
Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Kuva 11 US IV-konehuone

6.3 HAVAINNOT JA MITTAUSTULOKSET

Rakenneavauspaikat ja kohdat, joista mikrobinäytteet on otettu, esitellään tarkemmin liitteessä 2, mikrobinäytteiden laboratorioanalyysi on esitelty liitteessä 1 ja merkkiainekokeet liitteessä 3.

6.3.1 Merkkiainekokeet



Kuva 12 Tutkittu alue.

Ulkoseinän ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeen avulla, kuvaan 12 merkityllä alueella. Tilan kohdalla ulkoseinätyyppi on kuvan 9 mukainen. Merkkiaine laskettiin eristetilaan kalkkiahiekkatiili muurauksen tehdyn porareian läpi. Koska eristetilan takana on tuuletusrako, kokeessa käytettiin normaalia runsaan kaasumäärää. Tilassa havaittiin kaksi vuotoa, ikkunan karmiliitoksessa ja ikkunanaavaimen reiästä. Yleisesti ottaen rakenne oli hyvin tiivis. Merkkiainekokeiden tulokset on esitelty tarkemmin liitteessä 3. Visuaalisesti arvioituna, rakenteisiin on tehty aiempia tiivistys korjauksia.

Merkkiaineen ei havaittu kulkeutuvan alapohjasta seinärakenteiden vuotokohtiin.

6.3.2 Rakenne avaukset, rakennusmateriaalien mikrobiologinen kunto

Ulkoseiniin (US1) tehtiin kaksi rakenneavausta rakenteiden kunnon selvittämiseksi. Rakenneavauskohdat ovat merkittynä pohjakuviin liitteessä 2. Rakenneavaus kohdat valittiin lähtötietojen, kosteuskartoituksen [REDACTED] perusteella. Rakenneavaukset tehtiin tiloihin 005 ja 015. Avauksessa seinän sisäpuoleinen kalkkihiekkatiili (130mm) poistettiin, rakenne varmennettiin rakennesuunnitelmien mukaiseksi ja rakenteen kuntoa arvioitiin aistinvaraisesti. Eristevilloista otettiin kolme materiaalinäytettä, jotka analysoitiin Metropolilabin toimesta. Mineraalivillaeristeissä ei todettu poikkeavaa mikrobikasvustoa. Seinä-sokkeli rajasta otetuissa mineraalivilloissa havaittiin värimuunnoksia, jotka viittaavat ilmapuodon mukana kulkeutuneeseen nokeen. Poikkeavia hajuja ei havaittu. Sokkelinhalkaisussa käytetty polyuretaanilevy oli aistinvaraisesti arvioituna hyvässä kunnossa. Rakenneavausten yhteydessä myös villojen olosuhteet mitattiin HM42s mittalaitteella.

Rakenneavaus	Kohde	Mittapää	T (C°)	RH (%)	a (g/m ³)
RA1	Sisäilma	3/1	20,5	27,9	4,97
RA1	Villa	3/2	3,8	79,1	4,98
RA2	Sisäilma	3/3	22,4	24,8	4,93
RA2	Villa	3/2	6,5	66,8	5,02
Ulkoilma	Ulkoilma	3/1	5,6	80,3	5,68

Taulukko 1 Rakenneavaukset.



Taulukko 2. RA1 villoissa värimuunnoksia.

6.4 MUUT HAVAINNOT



Kuva 13 Ulkoseinässä avoin sauma.



Kuva 14. Satunnaisia korjattuja halkeamia julkisivurappauksessa.

6.5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ulkoseinärakenteiden kosteusteknisessä kunnossa ei todettu poikkeamia. Rakenteet olivat kuivia, lämmöneristeissä ei todettu mikrobikasvustoa ja rakenneliittymien ilmatiiveys on säilynyt pääosin hyvänä aiemmin tehtyjen tiivistyskorjausten jäljiltä.

Rakenneavausten yhteydessä otetuissa mikrobinäytteissä ei havaittu viitteitä vaurioista ja rakenteet olivat rakennesuunnitelmien mukaiset. Merkkiainekokeen yhteydessä havaittiin vähäisiä ilmavuotoja eristetilasta huoneilmaan. Julkisivut olivat pääasiassa hyväkuntoisia. Julkisivussa todettiin avonainen sauma, josta sadeveden on mahdollista kulkeutua rakenteisiin.

6.6 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Heti tehtäväksi suositellaan seuraavia toimenpiteitä

- Julkisivun avonaisen elementtisauman korjaaminen.

7 SISÄILMAN LAATU

7.1 PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT

Pinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen määrä selvitettiin tasopinnoille asennetuilla näytemaljoilla, joihin pölyn annettiin laskeutua 2 viikon ajan. Mittauspisteitä oli kolme. Tutkitut tilat olivat 010, 014 ja 030. Jokaisesta tutkimuspisteestä kerättiin kaksi rinnakkaisista näytettä. Pohjakuviin merkityt mittauspisteet on esitetty liitteessä 2. Tulokset ja laboratorioanalyysi on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1.

Tuloksia verrataan Asumisterveysasetuksen toimenpiderajaan (0,2 kpl/cm²). Kaikissa tutkituissa tiloissa tutkimustulokset alittivat toimenpiderajan.

7.2 PÖLYN KOOSTUMUS

Pinnoille laskeutuneen pölyn koostumusta selvitettiin tiloista 010, 014 ja 030 kerättyjen näytteiden avulla kahden viikon laskeuma-aikana. Näytteet kerättiin viidellä rinnakkaisella näytemaljalla. Mittauspisteet on esitetty pohjakuvissa liitteessä 2. Tulokset ja laboratorioanalyysi on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1.

Tiloissa 014 ja 030 havaittiin kiviainestyyppistä pölyä ja tavanomaista huonepölyä. Pölyssä havaittiin paljon alumiinisilikaatti-/kvartsihiukkasia, vähän kalsiumpitoisia hiukkasia sekä vähän natrium- ja kalium-klooripitoisia hiukkasia. Löydös viittaa rakentamisen aikaiseen pölyyn. Näytteissä ei todettu asbestikuituja eikä mikrobeja.

Tilassa 010 havaittiin jonkin verran tavanomaisia huonepölyhiukkasia ja jonkin verran kiviainestyyppisiä hiukkasia (alumiinisilikaatteja). Huomionarvoista on, että tilan 010 kohdalla pölyn kokonaismäärä oli hyvin pieni ja näytteen edustavuus on kyseenalainen (Mikrofokuksen tutkijan huomio).

7.3 SISÄILMAN OLOSUHTEET

Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta seurattiin jatkuvatoimisen mittalaitteen avulla kahden viikon ajan tiloissa 030, 010, ja 016. Seurannan tulokset on esitetty graafisesti liitteessä 7 ja pohjakuvaan merkityt mittauspisteet on esitetty liitteessä 2.

Tilojen sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus vaihtelivat mittausjakson aikana välillä 17,8...22,3 °C ja 19...43 %.

Asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat sisäilman lämpötilalle lämmityskaudella ovat 20...26 °C. Tavoitearvot on ilmoitettu operatiivisena lämpötilana, jonka sijaan voidaan usein käyttää huonelämpötilaa. Sisäilman suhteelliselle kosteudelle ei ole vastaavia tavoitearvoja kuin lämpötilalle.

Tutkittujen tilojen lämpötilavaihtelu oli pääosin edellä mainittujen toimenpiderajojen mukaista. Lukuun ottamatta tilaa 010 jossa keskiarvoinen lämpötila oli 18,6. °C. Lämpötila oli alhaisinta käyttöajan ulkopuolella ja esimerkiksi viikonloppuisin lämpötila oli pääsääntöisesti noin. 18°C. Tutkittujen tilojen sisäilman suhteellinen kosteus oli normaalilla tasolla vuodenaika ja tilojen käyttö huomioon ottaen.

7.4 SISÄILMAN HIILIDIOKSIDIPITOISUUS

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta seurattiin jatkuvatoimisen mittalaitteen avulla kahden viikon ajan tiloissa 030, 010 ja 016. Seurannan tulokset on esitetty graafisesti liitteessä 6 ja pohjakuvaan merkityt mittauspisteet on esitetty liitteessä 2.

Sisätiloissa tärkein hiilidioksidin lähde on ihmisen hengitysilma. Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta voidaan pitää ilmanvaihdon riittävyyden mittarina suhteessa ihmisten aiheuttamaan kuormitukseen.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisesti hiilidioksidin toimenpiderajaksi on säädetty pitoisuus, joka on 1150 ppm suurempi kuin ulkoilman pitoisuus. Hiilidioksidin pitoisuus ulkoilmassa on noin 400 ppm (parts per million).

Tilojen sisäilman hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 400...1042 ppm. Mittausjakson perusteella hiilidioksidipitoisuus oli kaikissa mittauspisteissä seurannan aikana alle Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.

7.5 LATTIAPÄÄLLYSTEIDEN MATERIAALIPÄÄSTÖJEN ARVIOINTI

Tiloissa on käytetty kolmea erilaista lattiamattoja.

- **Upofloor lami** (Upofloor Oyzn LAMI muovimatto, paksuus 1,5 mm.)
- **Tarkett optima** (Tarkett Optima kokomuovimatto paksuus 2,0 mm)
 - o Kolme eri väriä
- **Freudenberg** (Nykyisin nora systems) **noraplan**(Vuoden 1997 työpiirustuksen mukaisesti). *Rakennustyöselityksessä vuodelta 1996, on mainittu ”OMNIPLAN PUNTI kumilaatta 610x610x2”. Tiloissa ei löydy laattoina liimattua mattoa, vaan matto on yhtenäinen ja visuaalisesti arvioituna Nora systemsin matto.*

Kaikille käytetyille mattotyypeille on myönnetty rakennusmateriaalien päästöluokitus M1



Kuva 15. Mattojen sijainnit pohjakuvassa, Violetti Upofloor, punanen target optima, vihreä Noraplan

7.6 SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) näytteet otettiin yhteistilassa 005 ja luokkatilassa 014.

VOC -yhdisteiden ilmanäytteet kerättiin pumpuilla Tenax -putkiin ja analysoitiin kaasukromatografisesti MetropoliLab Oy:n laboratoriossa Helsingissä.

Laboratorioanalyysien mittausepävarmuus on 30 %. Tulokset ja laboratorioanalyysi on esitetty liitteessä 1, ja pohjakuvaan merkityt mittauspisteet on esitetty liitteessä 2.

Asumisterveysasetuksen 2015 mukainen toimenpideraja asunnoissa ja vastaavissa tiloissa on $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lukuun ottamatta seuraavia yksittäisiä yhdisteitä, joiden toimenpiderajat ovat: TXIB – $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2-etyyli-1-heksanoli – $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, naftaleeni – $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (hajua ei saa esiintyä) ja styreeni – $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tutkittujen näytteiden TVOC-arvot olivat 2 - $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tolueenivasteella määritettynä.

Tutkittujen näytteiden TVOC-arvot alittivat Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Yksittäisten yhdisteiden kohdalla rajat ylittäviä pitoisuuksia ei todettu.

7.7 MATERIAALIPÄÄSTÖTUTKIMUS

Yhteistilaan 005 ja odotustilan 017 lattiamatosta, liimasta ja tasoitteesta otettiin näyte laboratoriossa tehtäviä lattiapinnoitteiden materiaalapäästötutkimuksia varten. Näytteet toimitettiin TTL:n analysoitavaksi mikrokammiolaitteella (ns. Bulk-menetelmä). Tulokset ja laboratorioanalyysi on esitetty liitteessä 1 ja pohjakuvaan merkityt mittauspisteet on esitetty liitteessä 2.

Yhteistilan 005 lattiamatosta otetun näytteen kokonaisemissio oli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$, josta hiiliveitsekset $49 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$, 1-butanoli $1 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ja bentsaldehydi $2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$.

Odotustilan 017 sähkökaapin lattiamatosta otetun näytteen kokonaisemissio oli $10 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$, josta 2-etyyli-1-heksanolia oli $9 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$.

7.8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kaikille käytetyille lattiamatoille on myönnetty M1 luokitus. Matot olivat kuivat, eikä poikkeavia materiaali-päästöjä ole todettu. Sisäilmassa ei todettu tutkimusten aikana materiaali-päästöjä tai muita haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, joiden perusteella tiloissa voisi esiintyä käyttäjien kokemaa hajuhaittaa.

Alakaton yläpuolella ja huonetilojen tasopinnoilla havaittiin runsaasti pölyä. Pölynkoostumustutkimuksen perusteella Tasopintojen runsas pöly heikentää sisäilman laatua ja voi aiheuttaa ärsytysoireita, mutta sen koostumus ei aiheuta terveyshaittaa.

Pinnoille laskeutuvat mineraalikuitupitoisuudet olivat normaalit, eivätkä viittaa rakenteiden tai ilmanvaihdon mineraalivillaeristeiden päästöihin.

Sisäilman lämpötilan, suhteellisen kosteuden ja hiilidioksidin määrässä ei havaittu toimenpiderajat ylittäviä poikkeamia, lukuun ottamatta tilaa 010. Tilassa 010 lämpötila oli pääsääntöisesti toimenpiderajan alapuolella. Lämpötila laski, käytön ulkopuolisina aikoina ja etenkin viikonloppuisin.

7.9 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Heti tehtäväksi suositellaan seuraavia toimenpiteitä

- ylä-, keski- ja alatasopintojen perussiivoaminen-
- Mikäli käyttäjät kokevat tilan 010 viileäksi, lämmityksen säätö.

8 ILMANVAIHTOTUTKIMUKSET

8.1 RYÖMINTÄTILAN ILMANVAIHTO

Ryömintätilassa on koneellinen poistoilmanvaihto. Poistoilmapuhaltimena toimii huippuimuri PK3, joka on yhdistetty ryömintätilassa olevaan muoviseen poistoilmakanavaan. Ryömintätilassa poistoilmakanava on lähes rakennuksen pituinen ja lähdeaineiston mukaan kanavassa on 10 poistoilmaventtiiliä. Poistoilmaventtiilit olivat pölyisiä, mutta merkisavu kulkeutui selvästi ryömintätilasta venttiilien kautta poistoilmakanavaan. Ryömintätilaan tulee korvaavaa ilmaa perusmuurissa olevien aukkojen kautta. Aukkoja on yhteensä 8 kpl.

Toimintakaavion mukaan poistoilmapuhallin toimii täydellä teholla, kun ulkolämpötila oli yli +5 °C. Ulkolämpötilan ollessa alle +5 °C poistoilmapuhallin toimii puoliteholla. Ulkolämpötilaan perustuva säätö ohitetaan ryömintätilan lämpötilan ollessa alle +1 °C, jolloin puhallin pysähtyy. Ryömintätilan lämpötilan noustessa arvosta +1 °C arvoon +5 °C puhallin käynnistyy ja alkaa jälleen toimia ulkolämpötilan mukaan. Tutkimuksen aikana ulkolämpötila oli +2 °C, jolloin poistoilmapuhaltimen todettiin toimivan puoliteholla toimintakaavion mukaisesti. Ryömintätilan lämpötila oli 9,5 °C, joten se ei vaikuttanut puhaltimen toimintaan. Lisäksi suhteellinen kosteus oli 58 % ryömintätilassa ja 95 % ulkoilmassa.



Kuva 16. Ryömintätilan poistoilmapuhallin PK3 (huippuimuri) on vesikatolla. Ryömintätilan poistoilmanvaihdon todettiin toimivan, poistoilmaventtiilit ovat tavallisia pyöreitä venttiileitä. Ryömintätilaan tulee korvaavaa ilmaa perusmuurissa olevien aukkojen kautta.

8.2 ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT

Koneellisen ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmavirrat mitattiin opetustiloissa 010, 014 ja 016. Mitatut tulo- ja poistoilmavirrat olivat likimain vuoden 1996 ilmanvaihtosuunnitelmissa esitettyjen arvojen mukaisia, sillä mitatut arvot poikkesivat vain 3 – 9 % suunnitelluista arvoista. Tilassa 014 mitattu tulo- ja poistoilmavirta olivat tasapainossa. Tiloissa 010 ja 016 mitattu tuloilmavirta oli 12 – 15 % mitattua poistoilmavirtaa pienempi.

Mitattujen opetustilojen suurimmat käyttäjämäärät saatiin henkilökunnalta. Suurimmilla käyttäjämäärillä tiloissa mitattiin tuloilmaa seuraavasti:

- 5,9 dm³/s henkeä kohden tilassa 010 (28 henkilöä)
- 6,1 dm³/s henkeä kohden tilassa 014 (28 henkilöä)
- 4,8 dm³/s henkeä kohden tilassa 016 (35 henkilöä)

Mittaustulokset on esitetty tilakohtaisesti liitteessä 1.

Ryömintätilan poistoilmavirta mitattiin poistoilmapuhaltimen kahdella toimintateholla. Tehoa säädettiin käsin, jotta molempien tehojen mittaukset saatiin tehtyä. Vuoden 2001 ilmanvaihtosuunnitelmissa ryömintätilan poistoilmavirraksi on merkitty 200 dm³/s. Puoliteholla mitattu poistoilmavirta oli suuruudeltaan noin puolet suunnitellusta arvosta. Täydellä teholla mitattu poistoilmavirta likimain suunnitellun arvon suuruinen. Mittaustulokset on esitetty liitteessä 1.



Kuva 17 Esimerkki mitatusta tilasta. Kuva on otettu opetustilasta 014. Tuloilmasäleiköt ja poistoilma-venttiilit on asennettu käytäväseinälle. Tilassa 014 todettiin savun avulla, että tuloilmasäleiköistä puhaltavan tuloilman aiheuttama ilmavirtaus ulottui 1-1,5 metrin päähän vastakkaisesta ulkoseinästä.

8.3 PAINE-EROSEURANTA

Sisätilojen ja ulkoilman välistä paine-eroa seurattiin kahden viikon ajan tallentavien. mitta-laitteiden avulla. Mittauspisteitä oli 2 kpl, mittauspisteet sijaitsivat eri puolilla rakennusta. Tiloissa opettajan huoneessa 030 ja luokkatilassa 014. Lisäksi tilassa 016 yhdessä mit-tauspisteessä seurattiin 1. kerroksen tilan ja alapohjan ryömintätilan välistä paine-eroa. Koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa tavoiteltu sisätilojen alipaineisuus ulkoilmaan nähden on usein 0...-2 Pa. Rakennuksen painesuhteisiin vaikuttavat ilmanvaihdon lisäksi ympäristön olosuhteet kuten tuuli, sisä- ja ulkoilman välinen lämpötilaero sekä tilojen käyttö.

Pisteissä PE1(Tila 030) ja PE2(Tila 014) mitattiin huonetilan ja ulkoilman välistä paine-eroa. Pisteissä PE1 ja PE2 tilat olivat keskiarvoisesti 8.8 ja 7 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden.

Pisteessä PE3(Tila 016) mitattiin ryömintätilan ja huonetilan välistä päine-eroa. Paine-ero seurannan ja merkkiainekokeiden yhteydessä tehtyjen hetkellisten mittausten perusteella, oleskelutilat ovat alipaineisia alapohjan ryömintätilaan nähden. Jatkuvassa mittauksessa paine-ero oli keskimäärin 7.9

Seurantamittauksista tehdyt kuvaajat on esitetty liitteessä 5. ja pohjakuvaan merkityt mit-tauspisteet on esitelty liitteessä 2.

8.4 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Ryömintätilan koneellinen poistoilmanvaihto todettiin toimivaksi. Ulkolämpötiloilla yli +5 °C poistoilmapuhallin toimii täydellä teholla, jolloin poistoilmavirta on likimain suunnitellun mukainen. Ulkolämpötiloilla alle +5 °C poistoilmapuhallin toimii puoliteholla, jolloin poistoilmavirta on noin puolet suunnitellusta arvosta. Sekä täyden tehon että puolitehon poistoilmavirtaa pidetään riittävänä ryömintätilan ilmanvaihtuvuuden kannalta. Ulkolämpötilaan perustuva säätö ohitetaan ryömintätilan lämpötilan ollessa alle +1 °C, jolloin puhallin pysähtyy – lämpötiloja alle +1 °C voi ryömintätilassa esiintyä talvisin pakkaskauden aikana. Ryömintätilan lämpötilan noustessa arvosta +1 °C arvoon +5 °C puhallin käynnistyy ja alkaa jälleen toimia ulkolämpötilan mukaan.
- Mitattujen opetustilojen 010, 014 ja 016 ilmanvaihto on likimain vuoden 1996 ilmanvaihtosuunnitelmien mukaista. Mitatut tuloilmavirrat eivät kuitenkaan ole kokonaisuutena arvioituna riittäviä suurimmilla käyttäjämäärillä, koska tällöin tuloilmaa on 4,8-6,1 dm³/s henkilöä kohden. Nykyisten viranomaismääräysten mukaan tuloilmaa tulisi olla vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden tilojen käytön aikana (mm. Ympäristöministeriön asetus 1009/2017). Myös rakennuksen suunnittelun aikana voimassa olleissa viranomaismääräyksissä on esitetty tuloilman vähimmäismääräksi 6 dm³/s henkilöä kohden (D2 vuodelta 1987).

8.5 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Ryömintätilan ilmanvaihdon osalta ei ehdoteta toimenpiteitä.

Heti tehtäväksi suositellaan seuraavia toimenpiteitä:

- Opetustiloissa tehostetaan ilmanvaihtoa vastaamaan nykyisiä käyttäjämääriä. Tiloittain tuloilmavirraksi säädetään vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden suurimmalla käyttäjämäärällä. Mikäli ilmanvaihdon tehostamista ei voida tehdä, saatetaan joidenkin tilojen suurinta käyttäjämäärää joutua rajoittamaan riittävän ilmanvaihdon varmistamiseksi. Poistoilmavirrat säädetään vastaamaan tuloilmavirtoja. Säätyöön lopussa tarkistetaan, että sisätilojen ja ulkoilman välinen paine-ero pysyy pienenä – suositeltavana pidetään sisätilojen 0...-5 Pa alipaineisuutta ulkoilmaan nähden.

9 MUUT HAVAINNOT

Opetustiloissa 010, 014 ja 016 todettiin, että valaisimien yläpinnoille oli kertynyt pölyä. Erityisen runsaasti pölyä oli tilan 016 valaisimien yläpinnoilla.



Kuva 18 Opetustilassa 016 oli erittäin paljon pölyä valaisimien yläpinnoilla.

Alakattojen yläpuolisissa osissa oli runsaasti pölyä ja tiivistämättömiä läpivientejä. Eristämättömistä läpivienneistä oli silminnähtävä yhteys eristetilaan. Käytävän alueella (Tilat 001-005), visuaalisesti arvioiden, yläpohja on tiivistetty alakattoon. Alakatossa on kuitenkin runsaasti tarkistusluukkuja. Luukut on alun perin tiivistetty, mutta huoltojen ja tutkimusten yhteydessä avattuja luukkuja ei ole uudelleen tiivistetty. Näin ollen käytäväalueella alakatto ei ole tiivis.



Kuva 19 Alakatto. Pölyisyyttä ja tiivistämättömiä läpivientejä.



Kuva 20. Kattoluukun kittaukset ovat vaurioituneet.

9.1 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Huonetiloissa havaittiin runsaasti pölyä sekä ylätasolla, että alakaton sisällä. Alakattoista havaittiin myös mineraalivillaa. Runsas pölyisyys huoneilmassa aiheuttaa sisäilman laadun heikkenemistä. Tiivistämättömistä alakaton luukuista pölyhiukkasilla ja mineraalivillakuiduilla on mahdollisuus kulkeutua huoneilmaan.

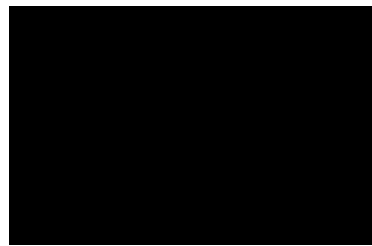
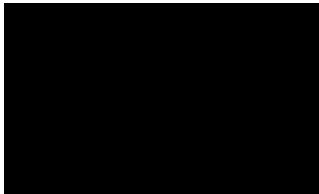
9.2 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Heti tehtäväksi suositellaan seuraavia toimenpiteitä:

- Alakattojen ja lattialuukkujen vaurioituneiden tiivistysten korjaaminen.

10 PÄIVÄYS JA ALLEKIRJOITUKSET

Helsingissä 26.3.2020,
Sweco Asiantuntijapalvelut Oy



Liitteet

- Liite 1 Mittaustulokset
- Liite 2 Mittauspisteet pohjakuvissa
- Liite 3 Merkkianekokeet
- Liite 4 Pintakosteuskartoitus
- Liite 5 Paine-ero seuranta
- Liite 6 Hiilidioksidi seuranta
- Liite 7 Olosuhdeseuranta

Rakennusmateriaalien mikrobit, laimennossarjamenetelmä

Rakennusmateriaalien mikrobipitoisuudet määritettiin sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen 2003 mukaan ns. laimennossarjamenetelmällä. Näytteet toimitettiin Metropolilab Oy:n laboratorioon Helsinkiin laimennossarjakäsittelyä ja viljelyä varten. Analyysitulokset on liitteen 1 lopussa. Liite 1.1 materiaalinäytteet

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm
MR1	RA1	Ulkoseinä mineraalivillaeriste sisemmän kalkkikiekkatiilen takaa.	14.01.2020
MR2	RA2	Ulkoseinä mineraalivillaeriste sisemmän kalkkikiekkatiilen takaa.	14.01.2020
MR3	RA3	Ulkoseinä mineraalivillaeriste sisemmän kalkkikiekkatiilen takaa.	14.01.2020

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen 8/2016 mukaan näytteessä on

- mikrobikasvustoa, jos näytteen home- ja hiivasienten pitoisuus on suurempi kuin 10 000 kpl/g tai aktinomykeettien (sädesienien) pitoisuus on yli 3000 kpl/g,
- mikrobikasvustoa, jos näytteen home- ja hiivasienten pitoisuus on 5000 – 10 000 kpl/g ja näytteessä havaitaan ns. kosteusvaurioindikaattoreita tai sienisuvusto on epätavallisen yksipuolinen (1-2 lajia/sukua). Aktinomykeettien esiintymistä alle 3000 kpl/g:n pitoisuuksissa arvioidaan niiden indikaattorimerkityksen avulla koko näytteessä (homesienipitoisuus on 5 000 – 10 000 kpl/g, näytteessä on kosteusvaurioindikaattoreita, yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia),
- bakteerikasvustoa, jos näytteen bakteeripitoisuus on suurempi kuin 100 000 kpl/g. Ainoastaan bakteeripitoisuuden perusteella ei kuitenkaan voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta.

Jos rakennusmateriaalinäytteen sienipitoisuus on alle määritysrajan tai näytteessä havaitaan vain yksittäisiä pesäkkeitä, kyseessä voi olla vaurioitumaton näyte tai kuiva kasvusto. Tällöin materiaaleille tehdään suoramikroskopiointi esimerkiksi ns. teippinäytteestä. Mikäli suoramikroskopiointissa nähdään sienirihmastoa, tämä voi viitata homekasvustoon tai lahovaurioon näytteessä. Pelkkien itiöiden havaitseminen voi viitata kontaminaatioon muusta lähteestä. Suoramikroskopiointi ei sovellu bakteerikasvustojen havainnointiin.

Rakenteiden kosteudet, viiltomittausmenetelmä

Suhteellinen kosteus lattiapinnoitteen alla mitattiin viiltomenetelmällä. Lattiapinnoitteeseen tehtiin viilto, josta pinnoitteen alle asennettiin mittapää. Viiltokohta tiivistettiin. Suhteellinen kosteus mitattiin tasaantuneissa olosuhteissa. Mittalaitteina olivat Vaisalan HM40- (HMI41-) näyttölaitteet ja HM42- (HMP42)-mittapää. Mittaustulokset on esitetty oheisessa taulukossa.

Mittauspiste	Mittapää nro	Tila	Rakenne-osa	Pvm	Suhteellinen kosteus, %	Absoluuttinen kosteus, g/m ³	Lämpötila, °C
VK1	K2/1	014	AP	10.12.2020	63.3	10.47	19.2
VK1	K2/2	011	AP	10.12.2020	56.8	9.65	19.7
VK3	K1/3	010	AP	10.12.2020	82.4	13.88	19.5
VK4	K1/1	002	AP	10.12.2020	59.0	10.42	20.3
VK5	K2/3	030	AP	10.12.2020	56.1	9.76	20.1
VK6	K2/1	013	AP	10.12.2020	55.5	9.96	20.6
VK7	K2/3	015	AP	10.12.2020	63.6	10.35	18.9
VK8	K2/1	016	AP	10.12.2020	65.4	10.26	19.9
VK9	K3/3	005	AP	10.12.2020	66.7	10.56	18.5

Sisä- ja ulkoilman olosuhteet mittausten aikana olivat seuraavat:

Tila	Mittapää nro	Pvm	Suhteellinen kosteus, %	Absoluuttinen kosteus, g/m ³	Lämpötila, °C
014	K2/1	10.12.2020	63.3	10.47	19.2
011	K2/2	10.12.2020	56.8	9.65	19.7
010	K1/3	10.12.2020	82.4	13.88	19.5
030	K1/1	10.12.2020	59.0	10.42	20.3
013	K2/3	10.12.2020	56.1	9.76	20.1
015	K2/2	10.12.2020	55.5	9.96	20.6
016	K1/3	10.12.2020	63.6	10.35	18.9
005	K1/1	10.12.2020	65.4	10.26	19.9
Ulkoilma	K1/1	10.12.2020	66.7	10.56	18.5
Ryömintätila	K2/1	10.12.2020	57.6	4.8	8.1

Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC -yhdisteiden) ilmanäytteet kerättiin pumpuilla Tenax -putkiin, jotka analysoitiin kaasukromatografisesti MetropoliLab Oy:n laboratoriossa Helsingissä. Analyysitulokset on liitteen 1 lopussa. Liite 1.2 Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet.

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC), µg/m ³
V1	005	Yhteistila	12.12.2020	2
V2	014	Opetustila	12.12.2020	6

Työterveyslaitoksen ehdotuksen mukaan (2016) toimistoympäristöjen sisäilman TVOC – pitoisuuden viitearvona, jonka alapuolella 90 %:ssa mittauskohteita pitoisuus on ollut, on 100 µg/m³. Yksittäisille yhdisteille on annettu viitearvoja, jotka vaihtelevat ainekohtaisesti välillä 1 – 12 µg/m³. Yksittäisten yhdisteiden viitearvot on annettu käyttäen aineiden omaa vastetta.

15.5.2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen (545/2015) mukaan asunnon ja muun oleskelutilan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m³. Tällä ei kuitenkaan tarkoiteta sitä, että jos kokonaispitoisuus jää alle 400 µg/m³, haihtuvista orgaanisista yhdisteistä ei voisi aiheutua terveyshaittaa. Kokonaispitoisuuden toimenpiderajan ylittyminen edellyttää yksittäisten yhdisteiden merkityksen selvittämistä. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m³ lukuun ottamatta seuraavia yksittäisiä yhdisteitä, joiden toimenpiderajat ovat: TXIB – 10 µg/m³, 2-etyyli-1-heksanoli – 10 µg/m³, naftaleeni – 10 µg/m³ (hajua ei saa esiintyä) ja styreeni – 40 µg/m³.

Rakennusmateriaalista haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Rakennusmateriaalinäyte tutkittiin Työterveyslaitoksen toimesta. Analyysitulokset on liitteen 1 lopussa. Liite 1.3 Rakennusmateriaalista haihtuvat orgaaniset yhdisteet.

Näytteen- ottopiste	Tila	Pvm tarkasta pvm	Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC), µg/m ³
VR1	017/sähkö- kaappi	13.12.2019	10
VR2	005	13.12.2019	50

Rakennusmateriaaleista haihtuville orgaanisille yhdisteille ei ole ohjearvoja.

Sisäilman hiilidioksidin, lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset

Tutkittavissa tiloissa seurattiin sisäilman hiilidioksidipitoisuutta, lämpötilaa ja suhteellista kosteutta. Mittaukset tehtiin Geminin sisäilman laatuanalysointilaitteilla. Mittausten mit-tausepävarmuus on noin ± 50 ppm hiilidioksidipitoisuudelle, $\pm 0,5$ °C lämpötilalle ja ± 3 % suhteelliselle kosteudelle. Seurantakuvajaajat on esitetty liitteissä 6 ja 7. Tulokset olivat seuraavat:

Mittaus-piste	Tila	Mittauspisteen kuvaus	Seuranta-aika	CO ₂ -pitoisuus, ppm	Lämpötila, °C	Suhteellinen kosteus, %
L1	010	Opetustila	9.12-23.12.2019	403-1042	17.8-22.3	20-42
L2	030	Opettajan huone	9.12-23.12.2019	414	19.8-22.3	19-38
L3	016	Opetustila	9.12-23.12.2019	400-1033	19.1-22.2	20-43

Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus vaihtelee normaalisti välillä 350 – 400 ppm.

Julkaisun Sisäilmastoluokitus 2018 hiilidioksidipitoisuuden tavoitearvot ovat:

- S1 < 350 ppm
- S2 < 550 ppm
- S3 < 800 ppm.

*suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus.

15.5.2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen mukaan asunnon ja muun oleskelu-tilan sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 2100 mg/m³ (1150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus.

Ilmanvaihdon ilmavirtojen mittaukset

Huonetilojen ilmavirtoja määritettiin SwemaFlow 126 -ilmavirtamittarilla, Airflow PVM610 -paine-eromittarilla ja mittaamalla venttiileiden asentoja. Vertailuarvoiksi on merkitty vuoden 1996 ilmanvaihtosuunnitelmissa esitetyt arvot. Mittausten kokonaismittausvirhe (mittausepävarmuus) on ± 10 %. Ilmavirrat olivat seuraavat:

Mittaus-piste	Pvm	IV-kone	Tila	Tuloilmavirta, dm ³ /s		Poistoilmavirta, dm ³ /s	
				Mitattu	Suunniteltu v. 1996	Mitattu	Suunniteltu v. 1996
I1	13.2.2020	TK1/PK1	Opetustila 010	166	180	188	180
I2	13.2.2020	TK1/PK1	Opetustila 014	171	180	174	180
I3	13.2.2020	TK1/PK1	Opetustila 016	167	180	196	180

Ryömintätilan poistoilmavirta mitattiin poistoilmapuhaltimen kahdella pyörimisnopeudella. Mittaukset tehtiin Swema 3000 -mittariin liitettyllä SWA 31 -kuumalanka-anturilla. Vertailuarvoksi on merkitty vuoden 2001 ilmanvaihtosuunnitelmissa esitetty arvo. Mittausten kokonaismittausvirhe (mittausepävarmuus) on ± 10 %. Poistoilmavirrat olivat seuraavat:

Mittaus-piste	Pvm	IV-kone	Tila	Poistoilmavirta, dm ³ /s	
				Mitattu	Suunniteltu v. 2001
I4	13.2.2020	PK3	Ryömintätila	95 ¹⁾ 187 ²⁾	200

1) Poistoilmapuhallin toimii täydellä teholla.

2) Poistoilmapuhallin toimii puoliteholla.

Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut

Pinnoille laskeutuvia mineraalikuituja kerättiin tiloihin kahden viikon ajaksi asennettujen geelitteippilevyjen avulla. Näytteet tutkittiin Mikrofokus oy:n toimesta. Pinnoilla todettiin mineraalikuituja neliösenttimetriä kohden (yli 20 mikrometrin pituiset kuidut) seuraavasti:

Näytteen-ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Keräysaika	Mineraalikuidut, kpl/cm ²
PPK1	010	Opetustila	09.12-23.12.2019	Alle 0.2
PPK2	030	Opettajan huone	09.12-23.12.2019	Alle 0.2
PPK3	014	Opetustila	09.12-23.12.2019	Alle 0.2

Tasopinnoille kahden viikon aikana laskeutuvien mineraalikuitujen viitearvo toimistoympäristöissä (säännöllisesti siivottavat pinnat) on 0,2 kpl/cm² (Työterveyslaitos 2016). Tämä on myös 15.5.2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen mukainen teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä. Laboratorioanalyysi on esitelty liitteessä 1.4

Pinnoille laskeutuvan pölyn koostumus

Pinnoille laskeutuvaa pölyä kerättiin tiloihin kahden viikon ajaksi asetettujen keräysalustojen avulla. Näytteet tutkittiin elektronimikroskooppisesti Mikrofokus Oy:n laboratoriossa Helsingissä. Pinnoille laskeutuvan pölyn todettiin sisältävän seuraavia hiukkasia:

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Keräysaika	Pölynäytteen koostumus
PP1	010	Opetustila	09.12- 23.12.2019	Maljoihin kertynyttä pölyä hyvin vähän. -tavanomaista huonepölyä ja kiviainestyyppistä pölyä - jonkin verran tavanomaisia huonepölyhiukkasia (tekstiilikuituja) - jonkin verran kiviainestyyppisiä hiukkasia (alumiinisilikaatteja) Näytteessä ei todettu asbestikuituja, mikrobeja eikä mineraalikuituja (MMVF).
PP2	030	Opettajan huone	09.12- 23.12.2019	- kiviainestyyppistä pölyä ja tavanomaista huonepölyä - paljon alumiinisilikaatti-/kvartsihiukkasia - paljon tavanomaisia huonepölyhiukkasia (hilsettä, tekstiili- ja paperikuituja) - jonkin verran talkkihiukkasia - vähän natrium- ja kalium-klooripitoisia hiukkasia - pieni määrä vuorivillatyyppisiä mineraalikuituja (MMVF) Näytteessä ei todettu asbestikuituja eikä mikrobeja.
PP3	014	Opetustila	09.12- 23.12.2019	- kiviainestyyppistä pölyä ja tavanomaista huonepölyä - paljon alumiinisilikaatti-/kvartsihiukkasia - paljon tavanomaisia huonepölyhiukkasia (hilsettä, tekstiili- ja paperikuituja) - vähän kalsiumpitoisia hiukkasia (viittaa rakenuspölyyn) - vähän natrium- ja kalium-klooripitoisia hiukkasia - pieni määrä lasi- ja vuorivillatyyppisiä mineraalikuituja (MMVF) Näytteessä ei todettu asbestikuituja eikä mikrobeja.

15.5.2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen mukaan asbestikuitujen esiintymistä pinnoille laskeutuneessa pölyssä pidetään toimenpiderajan ylittymisenä. Laboratorioanalyysi on esitelty liitteessä 1.5.

Tilaaja
2635440-5
Sweco Asiantuntijapalvelut Oy
[REDACTED]

Maksaja
Sweco Asiantuntijapalvelut Oy

Ilmalanportti 2
00240 HELSINKI

Ilmalanportti 2
00240 HELSINKI

Näytetiedot	Näyte	Materiaalit	Kellonaika	07.00 - 11.00
	Näyte otettu	14.01.2020	Kellonaika	15.40
	Vastaanotettu	14.01.2020	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Tutkimus alkoi	15.01.2020		
	Ottopiste	22500325-427		
	Näytteen ottaja	[REDACTED]		
	Viite	22500325-427, kp14151 [REDACTED]		

957-1: Rakennusmateriaali, MR1: RA1 pinnasta, 22500325-427

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteeksi toimitettu		7,1		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100		pmy/g
Sieni-itiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100 pmy/g

957-2: Rakennusmateriaali, MR2: RA1 pohjasta, 22500325-427

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteeksi toimitettu		7,4		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100		pmy/g
Sieni-itiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100 pmy/g

957-3: Rakennusmateriaali, MR3: RA2 pohjasta, 22500325-427

Analyysi		Analyysitulokset		Yksikkö
Näytteeksi toimitettu		5,4		g
		THG	2 % MALLAS	DG18
Aktinomykeettipitoisuus #	*	Alle 100		pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100		pmy/g
Sieni-itiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100 pmy/g

* = Akkreditoitu menetelmä

= kosteusvaurioindikaattori, pmy = pesäkkeen muodostava yksikkö, sp. (mon. spp.) = laji

□ = tuloksen tulkinta on osa lausuntoa

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

Postiosoite
Viikinkaari 4
00790 Helsinki
metropolilab@metropolilab.fi

Puhelin
+358 10 391 350

Faksi
+358 9 310 31626

Y-tunnus
2340056-8
Alv. Nro
FI23400568

Analyysi	Menetelmä	Teknisen suorituksen mittausepävarmuus
Näytteeksi toimitettu määrä, Aktinomykeettipitoisuus #, THG	Gravimetrinen STM asumisterveysohje 2003, viljely Valviran Asumisterveysas. sov.ohje	9 %
Bakteeripitoisuus, muut, THG	STM asumisterveysohje 2003, viljely Valviran Asumisterveysas. sov.ohje	10 %
Sieni-itiöpitoisuus, 2 % MALLAS	STM asumisterveysohje 2003, viljely Valviran Asumisterveysas. sov.ohje	12 %
Sieni-itiöpitoisuus, DG18	STM asumisterveysohje 2003, viljely Valviran Asumisterveysas. sov.ohje	8 %

Analyytituloksen teknisen suorituksen mittausepävarmuus on koostettu komponenttipohjaisesti seuraavista epävarmuustekijöistä:

- Materiaalinäytteet: näytteen laimentaminen, siirrostustilavuus ja pesäkelaskenta
- Ilmanäytteet: pesäkelaskenta

Analyytituloskohtainen hiukkastilastollinen epävarmuus ei kuulu teknisen suorituksen mittausepävarmuuteen. Mittausepävarmuutta ei ole huomioitu lausunnossa.

Tunnistusmenetelmään kuuluvat sienisuvut ja -lajit

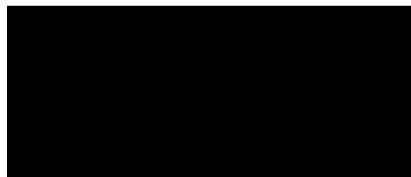
Kosteusvaurioindikaattorit:

Acremonium sp.	Chrysosporium/Geomyces sp.	Scopulariopsis sp.
aktinomykeetit	Eurotium sp	Stachybotrys sp.
Aspergillus fumigatus	Exophiala sp.	Trichoderma sp.
Aspergillus ochraceus	Fusarium sp.	Tritirachium sp.
Aspergillus sydowii	Oidiodendron sp.	Ulocladium sp.
Aspergillus terreus	Paecilomyces sp.	Wallemia sp.
Aspergillus versicolor	Paecilomyces variotii	
Chaetomium sp.	Phialophora sp.	

Muut sienet:

Absidia sp.	Chrysonilia sp.	Rhinocladiella sp.
Alternaria sp.	Cladosporium sp.	Rhizopus sp.
Aspergillus sp.	Geotrichum sp.	Verticillium sp.
Aspergillus flavus	hiivat	
Aspergillus niger	Mucor sp.	
Aureobasidium sp.	Mycelia sterilia	
Beauveria sp.	Penicillium sp.	
Botrytis sp.	Phoma sp.	

Yhteyshenkilö

Tiedoksi



Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyytitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyytitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopiointista on saatava lupa.

Postiosoite Viikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

<http://www.metropolilab.fi>

Tilaaaja
2635440-5
Sweco Asiantuntijapalvelut Oy

Maksaja
Sweco Asiantuntijapalvelut Oy



Ilmalanportti 2
00240 HELSINKI

Ilmalanportti 2
00240 HELSINKI

Näytetiedot

Näyte	Sisäilma VOC		
Näyte otettu	12.12.2019	Kellonaika	
Vastaanotettu	19.12.2019	Kellonaika	15.15
Tutkimus alkoi	19.12.2019	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
Näytteen ottaja	[REDACTED]		
Viite	KP 14151/Rekolan koulun laaj. [REDACTED]		

Liitteenä tilakohtainen dokumentti yhdisteiden pitoisuuksista.

Näytteet on otettu asiakkaan pumpuilla.

Näytteenotto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

Analyysi	TVOC tolueenina (TD-GC-MSD/FID)
Yksikkö	µg/m ³
Menetelmä	ISO 16000-6:2011 (Tenax TA)
Epävarmuus-%	30
Näyte	*
32013-1, Sisäilma VOC, 005/yhteistila, Rekolan koulun laajennus	2
32013-2, Sisäilma VOC, 014/OT, Rekolan koulun laajennus	6

* = Akkreditoitu menetelmä

Yhteyshenkilö

[REDACTED]

[REDACTED]

Tiedoksi

[REDACTED]

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

Liite testausselosteeseen	2019-32013-01		
Näyte	005/Yhteistila		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		<u>2</u>	<u>54</u>
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alifaattiset hiilivedyt yht.		<1,0	0
C6-C8		<1,0	0
>C8-C12		<1,0	0
>C12-C16		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	<1,0	<1	0
2-Etyyli-1-heksanoli	<0,60	<1,0	0
Butanoli	<0,50	<1,0	0
Fenoli	<1,7	<1,0	0
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
C9-Alkoholit		<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	<2,3	<1,0	0
Etyylibentseeni	<0,20	<1,0	0
1,4-Ksyleeni	<0,30	<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-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.	0.1	<1	0
Etyyliasettaatti	<0,10	<1,0	0
Butyyliasettaatti	0.1	<1,0	0
Estereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	<1,0	<1	0
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	<5,0	<5,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	<5,0	<5,0	0

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

TXIB	<1,0	<1,0	0
2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylietteri 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
Halogenoituja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karbonyylit yht.	<3,1	1.3	54
Heksanaali	<1,5	<1,0	0
2-Furankarboksaldehydi	<2,7	<1,0	0
Bentsaldehydi	<2,3	<1,0	0
Oktanaali	<2,3	<1,0	0
Nonanaali	<3,1	<1,0	0
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		<1,0	0
Asetofenoni		<1,0	0
Karbonyyleja muita		1.3	54
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		<2	0
Etikkahappo		<1,0	0
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	<0,20	<1,0	0
Delta-3-kareeni	<0,10	<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.

Liite testausselosteeseen	2019-32013-02		
Näyte	014/OT		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		6	85
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alifaattiset hiilivedyt yht.		<1,0	0
C6-C8		<1,0	0
>C8-C12		<1,0	0
>C12-C16		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	3,0	2,7	44
2-Etyyli-1-heksanoli	2,3	2,7	44
Butanoli	0,7	<1,0	0
Fenoli	<1,7	<1,0	0
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
C9-Alkoholit		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	<2,3	1	17
Bentseeni	<0,80	<1,0	0
Tolueeni	<2,3	<1,0	0
Etyylibentseeni	<0,20	<1,0	0
1,4-Ksyleeni	<0,30	<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-Metyyli-naftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenyylit	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseeniä muita		1,1	17
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	0,3	<1	0
Etyyliasettaatti	0,1	<1,0	0
Butyyliasettaatti	0,1	<1,0	0
Esteriä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykoleetterit yht.	<1,0	<1	0
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	<5,0	<5,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	<5,0	<5,0	0

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

TXIB	<1,0	<1,0	0
2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylietteri 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
Halogenoituja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Karbonyylit yht.	<3,1	1.5	24
Heksanaali	<1,5	<1,0	0
2-Furankarboksaldehydi	<2,7	<1,0	0
Bentsaldehydi	<2,3	<1,0	0
Oktanaali	<2,3	<1,0	0
Nonanaali	<3,1	<1,0	0
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		<1,0	0
Asetofenoni		<1,0	0
Karbonyyleja muita		1.5	24
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		<2	0
Etikkahappo		<1,0	0
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	<0,20	<1,0	0
Delta-3-kareeni	<0,10	<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.

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy

Ilmalanportti 2
00240 HELSINKI



VOC-analyysi materiaalinäytteestä

Asiakasviite: Rekolan koul. laaj. 22500325-427
Näytteen kerääjät:
Analyysin kuvaus: VOC-yhdisteiden bulk-emissio mikrokammioilla,
Tulopvm.: 19.02.2020
Käsittelijä(t):

Analysointimenetelmä

Näytteiden emissiot tutkittiin mikrokammioilaitteella Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ CTE.

Materiaalinäytettä punnittiin kammioon, jonka kautta johdettiin puhdasta ilmaa Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-putkeen. Adsorptioputkeen adsorboituneet emissiotuotteet analysoitiin 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 mukaanlukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Tulokset on ilmoitettu pitoisuutena näytegrammaa kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tällä menetelmällä tehty materiaalianalyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä koeolosuhteissa.

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 407685

25.02.2020

CK20-00657-1

Näyte/keräin: 253788

Mittauspaikka: Rekolan koulun laajennusosa 22500325-427,tila 017/säh.kaappi

Mittauskohde: BVOC1, matto+liima/tasoite, P:2,95g

Analysointipvm.: 230220/KKU

Näytteenottoaika: 13.02.2020

Ilmamäärä: 2,08 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
2-Etyyli-1-heksanoli	9	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	10	µg/m ³ g

CK20-00657-2

Näyte/keräin: 241613

Mittauspaikka: Rekolan koulun laajennusosa 22500325-427,tila 005/yhteistila

Mittauskohde: BVOC2, matto+liima/tasoite, P:2,76g

Analysointipvm.: 230220/KKU

Näytteenottoaika: 13.02.2020

Ilmamäärä: 2,14 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
HIILIVETYSEOKSET		
Hiilivetyseos** 1)	49	µg/m ³ g
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	2	µg/m ³ g
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	2	µg/m ³ g
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	50	µg/m ³ g

1) Seos sisältää lähinnä alifaattisia ja alisyklisiä hiilive-
tyjä. Seoksen kiehumispisteväli on noin 170-235 °C.

Tulosten tarkastelu

Näytteet ovat kerätty Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkiin.

Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettuja näytteitä.

Yhdellä tähdellä (*) merkityt tulokset eivät ole akkreditoituja.

Kahdella tähdellä (**) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn tai NISTin massaspektritietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

Kolmella tähdellä (***) merkityt tulokset ovat semikvantitatiivisia, tunnistukseen on käytetty puhdasta vertailuainetta.

ISO 16000-6 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat

Työterveyslaitos

PL 40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Tulokset on annettu yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3$ haihtuneena grammaa kohti materiaalia ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$). Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

Bulk-emissioiden viitearvot eri materiaalityypeille:

1) PVC, jossa pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)

- TVOC 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- 2-Etyyli-1-heksanoli 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

2) PVC, jossa pehmittimenä DINCH (di-isononyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)

- TVOC 500¹ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- 2-Etyyli-1-heksanoli 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- C9-alkoholit 320¹ $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

3) Tasoitteet ja betoni

- TVOC 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- 2-Etyyli-1-heksanoli 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

4) Linoleum

- TVOC 650 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

- Propaanihappo 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

¹ viitearvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden perusteella emissiotasot kasvavat ajan funktiona

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 407685

25.02.2020

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

Työympäristölaboratoriot



Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy

Ilmalanportti 2
00240 Helsinki

NÄYTTEENNE 9.1.2019

Projektinumero: 22500325-427, näytteenottaja: , pvm: 09.12-23.12.2019

MINERAALIKUITULASKENNAT (MMVF) GEELITEIPEILTÄ

PPK1. (PPK1/1 ja PPK1/2)

alle 0,2 kuitua/cm²

PPK2. (PPK2/1 ja PPK2/2)

alle 0,2 kuitua/cm²

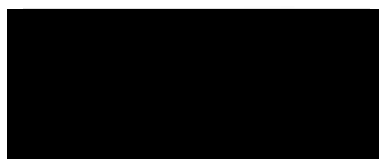
PPK3. (PPK3/1 ja PPK 3/2)

alle 0,2 kuitua/cm²

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon pölylaskeumasta on 0,2 kuitua/cm² (Asumisterveysasetus 545/2015). Kuitukriteeri; pituus 20 µm tai enemmän.

Näytteet laskettu läpivalopolarisaatiomikroskoopilla.

materiaalitutkimuslaboratorio
MIKROFOKUS OY



Asiakkaan toimittamat näytteet. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Kohdetiedot ja näytetunnisteet merkitty asiakkaan ohjeiden mukaisesti. Noudatamme testauslaboratorioiden kansainvälistä ISO/IEC 17025:2017 -standardia sekä konsulttitoimen yhteisiä sopimusehtoja KSE 2013. Oheisen lausunnon saa kopioida vain kokonaisuutena. Lausunnon osittainen kopiointi edellyttää Mikrofokus Oy:n kirjallista lupaa.

Osoite:
MIKROFOKUS OY
Helsingin Tiedepuisto
Viikinkaari 4
00790 HELSINKI

Puhelin:
(09) 374 2010
www.mikrofokus.fi
Kotipaikka: HELSINKI

Lammin Säästöpankki
426014-258591
IBAN FI3742601420058591
BIC HELSFIHH

Kaupparek.nro:
509.634
Y-tunnus: 0851115-5
Alv rek.

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy

Ilmalanportti 2
00240 Helsinki

PÖLYN KOOSTUMUKSEN ANALYYSI

Projektinumero: 22500325-427, näytteenottaja: [REDACTED], näytteenoton päivämäärä: 09.12-23.12.2019

Pölyn ainesosien suhteellisia osuuksia on arvioitu asteikolla: paljon – jonkin verran – vähän
Mineraalikuitujen ja mikrobien määriä pölyssä on arvioitu asteikolla: suuri määrä – jonkin verran – pieni määrä

PP1.

Pääasiallinen koostumus: - tavanomaista huonepölyä ja kiviainestyyppistä pölyä

Tarkempi erittely: - jonkin verran tavanomaisia huonepölyhiukkasia (tekstiilikuituja)
- jonkin verran kiviainestyyppisiä hiukkasia (alumiinisilikaatteja)

Näytteessä ei todettu asbestikuituja, mikrobeja eikä mineraalikuituja (MMVF).

PP2.

Pääasiallinen koostumus: - kiviainestyyppistä pölyä ja tavanomaista huonepölyä

Tarkempi erittely: - paljon alumiinisilikaatti-/kvartsihiukkasia
- paljon tavanomaisia huonepölyhiukkasia (hilsettä, tekstiili- ja paperikuituja)
- jonkin verran talkkihiukkasia
- vähän natrium- ja kalium-klooripitoisia hiukkasia

Mineraalikuidut: - pieni määrä vuorivillatyyppisiä mineraalikuituja (MMVF)

Näytteessä ei todettu asbestikuituja eikä mikrobeja.

Asiakkaan toimittamat näytteet. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Kohdetiedot ja näytetunnisteet merkitty asiakkaan ohjeiden mukaisesti. Noudatamme testauslaboratorioiden kansainvälistä ISO/IEC 17025:2017 -standardia sekä konsulttitoimen yhteisiä sopimusehtoja KSE 2013. Oheisen lausunnon saa kopioida vain kokonaisena. Lausunnon osittainen kopiointi edellyttää Mikrofokus Oy:n kirjallista lupaa.

PP3.

Pääasiallinen koostumus: - kiviainestyyppistä pölyä ja tavanomaista huonepölyä

Tarkempi erittely: - paljon alumiinisilikaatti-/kvartsihiukkasia
- paljon tavanomaisia huonepölyhiukkasia (hilsettä, tekstiili- ja paperikuituja)
- vähän kalsiumpitoisia hiukkasia (viittaa rakennuspölyyn)
- vähän natrium- ja kalium-klooripitoisia hiukkasia

Mineraalikuidut: - pieni määrä lasi- ja vuorivillatyyppisiä mineraalikuituja (MMVF)

Näytteessä ei todettu asbestikuituja eikä mikrobeja.

* Muutokset lausuntoon 20-0039: korjattu/lisätty PP2 ja PP3 näytteiden erittelyyn "paljon tavanomaisia huonepölyhiukkasia (hilsettä, tekstiili- ja paperikuituja)".

Näytteet analysoitu elektronimikroskoopilla (SEM) ja röntgenmikroanalysaattorilla (SEM/EDS).

materiaalitutkimuslaboratorio
MIKROFOKUS OY



Asiakkaan toimittamat näytteet. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Kohdetiedot ja näytetunnisteet merkitty asiakkaan ohjeiden mukaisesti. Noudatamme testauslaboratorioiden kansainvälistä ISO/IEC 17025:2017 -standardia sekä konsulttitoimen yhteisiä sopimusehtoja KSE 2013. Oheisen lausunnon saa kopioida vain kokonaisuutena. Lausunnon osittainen kopiointi edellyttää Mikrofokus Oy:n kirjallista lupaa.

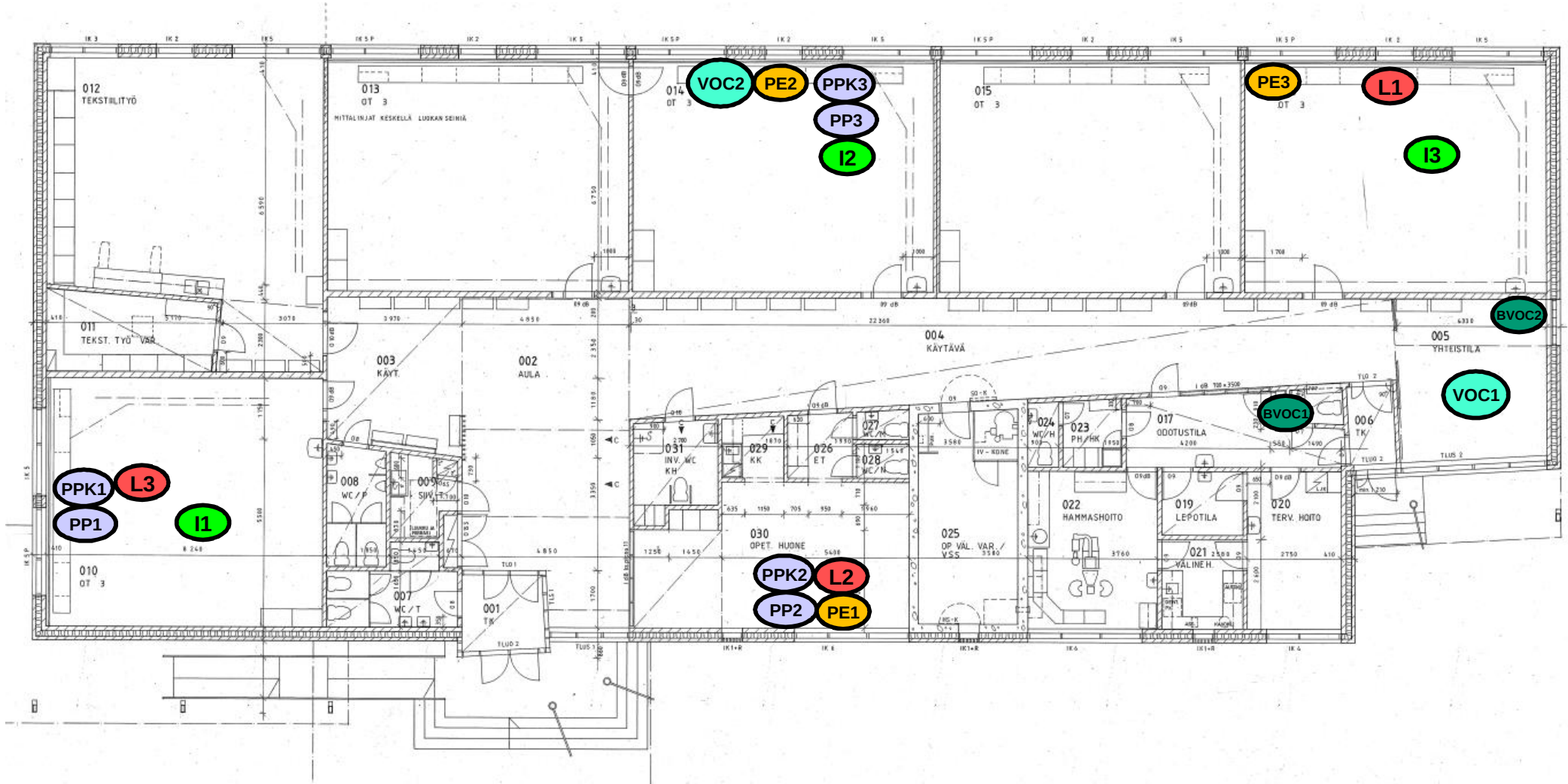
Osoite:
MIKROFOKUS OY
Helsingin Tiedepuisto
Viikinkaari 4
00790 HELSINKI

Puhelin:
(09) 374 2010
www.mikrofokus.fi
Kotipaikka: HELSINKI

Lammin Säästöpankki
426014-258591
IBAN FI3742601420058591
BIC HELSFIHH

Kaupparek.nro:
509.634
Y-tunnus: 0851115-5
Alv rek.

MITTAUSPISTEET POHJAKUVASSA



MERKINTÖJEN SELITYKSET:



PINNOILLE LASKEUTUVAT
MINERAALIKUIDUT



PINNOILLE LASKEUTUVA PÖLY



VOC-mittaus



SISÄILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS,
LÄMPÖTILA JA HIILIDIOKSIDIPITOISUUS
(seurantamittaus)



PAINE-ERO SEURANTA

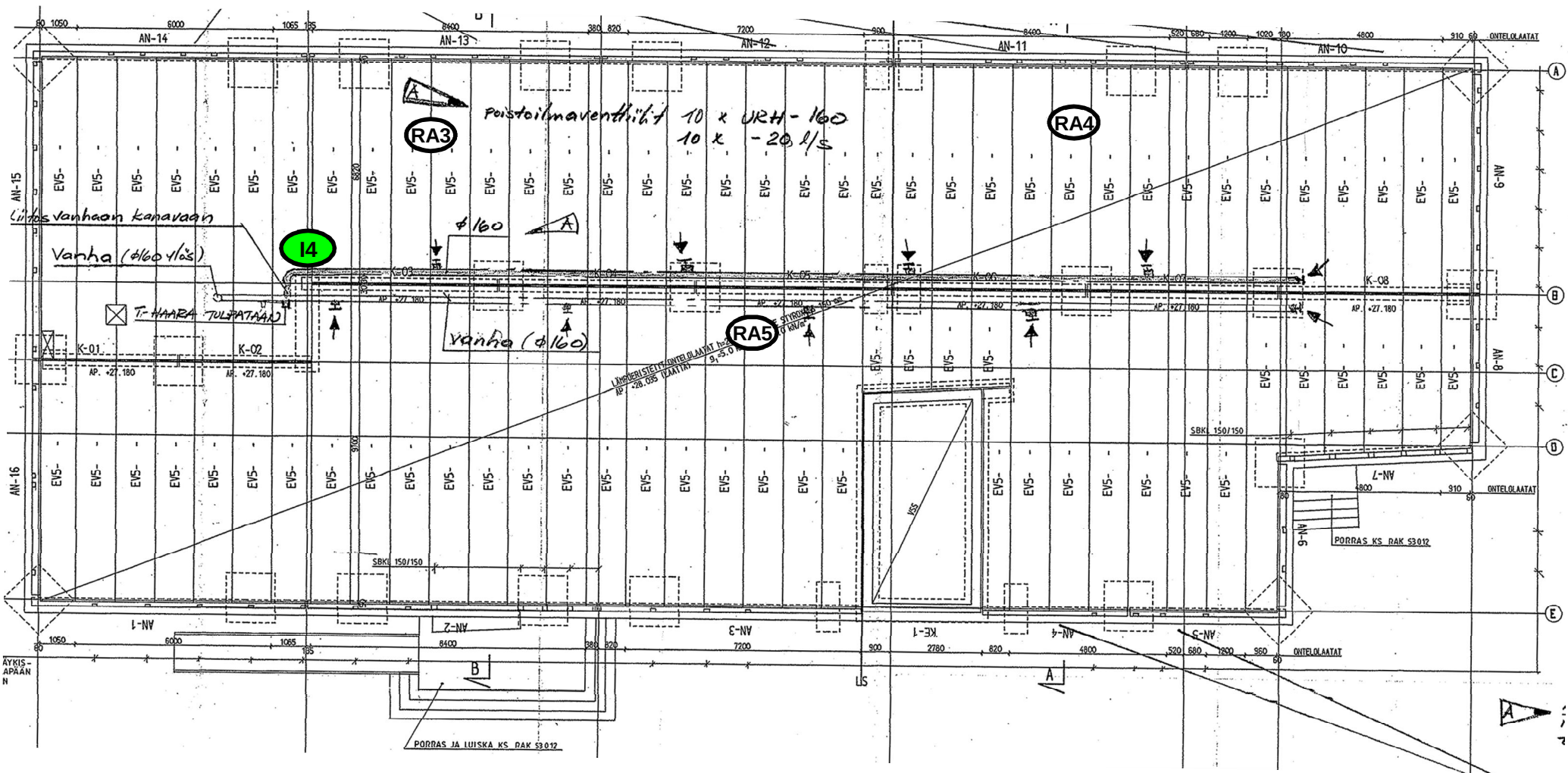


BULK-VOC-mittaus



ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT

MITTAUSPISTEET POHJAKUVASSA



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

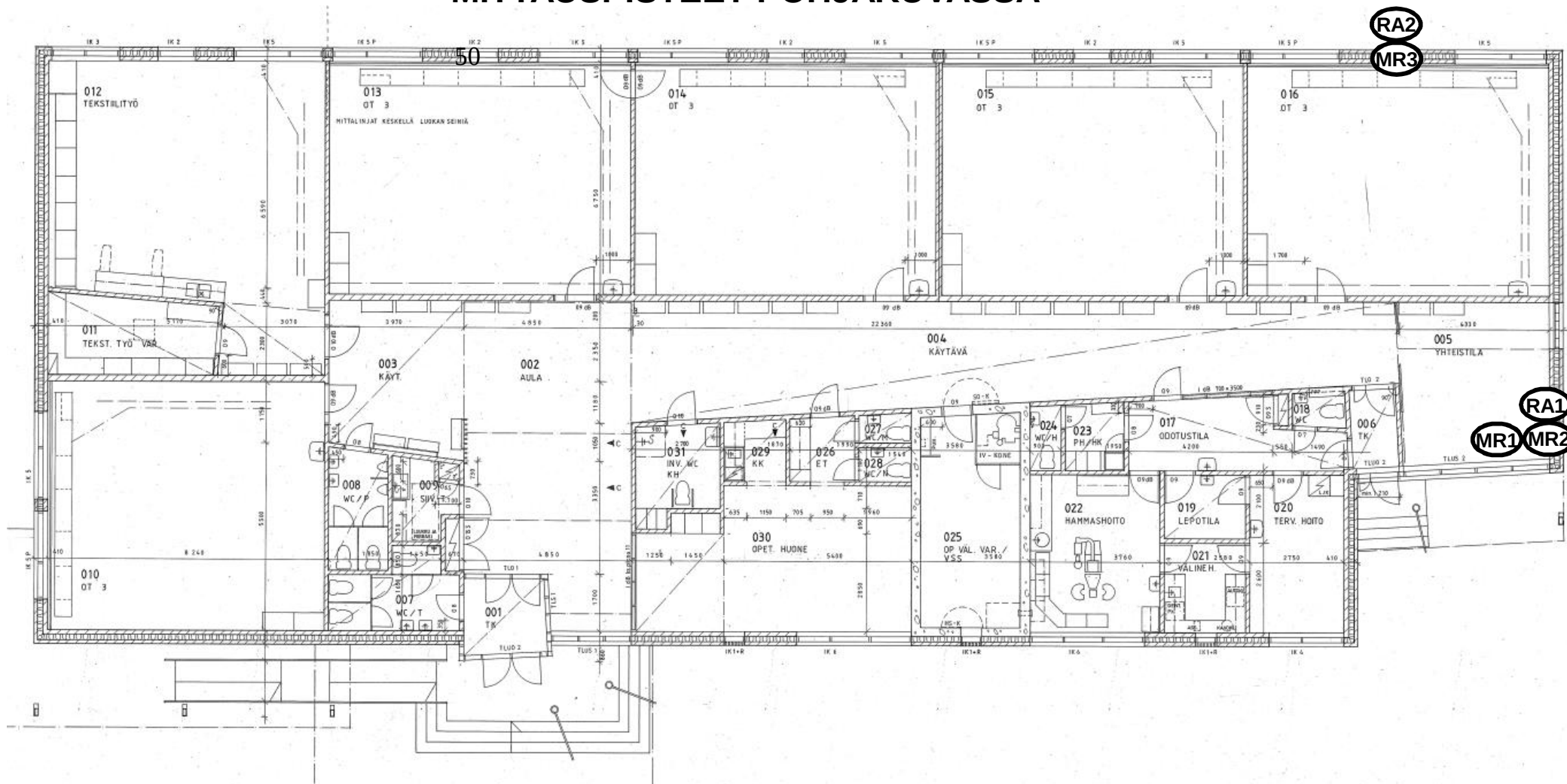


ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT



RAKENNEAVALUS

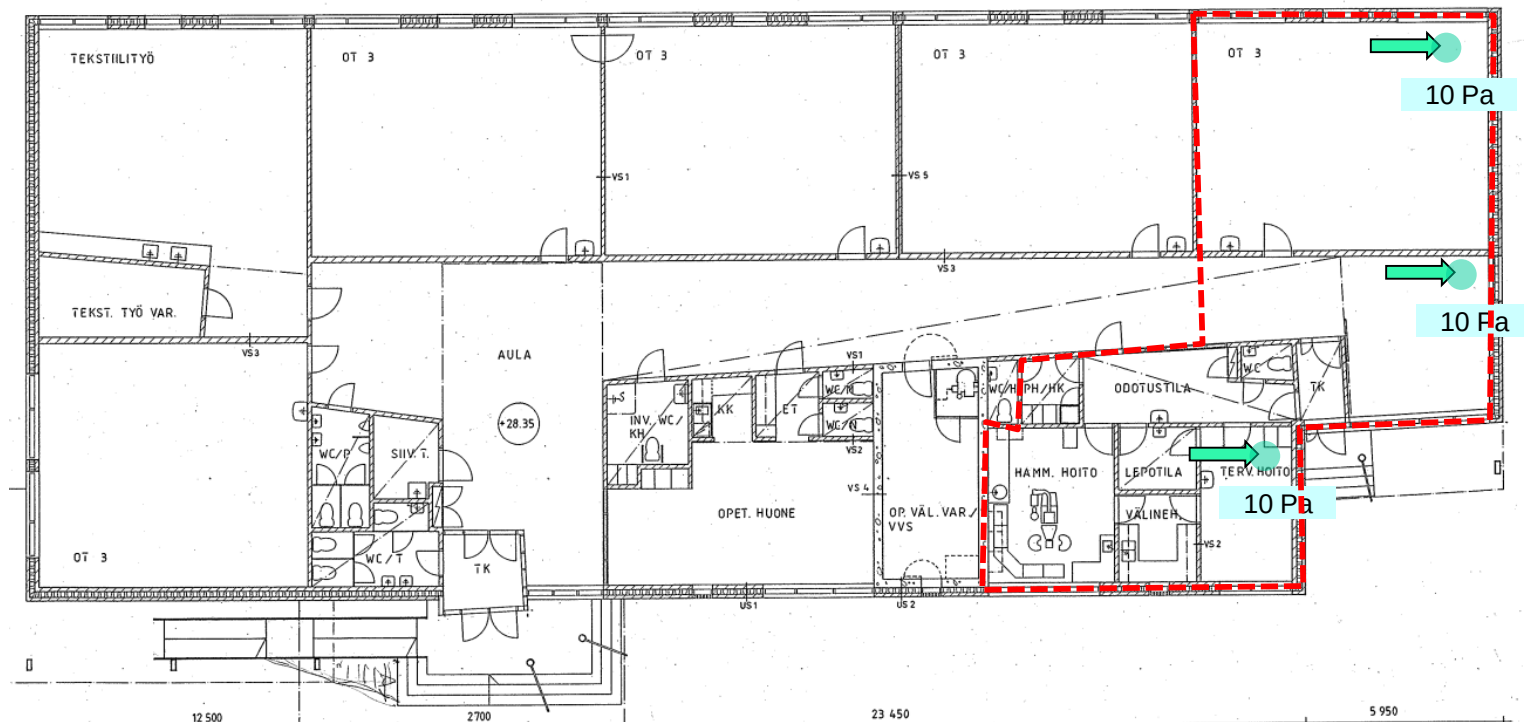
MITTAUSPISTEET POHJAKUVASSA



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

MR Materiaalinäyte **RA** Rakenneavaus

ALAPOHJAN MERKKIAINETUTKIMUS 13.12.2019



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

- Paine eron mittauspiste
- Pa
- Kaasun lasku ryömintätilaan

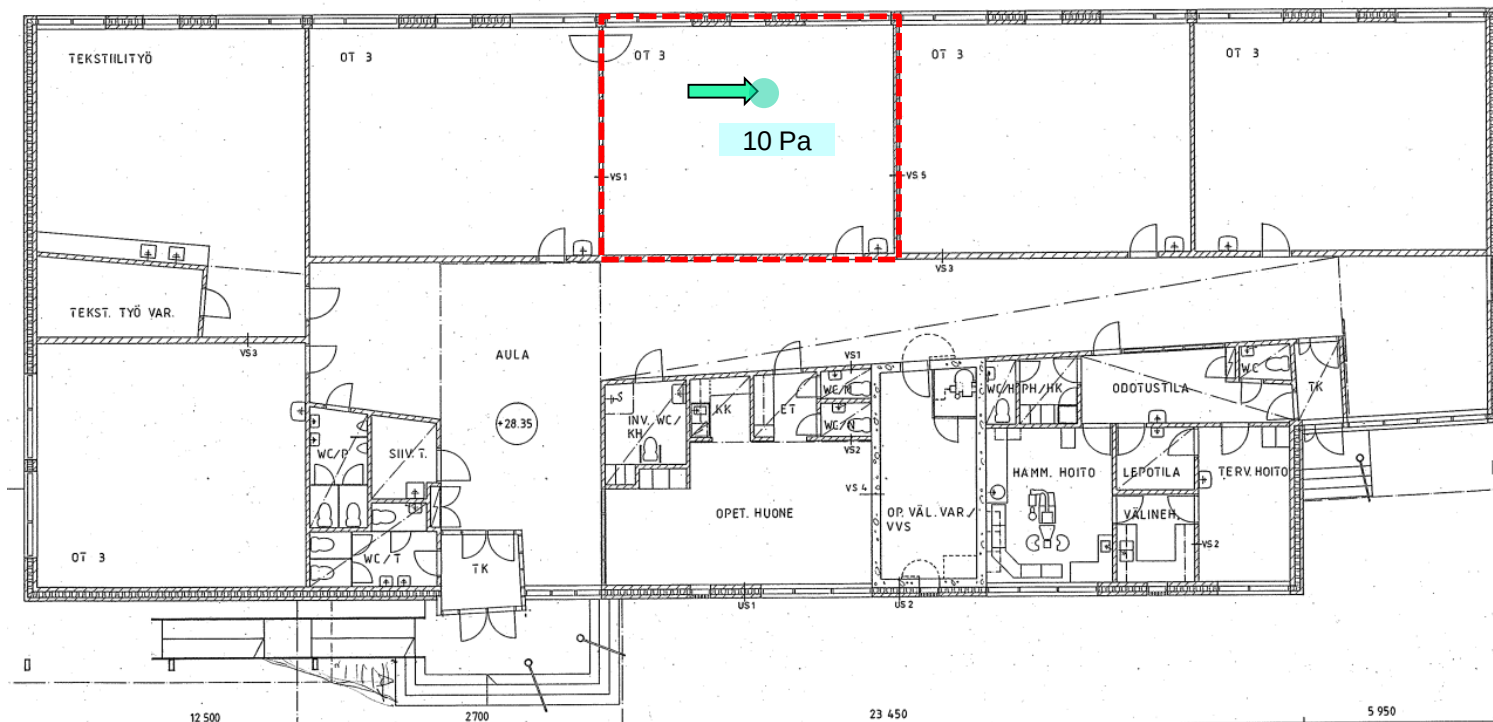
- HAVAITUN ILMAVUODON LAAJUUS
- TUTKITTU ALUE.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

Ei havaittuja merkkiaine vuotoja

Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridi kaasulla ja Wika gir-10 analysaattorilaitteella. Koneellisesti paineistettuna paine-ero alapohjan ryömintätilan ja huonetilan välissä 10 Pa. Huom. Paine-ero normaalioloissa 4-5 Pa

ALAPOHJAN MERKKIAINETUTKIMUS 13.2.2020



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

● Paine eron mittauspiste

Pa

→ Kaasun lasku ryömintätilaan



HAVAITUN ILMAVUODON LAAJUUS



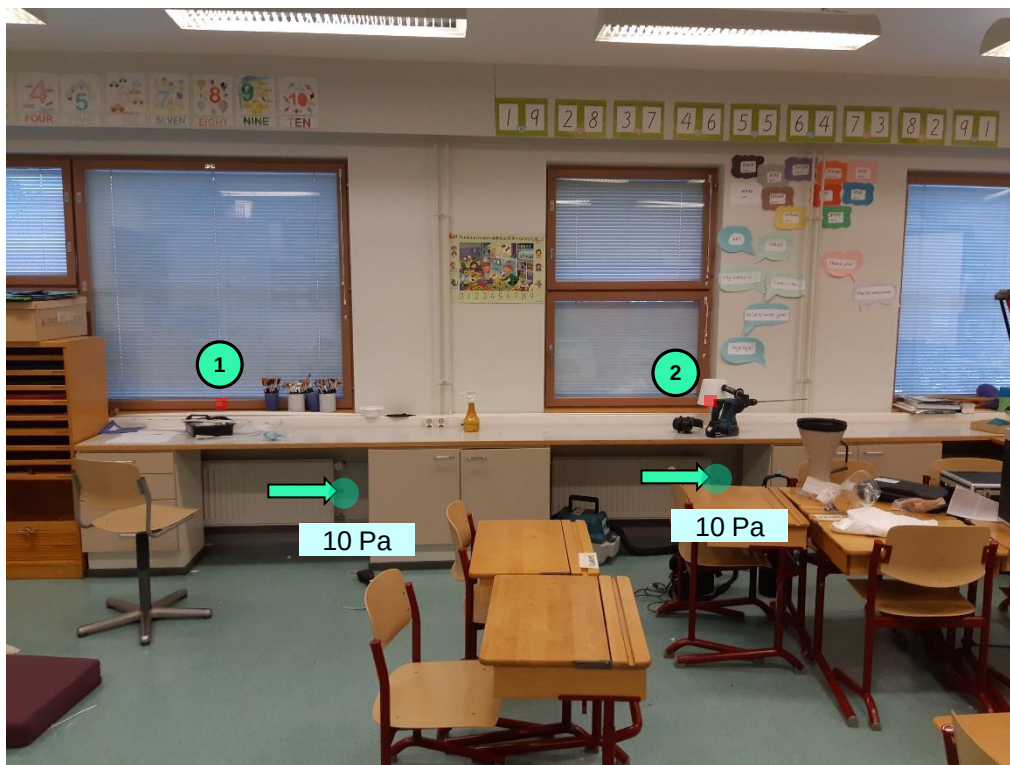
TUTKITTU ALUE.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

Ei havaittuja merkkiaine vuotoja

Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridi kaasulla ja Wika gir-10 analysaattorilaitteella. Koneellisesti paineistettuna paine-ero alapohjan ryömintätilan ja huonetilan välissä 10 Pa. Huom. Paine-ero normaalioloissa 4-5 Pa

ULKOSEINÄN MERKKIAINETUTKIMUS 13.2.2020



MERKINTÖJEN SELITYKSET:



Paine eron mittauspiste

Pa



Kaasun lasku ulkoseinän eristetilaan



TUTKITTU ALUE.

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

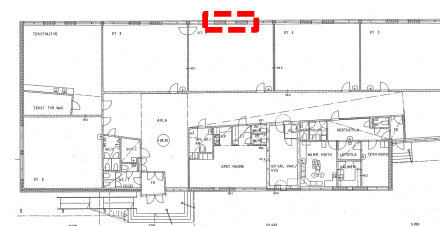


Ikkuna-avaimen reikä

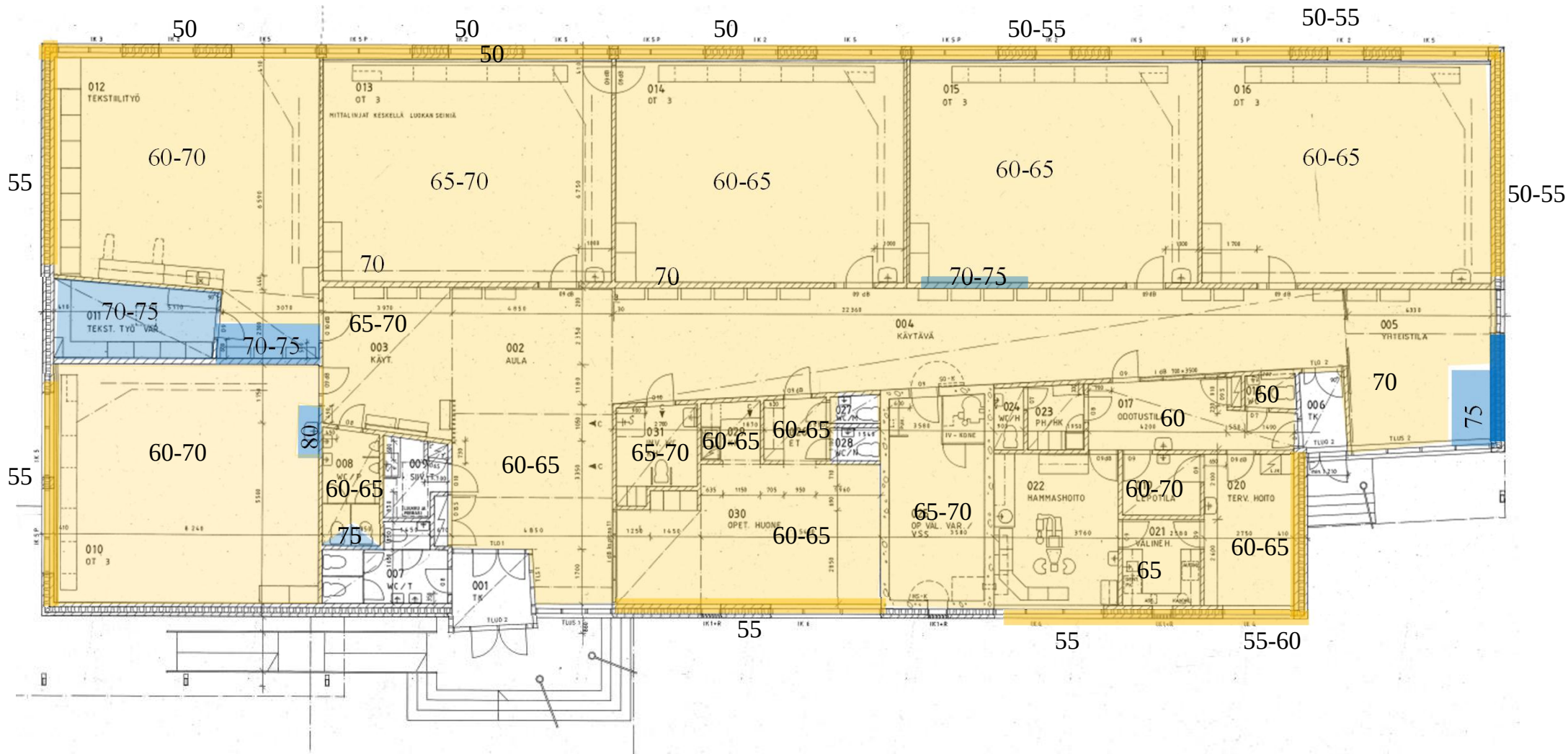


Ikkunatiiviste ja/tai karmiliitos

Merkkiainekoe on tehty formier 5 kaasulla ja sensistor XRS9012 analysaattorilaitteella. Koneellisesti paineistettuna paine-ero alapohjan ryömintätilan ja huonetilan välissä 10 Pa. Huom.



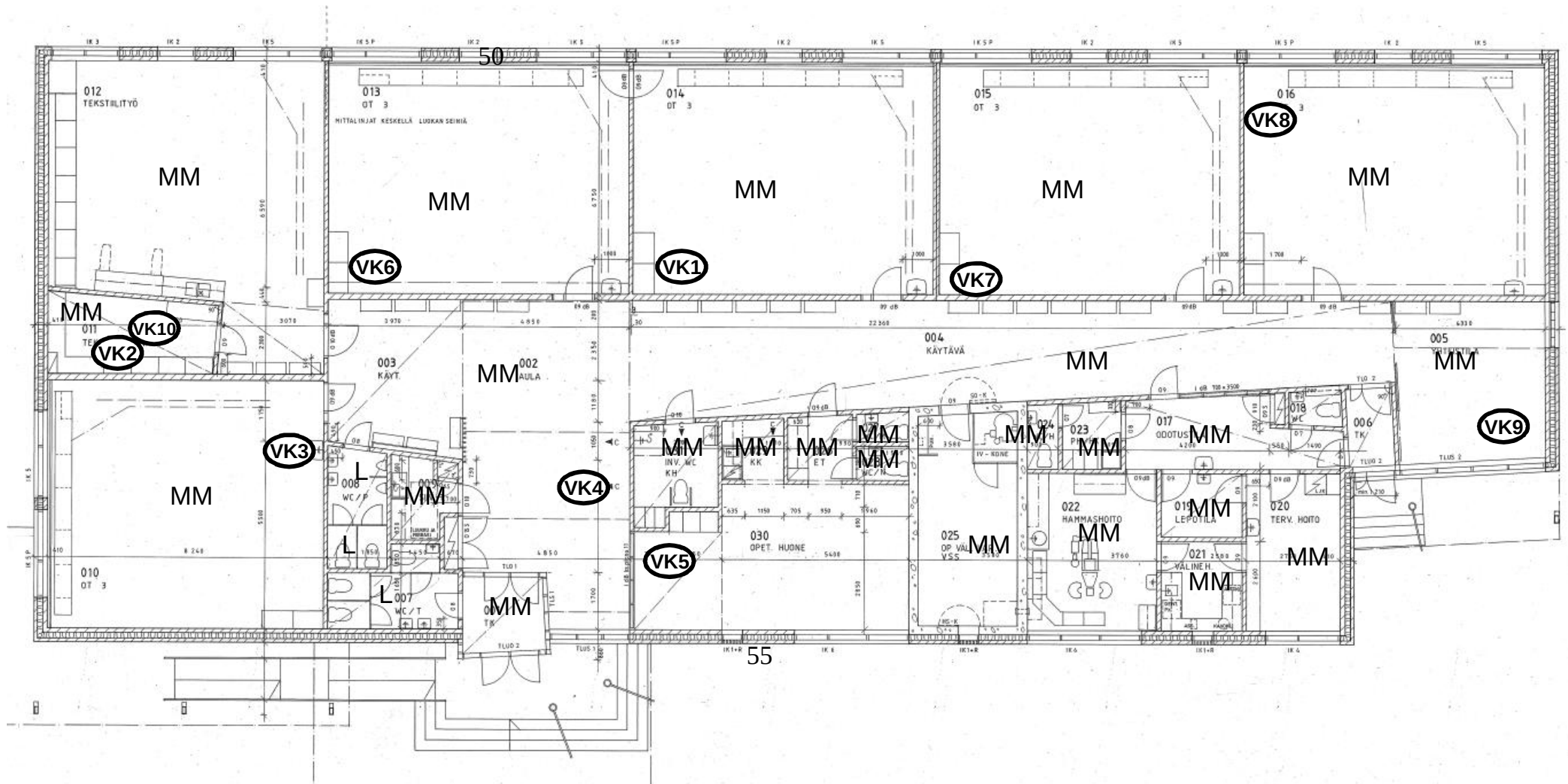
PINTAKOSTEUSKARTOITUS 10.12.2019



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

	Pintakosteusmittarin näyttämä lattiassa alle 70		Pintakosteusmittarin näyttämä lattiassa 70 – 90		Pintakosteusmittarin näyttämä lattiassa yli 90
	Pintakosteusmittarin näyttämä seinässä alle 60		Pintakosteusmittarin näyttämä seinässä 60 – 80		Pintakosteusmittarin näyttämä seinässä yli 80

VIILTOMITTAUKSET 10.12.2019



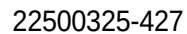
MERKINTÖJEN SELITYKSET:

MB = mosaiikkibetoni, B = betoni, M = maalattu betoni MM = muovimatto, AB = akryylibetoni, VL = vinyylilaatta, L = laatta

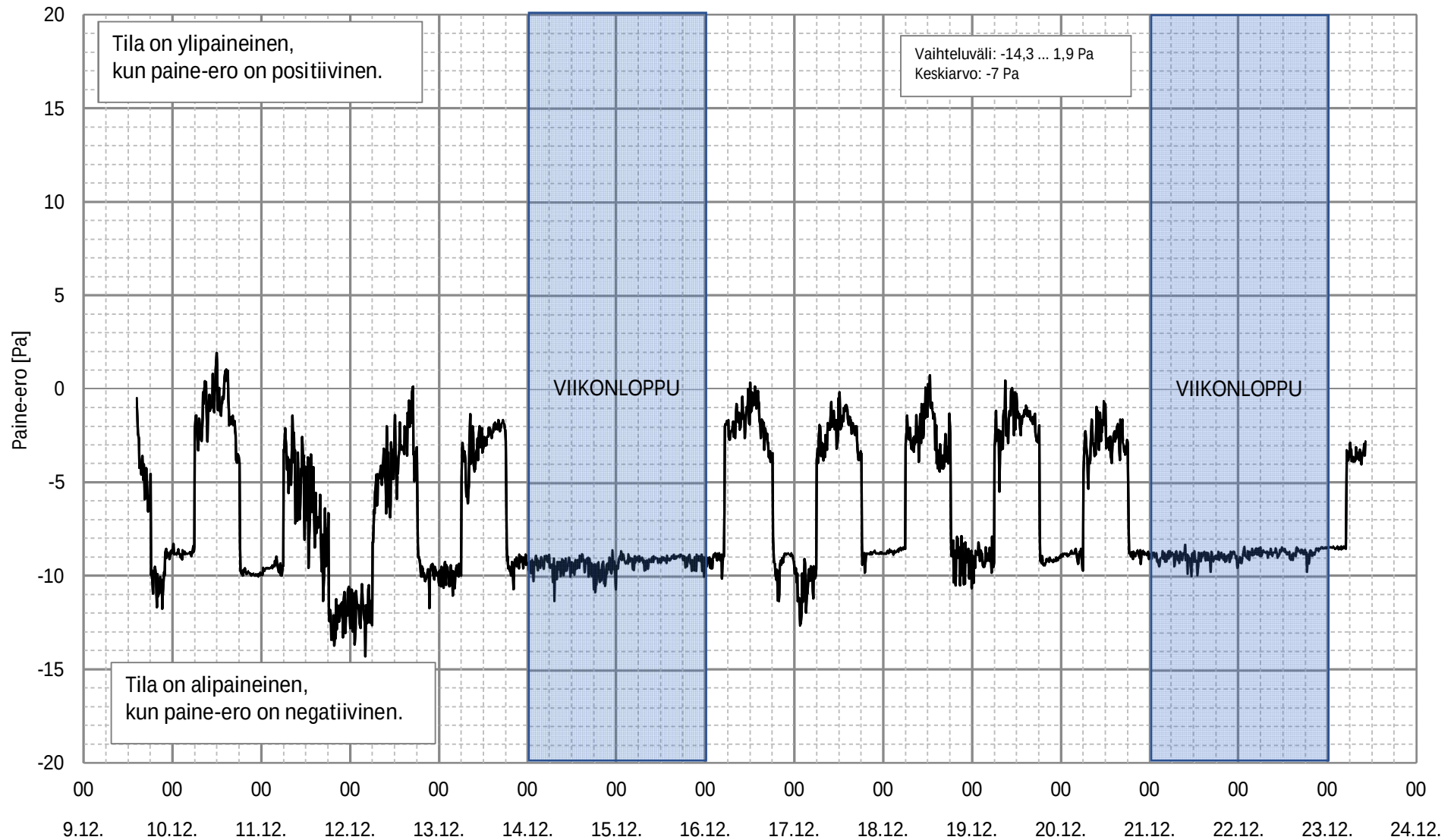
(VK) VIILTOKOSTEUSMITTAUKSET

(K) PORAREIKÄKOSTEUSMITTAUKSET

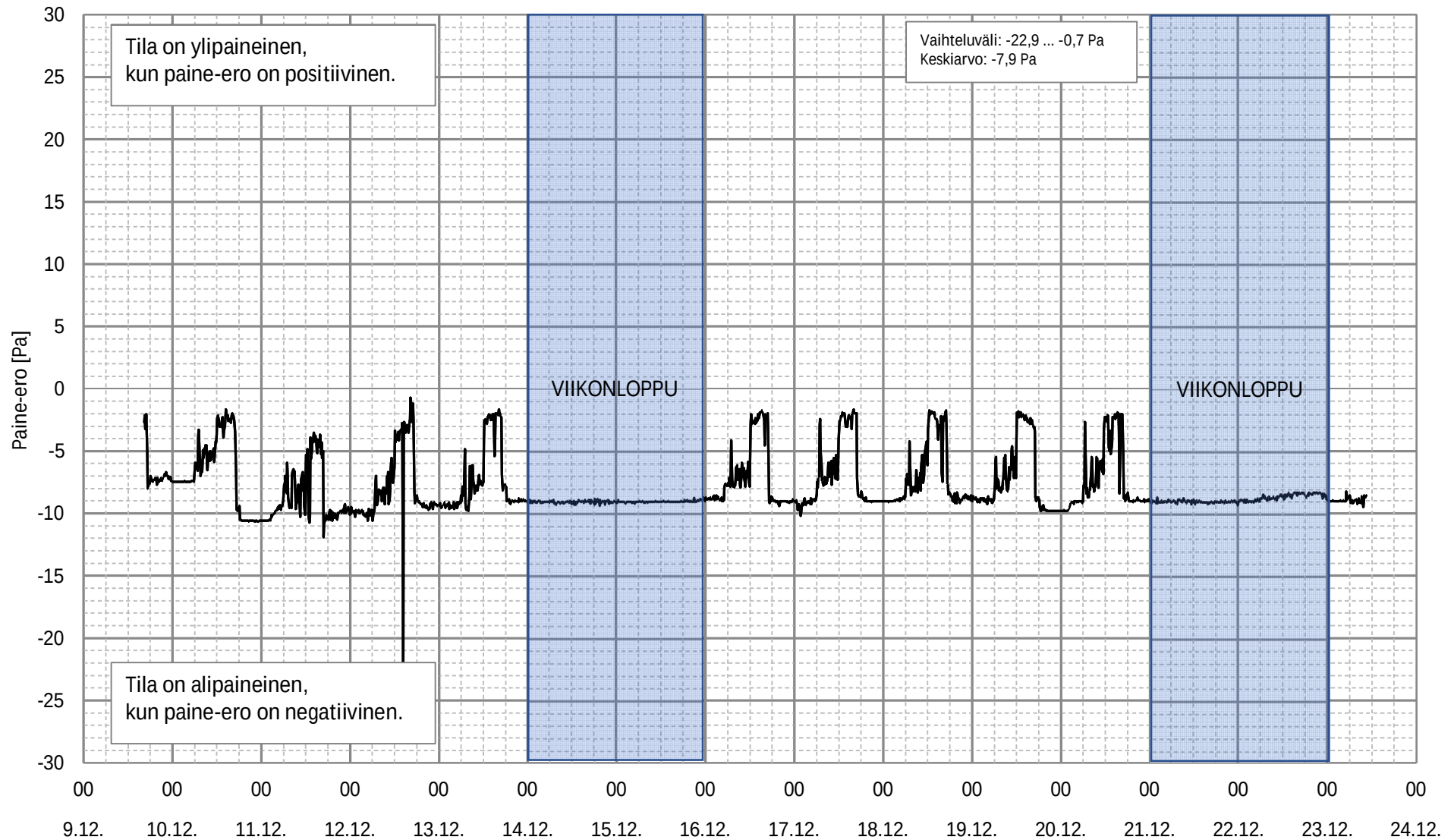
Liite 5.1



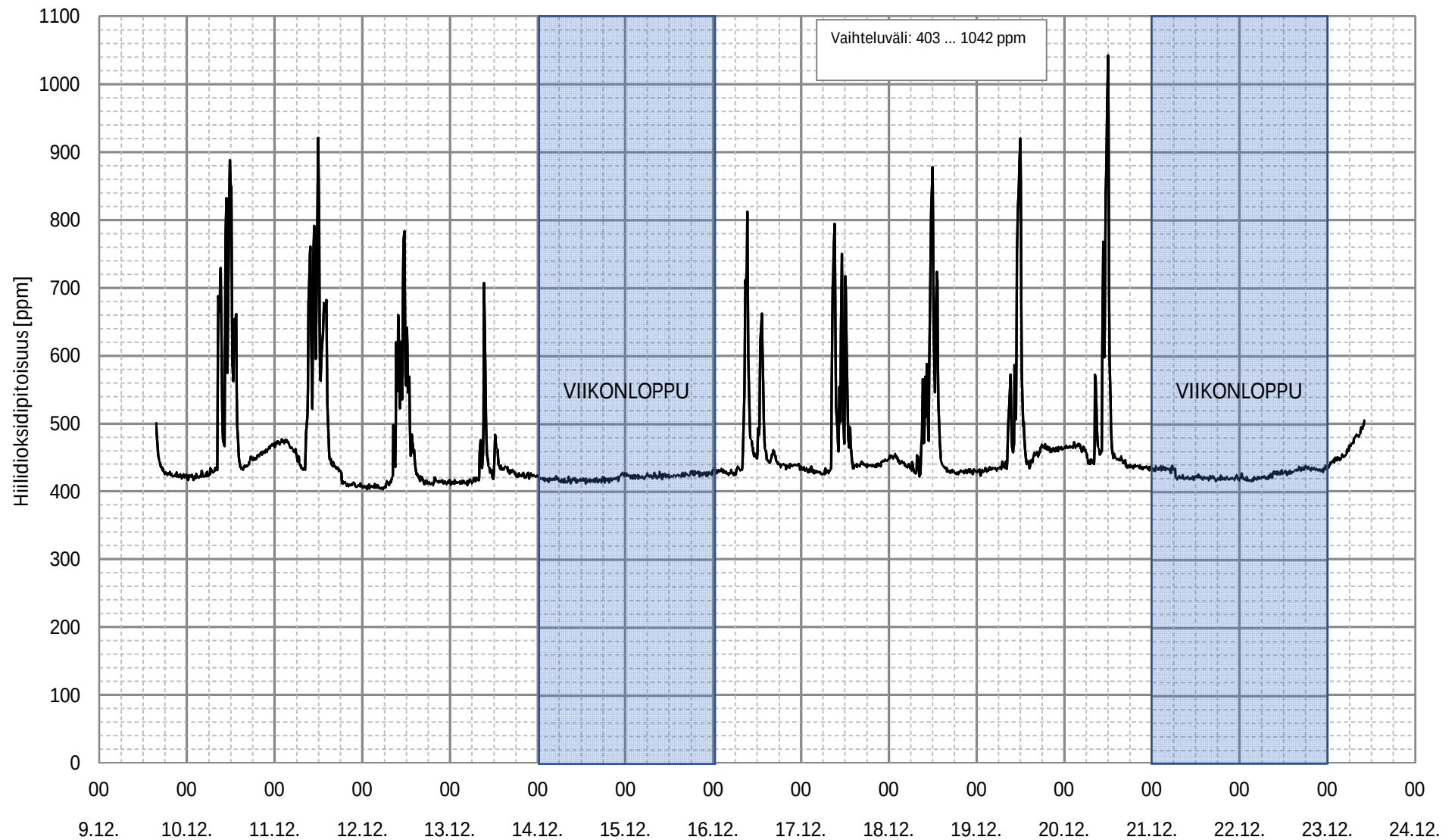
PE2: Paine-ero seuranta tilan 014 ja ulkoilman välillä 9.12. - 23.12.2019



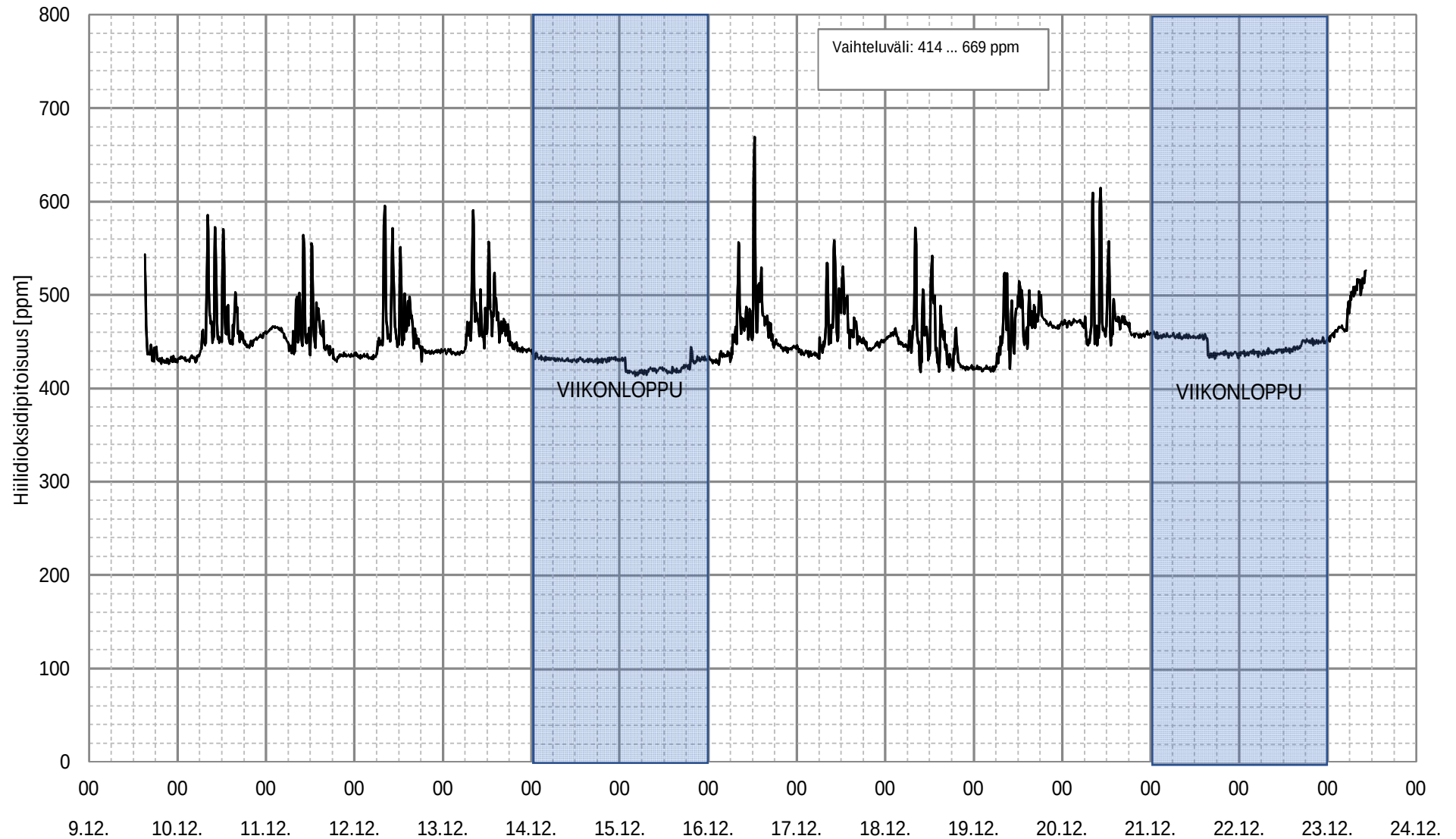
PE3: Paine-ero seuranta tilan 016 ja alapohjan ryömintätilan välillä 9.12. - 23.12.2019



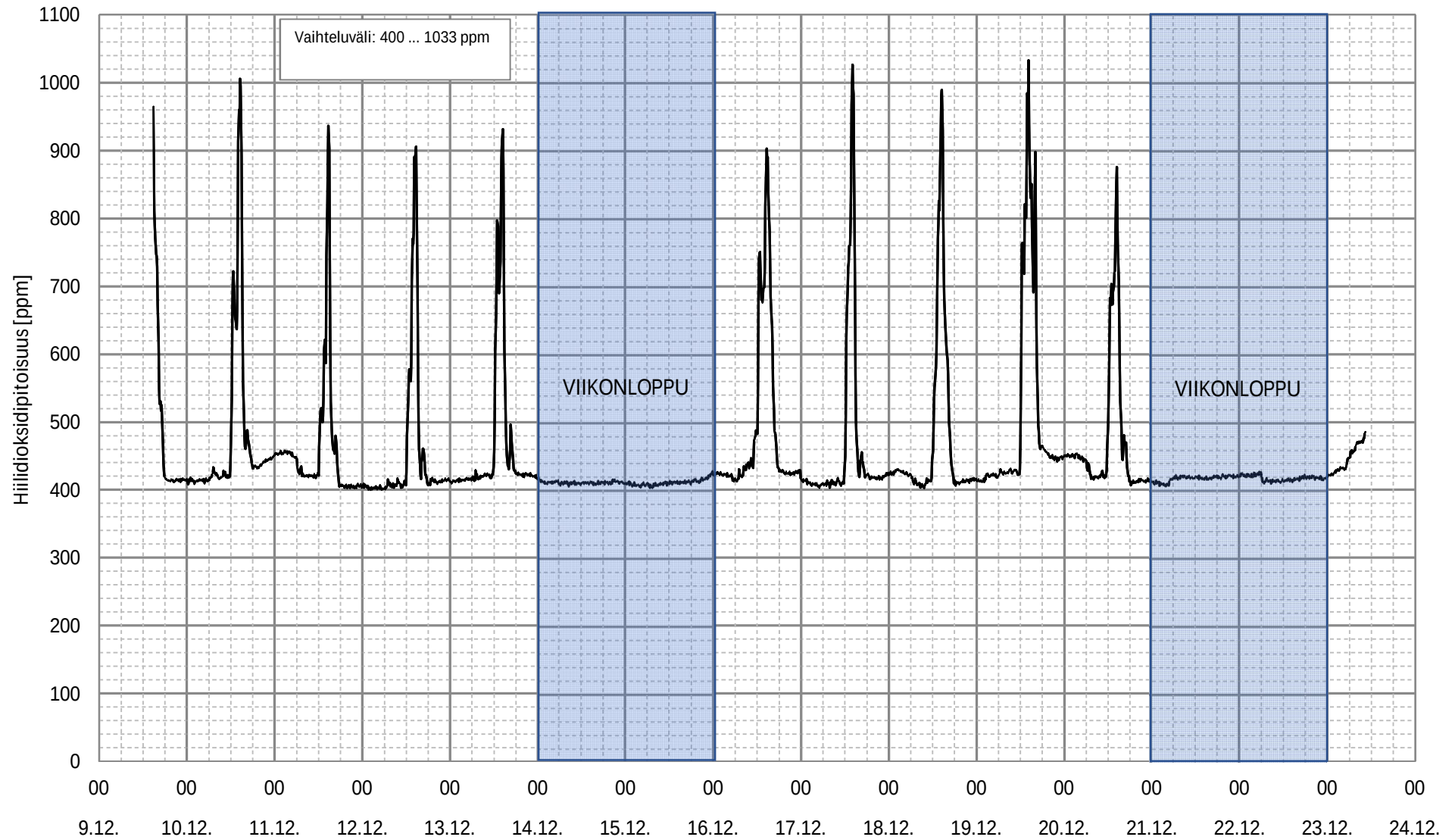
L1: Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seuranta Rekolankoulu - Tila 010 9.12. - 23.12.2019



L2: Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seuranta Rekolankoulu - Tila 030 9.12. - 23.12.2019

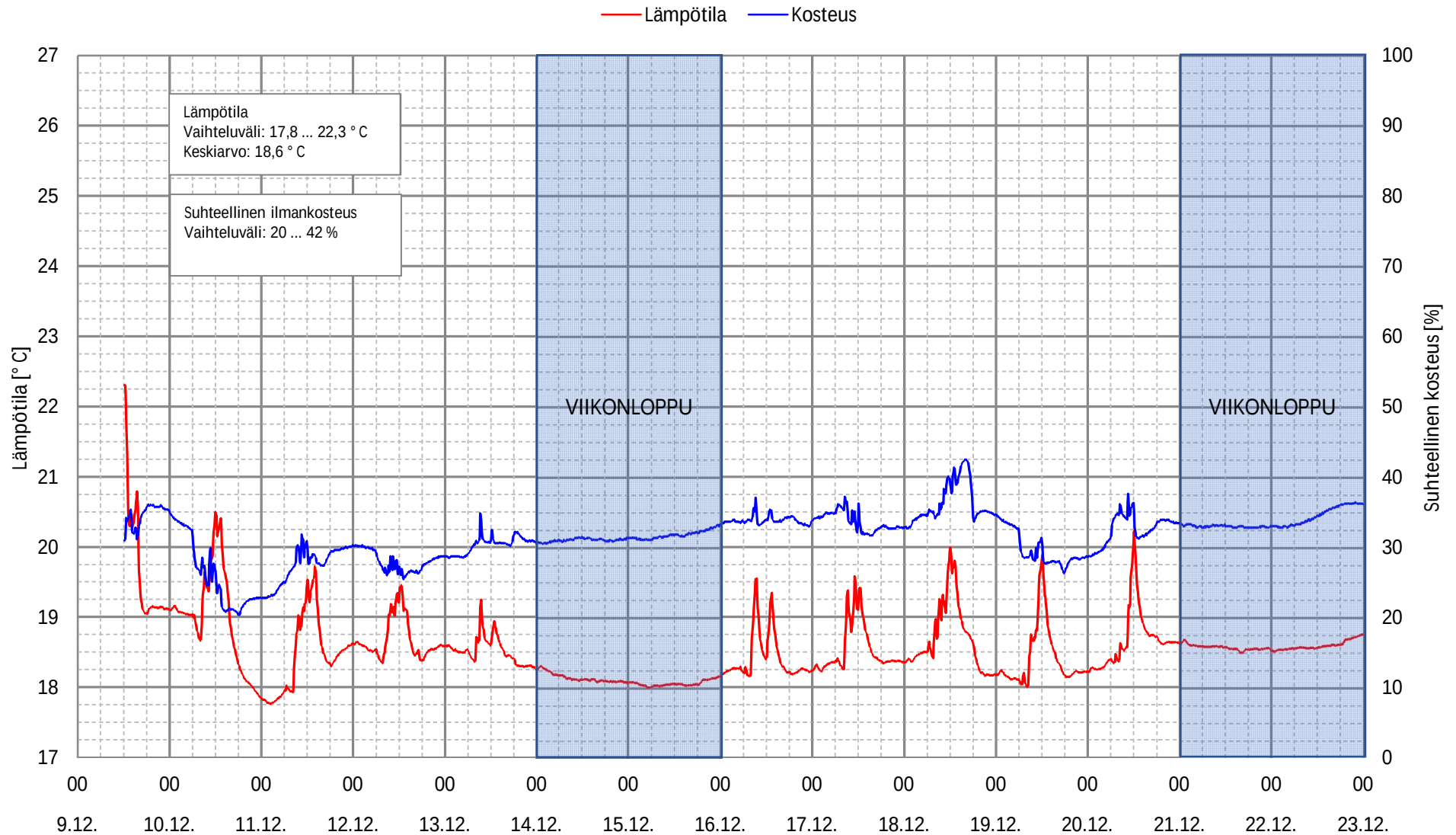


L3: Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seuranta Rekolankoulu - Tila 016 9.12. - 23.12.2019



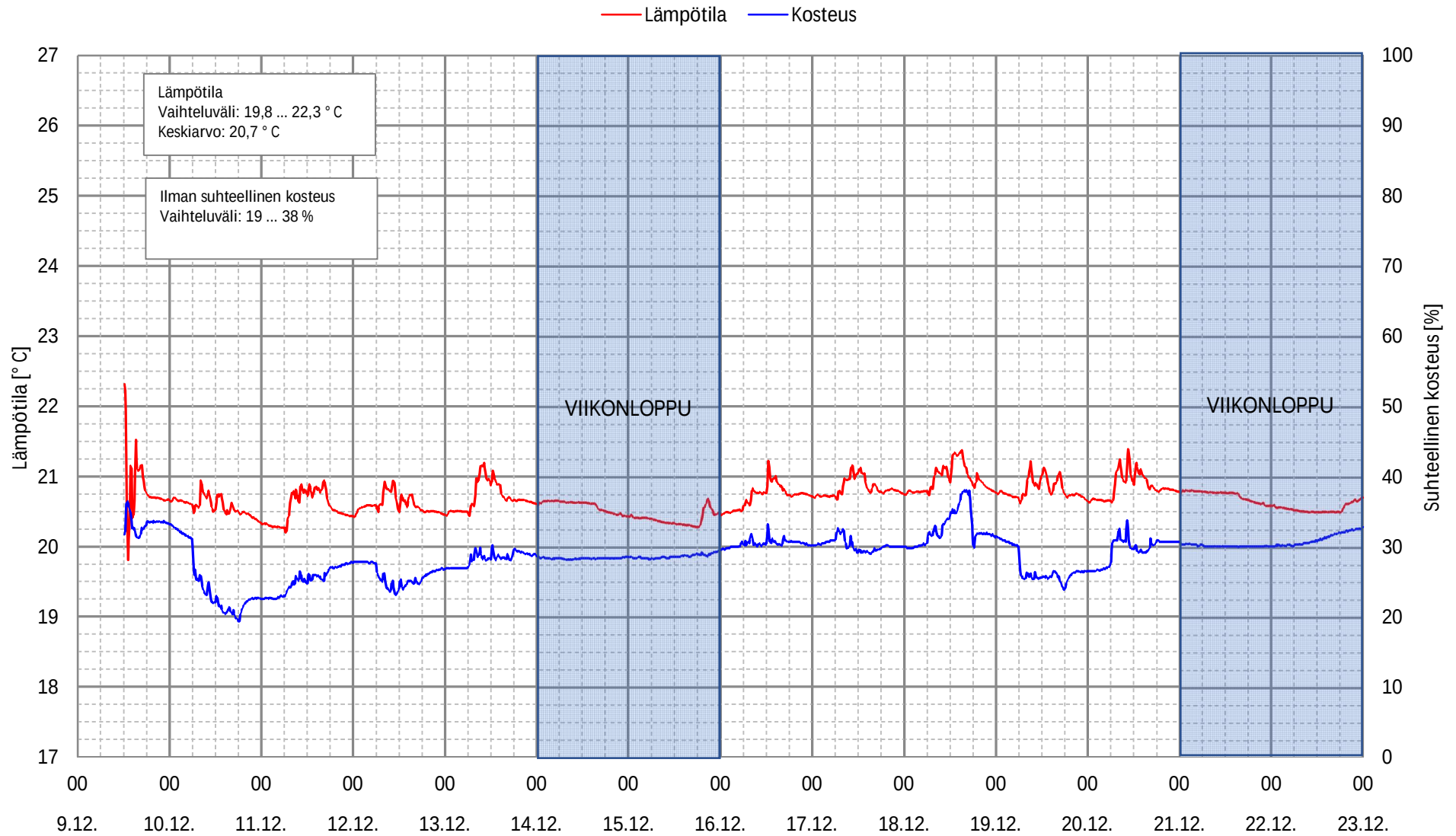
L1: Sisäilman olosuhdeseuranta Rekolankoulu - Tila 010

9.12. - 22.12.2019



L2: Sisäilman olosuhdeseuranta Rekolankoulu - Tila 030

9.12. - 22.12.2019



L3: Sisäilman olosuhdeseuranta Rekolankoulu - Tila 016

9.12. - 22.12.2019

