

SISÄILMASTO- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS



Kuva Google

TERVEYSKESKUS

KIVISTÖNTIE 14, MÄNTSÄLÄ

22501945-008

Yhteenveto

Tutkittava rakennus on rakennettu 1980-luvulla ja sitä on korjattu sekä laajennettu 2000-luvulla. Rakennus on yksikerroksinen. Rakennuksessa on betoni-villa-tiilirakenteiset ulkoseinät ja peltikate. Rakennuksessa koneellinen ilmanvaihto, jota on säädetty juuri ennen sisäilmatutkimusten aloittamista. Tutkimuksia tehtiin sisäilmaan liitettävien oireiden takia vanhan osan keskialueella tiloissa 1122, 1123 ja 1124, jotka ovat hallinnollisessa käytössä.

Tilassa 1123 ja 1124 sisäilman sieni-itiöpitoisuudet olivat alhaisia ja lajisto ulkoilman kaltainen. Kaikissa tutkituissa tiloissa bakteeri- ja aktinomykeettipitoisuudet olivat alhaisia Asumisterveysasetuksen esittämiin ohjeellisiin arvoihin verrattuna.

Tilan 1123 sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet olivat ohjearvoihin nähden alhaiset ja normaalina pidettävät.

Tilassa 1123 ja 1124 pinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuudet ylittivät toimenpideraja-arvot. Mineraalikuitujen lähteenä ovat todennäköisesti alakaton yläpuolella olevat suojaamattomat mineraalivillalevyt tai ilmanvaihdon päätelaitteiden äänenvaimennusmateriaalit.

Tilan 1124 hiilidioksidipitoisuus, sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila olivat tavanomaisia. Mittaustulosten perusteella ilmanvaihto on pääosin käyttöön verrattuna riittävää, kokousten aikana voi ilmanvaihto olla hetkellisesti riittämätöntä.

Alapohjassa todettiin, että maaperän kosteus pääsee siirtymään paikallisesti rakenteeseen. Ulkoseinien alaosien kosteustekninen kunto oli hyvä.

Alapohjan ja ulkoseinän merkkiainekeasukokeessa todettiin ilmavuotokohtia ulkoseinän ja pilareiden liittymissä alapohjaan, ikkunan liittymissä ulkoseinään, karmiliitoksissa ja sähkökourun alapohjan läpiviennissä.

Painesuhteiden seurantamittausten perusteella tilat ovat tällä hetkellä ylipaineisia ulkoilmaan verrattuna.

Korjaustoimenpide-ehdotukset

- Lattiapinnoite tulee poistaa paikallisesti kosteaksi todetuista kohdista ja kuivattaa rakenne ennen uutta pinnoitusta. Suositeltavampi pitkän tähtäimen ratkaisu on vaihtaa tutkittujen tilojen lattiapinnoite paremmin vesihöyryäläpäisevämpään materiaaliin, esim. keraamiseen laattaan.
- Alapohjan liittymät pilareihin ja ulkoseinään, alapohjan läpiviennit sekä ikkunan liittymät ja karmiliitokset suositellaan tiivistämään ilmatiiviiksi.

- Alakattojen yläpuoliset mineraalivillat suositellaan poistamaan tai peittämään ilmatiivisti.
- Tuloilmalaitteiden ääneneristysmateriaalit suositellaan tarkastamaan ja vaihtamaan tarvittaessa esim. polyesterimateriaaliksi.
- ilmanvaihto suositellaan tasapainoittamaan paine-eromittareita hyödyntäen siten, että sisäilma pysyy kaikkina vuorokauden aikoina keskimäärin 0...2 Pascalia alipaineisena ulkoilmaan verrattuna.

Sisältö

1	YLEISTIEDOT	1
2	KÄYTETYT MITTAUS- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET	1
3	ALAPOHJAT	2
3.1	Rakenne	2
3.2	Tutkimustulokset	2
3.3	Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi	2
3.4	Korjaustoimenpide-ehdotukset	3
4	ULKOSEINÄT	3
4.1	Rakenne	3
4.2	Tutkimustulokset	3
4.3	Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi	3
4.4	Korjaustoimenpide-ehdotukset	4
5	YLÄPOHJAT	4
5.1	Rakenne	4
5.2	Tutkimustulokset	4
5.3	Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi	5
6	SISÄILMAN LAATUTUTKIMUKSET	5
6.1	Sisäilman mikrobit	5
6.2	Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet	5
6.3	Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut	5
6.4	Ilmanvaihtokanavien sisäpintojen pölyn koostumus	6
6.5	Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset	6
6.6	Sisäilmaolosuhteiden seurantamittaukset	7
6.7	Painesuhteiden seurantamittaukset	7
6.8	Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi	8
7	LIITTEET	8

1 YLEISTIEDOT

Tutkimuskohde:

Terveyskeskus, Kivistöntie 14, Mäntsälä
Tilaaaja: Mäntsälän kunta, Kunnossapitopalvelut
Pasi Santala
Heikintie 4
04600 Mäntsälä
Sähköposti: pasi.santala@mantsala.fi

Lähtötiedot:

Tutkittava rakennus on rakennettu 1980-luvulla ja sitä on korjattu sekä laajennettu 2000-luvulla. Rakennus on yksikerroksinen. Rakennuksessa on betoni-villa-tiilirakenteiset ulkoseinät ja peltikate. Rakennuksessa koneellinen ilmanvaihto. Ilmanvaihto oli säädetty juuri ennen sisäilmatutkimusten aloittamista. Tutkimuksia tehdään sisäilmaan liitettävien oireiden takia vanhan osan keskialueella tiloissa 1122-1124, jotka ovat hallinnollisessa käytössä.

Tutkimustavoite:

Tutkimuksen tavoitteena on arvioida sisäilman laatua ja sisäilman laatuun vaikuttavia riskitekijöitä sekä arvioida tarvittavat korjaustoimenpiteet. Tutkimusraportti pohjautuu rakennepiirustuksiin, kohteessa tehtyyn katselmukseen, teknisiin tutkimuksiin (rakenteiden ilmatiiveys- ja kosteusmittaukset, ilmanvaihtotekniset mittaukset, sisäilmamittaukset) sekä kiinteistön omistajan edustajalta saatuihin tietoihin. Tutkimukset on rajattu ilmoitettuihin oireilutiloihin.

Tutkimusryhmä:

Tutkimuksen tekijöinä olivat Heli Hurskainen ja Petri Varonen. Tutkimukset tehtiin 2. – 16.1.2019.

Käytettävissä olleet asiakirjat:

- LVI-suunnitelmia, Insinööritoimisto Hintikka Oy, 2008
- JM-Air Oy, Ilmamäärämittauspöytäkirja, 10.12.2018

2 KÄYTETYT MITTAUS- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET

Paine-eromittari	TSI Airflow PVM610, Tinytag 550942 Dwyer/Beck-paine-eromittari ja Tinytag-tiedonkeruujärjestelmä
Pintakosteusilmaisin	Gann hydrotest LG 1 -näyttölaite, B50-mitta-anturi
Kosteusmittari	Vaisala HMP41, mittapäät HMP42
Merkkiainelaitteisto	Sensistor XRS9012
Alipaineistaja	Minneapolis Blowerdoor

VOC-pumppu	SKC Model 222-3
Mikrobipumppu	Andressen 6-vaihekeräin +Thomas VTE 10
Hiilidioksidimittari	Tinytag TGE-0010
Sisäilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittari	Tinytag TGP-4500
Lämpökamera	Flir T440bx s/n

3 ALAPOHJAT

3.1 Rakenne

Alapohjarakenne on todennäköisesti (rakennepiirustuksia ei ollut käytössä) tutkituissa tiloissa seuraava:

AP1

- lattiapäällyste (seinille nostettu muovimatto + liima)
- betonilaatta
- muovikalvo (ei tarkastettu)
- EPS-eriste (ei tarkastettu)
- sora-/ maatayttö

3.2 Tutkimustulokset

Mittaukselliset tulokset on esitetty liitteessä 1, mittauspisteet pohjakuvassa liitteessä 2, kosteuskartoitus liitteessä 3 ja merkkiainetutkimukset liitteessä 4.

Tutkittavien tilojen lattioiden eli alapohjien kosteutta arvioitiin tutkimusalueella pintakosteudenilmaisimella, jonka perusteella lattiassa oli paikallisia kohonneita kosteuskorjauksia. Tutkituissa tiloissa alapohjan päällystemateriaalina on muovimatto. Alapohjan suhteellinen kosteus muovimaton alla tarkastettiin viiltokosteusmittauksella tiloissa 1122-1124. Muovimatto on ollut viiltokosteusmittauksessa tehtyjen havaintojen mukaan lujasti kiinni lattiassa, eikä aistinvaraisesti havaittu sen liima- ja tasoiteaineiden hajoamista. Alapohjarakenteen suhteellinen kosteus lattiapinnoitteen alla oli koholla kaikissa tiloissa: 1123 (RH 94 %), 1124 (RH 96 %) ja 1122 (RH 83 %).

Alapohjan merkkiainekaasukokeessa havaittiin ilmapuotokohtia pilareiden ja alapohjan liittymissä sekä sähkökourun ja alapohjan liittymässä.

3.3 Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi

Alapohjan maataytön epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan rakenteissa olevien ilmapuotokohtien kautta sisätilojen ollessa alipaineisia ulkotiloihin verrattuna.

Alapohjalaatan alapuolinen täyttömateriaali voi olla kapillaarista ja/tai lämmöneristys voi olla heikko, jolloin maaperän kosteus pääsee kulkeutumaan alapohjalaataan.

Alapohjalaatassa oleva tiivis lattiapinnoite, muovimatto, estää kosteuden haihtumisen sisäilmaan. Kosteus pääsee kerääntymään tiiviin lattiapinnoitteen alapintaan. Kosteiden paikkojen mitatut suhteellisten kosteuden arvot ylittävät muovimattopinnoitteen kriittisen

kosteusarvon. Pintakosteuskartoituksen perusteella voidaan olettaa, että alapohjan kohonneet kosteudet ovat paikallisia.

Paikallisen kosteuden nousun syynä voivat olla täyttömaan kapillaarisuuden vaihtelu, lämmöneristyksen paikalliset puutteet, alapohjan kuivatuksen rajoitteet tai jokin muu syy.

3.4 Korjaustoimenpide-ehdotukset

- Tiloissa 1122 - 1124 kosteaksi todetuilla alueilla tulee irrottaa lattiapäällyste puhtaaseen betonipintaan asti, kuivattamaan rakenne ja pinnoittamaan uudelleen. Pitkällä tähtäimellä muovimatto ei kuitenkaan ole suositeltava lattiapinnoite alapohjarakenteeseen, jossa on todettu kohonnutta suhteellista kosteutta. Sen vuoksi suositellaan vaihtamaan lattiapinnoite vesihöyryäläpäisempään materiaaliin, esim. keraamiseen laattaan.
- Alapohjan ilmavuotokohdat suositellaan tiivistämään. Tiivistyksien toteutus edellyttää asiaan perehtyneen asiantuntijan laatimaa korjaussuunnitelmaa.

4 ULKOSEINÄT

4.1 Rakenne

Ulkoseinärakenteet ovat todennäköisesti (rakennepiirustuksia ei ollut käytössä) ulkoa sisälle päin seuraavat:

US1

- tiili
- tuuletusrako (ei tarkastettu)
- mineraalivilla (ei tarkastettu)
- betoni tai Siporex-harkko
- pintakäsittely tai -materiaali

4.2 Tutkimustulokset

Mittauks tulokset on esitetty liitteessä 1, mittauspisteet pohjakuvassa liitteessä 2, ja merkkiainetutkimukset liitteessä 4.

Ulkoseinien alaosien kosteutta arvioitiin tutkimusalueella pintakosteudenilmaisimella. Ulkoseinien sisäpinnoilla ei havaittu vertailuarvoja suurempia pintakosteuden arvoja.

Ulkoseinärakenteen lämmöneristekerroksesta todettiin ilmayhteys sisäilmaan merkkiainekaasukokeella. Ilmavuutokohtia olivat ulkoseinän liittymät ikkunaan sekä alapohjan liittymät ulkoseinään tai pilareihin.

4.3 Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi

Ulkoseinärakenteen ilmavuutokohtien kautta voi kulkeutua ulkoseinän epäpuhtauksia ilmavirran mukana sisäilmaan. Ulkoseinän heikko ilmatiiveys heikentää myös rakenteen lämpöteknisiä ominaisuuksia.

4.4 Korjaustoimenpide-ehdotukset

- Ulkoseinän liittymät ja läpiviennit suositellaan tiivistämään ilmatiiviiksi. Tiivistysten toteutus edellyttää asiaan perehtyneen asiantuntijan laatimaa korjaussuunnitelmaa.

5 YLÄPOHJAT

5.1 Rakenne

Yläpohjarakenne on todennäköisesti (rakennepiirustuksia ei ollut käytössä) ulkoa sisälle päin seuraava:

YP1

- vesikate, pelti
- ruodelaudoitus
- rakennuspahvi / aluskate
- kattotuolirakenteet + tuuletustila
- lämmöneristeet
- höyrynsulkumuovi (ei tarkastettu)
- ontelolaatta
- pintakäsittely/alakattorakenteet

5.2 Tutkimustulokset

Mittaustulokset on esitetty liitteessä 1, mittauspisteet pohjakuvassa liitteessä 2, ja merkkiainetutkimukset liitteessä 4.

Sisätilat alipaineistettiin -20...30 Pascalia yläpohjaan verrattuna ja yläpohjarakenne kuvattiin sisäpuolelta lämpökameralla erityisesti liittymien ja läpivientien kohdalta. Tutkimuksessa ei havaittu ilmavuotokohtia.

Yläpohjarakennetta tutkittiin aistivaraisesti yläpohjan tuuletustilan kautta. Ruodelaudoituksen alapuolisessa rakennuspahvissa oli runsaasti kosteusvauriojälkiä. Myös kantavissa puurakenteissa oli paikoittain kosteuden aiheuttamaa tummentumaa,



Kuva 1-2: Yläpohjarakenteen pahvissa oli nähtävillä kosteusvauriojälkiä. Eristeen päällä oli roskia.

mutta ne eivät heikennä kantavuutta. Yläpohjatilan eristekerroksen päällä oli paikoitellen roskia.

5.3 Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi

Yläpohjarakenteessa ei todettu sisäilmaan laatuun vaikuttavia riskitekijöitä, koska tutkimuksen mukaan rakenteesta ei ole ilmayhteyttä sisäilmaan.

6 SISÄILMAN LAATUTUTKIMUKSET

6.1 Sisäilman mikrobit

Sisäilman mikrobinäytteet (sieni-itiöt, bakteerit, aktinomykeetit) otettiin tutkimukseen valituista tiloista (A105, B114, A205, B202) kahden eri näytteenottokerran aikana. Vertailunäytteet otettiin ulkoilmasta. Näytteenotto suoritettiin asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisin menetelmin (Valvira 8/2016). Tulokset on esitetty liitteessä 1 ja mittauspisteet pohjakuvissa liitteessä 2.

Tutkimustuloksia verrataan sieni-itiöiden osalta samanaikaisiin ulkoilman pitoisuuksiin ja selvitetään sisä- ja ulkoilman sieni-itiökoostumuksessa mahdollisesti todettavia eroja. Bakteereiden ja aktinomykeettien osalta pitoisuuksia verrataan Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen arviointiperusteisiin.

Ulkoilmaan verrattuina tutkittujen tilojen sisäilman sieni-itiöpitoisuudet olivat alhaiset ja lajisto ulkoilman kaltainen. Kaikkien tutkittujen tilojen bakteeri- ja aktinomykeettipitoisuudet olivat alhaisia molemmilla mittauskerroilla.

6.2 Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) näyte otettiin tilasta 1123. Ilmanäytteet kerättiin pumpuilla Tenax -putkiin, jotka analysoitiin kaasukromatografisesti Metropolilab Oy:n laboratorioissa Helsingissä. Tulokset on esitetty yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Laboratorioanalyysin mittausepävarmuus on 30 %. Tulokset on esitetty liitteessä 1.1, tulosten arviointiperusteet liitteessä 1 ja mittauspisteet pohjakuvissa liitteessä 2.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet, ns. TVOC-arvot oli tilassa 1123 $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Todettu pitoisuus on alhainen ja alittaa Asumisterveysasetuksen (2015) mukaisen toimenpiderajan $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Myös yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet ovat alhaisia.

6.3 Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut

Pinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuuksia selvitettiin tilojen 1123 ja 1124 tasopinnoille asennettujen keräysalustojen avulla kahden viikon laskeuman aikana. Tutkituista tiloista otettiin kahdet rinnakkaiset näytteet. Tulokset on esitetty liitteessä 1 ja mittauspisteet pohjakuvissa liitteessä 2.

Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja pinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuuksille on $0,20 \text{ kuitua}/\text{cm}^2$ kahden viikon laskeutumisaikana.

Molempien tutkittujen näytteiden toisen rinnakkaisnäytteen mineraalikuitupitoisuudet ylittivät toimenpiderajan.

Tutkittujen tilojen alakattojen yläpuolella havaittiin suojaamatonta mineraalivillaa läpivienneissä.



Kuva 3-4: Läpiviennit oli tilkitty mineraalivillalla ja yläpohjalaatassa oli vanhan liimatun villalevyn jäämiä. Käytävän ja toimistotilan väliillä on selkeä ilmayhteys alakaton yläpuolella.

6.4 Ilmanvaihtokanavien sisäpintojen pölyn koostumus

Tilan 1123 tuloilmakanavan päätelaitteesta otettiin pyyhkäisynäyte, josta tutkittiin pölyn koostumus.

Näytteissä todettiin paljon lasivillan ja vuorivillan tyyppisiä mineraalikuuituja (MMVF), melko paljon homeitiötä, paljon sinkkipitoisia hiukkasia ja jonkin verran ruostehiukkasia, paljon kiillehiukkasia ja jonkin verran kalsiumpitoisia hiukkasia, jonkin verran paperikuuituja. Näytteessä ei todettu asbestikuuituja.

Mineraalikulidut ovat todennäköisesti peräisin tuloilmakanavan päätelaitteen äänenvaimennusmateriaalista. Homeitiöt ovat todennäköisesti peräisin ulkoilmasta ja ne ovat virranneet ohi tuloilmasuodattamisesta epätiiviyden takia. Sinkkipitoiset hiukkaset ovat peräisin iv-kanavista. Kiille- ja kalsiumpitoiset hiukkaset ovat todennäköisesti peräisin rakennusmateriaaleista. Paperikulidut ovat kulkeutuneet sisäilmasta.

6.5 Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta seurattiin tilassa 1124 kahden viikon ajan tallentavien mittalaitteiden avulla. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus ja sen vaihtelu seurantajaksolla on esitetty graafisesti liitteessä 5 ja mittauspisteet pohjakuvissa liitteessä 2.

Asumisterveysasetuksen 2015:n mukaan hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, kun sisäilman pitoisuus on 1150 ppm suurempi kuin ulkoilman pitoisuus. Ulkoilman pitoisuus oli n. 400 ppm. Täten sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, mikäli mitattu sisäilman hiilidioksidipitoisuus on suurempi kuin 1550 ppm. Sisäilmastoluokituksen 2018 mukaan S2-luokan tavoitearvo on 550 ppm suurempi kuin ulkoilman pitoisuus.

Tilassa 1124 hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 362...1070 ppm. Asumisterveysasetuksen toimenpideraja ei ylittynyt seurantajakson aikana. Hiilidioksidiarvo pysyi pääosin sisäilmastoluokituksen 2018 mukainen S2-luokan tavoitearvon alapuolella, seurantajaksolla tapahtui kaksi hetkellistä tämän arvon ylitystä. Näistä toinen ylitti myös S3-luokan tavoitearvon (<800 pmm yli taustan). Nämä ylitykset johtunevat useamman henkilön yhtäaikaisesta oleskelusta tutkittavassa tilassa, esim. kokouksen yhteydessä.

Ilmamäärämittauksen pöytäkirjan (JM Air Oy) mukaan tilan 1124 suunniteltu tuloilmamäärä on 100 dm³/s ja mitattu 112,5 dm³/s. Koska Asumisterveysasetuksen (2015) mukaan ulkoa tulevaa tuloilmaa tulee olla 6 dm³/s henkilöä kohden tilojen käytön aikana. Tämän perusteella tilan ilmanvaihdon tulisi riittää 16 – 18 saman aikaisesti tilassa oleskelevalle henkilölle.

6.6 Sisäilmaolosuhteiden seurantamittaukset

Sisäilman olosuhteita eli lämpötilaa ja suhteellista kosteutta seurattiin oleskeluhuoneessa 1124 kahden viikon jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla. Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus sekä niiden vaihtelu seurantajaksolla on esitetty graafisesti liitteessä 5 ja mittauspisteet pohjakuvissa liitteessä 2.

Asumisterveysasetuksen mukaan asunnoissa sisäilman lämpötilan toimenpiderajat ovat lämmityskaudella 20-26 °C. Sisäilman lämpötilan tulisi olla toimenpiderajojen sisällä. Tilassa A105 lämpötila vaihteli välillä 20,7 – 24,2 °C keskiarvon ollessa 22 °C. Tilan lämpötila pysyi koko seurantajakson ajan toimenpiderajojen sisällä.

Suhteellinen kosteus vaihteli tilassa 1124 välillä 10 - 27 %. Mitatut lukemat ovat tavanomaisia tutkitun tyyppiselle rakennukselle vuodenaika, ilmanvaihto ja tilojen käyttö huomioon ottaen. Kuiva sisäilma voi aiheuttaa ärsytysoireilua.

6.7 Painesuhteiden seurantamittaukset

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa seurattiin yhdessä mittauspisteessä jatkuvatoimisella seurantamittalaitteella kahden viikon ajan. Kuvaaja on esitetty liitteessä 6.

Rakennukseen muodostuviin painesuhteisiin vaikuttavat sisä- ja ulkoilman välisistä tiheyseroista syntyvä savupiippuvaikutus, tuuliolosuhteet, rakennuksen ilmanvaihto sekä tilojen käyttö. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-eron suuruus ja suunta vaikuttaa rakenteiden ilmavuotokohtien kautta tapahtuvaan ilmavirtaukseen. Tilan 1123 sisäilma oli

ulkoilmaan verrattuna keskiarvoltaan 3,2 Pascalia ylipaineinen, paine-eron vaihdella -20,6...20,9 Pascalin välillä. Sisätilan ollessa ylipaineinen ulkoilmaan verrattuna ilmavirtaus suuntautuu sisätilasta ulospäin aiheuttaen sisäilman kosteuden siirtymistä rakenteisiin.

Paine-erokäyrästä on nähtävissä selkeä jaksottaisuus, jossa ylipaineisuus kasvaa joka vuorokausi aamuyöllä klo 3.00 – 6.00 -15...-20 Pascaliin. Arkisin päivällä sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero on lähellä nollaa. Viikonloppuna päivällä sisätilat ovat 6...8 Pa ylipaineisia ulkoilmaan verrattuna.

Asumisterveysoppaan (2009) mukaan koneellisella ilmanvaihdolla varustetussa rakennuksessa tavoitteellinen sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero on 0 – (-2) Pa.

6.8 Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi

- Sisäilman laatu oli mikrobin ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden osalta tutkituissa tiloissa normaali.
- Molempien tutkittujen tilojen pinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuudet ylittivät toimenpiderajan. Alakattojen yläpuoliset mineraalivillat suositellaan poistamaan tai peittämään. Tuloilmakanavan äänenvaimennusmateriaalit on tarkastettava ja tarvittaessa vaihdettava, esim. polyesterimateriaaliksi.
- Tutkittujen tilojen hiilidioksidipitoisuus, sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus olivat tavanomaisia. Ilmanvaihto on näiden tutkimusten perusteella käyttöön nähden riittävää.
- Tutkitun tilan sisäilma oli ylipaineinen ulkoilmaan verrattuna. Ilmanvaihtoa olisi syytä säätää paine-eromittareilla ohjattuna siten, että sisäilma pysyy kaikkina vuorokauden aikoina keskimäärin 0...2 Pa alipaineisena ulkoilmaan verrattuna.

7 LIITTEET

Liite 1	Mittau tulokset
Liite 1.1	Laboratoriotulos, VOC-näyte
Liite 2.	Mittauspisteet pohjakuivissa
Liite 3.	Kosteuskartoitus
Liite 4.	Merkitäinekokeet
Liite 5.	Sisäilmaolosuhteiden seurantamittaukset
Liite 6.	Painesuhteiden seurantamittaukset

Helsingissä, 25.1.2019

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy



Heli Hurskainen
DI, projektipäällikkö



Sanna Pohjola
MLL, Rakennusterveysasiantuntija
Osastopäällikkö

Sisäilman mikrobit

Näytteet otettiin kuusivaihekeräimellä elatusalustoille, jotka olivat 2 % mallasuuteagar (M2) ja DG 18 –agar homesienille sekä tryptoni-hiivauute-glukoosiagar (THG) bakteereille ja sädesienille eli aktinomykeeteille. Mikrobit tunnistettiin valomikroskooppisesti. Pitoisuudet on esitetty käyttäen yksikköä cfu/m³ eli pesäkkeen muodostavien yksiköiden määrää kuutiometrissä ilmaa. Tulokset olivat seuraavat:

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Sieni-itiöt, pitoisuus, cfu/m ³	Sieni-itiöt, pitoisuus, cfu/m ³		Bakteerit, pitoisuus, cfu/m ³	Aktinomykeetit, pitoisuus, cfu/m ³
					M2	DG-18		
M1	1123	Toimistohuone	2.1.2019	Yhteensä Rhinocladiella sp. Cladosporium sp.	4 100 %	14 100 %	88	0
			3.1.2019	Yhteensä Penicillium sp. Cladosporium sp. Steriilit	18 60 % 20 % 20 %	4 100 %	117	0
M2	1124	Toimistohuone	2.1.2019	Yhteensä Penicillium sp. Cladosporium sp. Steriilit Rhinocladiella sp.	7 50 % 50 %	11 66 % 33 %	92	0
			3.1.2019	Yhteensä	0	0	88	0
M3		Ulkoilma	2.1.2019	Yhteensä Penicillium sp. Cladosporium sp. Hiivat Steriilit Rhinocladiella sp.	190 16 % 25 % 22 % 75 % 6 %	216 13 % 57 % 6 % 24 % 6 %	31	0
			3.1.2019	Yhteensä Penicillium sp. Cladosporium sp. Hiivat Steriilit	305 66 % 7 % 1 % 24 %	208 72 % 19 % 8 %	22	0

Sisä- ja ulkoilman olosuhteet mittausten aikana olivat seuraavat:

Pvm	Sisäilman lämpötila, °C	Sisäilman suhteellinen kosteus, %	Ulkoilman lämpötila, °C	Ulkoilman suhteellinen kosteus, %
2.1.2019	21,1 – 21,2	16	-3,2	70
3.1.2019	21,3 – 22,7	12	-9,0	67

Mikrobitulosten arviointiperusteet ovat Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen 8/2016 ja Kansanterveyslaitoksen Koulujen kosteus- ja homevauriot – opas 2008 mukaan:

Sieni-itiöt

- taajamassa sijaitsevien asuntojen sieni-itiöpitoisuus 100 – 500 cfu/m³ talviaikana on poikkeavan suuri. Jos myös näytteen mikrobisuvusto on tavanomaisesta poikkeava, mikrobikasvun esiintyminen on todennäköistä,
- alle 100 cfu/m³:n mikrobipitoisuus voi viitata mikrobikasvustoon asunnossa talviaikana, mikäli näytteen lajistossa esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja eli ns. kosteusvaurioindikaattoreita,
- taajamassa sijaitsevan asunnon talviaikainen sieni-itiöpitoisuus yli 500 cfu/m³ on mikrobikasvustoon viittaava,

- kivirakenteisten koulurakennusten pitoisuustaso talviaikana on yleensä alle 50 cfu/m³. Vauriotiloissa talviaikaiset pitoisuudet ovat usein 50-100 cfu/m³,
- toimistotyyppisten työtilojen ehdotettu talviaikainen ohjearvo (Työterveyslaitos) on 50 cfu/m³,
- sulan maan aikana vertailuarvona käytetään samanaikaista ulkoilmapitoisuutta ja selvitetään sisä- ja ulkoilman mikrobilajistoissa olevia eroja. Mikäli sisäilman mikrobipitoisuus on suurempi kuin ulkoilman, voi tämä viitata epätavanomaiseen mikrobilähteeseen sisällä. Mikrobilähteeseen viittaa myös se, että sisäilmassa esiintyy mikrobilajeja, joita ei esiinny ulkoilmassa.

Bakteerit

- pitoisuustaso yli 4 500 cfu/m³ asunnoissa ja koulujen luokkatiloissa on kohonnut ja viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon tilan käyttöön nähden,
- toimistotyyppisten työtilojen ehdotettu ohjearvo (Työterveyslaitos) on 600 cfu/m³ ja viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon tai sisäilman epätavanomaiseen mikrobilähteeseen.

Aktinomykeetit (Sädesienet)

- aktinomykeettien eli sädesienien esiintymistä talviaikana taajama-asunnoissa pidetään ns. kosteusvaurioindikaattoreina,
- toimistotyyppisten työtilojen ehdotettu talviaikainen ohjearvo (Työterveyslaitos) on 5 cfu/m³,
- sulan maan aikana vertailuarvona käytetään samanaikaista ulkoilmapitoisuutta.

Rakenteiden kosteudet, viiltomittausmenetelmä

Rakenteisiin, joissa todettiin vertailuarvoon nähden kohonnutta kosteutta kosteudenilmaisimella tai joissa oli muuten epäiltävissä poikkeavaa kosteutta, viillettiin lattiapäällysteen reiät suhteellisen kosteuden määrittämiseksi lattiapäällysteen alta. Suhteellinen kosteus mitattiin tasaantuneissa olosuhteissa. Mittalaitteina olivat Vaisalan HMI41-näyttölaitteet ja HMP42-mittapäät. Tulokset, rakenteen ilmatilan suhteellinen kosteus (%) ja lämpötila (°C) on esitetty oheisessa taulukossa.

Mittauspiste	Tila	Rakeneosa	Mittauspisteen sijainti	Pvm	Suhteellinen kosteus, %	Lämpötila, °C
VM1	1124	AP	1500 mm ulkoseinästä ja 1000 mm tilan 1123 välisestä seinästä.	2.1.2019	96	20,3
VM2	1123	AP	2000 mm ulkoseinästä ja 800 mm tilan 1122 väliseinästä.	3.1.2019	94	20,8
VM3	1122	AP	Tilaan 1120 johtavan välioven kohdalta 1000 mm käytävän väliseinästä.	3.1.2019	83	19,3

Sisä- ja ulkoilman olosuhteet mittausten aikana olivat seuraavat:

Pvm	Sisäilma			Ulkoilma		
	Suhteellinen kosteus, %	Absoluuttinen kosteus, g/m ³	Lämpötila, °C	Suhteellinen kosteus, %	Absoluuttinen kosteus, g/m ³	Lämpötila, °C
2.1.2019	16	3,0	21	86	3,2	-4
3.1.2019	12	2,3	22	85	2,0	-10

Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC -yhdisteiden) ilmanäytteet kerättiin pumpuilla Tenax -putkiin, jotka analysoitiin kaasukromatografisesti Metropolilab Oy:n laboratoriossa Helsingissä. Tulokset on esitetty yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Laboratorioanalyysin mittausepävarmuus on 30 %.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC) olivat seuraavat:

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC), $\mu\text{g}/\text{m}^3$
V1	1123	Toimistotila	2.1.2019	33

Yksittäisten yhdisteiden tulokset liitteessä 1.1

Tunnistettujen yhdisteiden pitoisuudet määritetään puhtaiden vertailuaineiden avulla (aineen omalla vasteella) ja / tai tolueeniekvivalenttina. TVOC -arvo määritetään tolueeniekvivalenttina. Tunnistettujen yhdisteiden joukossa voi olla myös TVOC -alueen ulkopuolisia yhdisteitä. Em. systä tunnistettujen yhdisteiden yhteenlaskettu kokonaispitoisuus ja TVOC -arvo eivät usein ole yhtä suuret.

Työterveyslaitoksen ehdotuksen mukaan (2016) toimistoympäristöjen sisäilman TVOC – pitoisuuden viitearvona, jonka alapuolella 90 %:ssa mittauskohteita pitoisuus on ollut, on $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Yksittäisille yhdisteille on annettu viitearvoja, jotka vaihtelevat ainekohtaisesti välillä $1 - 12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tällä ei kuitenkaan tarkoiteta sitä, että jos kokonaispitoisuus jää alle $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 – $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut

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

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Keräysaika	Mineraalikuidut, kpl/cm ²
PPK1	1123	Toimistotila	1. – 15.1.2015	0,21
			1. – 15.1.2015	0,07
PPK2	1124	Toimistotila	1. – 15.1.2015	0,14
			1. – 15.1.2015	0,21

Tasopinnoille kahden viikon aikana laskeutuvien mineraalikuitujen viitearvo toimistoympäristöissä (säännöllisesti siivottavat pinnat) on $0,2 \text{ kpl}/\text{cm}^2$ (Työterveyslaitos 2016). Tämä on

myös 15.5.2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen mukainen teollisten mineraalikulujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä.

Sisäilman hiilidioksidin, lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset

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

Mittaus-piste	Tila	Mittauspisteen kuvaus	Seuranta-aika	CO ₂ -pitoisuus, ppm	Lämpötila, °C	Suhteellinen kosteus, %
L1	1124	Toimistotila	2.1. – 16.1.2019	362...1070	20,7...24,2	10...27

Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus vaihtelee normaalisti välillä 350 – 400 ppm.

Julkaisun Sisäilmastoluokitus 2018 hiilidioksidipitoisuuden tavoitearvot ovat:

- S1 \leq 350 ppm lisättyä samanaikaisella ulkoilmapitoisuudella,
- S2 \leq 550 ppm lisättyä samanaikaisella ulkoilmapitoisuudella,
- S3 \leq 800 ppm lisättyä samanaikaisella ulkoilmapitoisuudella.

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

Huoneilman lämpötilojen tulee täyttää asetuksen liitteessä 1 olevan taulukon 1 mukaiset toimenpiderajat.

Seurantamittausten graafiset kuvaajat on esitetty erillisissä liitteissä, joista nähdään mitattujen suureiden vaihtelut eri vuorokauden aikoina.

Ilmanvaihtokanavien sisäpintojen pölyn koostumus

Tuloilmakanaviston pölyn koostumus tutkittiin menetelmällä, jossa pölynäyte kerätään koonanäytteenä kanavan sisäpinnalta. Näytteet tutkittiin elektronimikroskooppisesti Mikrofokus Oy:n laboratoriossa Helsingissä. Näytteiden koostumus oli seuraava:

Näytteen-ottopiste	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Materiaalinäytteen koostumus
KP1	Toimistotila 1123, tuloilman päätelaite	3.1.2019	Sisältää melko paljon lasivillan ja vuorivillan tyyppisiä mineraalikuluita (MMVF), melko paljon homeitiöitä, paljon sinkkipitoisia hiukkasia ja jonkin verran ruostehiukkasia, paljon kiillehiukkasia ja jonkin verran kalsiumpitoisia hiukkasia, jonkin verran paperikuluita

Sääolosuhteet

Sääolosuhteet tutkimusajankohtana ovat olleet seuraavat:

Pvm	Lämpötila, °C	Suhteellinen kosteus, %	Tuulen suunta	Tuulen nopeus, m/s	Pilvisuus
2.1.2019	-4	86	Pohjoinen	9,7	Lumisadetta
3.1.2019	-10	85	Pohjoinen	6,1	Kirkasta

Tilaaja
2635440-5
 Sweco Asiantuntijapalvelut Oy

Hurskainen Heli

 Ilmalanportti 2
 00240 HELSINKI

Maksaja

**Sweco Asiantuntijapalvelut
 Oy**

 Ilmalanportti 2
 00240 HELSINKI


Näytetiedot	Näyte	Sisäilma VOC			
	Näyte otettu	02.01.2019	Kellonaika		
	Vastaanotettu	08.01.2019	Kellonaika	15.20	
	Tutkimus alkoi	08.01.2019	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus	
	Näytteen ottaja	Varonen Petri			
	Viite	22501945-007/huone 1123/Varonen P./VOC			

Liitteenä tilakohtainen dokumentti yhdisteiden pitoisuuksista.

Analyysi	TVOC tolueenina (TD-GC-MSD/FID)
Yksikkö	µg/m ³
Menetelmä	ISO 16000-6:2011 (Tenax TA)
Epävarmuus-%	30
Näyte	*
621-1, Sisäilma VOC, 1123, 22501945-007	33

* = Akkreditoitu menetelmä

Yhteyshenkilö Lukkarinen Timo, 010 3913 431, kemisti



 Ahlfors Reetta
 toimitusjohtaja

Tiedoksi Fi_200_Laboratorio, fi_200_laboratorio@sweco.fi;
 Hurskainen Heli, heli.hurskainen@sweco.fi

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

Liite testausselosteeseen	2019-00621-01		
Näyte	1123		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16) ug/m3	TVOC tunnistettu %
		33	88
	ug/m3 malliaineena MSD	ug/m3 tolueenina FID	% TVOC:sta
Alkaanit yht.		3.3	10
Suoraketjuisia ja haar hiilivetyjä		3.3	10
Rengasrak hiilivetyjä		<2,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	4.1	10.6	33
2-Etyyli-1-heksanoli	2.7	2.7	8
Butanoli	<0,50	<1,0	0
Fenoli	1.4	1.2	4
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		6.7	21
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	5	5	15
Bentseeni	1.1	1.4	4
Tolueeni	3.2	3.5	11
Etyylibentseeni	<0,20	<1,0	0
1,4-Ksyleeni	0.6	<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	<0,10	<1,0	0
Esteriä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	<1,0	3.9	12
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	<5,0	<5,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	<5,0	<5,0	0
TXIB	<1,0	<1,0	0
2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

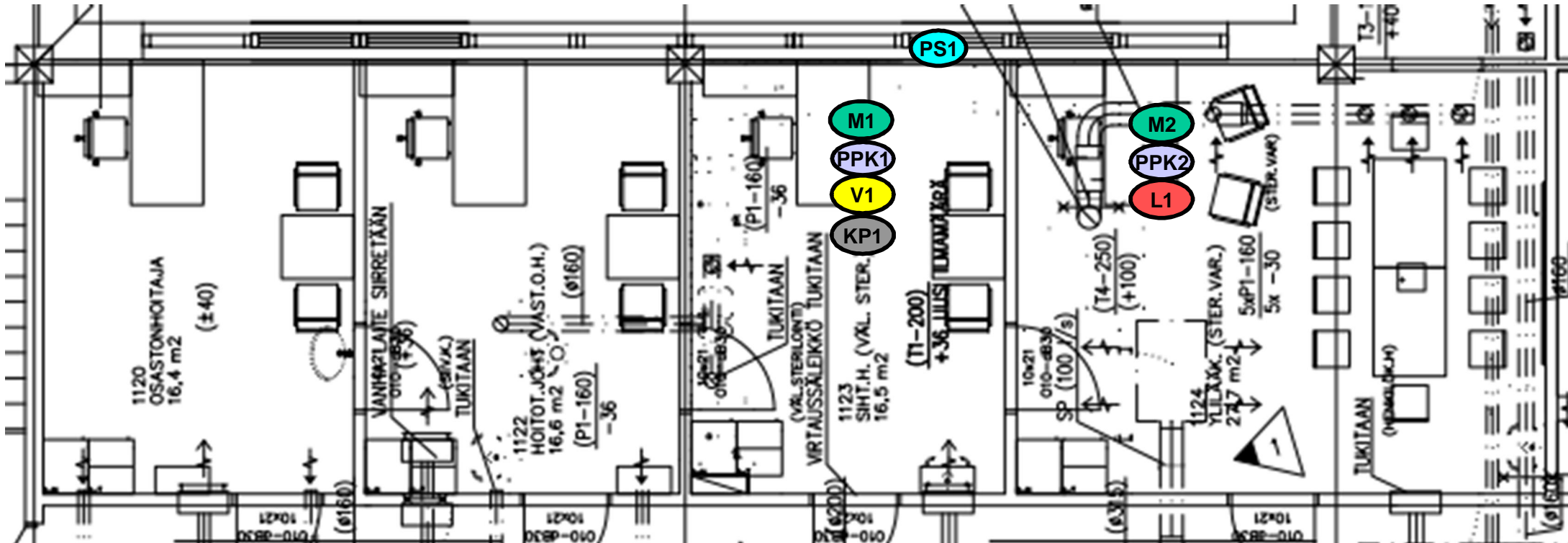
Analyyttödistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopiointista on saatava lupa.

Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asettaatti		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		3.9	12
	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.	3.2	4.0	12
Heksanaali	<1,0	<1,0	0
2-Furankarboksaldehydi	<1,0	<1,0	0
Bentsaldehydi	3.2	1.3	4
Oktanaali	<1,0	<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		2.7	8
	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	0.2	<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.		1.8	6
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		1.8	6
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			
Etanoli		22	
2-Metyyli-2-propanoli		49	
2-Propanoli		8.6	

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

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

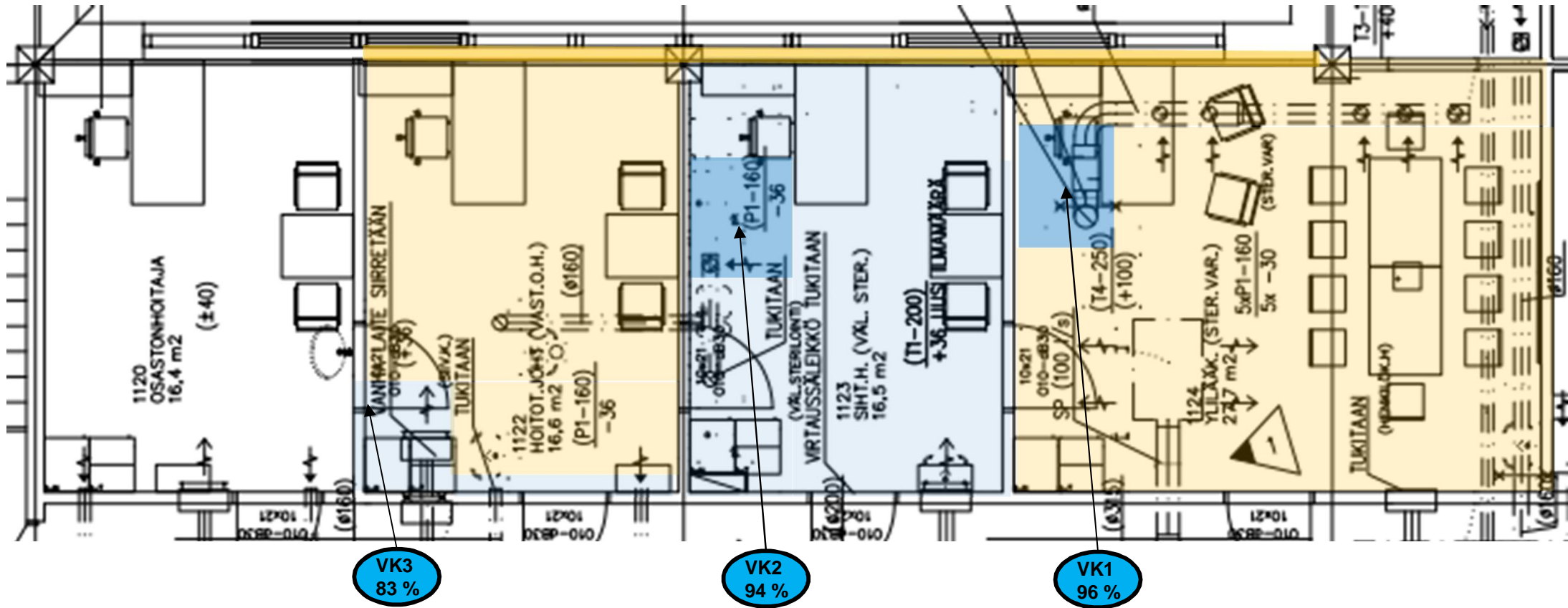
Mittauspisteet pohjakuvassa



- M** SISÄILMAN MIKROBIT
- V** SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET
- PPK** PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT

- PS** PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET
- KP** TULOILMAKANAVIEN SISÄPINTOJEN PÖLYN KOOSTUMUS
- L** SISÄILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS, LÄMPÖTILA JA HIILIDIOKSIDIPITOISUUS (seurantamittaus)

KOSTEUSKARTOITUS 2.1.2019



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

VK VIILTOKOSTEUSMITTAUKSET

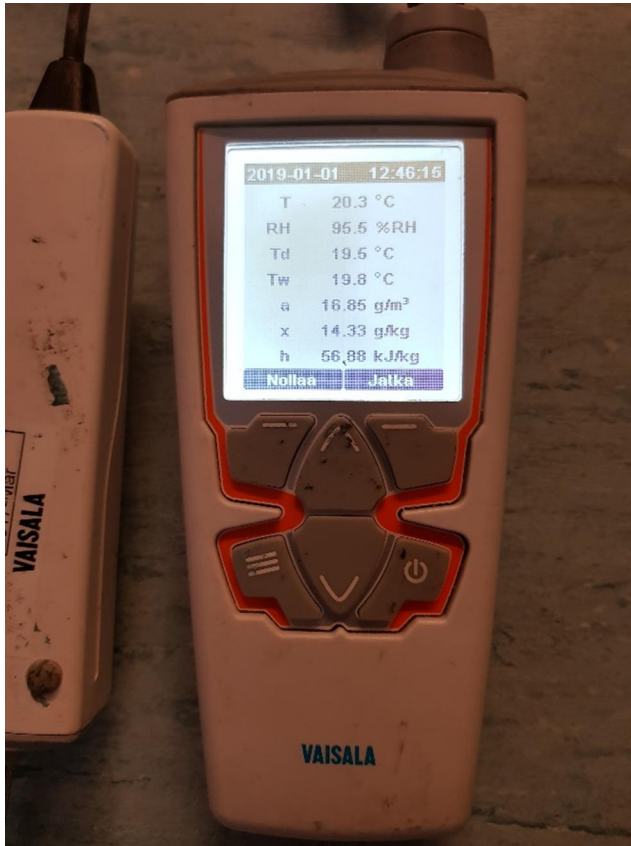
Pintakosteusmittarin näyttämä lattiassa alle 70
 Pintakosteusmittarin näyttämä seinässä alle 60

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

Pintakosteusmittarin näyttämä lattiassa yli 90
 Pintakosteusmittarin näyttämä seinässä yli 80

KOSTEUSKARTOITUS 2.1.2019

VK1



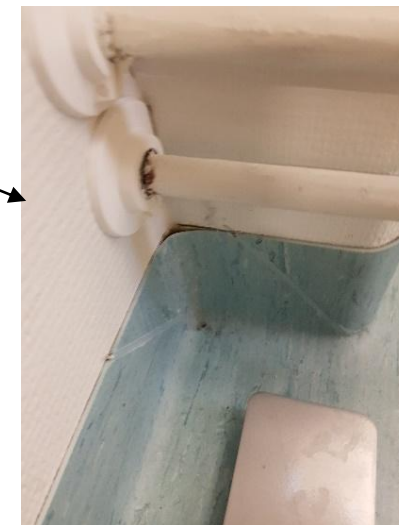
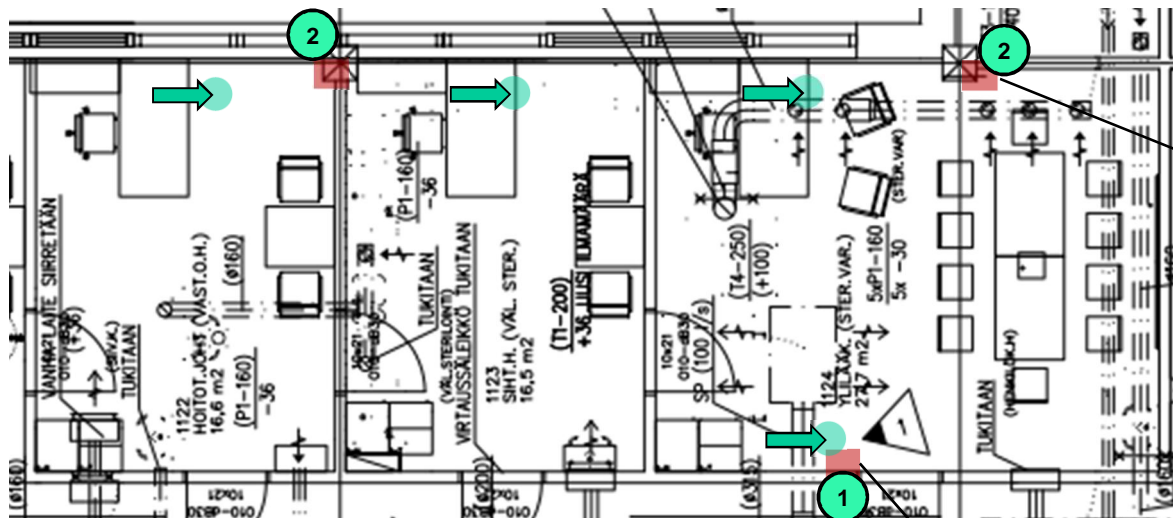
VK2



VK3



TILOJEN 1122, 1123 ja 1124 ALAPOHJAN MERKKIAINETUTKIMUS 3.1.2019



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

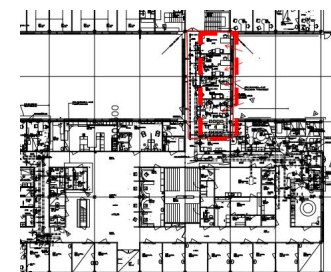
- HAVAITUN ILMAVUODON LAAJUUS VUOTO KORJATTU
- HAVAITUN ILMAVUODON LAAJUUS VUOTO EI KORJATTU
- MERKKIAINEKAASU VÄLIPOHJAN/ULKOSEINÄN ONTELOTILAAN

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

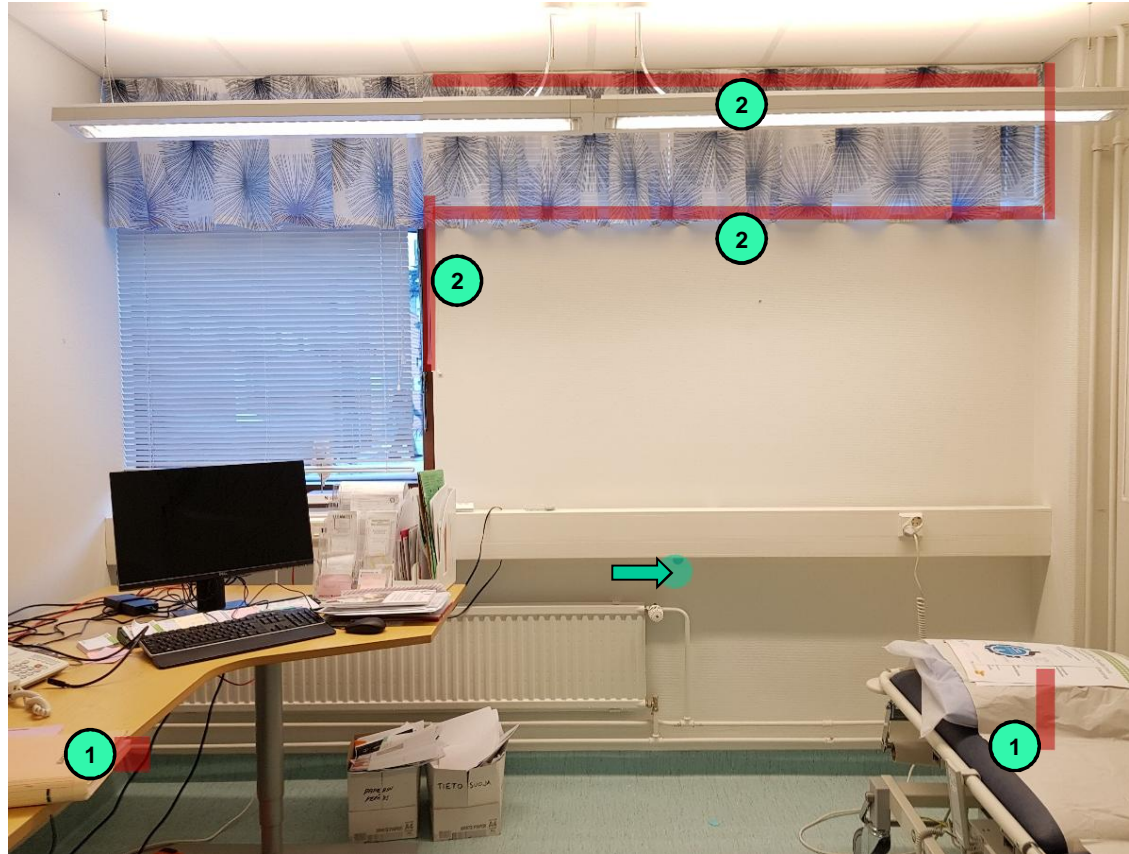
- 1 Sähkökourun ja alapohjan liittymä
- 2 Pilarin ja alapohjan liittymä

Tila alipaineistettiin tutkimuksen ajaksi. Paine-ero -9...-11Pa.

Merkkiainekoe on tehty Formier 5 - kaasulla ja Sensistor XRS9012-analysaattorilaitteella.



TILAN 1122 ULKOSEINÄN MERKKIAINETUTKIMUS 3.1.2019



MERKINTÖJEN SELITYKSET:



HAVAITUN ILMAVUODON LAAJUUS
VUOTO KORJATTU



HAVAITUN ILMAVUODON LAAJUUS
VUOTO EI KORJATTU



MERKKIAINEKAASU
VÄLIPOHJAN/ULKOSEINÄN
ONTELOTILAAN

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:



Ulkoseinän, pilarin ja alapohjan liittymä



Ikkunakarmin ja seinän liittymä.

Tila alipaineistettiin tutkimuksen ajaksi. Paine-ero -9...-11Pa.




Merkkiainekoe on tehty Formier 5 - kaasulla ja Sensistor XRS9012-analysaattorilaitteella.






TILAN 1123 ULKOSEINÄN MERKKIAINETUTKIMUS 3.1.2019



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

-  HAVAITUN ILMAVUODON LAAJUUS VUOTO KORJATTU
-  HAVAITUN ILMAVUODON LAAJUUS VUOTO EI KORJATTU
-  MERKKIAINEKAASU VÄLIPOHJAN/ULKOSEINÄN ONTELOTILAAN

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  1 Ulkoseinän ja pilarin liittymä
-  2 Ikkunakarmin ja seinän liittymä.
-  3 Ulkoseinän ja alapohjan nurkan liittymä.

Tila alipaineistettiin tutkimuksen ajaksi. Paine-ero -9...-11Pa.




Merkkiainekoe on tehty Formier 5 - kaasulla ja Sensistor XRS9012-analysaattorilaitteella.






TILAN 1124 ULKOSEINÄN MERKKIAINETUTKIMUS 3.1.2019



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

-  HAVAITUN ILMAVUODON LAAJUUS VUOTO KORJATTU
-  HAVAITUN ILMAVUODON LAAJUUS VUOTO EI KORJATTU
-  MERKKIAINEKAASU VÄLIPOHJAN/ULKOSEINÄN ONTELOTILAAN

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

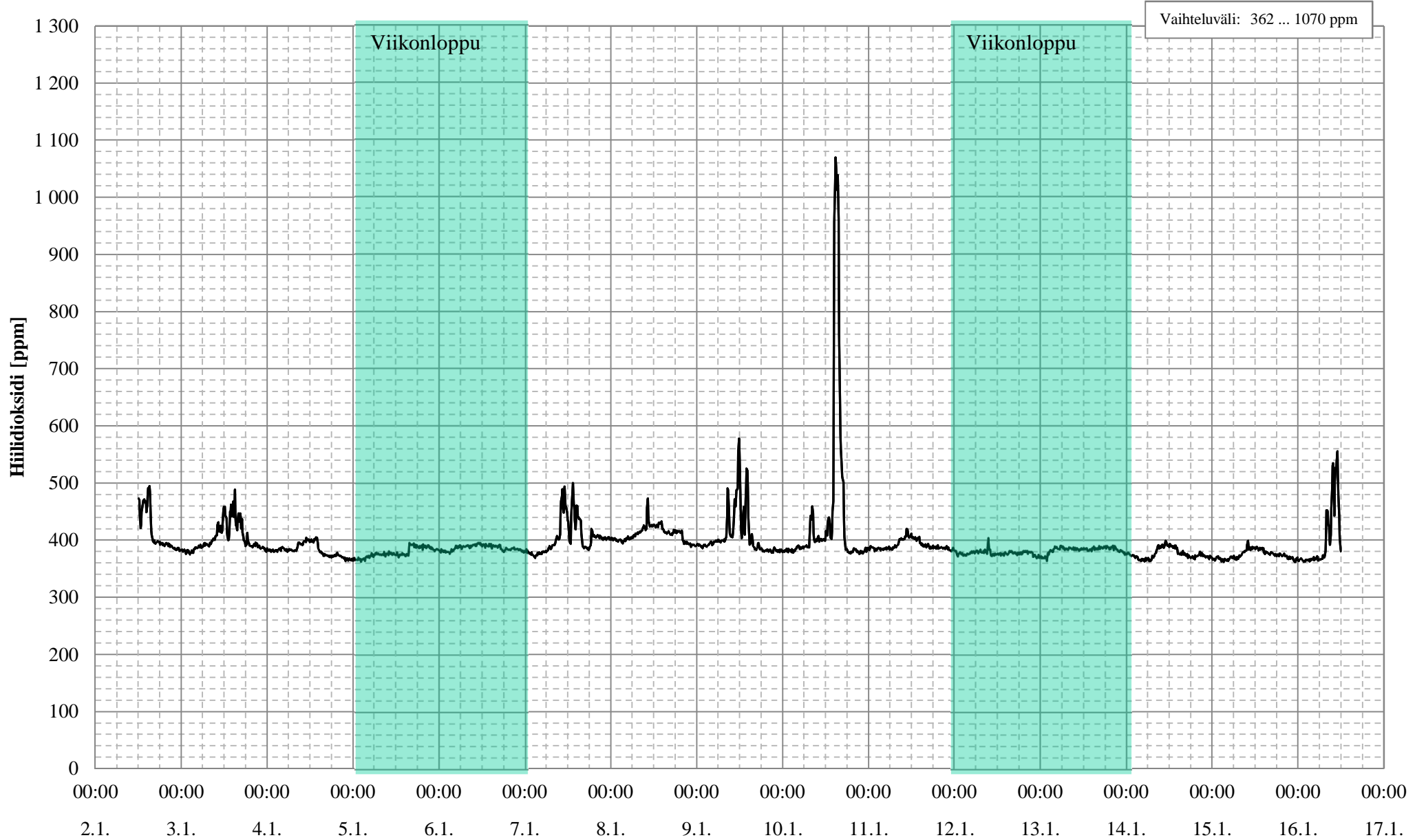
-  1 Ulkoseinän, pilarin ja alapohjan liittymä.
-  2 Ikkunakarmin ja seinän liittymä.
-  3 Ulkoseinän ja alapohjan nurkan liittymä.

Tila alipaineistettiin tutkimuksen ajaksi. Paine-ero -9...-11Pa.

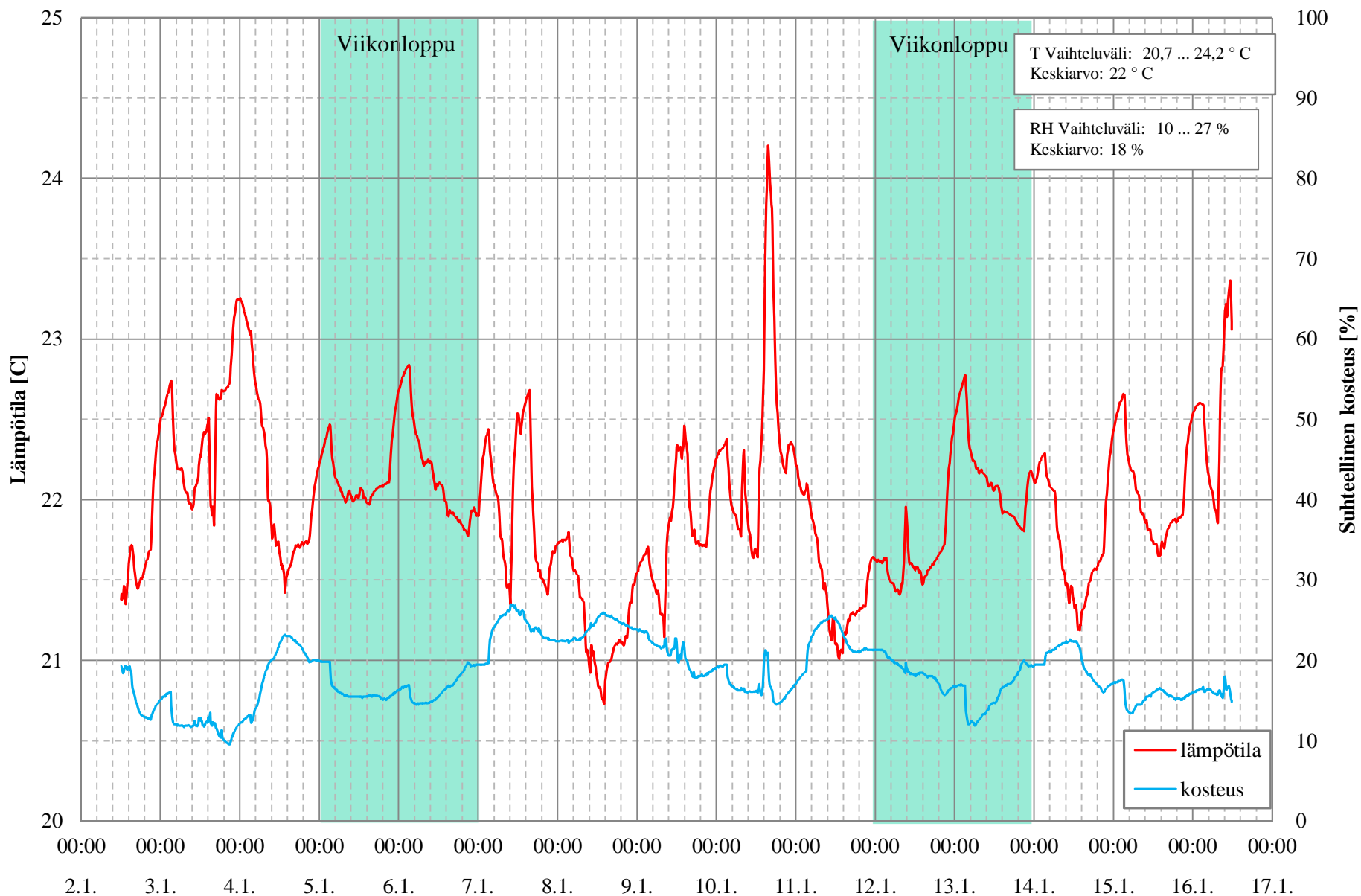
Merkkiainekoe on tehty Formier 5 - kaasulla ja Sensistor XRS9012-analysaattorilaitteella.



CO₂ 1: Hiilidioksidiseuranta tilassa 1124 aikavälillä 2. - 16.1.2019



Olosuhdeseuranta tilassa 1124 aikavälillä 2. - 16.1.2019



PS1: Paine-eroseuranta sisätilan ja ulkoilman välillä tilassa 1123 aikavälillä 2. - 16.1.2019

