

SISÄILMASTOTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS



RIIHENMÄEN KOULU

EINONTIE 3, MÄNTSÄLÄ

22501945-005

Yhteenveto

Tutkimuskohteena on 1997 rakennettu koulurakennus, jonka tiloissa on koettu sisäilmaan liitettävää oireilua. Tutkimuksessa on selvitetty kohteen rakenne- ja ilmanvaihtoteknistä korjaustarvetta sekä sisäilman laatua. Tutkimukset on kohdistettu tiloihin, joissa on koettu sisäilmaan liitettävää oireilua.

Tietotekniikan opetustilassa 103, opetuskeittiössä 129b, opetustilassa 114c ja auditoriossa 107 sisäilman sieni-itiöpitoisuudet olivat alhaisia ja lajisto normaaleina pidettäviä. Kaikissa tutkituissa tiloissa bakteeri- ja sädesieni-itiöpitoisuudet olivat alhaisia Asumisterveysasetuksen esittämiin ohjeellisiin arvoihin verrattuna.

Tietotekniikkaluokan 103 ja jakelukeittiön tiskauspuolen 127 sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet olivat ohjearvoihin nähden alhaiset ja normaalina pidettävät, eivätkä viittaa poikkeaviin materiaalioppeisiin.

Auditoriossa, tietotekniikan opetustilassa 103, opetuskeittiössä 129b ja opetustilassa 114c pinnoille laskeutuvien mineraalikulujen pitoisuudet alittivat toimenpideraja-arvot.

Opetuskeittiön 129b ja opetustilaan 114c hiilidioksidipitoisuus, sisäilman suhteellinen kosteus olivat tavanomaisia. Mittaustulosten perusteella ilmanvaihto on käyttöön verrattuna riittävää. Opetuskeittiön 129b ja opetustilan 114c sisäilman lämpötila pysyy normaalilla tasolla tilojen ollessa käytössä.

Alapohjan kosteustekninen kunto on hyvä kaikissa muissa tutkituissa tiloissa paitsi jakelukeittiön tiskauksessa. Epätiivin maton sauman kautta on kulkeutunut vettä lattiapinnoitteen alle.

Kantavassa alapohjarakenteessa ei havaittu ilmavuotoja opetuskeittiössä 129b. Tietotekniikkaluokan 103 maanvaraisessa alapohjassa havaittiin ilmavuotoja väliseinän liittymässä. Opetustilassa 114c todettiin merkkiainekokeessa ilmavuotokohtia väliseinäliittymissä. Tilan 114c ulkoseinässä todettiin ilmavuotokohtia ulkoseinän liittymissä ikkunapenkkiin ja kellarin välipohjaan sekä patterin kannakkeissa ja patteriputkien läpivienneissä ulkoseinään. Myös opetuskeittiön 129b ulkoseinässä todettiin ilmavuotokohtia vastaavissa kohdissa.

Ulkoseinän mineraalivillaeristeessä todettiin poikkeavaa mikrobikasvustoa opetuskeittiön 129b kohdalla.

Tutkitut ilmanvaihtokoneet vaikuttivat ikäänsä nähden hyväkuntoisilta, mutta niiden tekninen käyttöikä alkaa olla täyttymässä lähivuosina. Kaikkien koneiden tuloilman suodatustaso on riittävä. Ilmanvaihtokoneiden aikaohjelmat ovat sopivia. Ilmanvaihtokoneiden puhaltimen hihnat olivat kunnossa, lukuun ottamatta TK01 poistopuhaltimen hihnaa.

Tuloilmakoneen TK5 puhaltimen pyörimisnopeus todettiin pieneksi päiväaikaan, vaikka aikaohjelman mukaan pyörimisnopeutena olisi pitänyt olla nopea.

Tutkittujen tulo- ja poistoilmakanavien sisäpintojen pölykertymät olivat vähäisiä.

Seinäpintaan asennetuissa tuloilmalaitteissa todettiin pistokokein reunoiltaan pinnoittamatonta mineraalivillaa.

Tutkittujen tilojen ilmanvaihto on riittävää tilojen käyttöön nähden. Tilojen mitatut tulo- ja poistoilmavirrat olivat likimain tasapainossa. Myös painesuhteiden seurantamittausten perusteella sisätilan ja ulkoilman välinen keskimääräinen paine-ero oli pieni tiloissa 129b, 103 ja 109a. Varastotila 114b oli suositeltua enemmän alipaineisempi ulkoilmaan verrattuna.

Korjaustoimenpide-ehdotukset

- Jakelukeittiön tiskaustilassa 127 lattiapäällysteen poistaminen tasoitepintaan asti, rakenteen kuivaus ja uuden lattiapinnan asennus
- Sisäänkäyntikatoksen vedenohjausta suositellaan parantamaan, jotta vedet eivät pääsisi valumaan seinälle
- Ala- ja välipohjarakenteen liittymät ja läpiviennit sekä ulkoseinien liittymät, läpiviennit ja lämpöpattereiden kannakkeet suositellaan tiivistämään ilmatiiviiksi tutkituissa tiloissa erikseen tai viimeistään peruskorjauksen yhteydessä. Tilassa 129b suositellaan toteuttamaan tiivistyskorjaus aikaisemmin ulkoseinässä todetun mikrobivaurion takia.
- Ilmanvaihtokoneet suositellaan uusittavaksi viimeistään seuraavaan peruskorjauksen yhteydessä.
- Koneen TK01 poistoilmapuhaltimen hihna suositellaan kiristettäväksi.
- Suositellaan tarkastamaan tuloilmakoneen TK05 toiminta.
- Seinäpintaan asennettujen tuloilmalaitteiden mineraalivilla suositellaan korvattavaksi polyesterimateriaalilla, josta ei irtoa kuituja tuloilmaan.

Sisältö

1	YLEISTIEDOT	4
2	KÄYTETYT MITTAUS- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET	4
3	ALAPOHJAT	5
3.1	Rakenne	5
3.2	Tutkimustulokset	6
3.3	Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi	6
3.4	Korjaustoimenpide-ehdotukset	6
4	VÄLIPOHJAT	7
4.1	Rakenne	7
4.2	Tutkimustulokset	7
4.3	Korjaustoimenpide-ehdotukset	7
5	ULKOSEINÄT	8
5.1	Rakenne	8
5.2	Tutkimustulokset	8
5.3	Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi	9
5.4	Korjaustoimenpide-ehdotukset	9
6	SISÄILMAN LAADUN TUTKIMUKSET	9
6.1	Sisäilman mikrobit	9
6.2	Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet	10
6.3	Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut	10
6.4	Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset	10
6.5	Sisäilmaolosuhteiden seurantamittaukset	11
6.6	Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi	11
7	ILMANVAIHTO	12
7.1	Ilmanvaihtokone TK01	12
7.2	Ilmanvaihtokone TK03	13
7.3	Ilmanvaihtokone TK04	14
7.4	Muut ilmanvaihtokoneet	15
7.5	Ilmanvaihtokanavien sisäpintojen pölykertymä	16
7.6	Tuloilman päätelaitteet	17
7.7	Ilmanvaihdon ilmavirrat	18
7.8	Painesuhteiden seurantamittaukset	19
7.9	Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi	19
7.10	Korjaustoimenpide-ehdotukset	20
8	LIITTEET	20

1 YLEISTIEDOT

Tutkimuskohde:

Tilaja: Riihenmäen koulu, Einontie 3, Mäntsälä
Mäntsälän kunta, Kunnossapitopalvelut
Pasi Santala
Heikintie 4
04600 Mäntsälä
Sähköposti: pasi.santala@mantsala.fi
Tiedoksi: soile.karhinen@mantsala.fi

Lähtötiedot:

Tutkittava rakennus on rakennettu vuonna 1997. Rakennuksessa on osittainen ryömintätalallinen ja osittain maanvarainen alapohja, teräsbetoninen runko ja tiiliverhotut ulkoseinät ja kermikate. Rakennuksessa on koneellinen ilmanvaihto. Opetuskeittiötiloissa 129a ja 129 b, tietotekniikkatilassa 104, auditoriossa ja luokissa 114a sekä 114c on koettu sisäilmaan liitettävää oireilua.

Tutkimustavoite:

Tutkimuksen tavoitteena on arvioida sisäilman laatuun vaikuttavat riskitekijät rakenteiden kosteusteknisen kunnan osalta sekä arvioida tarvittavat korjaustoimenpiteet, korjausten kiireellisyys ja laajuus. Tutkimusraportti pohjautuu rakennepiirustuksiin, kohteessa tehtyyn katselmukseen, teknisiin tutkimuksiin (rakenneavaukset, rakenteiden ilmatiiveys- ja kosteusmittaukset, ilmanvaihtotekniset mittaukset) sekä kiinteistön omistajan edustajalta saatuihin tietoihin. Sisäilman laatuun liittyvät tutkimukset on rajattu ilmoitettuihin oireilutiloihin.

Tutkimusryhmä:

Tutkimuksen tekijöinä olivat Heli Hurskainen, Reeta Aitto-oja, Jarkko Lesonen ja Milla Mattila. Tutkimukset tehtiin 15. – 30.10.2018.

Käytettävissä olleet asiakirjat:

- Pohjapiirustukset 1. – 3. krs, 1997, HMJ-Arkkitehtuuria
- Rakennesuunnitelmia, 1997, VSO-Plan Oy
- LVI-suunnitelmia, 1997, Hewacon-LVI Oy

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, mittapää HMP42
Merkkiainelaitteisto	Sensistor XRS9012
Alipaineistaja	Minneapolis Blowerdoor
Ilmamäärämittari	SwemaFlow 126, Swema 3000 + SWA 31 - mittapää
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

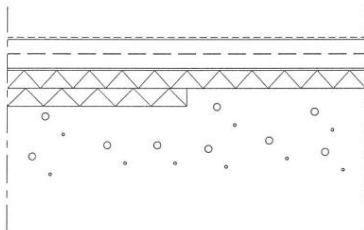
3 ALAPOHJAT

3.1 Rakenne

Rakennepiirustusten perusteella rakenteet ovat tutkituissa tiloissa:

Maanvarainen alapohja AP1

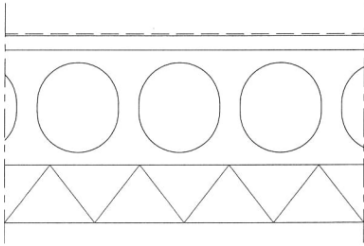
- lattiapäällyste (muovi- tai linoleumimatto + liima)
- 80 mm maanvarainen teräsbetoni-laatta
- sitkeä suojapaperi
- 50 mm solupolystyreeni, reunoilla 100 mm
- salaojituseros / routimaton täyttö



Kuva 1: Alapohja, maanvarainen lattia

Kantava alapohja AP2

- lattiapäällyste (muovi- tai linoleumimatto + liima)
- 40 mm pintabetoni
- 320 mm ontelolaatta
- 160 mm solupolystyreeni
- tuuletettu ilmatila



Kuva 2: Alapohja, kantava

3.2 Tutkimustulokset

Mittaustulokset on esitetty liitteessä 1, kosteuskartoitus pohjakuvissa liitteessä 3 ja merkkiainetutkimukset liitteessä 4.

Alapohjan kosteutta arvioitiin tutkittavissa tiloissa pintakosteudenilmaisimella. Kaikissa tutkituissa tiloissa alapohjan päällystemateriaalina on muovi- tai linoleumimatto. Alapohjan suhteellinen kosteus muovi- tai linoleumimaton alla tarkastettiin muutamassa viiltokosteusmittauspisteessä. Muovi- ja linoleumimatot ovat olleet viiltokosteusmittauksissa tehtyjen havaintojen mukaan lujasti kiinni lattiassa, eikä aistinvaraisesti havaittu niiden liima- ja tasoiteaineiden hajoamista. Poikkeuksena jakelukeittiön tiskaustilassa muovimaton havaittiin olleen paikoitellen irti alustastaan. Muovimaton alla havaittiin kohonnutta kosteutta (VK3, RH 99,5 %) jakelukeittiön tiskaustilassa 127. Märäksi havaitulla alueella muovimaton sauma oli auki, ja tiskausvedet ovat päässeet avoimen sauman kautta muovimaton alle. Lattiassa havaittiin pieni ”kopo”-alue lähellä ulkoseinää märän alueen vieressä.

Maanvaraisen alapohjarakenteen maataytöstä todettiin ilmavuotoja merkkiaineekaasukokeella. Ilmavuotokohtia olivat alapohjarakenteen liittymät väliseiniin. Kantavan alapohjan osalla ilmavuotoja ei havaittu.

3.3 Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi

Alapohjat

Alapohjan kosteustekninen kunto on hyvä kaikissa muissa tutkituissa tiloissa paitsi jakelukeittiön tiskaustilassa. Epätiivin maton sauman kautta on kulkeutunut vettä lattiapinnoitteen alle.

Todetut ilmavuodot maanvastaisen alapohjarakenteen liittymäkohdista ovat sisäilman laatua heikentävä riskitekijä.

3.4 Korjaustoimenpide-ehdotukset

Alapohjat

- Jakelukeittiön tiskaustilassa 127 lattiapäällysteen poistaminen betonipintaan asti, rakenteen kuivaus ja uuden lattiapinnan asennus
- Kaikki maanvastaisen alapohjarakenteen liittymät ja läpiviennit suositellaan tiivistämään ilmatiiviiksi viimeistään seuraavan peruskorjauksen yhteydessä

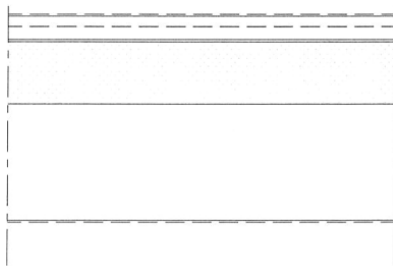
4 VÄLIPOHJAT

4.1 Rakenne

Rakennepiirustusten perusteella rakenteet ovat tutkituissa tiloissa:

Väestönsuojan välipohja VP3

- lattiapäällyste (muovi- tai linoleumimatto + liima)
- 60 mm pintabetoni
- sitkeä suojapaperi
- 165 mm hiekkatäyttö
- 300 mm kantava teräsbetoni-laatta
- pintakäsittely



Kuva 3: Välipohja, väestönsuoja

4.2 Tutkimustulokset

Mittaustulokset on esitetty liitteessä 1, kosteuskartoitus pohjakuivissa liitteessä 3 ja merkkiainetutkimukset liitteessä 4.

Kellarin ja 1. kerroksen välisen välipohjan kosteutta arvioitiin tiloissa 114a ja 114c pintakosteudenilmaisimella. Tutkituissa tiloissa välipohjan päällystemateriaalina on linoleumimatto. Välipohjan suhteellinen kosteus linoleumimaton alla tarkastettiin viiltokosteusmittauksella. Linoleumimatto on ollut viiltokosteusmittauksessa tehtyjen havaintojen mukaan lujasti kiinni lattiassa, eikä aistinvaraisesti havaittu sen liima- ja tasoiteaineiden hajoamista. Lattiapäällysteen alla ei havaittu kohonnuttua kosteutta.

Tilassa 114c tehdyssä merkkiainekokeessa todettiin välipohjarakenteen hiekkatäytöstä ilmavuotoja. Ilmavuotokohtia olivat välipohjarakenteen liittymät väliseiniin.

4.3 Korjaustoimenpide-ehdotukset

Välipohjat

Välipohjarakenteen liittymät ja läpiviennit suositellaan tiivistämään ilmatiiviiksi viimeistään seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Tiivistyskorjaus voidaan toteuttaa sisäilmaoireiluun liitettävissä tiloissa aiemminkin.

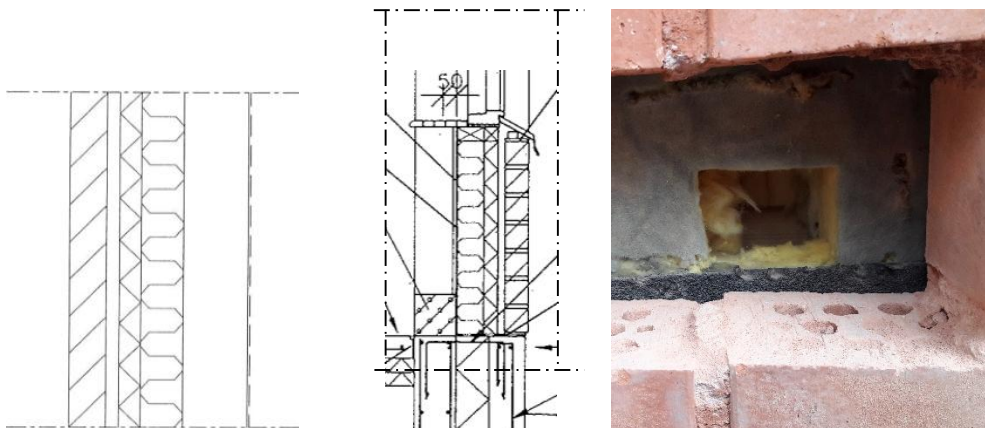
5 ULKOSEINÄT

5.1 Rakenne

Rakennepiirustusten perusteella rakenne on ulkoa sisälle päin:

US1

- 85 mm tiili
- 30 mm tuuletusrako
- 50 mm mineraalivilla
- 100 mm mineraalivilla + puuranka 50x100
- 150...200 mm kantava teräsbetoniseinä
- pintakäsittely



Kuva 4: Ulkoseinän rakennetyyppi ja leikkaus patterisyvennyksen kohdalta

Ulkokuoreen tehdyn rakenneavauksen (tila 129b) perusteella ulkoseinärakenteessa on 100 mm mineraalivillaa, jonka takana on levyypinta. Lisäksi seinän alaosassa kermin ylösnosto tuuletusraon ja mineraalivillan välissä. Rakenneavauskohta oli patterisyvennyksen kohdalla.

5.2 Tutkimustulokset

Mittaustulokset on esitetty liitteessä 1, rakenneavauskohta liitteessä 2, kosteuskartoitus liitteessä 3 ja merkkiainetutkimukset liitteessä 4.

Sisäänkäyntikatkos on valuttanut vettä ulkoseinän ulkonurkkaan opetuskeittiön 129b kohdalla. Ulkoseinien sisälevypinnoilla ei todettu kosteuden aiheuttamia vaurioita tai kosteusjälkiä eikä pintakosteusmittarilla havaittu viitteitä kohonneesta kosteudesta ulkoseinän sisäpinnalla. Rakenneavauksen yhteydessä tilan 129b ulkoseinän alaosan mineraalivillaeristeessä todettiin ilmavuotojen aiheuttamia tummentumia. Tutkitussa ulkoseinän mineraalivillaeristeessä todettiin poikkeavaa mikrobikasvustoa (näyte MR1). Rakennusmateriaalinäytteen tulosten arviointi on esitetty raportin kappaleessa 6.4.

Ulkoseinärakenteen lämmöneristekerroksesta todettiin ilmavuotoja merkkiaine-kaasukokeella. Ilmavuotokohtia olivat ulkoseinän liittymät ikkunapenkkiin ja kellarin välipohjaan sekä patterin kannakkeet ja patteriputkien läpiviennit ulkoseinään.

Avatusta ulkoseinärakenteesta otettiin opetuskeittiön 129b kohdalta seinän alaosasta mineraalivillasta (MR1) näyte, josta tutkittiin laboratorioissa näytemateriaalin mikrobipitoisuudet. Aistinvaraisesti arvioituna mineraalivilla näytti siistiltä, kuivalta eikä haissut. Villan ulkopinnassa havaittiin tummentumaa. Laboratorioanalyysi on esitetty liitteessä 1.2. Mittauspiste on esitetty pohjakuvissa liitteessä 2.

Tutkitussa materiaalinäytteessä havaittiin homesieniä 15 000 (M2) ja 21 000 (DG18) kpl/g, mikä Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen 8/2016 mukaan tulkitaan mikrobikasvustoksi. Bakteerien (100 kpl/g) ja aktinomykeettien (100 kpl/g) pitoisuudet olivat alhaiset.

5.3 Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi

Ulkoseinä

Sadevesikatoksesta ulkoseinärakenteeseen valuneet vedet ovat heikentäneet lämmöneristeen kuntoa. Mineraalivillassa havaittiin paikallinen mikrobivaurio kosteusvaurioalueella.

Ulkoseinässä olevien ilmapuotokohtien kautta ulkoseinärakenteessa olevat epäpuhtaudet voivat kulkeutua ilmavirtojen mukana sisäilmaan, mikä on sisäilman laatua heikentävä riskitekijä.

5.4 Korjaustoimenpide-ehdotukset

Ulkoseinä

- Sisäänkäyntikatoksen vedenojasta suositellaan parantamaan, jotta vedet eivät pääsisi valumaan seinälle.
- Ulkoseinän liittymät, läpiviennit ja lämpöpattereiden kannakkeet suositellaan tiivistämään ilmatiiviiksi viimeistään seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Tiivistyskorjaus tulee toteuttaa tilassa 129b, jotta ulkoseinän epäpuhtaudet eivät pääse kulkeutumaan ilmapuotokohtien kautta sisäilmaan.

6 SISÄILMAN LAADUN TUTKIMUKSET

6.1 Sisäilman mikrobit

Sisäilman mikrobinäytteet (sieni-itiöt, bakteerit, aktinomykeetit) otettiin tutkimukseen valituista tiloista 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 sädesieni-itiöiden osalta pitoisuuksia verrataan Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen arviointiperusteisiin.

Ulkoilmaan verrattuina tutkittujen tilojen sisäilman sieni-itiöpitoisuudet olivat alhaiset. Auditoriossa todettiin toisella näytteenotokerralla ulkoilmaa hieman korkeampi sieni-itiöpitoisuus, jossa valtalajistona oli *Penicillium* -suvun homesieni. Tutkittujen tilojen bakteeri- ja aktinomykeettipitoisuudet olivat alhaisia.

6.2 Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteet otettiin tietotekniikkatilasta 103 ja jakelukeittiön 127 tiskauspisteeltä. 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 %. Tulokset on esitetty liitteessä 1.1 ja mittauspisteet pohjakuvissa liitteessä 2.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet, ns. TVOC-arvot olivat välillä 11 – 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Toimistotilojen sisäilman TVOC-pitoisuuksille ei ole ohjearvoja. Työterveyslaitoksen esittämä viitearvo, pitoisuus, jonka alapuolella TVOC-arvo on 90 %:ssa tutkimuksia ollut toimistotyypisissä työtiloissa, on 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Asumisterveysasetuksen 2015 mukainen toimenpideraja TVOC-arvolle asunnoissa ja vastaavissa tiloissa on 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kaikkien näytteiden TVOC-arvot olivat Työterveyslaitoksen esittämää viitearvoa ja Asumisterveysasetuksen toimenpiderajaa alhaisemmat. Kohonneita yksittäisiä yhdistepitoisuuksia ei todettu.

6.3 Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut

Pinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuuksia selvitettiin tiloista 129b, 103, 107 ja 114c tasopinnoille asennettujen keräysalustojen avulla kahden viikon laskeuman aikana. Tutkituista tiloista otettiin kahdet rinnakkaiset näytteet. Tutkimukset tehtiin 16. – 30.10.2018. Tulokset on esitetty liitteessä 1 ja mittauspisteet pohjakuvissa liitteessä 2.

Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja pinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuuksille on 0,20 kuitua/ cm^2 kahden viikon laskeutumisaikana. Kaikissa tiloissa mineraalikuitujen pitoisuustasot olivat edellä mainittua ohjearvoa pienemmät.

Pinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen toimenpiderajan ylitystä voi yleisesti aiheuttaa rakenteiden, ilmanvaihdon ja/tai pintamateriaalien mineraalivillaeristeistä irtoavat mineraalikuidut tai pidemmällä aikavälillä kulkeutunut pöly näytealustoissa. Sisäilmassa mineraalikuidut voivat aiheuttaa ärsytystyyppisiä silmä- ja iho-oireita, mutta ne eivät ole terveydelle haitallisia.

6.4 Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta tutkittiin opetuskeittiössä 129b ja opetustilassa 114c 15.10. – 30.10.2018 ajaksi asennettujen jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla. Asumisterveysasetuksen 2015:n mukaan hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyi, 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.

Opetuskeittiössä 129b hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 404 ... 771 ppm ja opetustilassa 114c 406 ... 889 ppm. Toimenpideraja ei ylittynyt missään tilassa seurantajakson aikana. Tulokset on esitetty liitteessä 1 ja mittauspisteet pohjakuvissa liitteessä 2.

6.5 Sisäilmaolosuhteiden seurantamittaukset

Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta tutkittiin opetuskeittiöön 129 b ja opetustilaan 114c 15.10. – 30.10.2018 ajaksi asennettujen jatkuvatoimisten mittalaitteiden avulla.

Asumisterveysasetuksen mukaan opetustiloissa sisäilman lämpötilan toimenpiderajat ovat lämmityskaudella 20-26 °C. Sisäilman lämpötilan tulisi olla toimenpiderajojen sisällä. Opetuskeittiön 129b sisäilman lämpötila vaihteli seurantajakson aikana välillä 19,4 ... 23,1 °C ja Opetustilan 114c lämpötila vaihteli välillä 20,0... 22,6 °C. Opetuskeittiön 129b sisäilman lämpötila alitti toimenpiderajan, kun tiloissa ei ollut käyttöä. Käytössä ollessa lämpötila pysyi toimenpiderajojen sisällä. Opetustilan 114c lämpötila oli koko seurantajakson ajan toimenpiderajojen sisällä.

Seurantajakson aikana opetuskeittiön 129b sisäilman suhteellinen kosteus vaihteli välillä 18...63 % ja opetustilan 114c välillä 17...57 %. Mitatut lukemat ovat tavanomaisia tutkitun tyyppiselle rakennukselle vuodenaika, ilmanvaihto ja tilojen käyttö huomioon ottaen. Tulokset on esitetty liitteessä 1 ja mittauspisteet pohjakuvissa liitteessä 2.

6.6 Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi

- Sisäilman laatu oli mikrobien ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden osalta tutkituissa tiloissa normaali.
- Pinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuudet ovat alhaisia.
- Tutkittujen tilojen hiilidioksidipitoisuus, sisäilman suhteellinen kosteus olivat tavanomaisia. Ilmanvaihto on käyttöön nähden riittävää. Opetuskeittiön 129b lämpötilan toimenpiderajan alittuminen ei edellytä toimenpiteitä, koska lämpötila on alhainen ainoastaan tilan ollessa tyhjiään.

7.2 Ilmanvaihtokone TK03

(Tulo- ja poistoilmakone)

- palvelualue: Auditorio ja mediateekki sekä niiden viereiset aulatilat (myös tutkittu tietotekniikkatila 103)
- Sijainti: IV-konehuone 301
- Käyttöönotto: v. 1997
- 2-nopeuksiset puhaltimet, ei taajuusmuuttajia
- Aikaohjelma, puhaltimien pyörimisnopeus:

ma-su klo 0.10-6.30;	hidas
ma-su klo 6.30-17;	nopea
ma-su klo 17-23.07;	hidas
ma-su klo 23.07-00.10;	seis
- Ulkoilmasäleikkö: Varustettu lumisuoajalla
- Tuloilmasuodatin: F7-tasoinen pussisuodatin, suodatinkehys tiivis. Suodatinosan pohjalla vanhoja kosteusjälkiä
- Konekotelon sisäpinnat: Tuloilmasuodattimen ja tuloilmapuhaltimen välissä ei mineraalivillaa. Tuloilmapuhaltimen jälkeen on äänenvaimennin, jonka vaimennusmateriaali on pinnoitettu. Sisäpintojen pölyn määrä vähäinen.
- Poistoilmasuodatin: F7-tasoinen pussisuodatin, suodatinkehys tiivis
- Tuloilmapuhallin: Hihnakäyttöinen, hihna kunnossa
- Poistoilmapuhallin: Hihnakäyttöinen, hihna kunnossa
- Lämmöntalteenotto: Pyörivä lämmöntalteenottolaite
- Lämmityspatteri: Nestekiertoinen
- Jäähdytyspatteri: Ei ole



Kuvat 7 ja 8. Ilmanvaihtokone TK03.

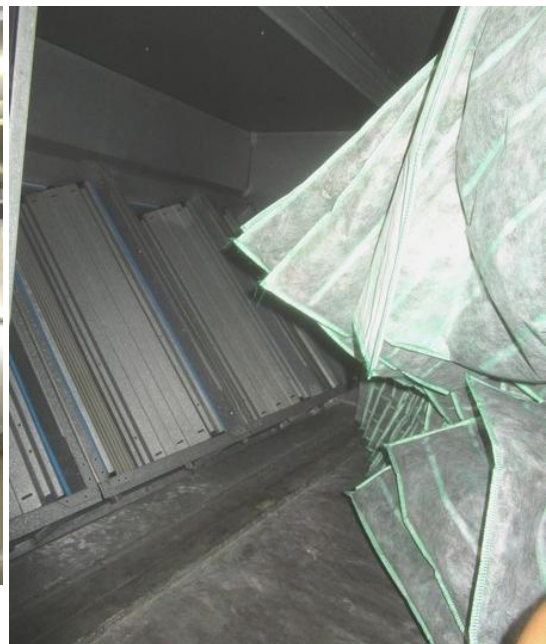
Vasemmalla olevan vihreän F7-tasoisen tuloilmasuodattimen kehykset olivat tiiviit. Suodattimen jälkeen on pyörivä lämmöntalteenottolaite.

Oikealla hihnakäyttöinen tuloilmapuhallin, jonka jälkeisen äänenvaimentimen vaimennusmateriaali on pinnoitettu.

7.3 Ilmanvaihtokone TK04

(Tulo- ja poistoilmakone)

- palvelualue: Opetustilat pohjoisosassa (mm. tutkitut opetuskeittiöt 129a ja 129b), myös teknisen työn tiloja
- Sijainti: IV-konehuone 301
- Käyttöönotto: v. 1997
- Puhaltimissa taajuusmuuttajat, aikaohjelma: ma-su klo 0-24
(tarkasteluhetki noin klo 10, jolloin taajuusmuuttajat: tulo 50 Hz, poisto 50 Hz)
- Ulkoilmasäleikkö: Varustettu lumisuojusta
- Tuloilmasuodatin: F7-tasoinen pussisuodatin, suodatinkehys tiivis. Suodatinosan pohjalla vanhoja kosteusjälkiä
- Konekotelon sisäpinnat: Tuloilmasuodattimen ja tuloilmapuhaltimen välissä ei mineraalivillaa. Sisäpintojen pölyn määrä vähäinen.
- Poistoilmasuodatin: F7-tasoinen pussisuodatin, suodatinkehys tiivis
- Tuloilmapuhallin: Hihnakäyttöinen, hihna kunnossa
- Poistoilmapuhallin: Hihnakäyttöinen, hihna kunnossa
- Lämmöntalteenotto: Levylämmöntalteenottolaite, jonka kohdalla on viemärointi
- Lämmityspatteri: Nestekiertoinen
- Jäähdytyspatteri: Ei ole



Kuvat 9 ja 10. Ilmanvaihtokone TK04.

Vihreän F7-tasoisen tuloilmasuodattimen kehykset olivat tiiviit. Suodattimen jälkeen on levylämmöntalteenottolaite.

7.4 Muut ilmanvaihtokoneet

Ilmanvaihtokone TK02 (Tulo- ja poistoilmakone)

- Palvelualue: Ruokala ja keittiö
- Sijainti: IV-konehuone 301
- Käyttöönotto: v. 1997
- 2-nopeuksiset puhaltimet, ei taajuusmuuttajia
- Aikaohjelma, puhaltimien pyörimisnopeus:

ma-pe klo 0-6;	hidas
ma-pe klo 6-14.50;	nopea
ma-pe klo 14.50-23;	hidas
ma-pe klo 23-24;	seis
la-su klo 0-23;	hidas
la-su klo 23-24;	seis
- Ulkoilmasäleikkö: Varustettu lumisuojusta
- Tuloilmasuodatin: F7-tasoinen pussisuodatin, suodatinkehys tiivis. Suodatinosan pohjalla vanhoja kosteusjälkiä
- Konekotelon sisäpinnat: Tuloilmasuodattimen ja tuloilmapuhaltimen välissä ei mineraalivillaa. Sisäpintojen pölyn määrä vähäinen.
- Poistoilmasuodatin: F7-tasoinen pussisuodatin, suodatinkehys tiivis
- Tuloilmapuhallin: Hihnakäyttöinen, hihna kunnossa
- Poistoilmapuhallin: Hihnakäyttöinen, hihna kunnossa
- Lämmöntalteenotto: Levylämmöntalteenotto-laite, jonka kohdalla on viemärointi
- Lämmityspatteri: Nestekiertoinen
- Jäähdytyspatteri: Ei ole

Tuloilmakone TK05

- Palvelualue: Tekninen työ
- Sijainti: IV-konehuone 301
- Käyttöönotto: v. 1997
- Puhaltimissa taajuusmuuttajat, aikaohjelma:

ma-su klo 0.01-5;	hidas
ma-su klo 5-19;	nopea
ma-su klo 19-23.01;	hidas
ma-su klo 23.01-0.01;	seis

(tarkasteluhetkellä klo 10.30 pyörimisteho oli hidas ja taajuusmuuttajassa 7,25 Hz)
- Ulkoilmasäleikkö: Varustettu lumisuojusta
- Tuloilmasuodatin: F7-tasoinen pussisuodatin, suodatinkehys tiivis. Ei kosteusjälkiä suodatinosan pohjalla
- Konekotelon sisäpinnat: Tuloilmasuodattimen ja tuloilmapuhaltimen välissä ei mineraalivillaa. Sisäpintojen pölyn määrä vähäinen.
- Tuloilmapuhallin: Hihnakäyttöinen, hihna kunnossa
- Lämmöntalteenotto: Ei ole
- Lämmityspatteri: Nestekiertoinen
- Jäähdytyspatteri: Ei ole

7.5 Ilmanvaihtokanavien sisäpintojen pölykertymä

Tulo- ja poistokanavien sisäpintojen pölykertymiä selvitettiin aistinvaraisten arvioiden avulla. Arviointipisteiksi valittiin 4 kpl tuloilmakanavia ja 1 kpl poistoilmakanavia.

Tuloilmakanavien arviointipisteissä KP1, KP2 ja KP4 pölykertymäarvot olivat alle 1 g/m², lisäksi sisäpinnan pöly ei kasaantunut sormella pyyhittäessä. Auditorion tuloilmakanavan arviointipisteessä KP3 pölykertymä oli melko vähäinen, tuloilmakanava on rakenneaineinen.

Poistoilmakanavan arviointipisteessä KP5 pölykertymäarvio oli 2-3 g/m², lisäksi sisäpinnan pöly ei kasaantunut sormella pyyhittäessä.



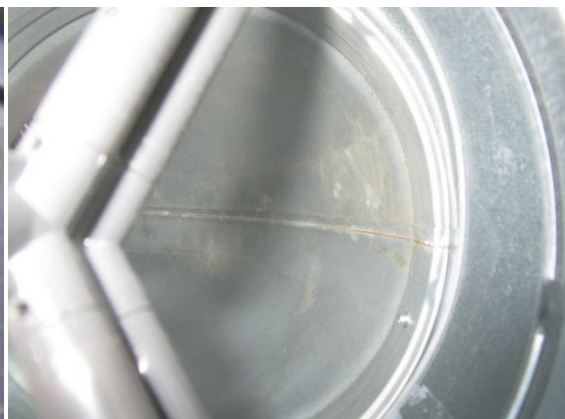
Kuva 11. Arviointipiste KP1, tuloilmakanava opetustilassa 114c. Sisäpinnan pölykertymäarvio alle 1 g/m². Pöly ei kasaantunut sormella pyyhittäessä.



Kuva 12. Arviointipiste KP2, tuloilmakanava tietotekniikkatilassa 103. Sisäpinnan pölykertymäarvio alle 1 g/m². Pöly ei kasaantunut sormella pyyhittäessä.



Kuva 13. Arviointipiste KP3, tuloilmakanava auditoriossa 107. Tuloilmakanava on rakenneaineinen, pölykertymä oli melko vähäinen.



Kuva 14. Arviointipiste KP4, tuloilmakanava opetuskeittiössä 129a. Sisäpinnan pölykertymäarvio alle 1 g/m². Pöly ei kasaantunut sormella pyyhittäessä.

Kuva 15. Arviointipiste KP5, poistoilmakanava opetustilassa 114c. Sisäpinnan pölykertymäarvio 2-3 g/m². Pöly ei kasaantunut sormella pyyhittäessä.

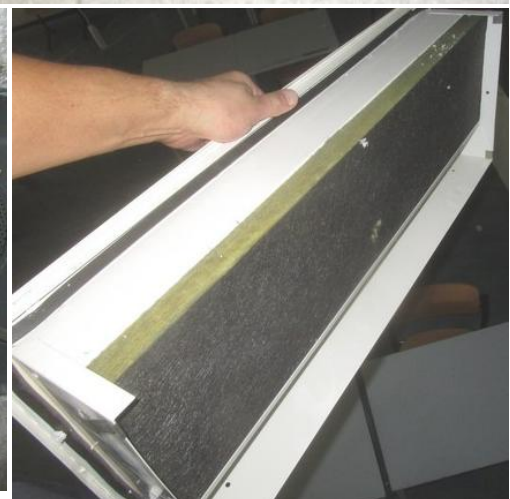


7.6 Tuloilman päätelaitteet

Tuloilman päätelaitteita tarkasteltiin pistokokein.

Tietotekniikkatilassa 103 ja opetustilassa 114c todettiin, että seinäpintaan asennettujen tuloilmalaitteiden liitântälatikoissa ja hajotinosissa on mineraalivillaa. Mineraalivillan reunat ovat pinnoittamattomia. Lisäksi hajotinosan mineraalivillassa on reikä säätövaijeria varten.

Kuvat 16, 17 ja 18 Opetustila 114c. Tuloilman päätelaitteiden mineraalivilla on reunoiltaan pinnoittamatonta.



Tiloissa 129a ja 129b todettiin, että kattopintaan asennettujen tuloilman päätelaitteissa ei ole mineraalivillaa. Vaimennusmateriaalina on polyesterimateriaali.



Kuvat 19 ja 20. Opetuskeittiö 129b.
Tuloilman päätelaitteiden vaimennusmateriaalina on polyesterimateriaali, mineraalivillaa ei ole.

7.7 Ilmanvaihdon ilmavirrat

Tulo- ja poistoilmavirtoja mitattiin opetustiloissa 114a ja 114c, tietotekniikkatilassa 103 sekä opetuskeittiöissä 129a ja 129b. (tuloilmavirtaa ei mitattu tilassa 129b)

Asumisterveysasetuksen (2015) mukaan ulkoa tulevaa tuloilmaa pitää olla vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden tilojen käytön aikana. Tiloissa 114a, 114c, 103 ja 129a mitattu tuloilmavirta oli selvästi suurempi kuin asetuksen mukainen vähimmäistuloilmavirta. Tällöin mitatuissa tiloissa tuloilmaa on yli 6 dm³/s henkilöä kohden.

Tilojen 114a, 114c, 103 ja 129a ilmanvaihto on likimain tasapainossa mitattujen tulo- ja poistoilmavirtojen perusteella.

Tilassa 114a mitattu tuloilmavirta oli hieman pienempi kuin vuoden 1997 suunnitteluarvo. Sen sijaan tilan mitattu poistoilmavirta oli noin 20 % suunnitteluarvoa pienempi.

Tilassa 114c mitatut tulo- ja poistoilmavirrat olivat 20-25 % pienempiä kuin vuoden 1997 suunnitteluarvot.

Tiloissa 103 ja 129a mitatut tulo- ja poistoilmavirrat olivat vuoden 1997 suunnitteluarvoja suurempia.

Tilan 129b mitattu poistoilmavirta oli vuoden 1997 suunnitteluarvon tasolla. (tuloilmavirtaa ei mitattu)

7.8 Painesuhteiden seurantamittaukset

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa seurattiin neljässä mittauspisteessä jatkuvatoimisilla seurantamittalaitteilla noin kahden viikon ajan. Ensimmäinen mittausviikko oli syyslomaviikko ja toisella viikolla koulu oli normaalissa käytössä. Mittauspisteet on valittu siten, että ne sijaitsevat rakennuksen eri julkisivuilla ja eri ilmanvaihtokoneiden palvelualueilla. Kuvaajat on esitetty liitteessä 5.

Opetuskeittiö 129b oli lomaviikolla ulkoilmaan verrattuna keskimäärin 2 Pascalia ylipaineinen ja normaalikäytössä keskimäärin tasapainoinen.

Tietokonehuone 103 oli lomaviikolla ulkoilmaan verrattuna keskimäärin tasapainoinen ja normaalikäytössä keskimäärin -2 Pascalia alipaineinen.

Luokka 109a oli lomaviikolla ulkoilmaan verrattuna keskimäärin 3 Pascalia ylipaineinen. Loma- ja normaaliaikojen välillä ei ollut havaittavaa eroavaisuutta.

Varastohuone 114b oli voimakkaasti alipaineinen ulkoilmaan verrattuna sekä loma- että normaaliaikana. Paine-ero oli keskimäärin -12 Pascalia.

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

7.9 Johtopäätökset ja riskitekijöiden arviointi

- Tutkitut ilmanvaihtokoneet vaikuttivat ikäänsä nähden hyväkuntoisilta. Koneet on kuitenkin asennettu vuonna 1997, joten niiden tekninen käyttöikä alkaa olla täyttymässä lähivuosina. Kaikissa koneissa tuloilman suodatustasona on F7, joka on riittävä.
- Ilmanvaihtokoneiden aikaohjelmia pidetään sopivina. Kaikki koneet ovat toiminnassa ympärivuorokautisesti (poikkeuksena keskiyöhön osuva tunnin pituinen tauko koneissa TK2, TK3 ja TK5).
- Ilmanvaihtokoneiden puhaltimen hihnat olivat kunnossa. Koneen TK01 poistoilmapuhaltimen hihna tulisi kiristää.
- Tuloilmakoneen TK5 puhaltimen pyörimisnopeus todettiin pieneksi päiväaikaan, vaikka aikaohjelman mukaan pyörimisnopeutena olisi pitänyt olla nopea. Koneen toiminta on syytä tarkistaa.
- Tutkitut tulo- ja poistoilmakanavat eivät ole puhdistuksen tarpeessa kanavien sisäpinnoilta tehtyjen aistinvaraisten arvioiden perusteella. Tuloilmakanavien sisäpintojen pölykertymät olivat vähäisiä.
- Seinäpintaan asennetuissa tuloilmalaitteissa todettiin pistokokein reunoiltaan pinnoittamatonta mineraalivillaa. Mineraalivilla olisi syytä korvata toisella materiaalilla, josta ei irtoa kuituja tuloilmaan.

- Tutkittujen tilojen ilmanvaihto on riittävää tilojen käyttöön nähden, koska tuloilmaa on vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden tilojen suurimmilla käyttäjämäärillä Asumisterveysasetuksen 2015 mukaisesti. Tilojen mitatut tulo- ja poistoilmavirrat olivat likimain tasapainossa. Mitattujen ilmavirtojen suuruudet poikkeavat jonkin verran vuoden 1997 suunnitelluista arvoista. Kokonaisuutena arvioiden mitattujen tilojen ilmanvaihtoa ei ole tarpeen säätää.
- Painesuhteiden seurantamittausten perusteella sisätilan ja ulkoilman välinen keskimääräinen paine-ero oli pieni tiloissa 129b, 103 ja 109a, paine-erossa esiintyi vaihtelua mm. tuuliolosuhteiden vuoksi. Em. tilojen ilmanvaihdon tasapainoa ei ole tarpeen säätää.
- Painesuhteiden seurantamittausten perusteella tila 114b oli suositeltua enemmän alipaineisempi ulkoilmaan verrattuna. Tila 114b on varastokäytössä ja se on siksi saatettu säätää tarkoituksella alipaineiseksi.

7.10 Korjaustoimenpide-ehdotukset

- Ilmanvaihtokoneet suositellaan uusittavaksi viimeistään seuraavaan peruskorjauksen yhteydessä.
- Koneen TK01 poistoilmapuhaltimen hihna suositellaan kiristettäväksi.
- Suositellaan tarkastamaan tuloilmakoneen TK05 toiminta.
- Seinäpintaan asennettujen tuloilmalaitteiden mineraalivilla suositellaan korvattavaksi polyesterimateriaalilla, josta ei irtoa kuituja tuloilmaan.

8 LIITTEET

Liite 1	Mittaustulokset
Liite 1.1	Laboratoriotulos, VOC-näytteet
Liite 1.2	Laboratoriotulos, rakennusmateriaalinäytteet
Liite 2.	Mittauspisteet pohjakuvassa
Liite 2.	Pintakosteuskartoitus ja tilakohtaiset havainnot
Liite 3.	Kosteuskartoitus
Liite 4.	Merkitäinekoheet

Helsingissä, 27.11.2018

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy



Heli Hurskainen
DI, Projektipäällikkö



Jarkko Lesonen
DI, tutkija

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	Tilan ja näytteen- ottopisteen kuvaus	Pvm	Sieni-itiöt, mallasuute, pitoisuus, cfu/m ³	Sieni-itiöt, DG 18, pitoisuus, cfu/m ³	Bakteerit, pitoisuus, cfu/m ³	Aktino- mykeetit, pitoisuus, cfu/m ³
M1	107 Auditorio	15.10.2018	Yhteensä 31 steriilit 100 %	Yhteensä 18 Cladosporium sp. 25 % steriilit 75 %	0	0
		16.10.2018	Yhteensä 680 Penicillium sp. 98 % steriilit 2 %	Yhteensä 0	9	0
M2	103 Tietotekniikka	15.10.2018	Yhteensä 22 Cladosporium sp. 20 % steriilit 80 %	Yhteensä 9 Rhinocladiella sp. 50 % steriilit 50 %	4	0
		16.10.2018	Yhteensä 13 steriilit 100 %	Yhteensä 0	4	0
M3	129b opetuskeittiö	15.10.2018	Yhteensä 27 hiivat 83 % steriilit 17 %	Yhteensä 18 Cladosporium sp. 50 % hiivat 25 % steriilit 25 %	4	0
		16.10.2018	Yhteensä 18 Cladosporium sp. 25 % Rhinocladiella sp. 25 % steriilit 50 %	Yhteensä 4 steriilit 100 %	18	4
M4	114c opetustila	15.10.2018	Yhteensä 97 Cladosporium sp. 36 % Penicillium sp. 14 % steriilit 50 %	Yhteensä 13 Aspergillus sp. 67 % steriilit 33 %	27	0
		16.10.2018	Yhteensä 31 Cladosporium sp. 14 % steriilit 86 %	Yhteensä 22 Cladosporium sp. 20 % steriilit 80 %	9	0
M5	Ulkoilma	15.10.2018	Yhteensä 1 450 Cladosporium sp. 66 % Penicillium sp. 6 % hiivat 1 % steriilit 27 %	Yhteensä 750 Cladosporium sp. 81 % Penicillium spp. 6 % hiivat 3 % steriilit 10 %	42	0
		16.10.2018	Yhteensä 670 Cladosporium sp. 26 % Penicillium sp. 16 % hiivat 1 % steriilit 57 %	Yhteensä 270 Cladosporium sp. 36 % Penicillium spp. 5 % hiivat 2 % steriilit 57 %	21	7

Sisä- ja ulkoilman olosuhteet mittausten aikana olivat seuraavat:

Pvm	Sisäilman lämpötilä, °C	Sisäilman suhteellinen kosteus, %	Ulkoilman lämpötilä, °C	Ulkoilman suhteellinen kosteus, %
15.10.2018	20,3 – 21,8	47 – 51	15,5	72
16.10.2018	20,1 – 21,3	49 – 52	13,1	83

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. Vauriutiloissa 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.

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. Tulokset on esitetty yksikössä kpl /g:

Näytteenottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Homesienet, kpl/g		Bakteerit, kpl/g	Aktinomykeetit, kpl/g
				M2	DG18		
MR1	129b	Opetuskeittiön ulkoseinän mineraalivilla	16.10.18	15 000	21 000	100	100

* kosteusvaurioindikaattori

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 3 000 kpl/g:n pi-

toisuuksissa arvioidaan niiden indikaattorimerkityksen avulla koko näytteessä (home-sienipitoisuus 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 suoramikroskopointi esimerkiksi ns. teippinäytteestä. Mikäli suoramikroskopoinnissa nähdään sienirihmastoja, tämä voi viitata homekasvustoon tai lahovaurioon näytteessä. Pelkkien itiöiden havaitseminen voi viitata kontaminaatioon muusta lähteestä. Suoramikroskopointi ei sovellu bakteerikasvustojen havainnointiin.

Rakenteiden kosteudet, viiltomittausmenetelmä

Rakenteisiin, joissa todettiin vertailuarvoon nähden kohonnutta kosteutta kosteudenilmaisimella tai joissa oli muuten epäiltävissä poikkeavaa kosteutta, viillettiin lattiapäällysteseen 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	129a Opetuskeittiö	AP	Työtason alla lattialuukun vieressä	15.10.18	66,6	19,9
VM2	103 Tietotekniikka	AP	Ikkunaseinustalla	15.10.18	64,5	19,9
VM3	127 Jakelukeittiö, tiskaus	AP	Ikkunaseinustalla	15.10.18	99,5	20,4
VM4	114c Opetustila	VP	Oven edustalla	15.10.18	75,0	21,1

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
15.10.18	49,8 – 53,8	8,95 – 9,40	19,8 – 21,5	72	9,5	15,5

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 µg/m³. Laboratorioanalyysin mittausepävarmuus on 30 %.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC) olivat seuraavat:

Näytteenottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	IV-kone	Pvm	Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC), µg/m ³
V1	103	Tietotekniikka	TK03	15.10.2018	17
V2	127	Jakelukeittiö, tiskaus	TK02	16.10.2018	11

Tunnistettujen yhdisteiden pitoisuudet määritetään puhtaiden vertailuaineiden avulla (aiheen omalla vasteella) ja / tai tolueeniekvivalenttina. TVOC -arvo määritetään tolueeniekvivalenttina. Tunnistettujen yhdisteiden joukossa voi olla myös TVOC -alueen ulkopuolisia yhdisteitä. Em. syistä 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:

Näytteenottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	IV-kone	Keräysaika	Mineraalikuidut, kpl/cm ²
PPK1	107	Auditorio	TK03	16. – 30.10.2018	alle 0,07
				16. – 30.10.2018	alle 0,07
PPK2	103	Tietotekniikka	TK03	16. – 30.10.2018	alle 0,07
				16. – 30.10.2018	alle 0,07
PPK3	129b	Opetuskeittiö	TK04	16. – 30.10.2018	alle 0,07
				16. – 30.10.2018	alle 0,07
PPK4	114c	Opetustila	TK01	16. – 30.10.2018	alle 0,07
				16. – 30.10.2018	alle 0,07

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 mineraalikuitujen 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	129b	Opetuskeittiö	15. – 30.10.2018	404...771	19,4...23,1	18...63
L2	114c	Opetustila	15. – 30.10.2018	406...889	20,0...22,6	17...57

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 pölykertymä

Tulo- ja poistoilmakanavien sisäpinnalla olevan pölyn määrää selvitettiin aistinvaraisten arvioiden avulla. Tulokset olivat seuraavat:

Arviointi-piste	IV-kone	Arviointipisteen kuvaus	Pvm	Aistinvarainen arvio
KP1	TK01	114c Opetustila, tuloilman liitäntälaatikon pohja ja laatikolle tuleva tuloilmakanava	15.10.18	Sisäpinnan pölykertymä alle 1 g/m ² . Pöly ei kasaannu sormella pyyhittäessä.
KP2	TK03	103 Tietotekniikka, tuloilman liitäntälaatikon pohja ja laatikolle tuleva tuloilmakanava	15.10.18	Sisäpinnan pölykertymä alle 1 g/m ² . Pöly ei kasaannu sormella pyyhittäessä.
KP3	TK03	107 Auditorio, tuloilmakanava päätelaitteen takana	15.10.18	Tuloilmakanava rakenneaineinen, pölykertymä melko vähäinen.
KP4	TK04	129a Opetuskeittiö, tuloilman liitäntälaatikon pohja ja laatikolle tuleva tuloilmakanava	15.10.18	Sisäpinnan pölykertymä alle 1 g/m ² . Pöly ei kasaannu sormella pyyhittäessä.
KP5	TK01	114c Opetustila, poistoilmakanava	15.10.18	Sisäpinnan pölykertymä 2-3 g/m ² . Pöly ei kasaannu sormella pyyhittäessä.

Sisäilmayhdistys ym. on vuonna 2018 esittänyt luokitustasot ilmanvaihtojärjestelmän puhtaudelle, mm. sisäpintojen pölykertymälle:

Käytössä oleva kanavisto on puhdistettava, jos pölykertymä on suurempi kuin 2 g/m² (puhtausluokan P1 järjestelmä) tai suurempi kuin 5 g/m² (muut kuin puhtausluokan P1 järjestelmät). Pölykertymä selvitetään aistinvaraisesti arvioimalla tai suodatinmenetelmällä.

Luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän puhtausvaatimusten avulla varmistetaan, että ilmanvaihtojärjestelmä on luovutettaessa puhdas. Puhtausluokassa P1 luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän sisäpinnan pölykertymän keskiarvo saa olla enintään 0,7 g/m². Pölykertymä selvitetään aistinvaraisesti arvioimalla tai suodatinmenetelmällä.

Ilmanvaihdon ilmavirtojen mittaukset

Huonetilojen ilmavirtoja määritettiin SwemaFlow 126 -ilmavirtamittarilla, Airflow PVM610 -paine-eromittarilla ja mittaamalla venttiileiden asentoja sekä Swema 3000 -mittariin liitetyllä SWA 31 -kuumalanka-anturilla. Vertailuarvoiksi on merkitty vuonna 1997 päivätyistä ilmanvaihtopiirustuksista saadut arvot. Lisäksi taulukkoon on merkitty Asumisterveysasetuksen (2015) mukaiset tuloilmavirrat. Mittausten kokonaismittausvirhe (mittausepävarmuus) on ±10 %. Ilmavirrat olivat seuraavat:

Mittauspiste	Pvm	IV-kone	Tila	Tuloilmavirta, dm ³ /s			Poistoilmavirta, dm ³ /s	
				Mitattu	Suunniteltu v. 1997	Asumisterveysasetus v. 2015 ¹⁾	Mitattu	Suunniteltu v. 1997
I1	15.10.18	TK01	114a Opetustila	160	175	126	138	175
I2	15.10.18	TK01	114c Opetustila	149	185	126	138	185
I3	15.10.18	TK03	103 Tietotekniikka	196	140	72	177	140
I4	15.10.18	TK04	129a Opetuskeittiö	230	190	102	222	190
I5	15.10.18	TK04	129b Opetuskeittiö	ei mitattu	190	102	196	190

- 1) Tuloilman vähimmäisarvo tilan suurimmalla käyttäjämäärällä, asetuksen mukaan tuloilmaa on oltava vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden (esitetty arvo on sama kuin ilmanvaihtosuunnittelun aikana voimassa ollut vuoden 1987 vähimmäisilmanvaihdon D2-ohjearvo).

Tilaaja
2635440-5
 Sweco Asiantuntijapalvelut Oy

Aitto-oja Reeta

 Ilmalanportti 2
 00240 HELSINKI

Maksaja

**Sweco Asiantuntijapalvelut
 Oy**

 Ilmalanportti 2
 00240 HELSINKI


Näytetiedot	Näyte	Sisäilma VOC		
	Näyte otettu	15.10.2018	Kellonaika	
	Vastaanotettu	23.10.2018	Kellonaika	15.20
	Tutkimus alkoi	23.10.2018	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Näytteen ottaja	Aitto-oja Reeta		
	Viite	22501945-005/kp 14015/Aitto-oja/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	*
24199-1, Sisäilma VOC, V1 (Auditorio), 22501945-005	17
24199-2, Sisäilma VOC, V2 (Tiskaus), 22501945-005	11

* = Akkreditoitu menetelmä

Yhteyshenkilö Lukkarinen Timo, 010 3913 431, kemisti



 Ahlfors Reetta
 toimitusjohtaja

Tiedoksi Aitto-oja Reeta, reeta.aitto-oja@sweco.fi;
 Fi_200_Laboratorio, fi_200_laboratorio@sweco.fi

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

Liite testausselosteeseen	2018-24199-01		
Näyte	V1 (auditorio)		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		<u>17</u>	<u>69</u>
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alkaanit yht.		<2	0
Suoraketjuisia ja haar hiilivetyjä		<2,0	0
Rengasrak hiilivetyjä		<2,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	1.1	1.1	7
2-Etyyli-1-heksanoli	1.1	1.1	7
Butanoli	<0,50	<1,0	0
Fenoli	<1,0	<1,0	0
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	3	3	17
Bentseeni	1.4	1.6	10
Tolueeni	1.1	1.2	7
Etyylibentseeni	<0,20	<1,0	0
1,4-Ksyleeni	0.3	<1,0	0
Styreeni	<0,30	<1,0	0
1,2-Ksyleeni	<0,30	<1,0	0
Propyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
1,3,5-Trimetyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-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.	0.8	<1	0
Etyyliasettaatti	0.8	<1,0	0
Butyyliasettaatti	<0,10	<1,0	0
Esteritä 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
TXIB	<1,0	<1,0	0

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

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

2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asettaati		<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	4.4	26
Heksanaali	<1,0	<1,0	0
2-Furankarboksaldehydi	<1,0	<1,0	0
Bentsaldehydi	2.6	1.1	6
Oktanaali	<1,0	<1,0	0
Nonanaali	<3,1	<1,0	0
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		0.5	3
Asetofenoni		0.9	5
Karbonyyleja muita		1.9	11
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		2.4	14
Etikkahappo		<1,0	0
Heksaanihappo		<1,0	0
Orgaanisia happoja muita		2.4	14
	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	5
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		0.9	5
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	2018-24199-02		
Näyte	V1 (tiskaus)		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		<u>11</u>	<u>54</u>
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alkaanit yht.		<2	0
Suuraketjuisia ja haar hiilivetyjä		<2,0	0
Rengasrak hiilivetyjä		<2,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	<1,0	<1	6
2-Etyyli-1-heksanoli	<0,60	<1,0	0
Butanoli	<0,50	<1,0	0
Fenoli	<1,0	<1,0	0
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
Alkoholeja muita		0.6	6
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	<2,3	1	11
Bentseeni	1.0	1.2	11
Tolueeni	<1,0	<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.	0.4	<1	0
Etyyliasettaatti	0.4	<1,0	0
Butyyliasettaatti	<0,10	<1,0	0
Esteritä 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
TXIB	<1,0	<1,0	0

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

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

2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asettaati		<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	12
Heksanaali	<1,0	<1,0	0
2-Furankarboksaldehydi	<1,0	<1,0	0
Bentsaldehydi	<1,0	<1,0	0
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		1.3	12
Karbonyyleja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		<2	16
Etikkahappo		<1,0	0
Heksaanihappo		<1,0	0
Orgaanisia happoja muita		1.7	16
	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.		1.1	10
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		0.6	6
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		0.5	5
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.

Tilaaaja
2635440-5
Sweco Asiantuntijapalvelut Oy
Mattila Milla

Maksaja
Sweco Asiantuntijapalvelut Oy



Ilmalanportti 2
00240 HELSINKI

Ilmalanportti 2
00240 HELSINKI

Näytetiedot	Näyte	Materiaalit		
	Näyte otettu	16.10.2018	Kellonaika	10.00
	Vastaanotettu	18.10.2018	Kellonaika	15.00
	Tutkimus alkoi	19.10.2018	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Ottopiste	22501945-005, Einontie 3, Mäntsälä		
	Näytteen ottaja	Mattila Milla		
	Viite	22501945-005, kp14015/Mattila		

23854-1: Rakennusmateriaali, MR1: 129b US mineraalivilla, 22501945-005, Einontie 3, Mäntsälä

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
Näytteeksi toimitettu	13,2	g
	THG	2 % MALLAS
	DG18	
Bakteeripitoisuus	* 100	pmy/g
Aktinomykeettipitoisuus #	* 100	pmy/g
Sieni-itiöpitoisuus	* 15 000	21 000 pmy/g
Cladosporium sp.	* 6	43 %
Geotrichum sp.	* 1	%
Mycelia sterilia	* 89	43 %
Penicillium spp.	* 4	14 %

* = Akkreditoitu menetelmä

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

Analyysi	Menetelmä	Teknisen suorituksen mittausepävarmuus
Näytteeksi toimitettu määrä	Gravimetrinen	
Bakteeripitoisuus, THG	STM asumisterveysohje 2003, viljely Valviran Asumisterveysas. sov.ohje	10 %
Aktinomykeettipitoisuus #, THG	STM asumisterveysohje 2003, viljely Valviran Asumisterveysas. sov.ohje	9 %
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 %
Sienten tunnistus, 2 % MALLAS	Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopointi	
Sienten tunnistus, DG18	Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopointi	

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.

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyytitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyytitodistuksen 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
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

<http://www.metropolilab.fi>

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.	Rhinochrysiella 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 Wikman Helena, 010 391 3599, mikrobiologi



Ahlfors Reetta
toimitusjohtaja

Tiedoksi Fi_200_Laboratorio, fi_200_laboratorio@sweco.fi;
Mattila Milla, milla.mattila@sweco.fi

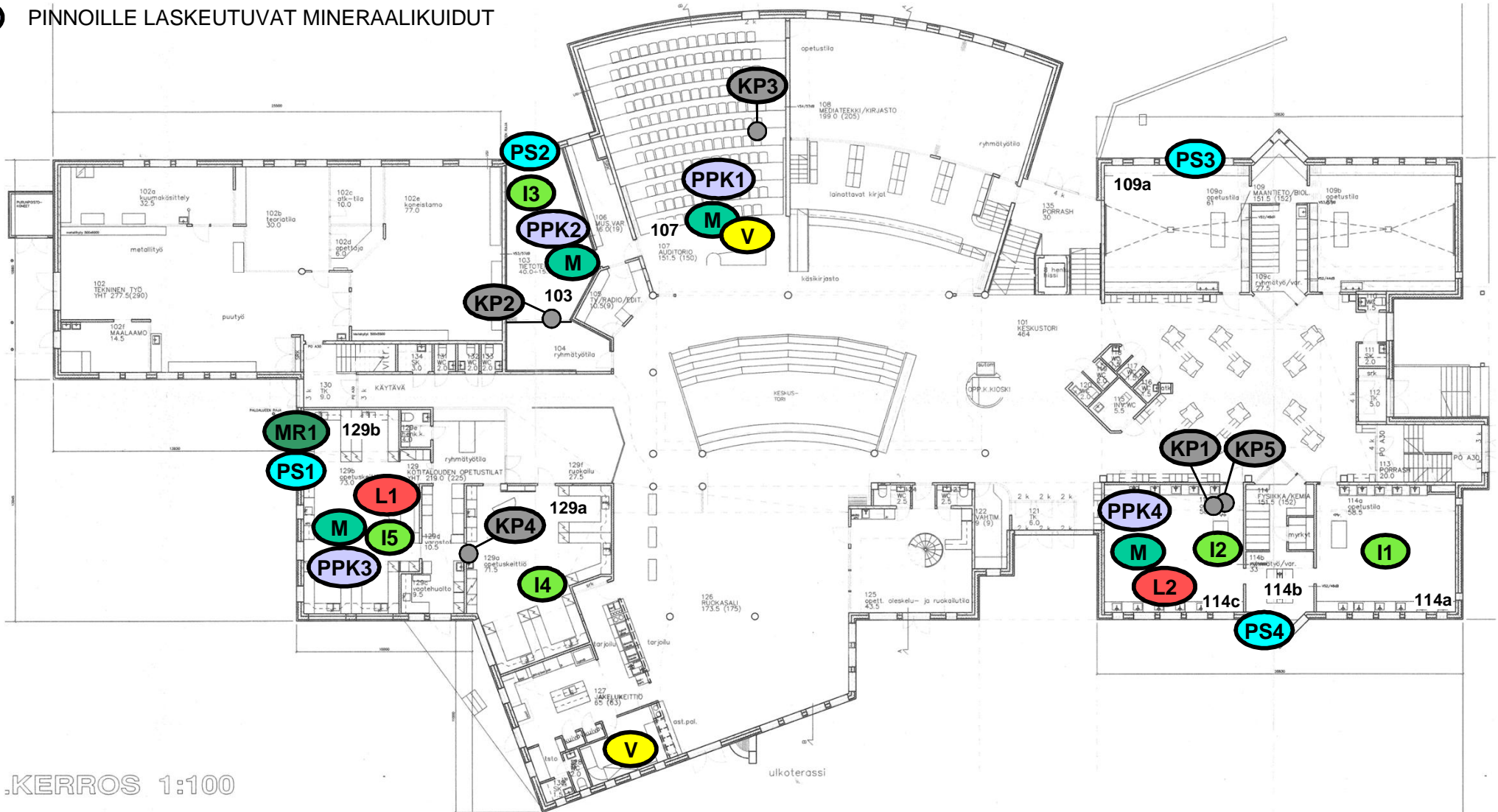
Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopiointista on saatava lupa.

MERKINTÖJEN SELITYKSET:

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

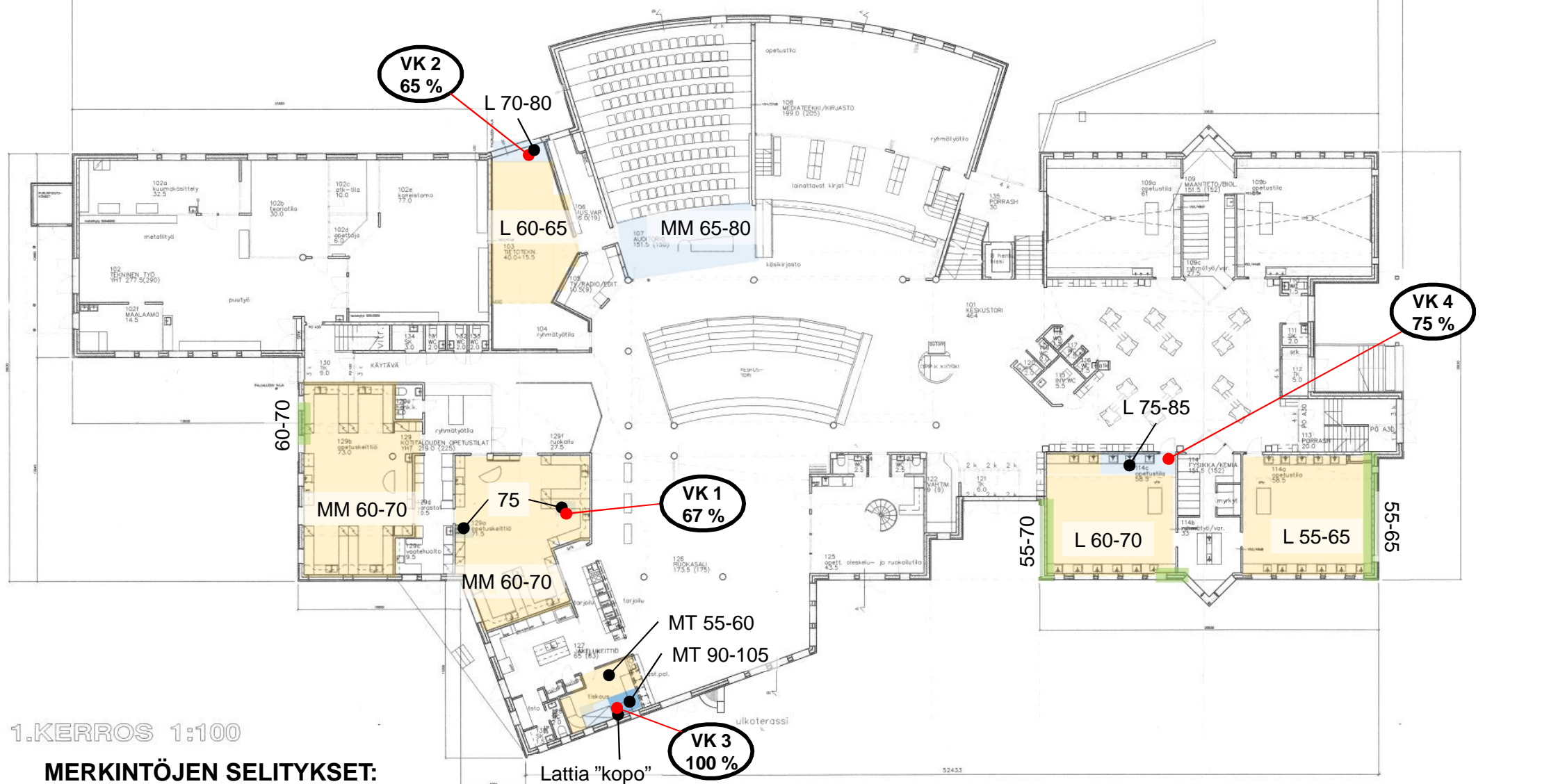
- KP** ILMANVAIHTOKANAVIEN SISÄPINTOJEN PÖLYKERTYMÄ
- I** ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT
- PS** PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET

- L** SISÄILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS, LÄMPÖTILA JA HIILIDIOKSIDIPITOISUUS (seurantamittaus)



.KERROS 1:100

KOSTEUSKARTOITUS 15.10.2018



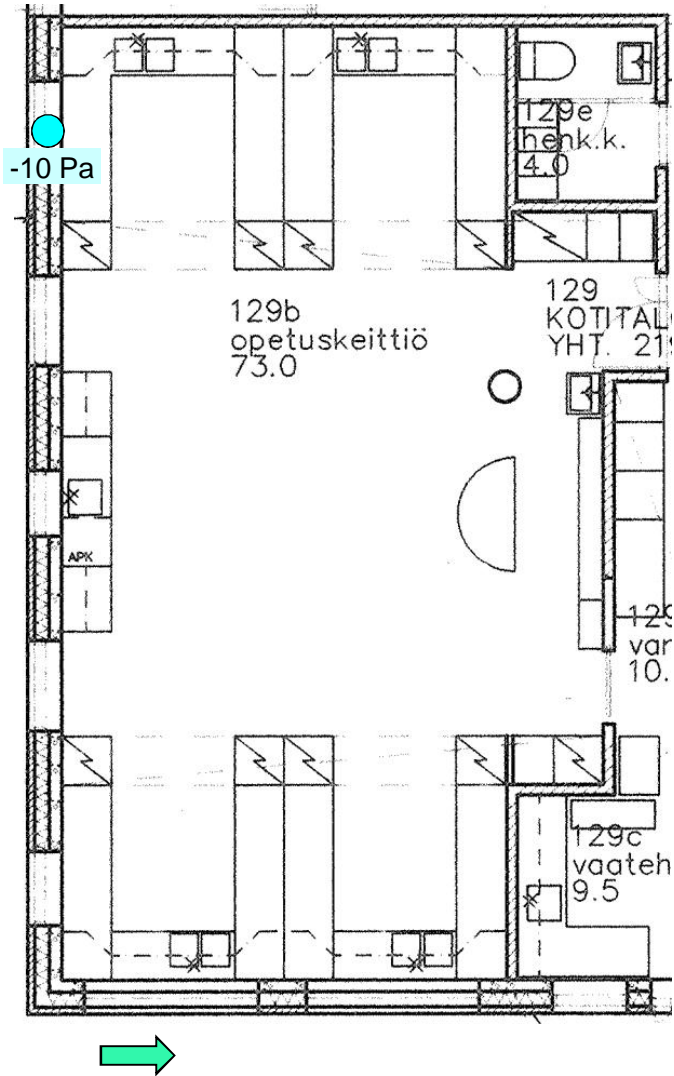
1.KERROS 1:100

MERKINTÖJEN SELITYKSET:

L = linoleum, MM = muovimatto, MT = märkätilan muovimatto

- (VK)** VIILTOKOSTEUSMITTAUKSET
- (K)** PORAREIKÄKOSTEUSMITTAUKSET
- 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

TILAN 129b ALAPOHJAN MERKKIAINETUTKIMUS 16.10.2018

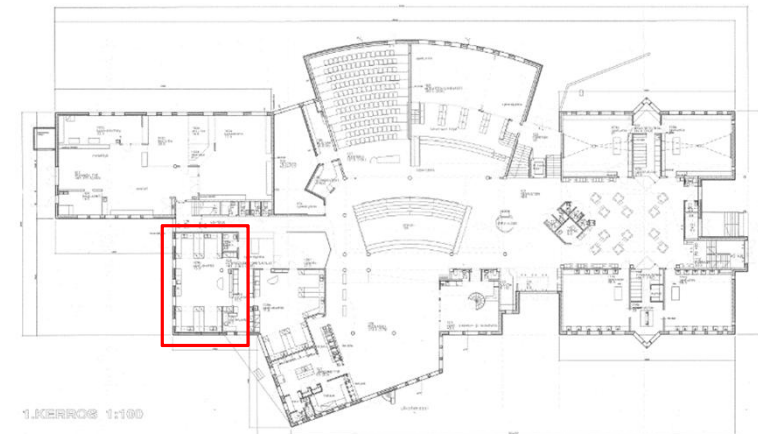


MERKINTÖJEN SELITYKSET:

- ➔ MERKKIAINEKAASU ALAPOHJAN ILMATILAAN TUULETUSPUTKEN KAUTTA. KAASUN LEVIÄMISESTÄ EI VARMUUTTA.
- Pa PAINNE-ERON MITTAUSKOHTA JA PAINNE-ERO
- ILMAVUODON LAAJUUS

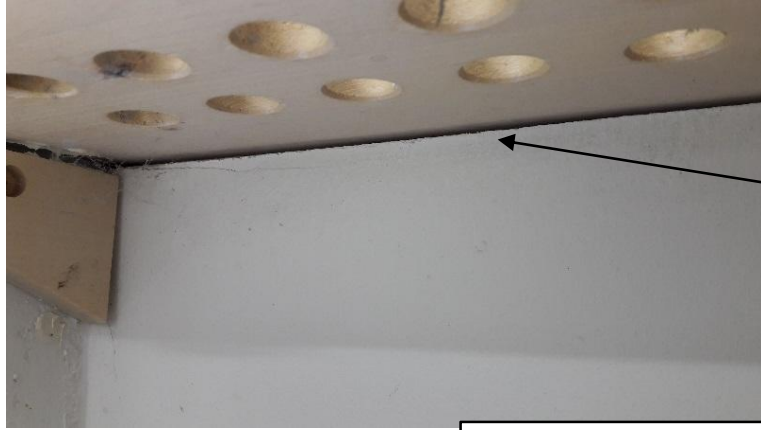
MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

EI HAVAINTOJA

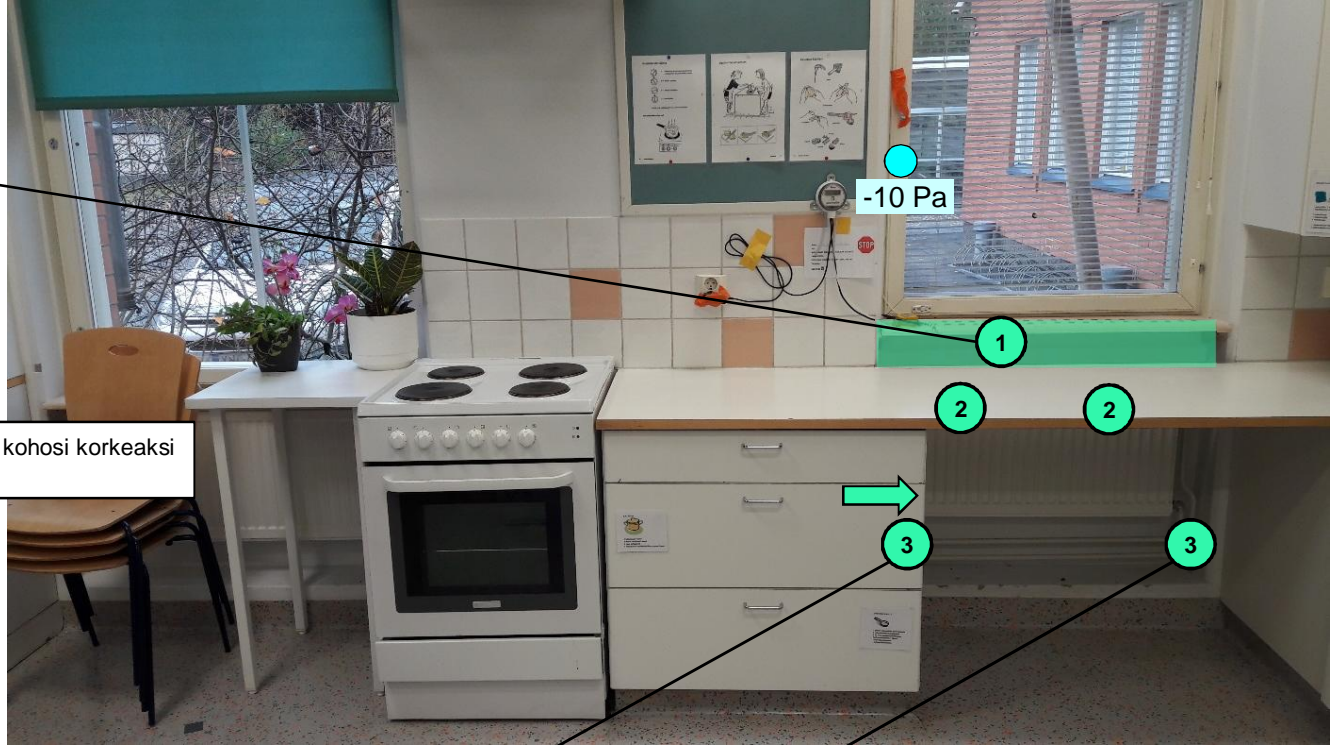


Merkkiainekoe on tehty rikkihexasafluoridikaasulla ja Wika Gir - analysointilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella siten, että tilan ja ulkoilman välinen paine-ero oli noin -10 Pa.

TILAN 129b ULKOSEINÄN MERKKIAINETUTKIMUS 16.10.2018



Kaasun yleispitoisuus tilassa kohosi korkeaksi ilmapuotojen takia.



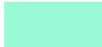
MERKINTÖJEN SELITYKSET:



MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄN ERISTETILAAN ULKOKAUTTA



Pa PAINE-ERON MITTAUSKOHTA JA PAINE-ERO



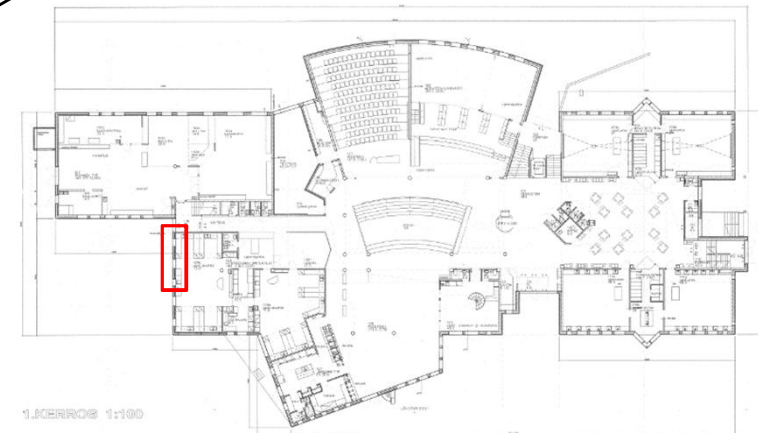
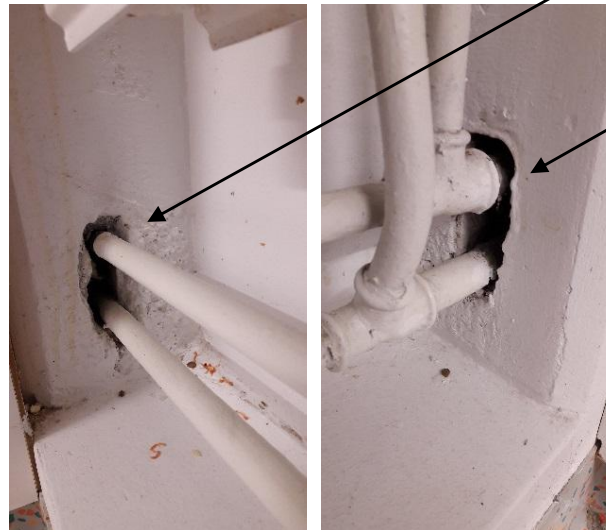
ILMAVUODON LAAJUUS

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

1 IKKUNAPENKIN JA ULKOSEINÄN LIITTYMÄ

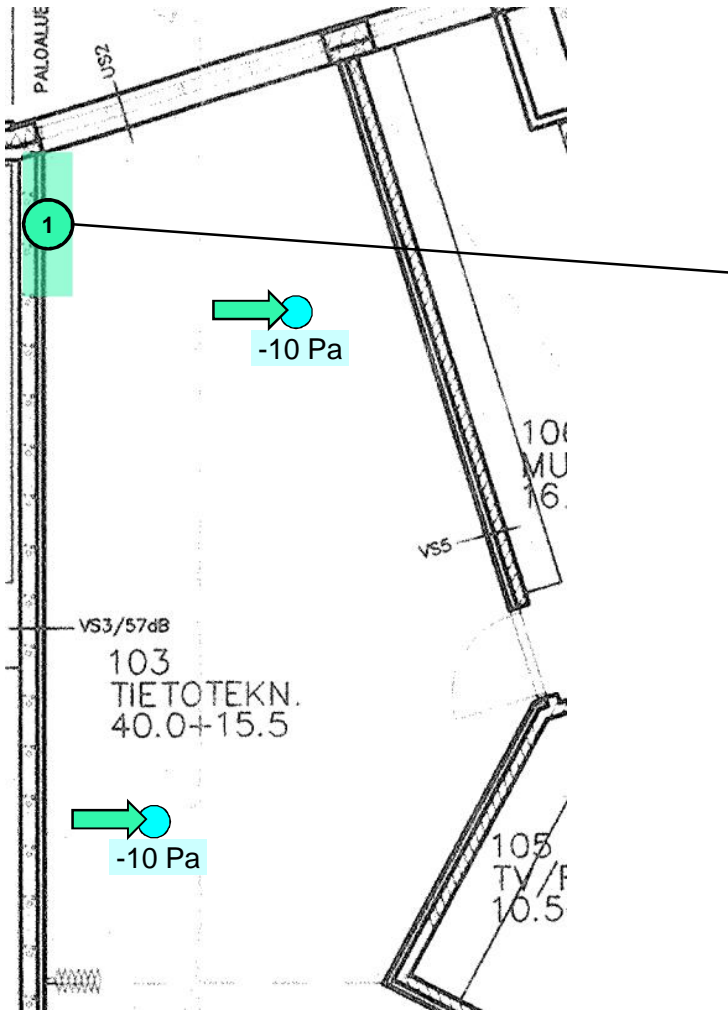
2 PATERIN KANNAKE

3 PATERIPUTKEN LÄPIVIENTI






Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridikaasulla ja Wika Gir -analysointilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella siten, että tilan ja ulkoseinän eristetilan välinen paine-ero oli noin -10 Pa.

TILAN 103 ALAPOHJAN MERKKIAINETUTKIMUS 16.10.2018



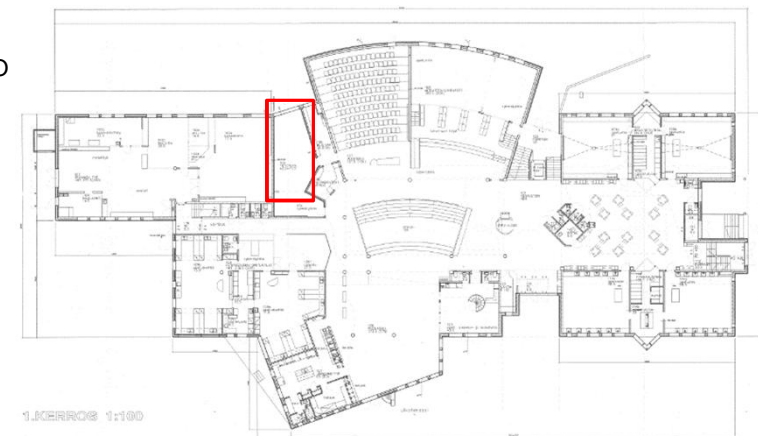
MERKINTÖJEN SELITYKSET:

-  MERKKIAINEKAASU ALAPOHJALAATAN ALLE
-  **Pa** PAIN-E-RO- N MITTAUSKOHTA JA PAIN-E-ERO
-  ILMAVUODON LAAJUUS

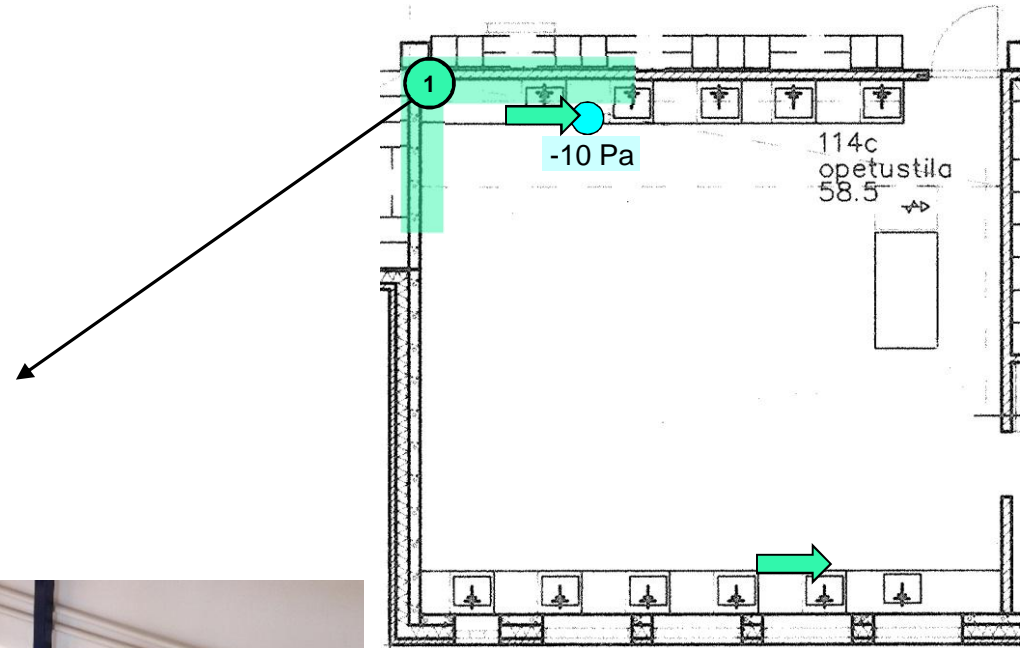
MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  **1** VÄLISEINÄN JA ALAPOHJAN LIITTYMÄ




Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridikaasulla ja Wika Gir - analysaattorilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella siten, että tilan ja alapohjalaatan alapuolisen tilan välinen paine-ero oli noin -10 Pa. Normaaliolosuhteissa vastaava paine-ero oli 0 Pa.



TILAN 114c VÄLIPOHJAN (LATTIA) MERKKIAINETUTKIMUS 16.10.2018



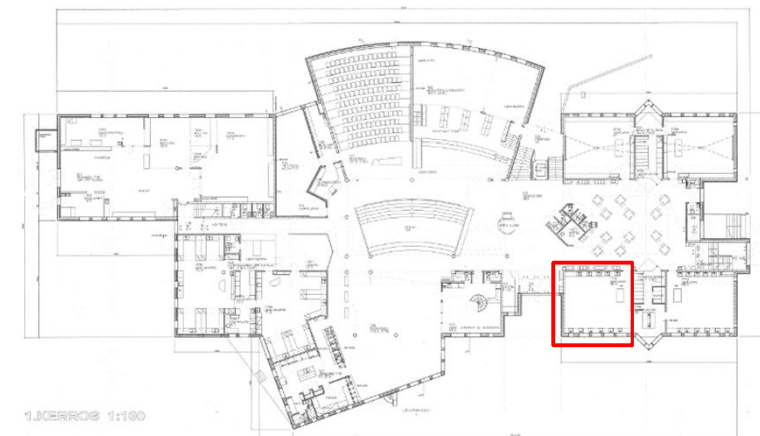
MERKINTÖJEN SELITYKSET:

-  MERKKIAINEKAASU VÄLIPOHJAN HIEKKATÄYTTÖÖN
-  PAINE-ERON MITTAUSKOHTA JA PAINE-ERO
-  ILMAVUODON LAAJUUS

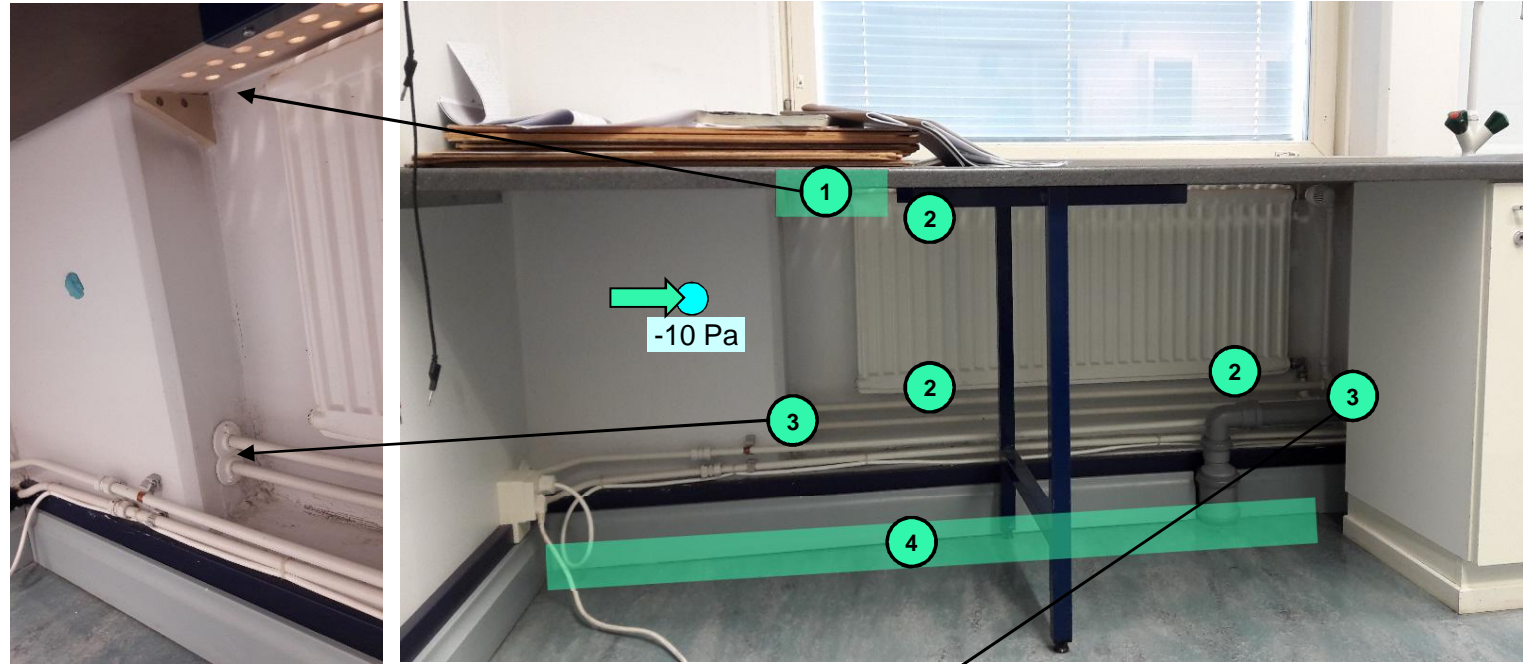
MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  VÄLISEINÄN JA VÄLIPOHJAN LIITTYMÄ

Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridikaasulla ja Wika Gir -analysointilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella siten, että tilan ja välipohjan hiekkatäytön välinen paine-ero oli noin -10 Pa. Normaaliolosuhteissa vastaava paine-ero oli 0 Pa.



TILAN 114c ULKOSEINÄN MERKKIAINETUTKIMUS 16.10.2018



MERKINTÖJEN SELITYKSET:



MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄN ERISTETILAAN



Pa PAINE-ERON MITTAUSKOHTA JA PAINE-ERO



ILMAVUODON LAAJUUS

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:



1 IKKUNAPENKIN JA ULKOSEINÄN LIITTYMÄ



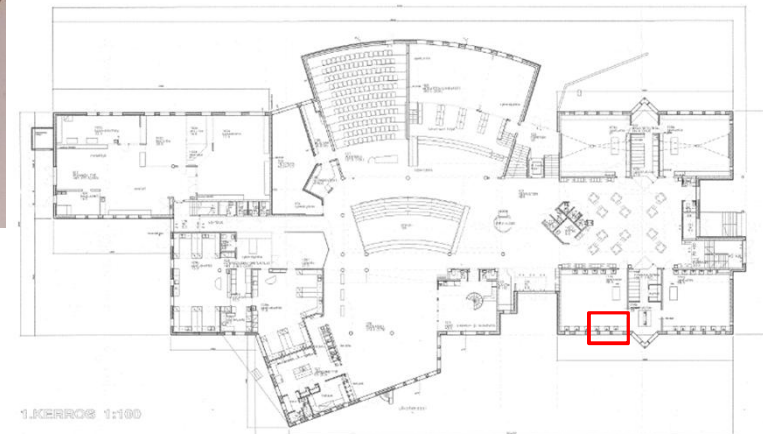
2 PATTERN KANNAKE



3 PATTERNPUTKEN LÄPIVIENTI



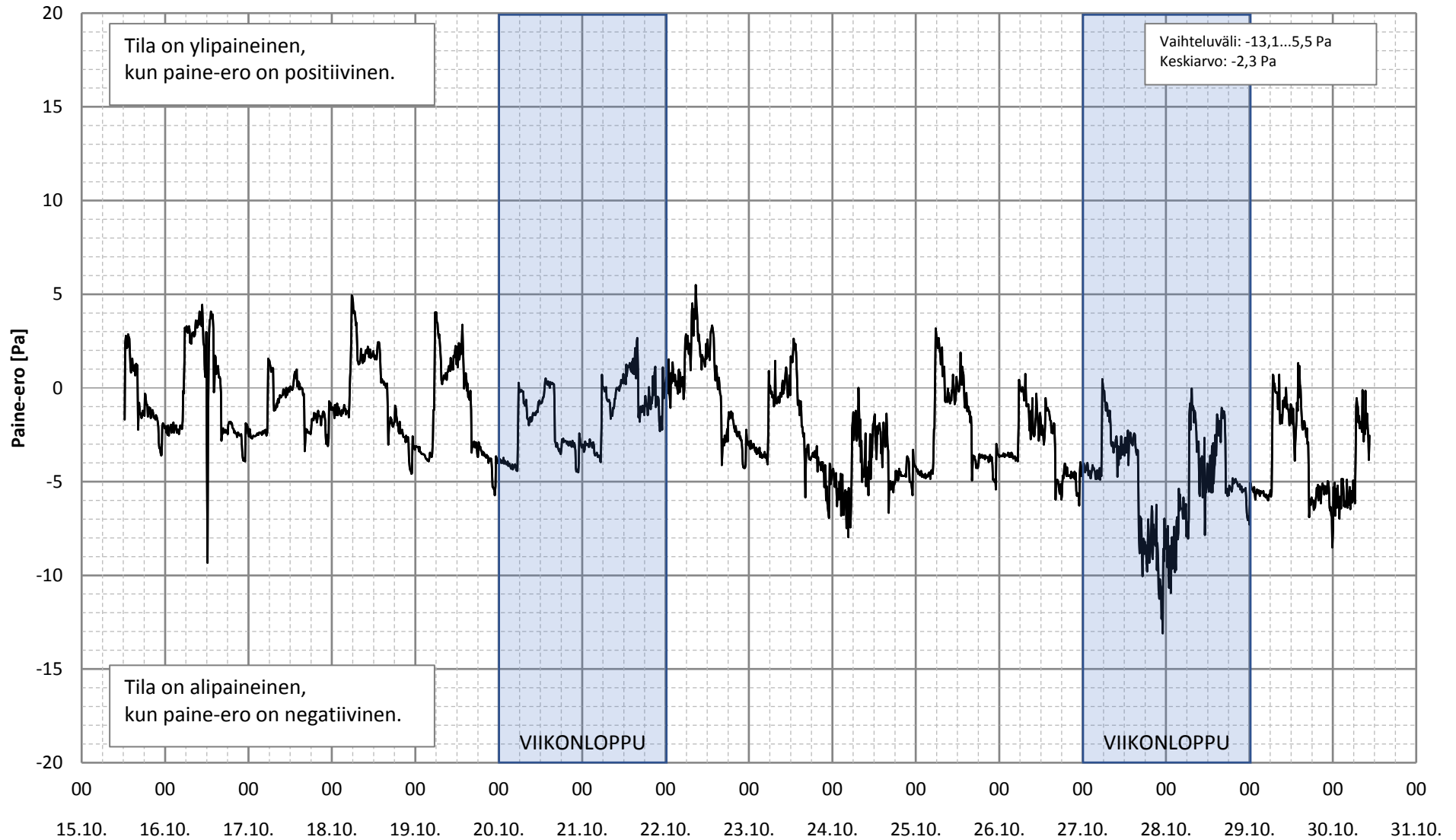
4 ALAPOHJAN JA ULKOSEINÄN LIITTYMÄ



Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridikaasulla ja Wika Gir - analysointilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella siten, että tilan ja ulkoseinän eristetilan välinen paine-ero oli noin -10 Pa. Normaaliolosuhteissa vastaava paine-ero oli 0 Pa.

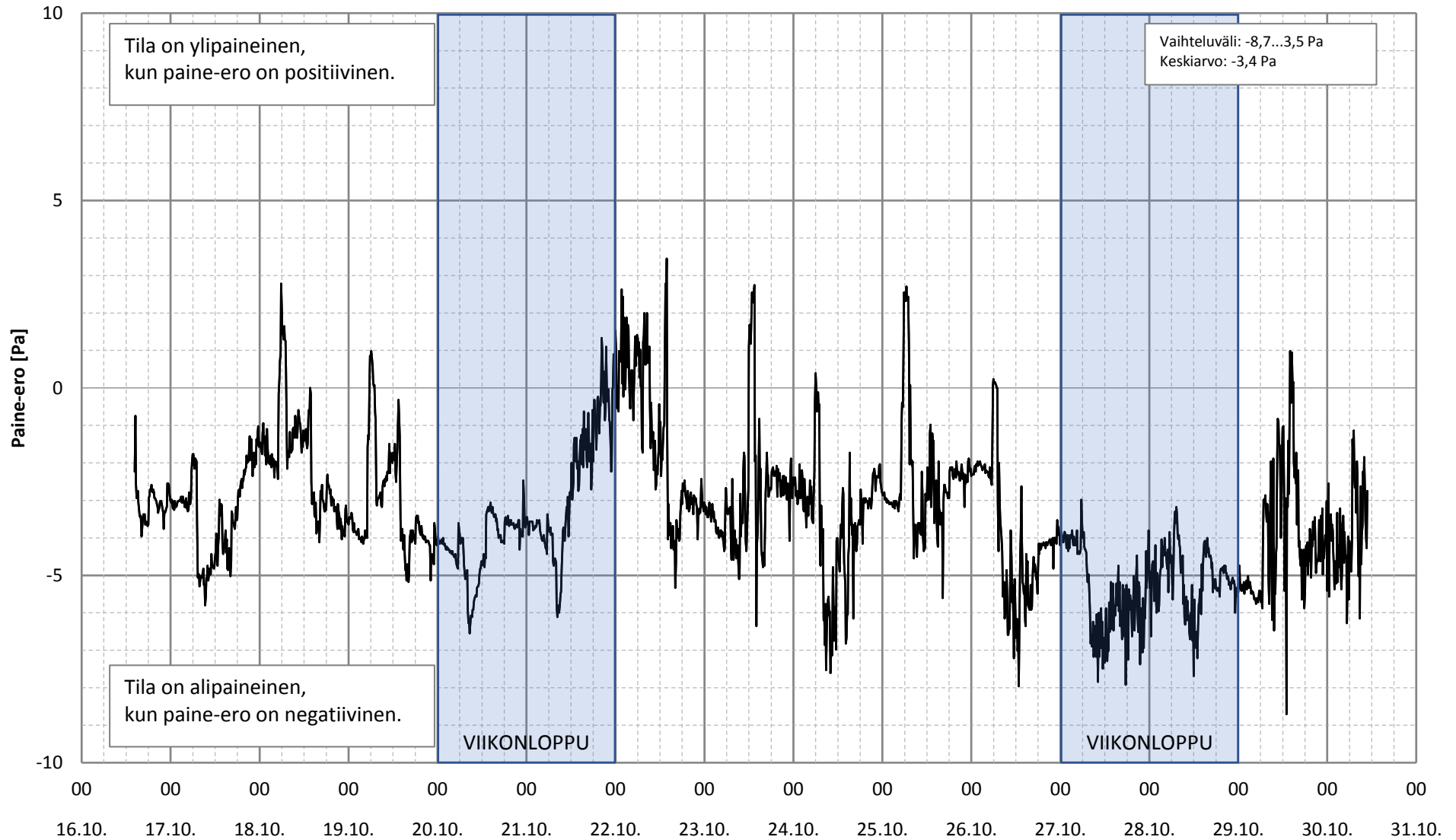
IV-kone TK03

PS2: Tietotekniikanluokan 103 ja ulkoilman välinen paine-ero 15.10. - 30.10.2018



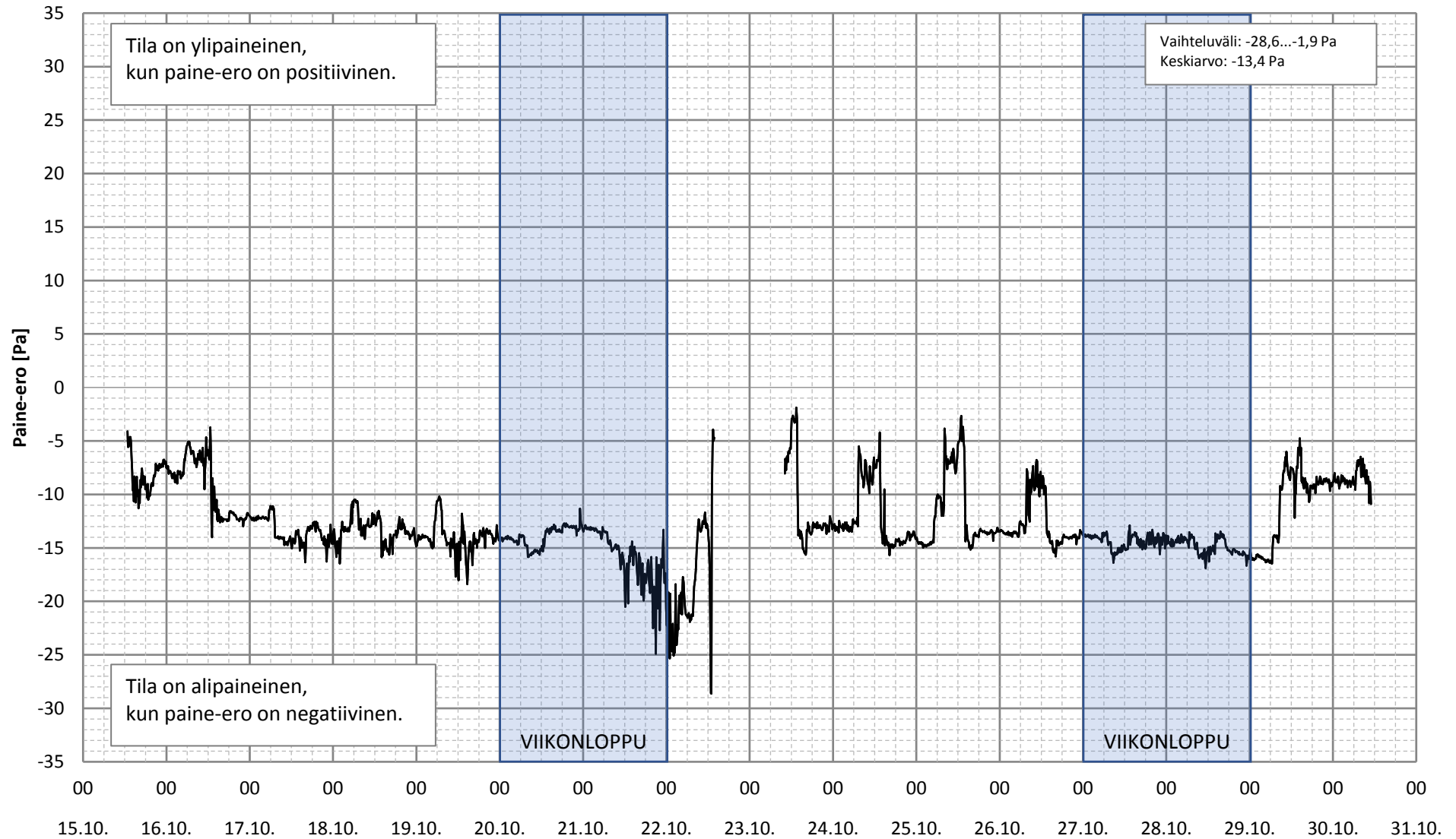
IV-kone TK 01

PS3: Luokan 109a ja ulkoilman välinen paine-ero 16.10. - 30.10.2018



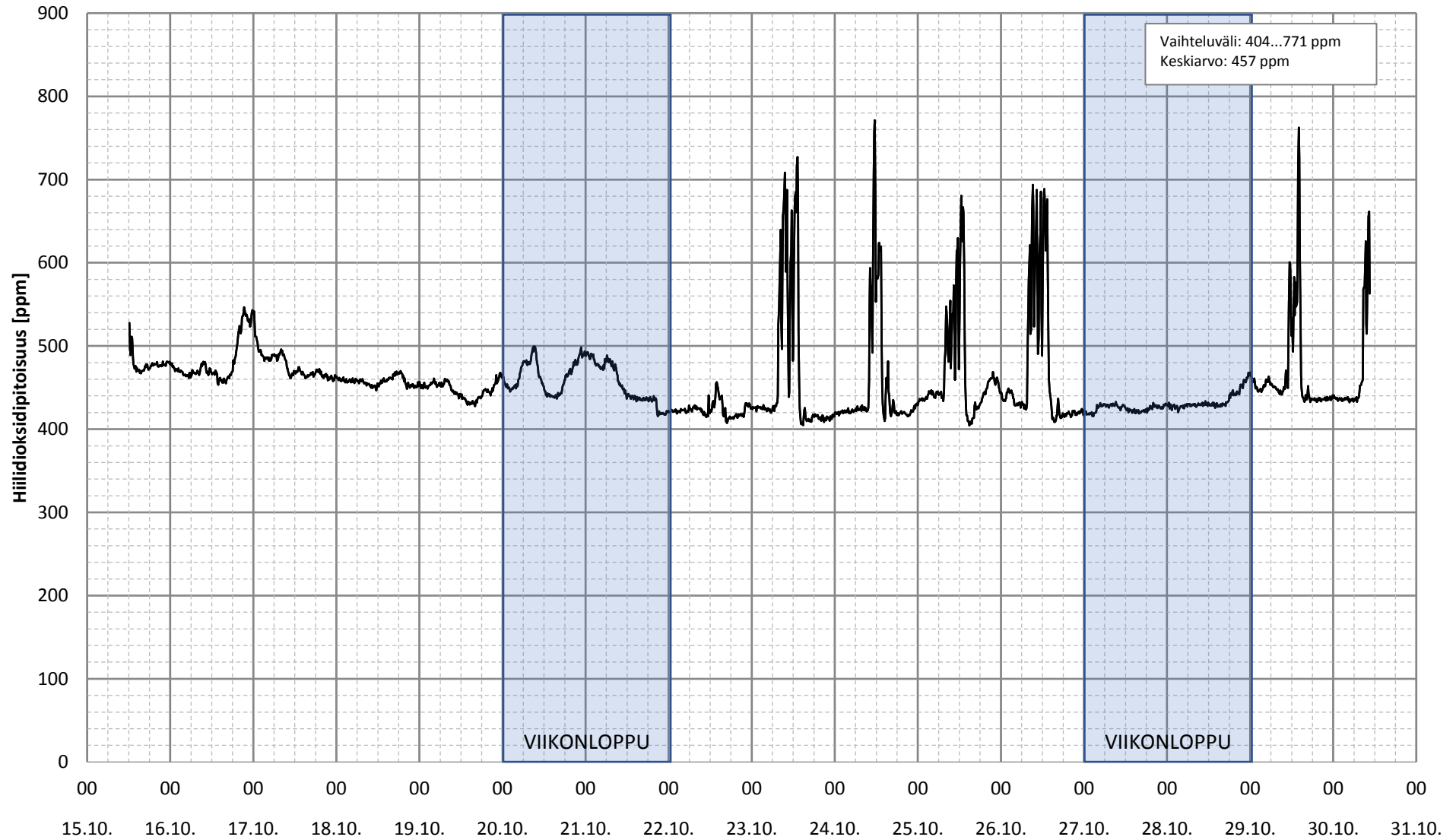
IV-kone TK01

PS4: Varastohuoneen 114b ja ulkoilman välinen paine-ero 15.10. - 30.10.2018



IV-kone TK04

L1: Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seuranta kotitalousluokassa 129b 15.10. - 30.10.2018



IV-kone TK01

L2: Sisäilman olosuhdeseuranta opetustilassa 114c 15.10. - 30.10.2018

