
TUTKIMUSSELOSTUS

SISÄILMASTO- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS



4124 KILONPUISTON KOULU, TILAT 112 JA 211
KILONPUISTO 5, ESPOO

22500344-122

22.6.2022

YHTEENVETO

Tutkimuksessa selvitettiin opetustilojen 112 ja 211 sisäilman laatua ja laatuun vaikuttavia tekijöitä.

Sisäpinnoilla ei havaittu kosteutta tai kosteuden aiheuttamia jälkiä. Tilojen 112 ja 211 tiivistyskorjaukset eivät ole täysin onnistuneet, sillä alapohja- ja ulkoseinärakenteissa havaittiin ilmavuotokohtia, joista rakenteissa olevat mahdolliset epäpuhtaudet pääsevät siirtymään sisäilmaan tilojen ollessa alipaineisia ulkoilmaan nähden. Rakenteiden kautta ei kuitenkaan havaittu tulevan poikkeavaa hajua sisäilmaan. Tilassa 211 on käynti yläpuoliseen IV-konehuoneeseen. Ovi ei ole tiivis ja ilman on mahdollista siirtyä IV-konehuoneesta opetustilaan sen alaosan kautta. Sisäkatoissa käytetty akustorappaus kerää epätasaisuuden vuoksi helposti epäpuhtauksia ja on vaikea puhdistaa.

Tiloissa 112 ja 211 tuloilmavirta oli suurempaa kuin poistoilmavirta. Poistoilmamäärät olivat lähellä suunnitteluarvoja, tuloilmavirrat ylittivät suunnitteluarvot. Tilat olivat ulkoilmaan nähden tämän seurauksena ylipaineisia (2-3 Pa). Sisäilman laadun kannalta lievä ylipaineisuus on hyvä asia, sillä silloin epäpuhtaudet eivät pääse siirtymään ilmavuotokohtien kautta sisäilmaan. Toisaalta ylipaineisuus voi aiheuttaa kosteuden tiivistymistä pinnoille tai rakenteisiin, etenkin mikäli kosteustuotto sisäilmassa on voimakasta. Tästä syystä ilmanvaihto ei saa aiheuttaa ylipainetta rakennuksen ulkovaipan yli. Kanavapöly sisälsi runsaasti ulkoilmapölyä (siitepöly, kiviainespöly) ja mineraalivillakuituja (lasivillakuituja), mikä viittaa suodattimen ohivirtauksiin ja ilmanvaihtojärjestelmissä oleviin mineraalikuitulähteisiin. Mineraalikuidut ovat riski sisäilman laadun kannalta niin kauan, kuin avoimia mineraalivillapintoja on ilmanvaihtojärjestelmässä. Korjausmenetelmä sisäilmariskin poistamiseksi on poistaa ilmanvaihtojärjestelmässä olevat avoimet mineraalivillapinnat tai pinnoittamalla avoimet mineraalivillapinnat siten, ettei niistä pääse irtoamaan kuituja sisäilmaan. Tilannetta on mahdollista seurata ja korjaustoimenpiteiden kiireellisyyttä voidaan arvioida jatkossa uudestaan mineraalikuitulaskeuman seurantamittauksin. Nyt tehdyissä sisäilman mineraalikuitujen mittauksessa ei kuitenkaan havaittu poikkeavaa määrää mineraalikuituja.

Tekniikkakuilu oli koko mittausjakson ajan alipaineinen sisätilaan nähden (keskimäärin 6 Pa), joten mahdolliset epäpuhtaudet eivät pääse siirtymään kuilusta sisäilmaan.

Sisäilman laatu oli tiloissa 112 ja 211 sisäilman mikrobien ja pinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen osalta normaali. Tiloista kerätty laskeumapöly oli koostumukseltaan tavanomaista. Sisäilmassa ei havaittu poikkeavaa hajua.

Tilassa 112 lämpötila laskee alle toimenpiderajan yöaikaan, ja muutamina mittauspäivinä lämpötila nousi yli 20°C vasta iltapäivällä. Tila sijaitsee rakennuksen kulmauksessa ja siinä on suuret ikkunat, mikä lisää lämpöhävikkiä. Tilassa 211 sisäilman lämpötila oli Asumisterveysasetuksen mukaisella tasolla. Suhteellinen kosteus sisäilmassa oli vuodenaikaan ja sääolosuhteisiin nähden normaalilla tasolla. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus pysytteli tiloissa 112 ja 211 hyvällä tasolla (alle 900 ppm), mikä viittaa siihen, että ilmanvaihto on käyttöön nähden riittävää.

Ylätasopinnoilla ja johtohyllyjen päällä havaittiin runsaasti pölyä ja muuta epäpuhtautta.

Suosittelut korjaustoimenpiteet:

- Tilan 112 lämmitystä tulee tehostaa siten, että sisäilman lämpötila on vähintään 20°C tilan käyttöaikoina.
- Suositellaan poistamaan IV-konehuoneesta 301 tyhjät pahvilaatikot ja muut turhat tavarat.
- Suositellaan tiivistämään alapohja- ja ulkoseinärakenteissa havaitut ilmavuotokohdat tiloissa 112 ja 211.
- Suositellaan tiivistämään tilassa 211 oleva IV-konehuoneen oviaukko
- Tulo- ja poistoilmavirtojen tasapainotus siten, että myös tuloilmavirrat ovat suunnitteluarvojen tasalla tiloissa 112 ja 211.
- Ylätasopintojen säännöllinen puhdistaminen esim. kaksi kertaa vuodessa.
- Suositellaan poistamaan tai pinnoittamaan ilmanvaihtojärjestelmässä olevat mineraalivillakuitulähteet viimeistään kiinteistön seuraavan ilmanvaihtoremontin yhteydessä.

Sisältö

1	YLEISTIEDOT	5
2	LÄHTÖTIEDOT	5
3	KÄYTETYT MITTA- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET	6
4	RAKENNETEKNISET TUTKIMUKSET	7
4.1	Rakenteet	7
4.1.1	Alapohja	7
4.1.2	Ulkoseinä	8
4.1.3	Välipohja	9
4.2	Havainnot ja mittaustulokset	9
4.3	Johtopäätökset	12
4.4	Toimenpidesuosituks	13
5	ILMANVAIHTOTEKNISET TUTKIMUKSET	13
5.1	Painesuhteiden seurantamittaukset	13
5.2	Ilmamäärät	14
5.3	Tuloilmakanaviston pölyn koostumus	14
5.4	Johtopäätökset	15
5.5	Toimenpidesuosituks	16
6	SISÄILMAN LAATU	16
6.1	Sisäilman mikrobit	16
6.2	Pinnoilla laskeutuvat mineraalikuidut	17
6.3	Pinnoille laskeutuneen pölyn koostumus	17
6.4	Sisäilman olosuhteiden seurantamittaukset	17
6.5	Muut havainnot	18
6.6	Johtopäätökset	19
6.7	Toimnepidesuosituks	20
7	KAIKKI TOIMENPIDE-EHDOTUKSET KIIREELLISYYSJÄRJESTYKSESSÄ	20
8	LIITTEET	21

1 YLEISTIEDOT

Tutkimuskohde:

Kilonpuiston koulu, tilat 112 ja 211
Kilonpuisto 5, Espoo

Tilaaaja:

Marja Tuomela
Espoon kaupunki, tilakeskus-liikelaitos

Tutkimusryhmä:

Tutkimuksen tekijöinä olivat Sanna Pohjola ja Tuomo Marjamäki. Tutkimukset kohteessa tehtiin ajalla 4.5. – 18.5.2022

Tutkimustavoite:

Tutkimuksen tarkoituksena oli tehdä sisäilmastotekninen kuntotutkimus koulun opetustiloihin 112 ja 211 sisäilmaoireiden syyn selvittämiseksi.

2 LÄHTÖTIEDOT

Kilonpuiston koulu on kaksikerroksinen, betonirakenteinen koulurakennus. Se on rakennettu vuosina 2001-2003. Kiinteistön omistaa Espoon kaupunki.

Kilonpuiston koululla on tehty pienryhmätilassa 112 väliseinämuutos, tilat 112 ja 112a on yhdistetty ja väliseinää siirretty, minkä jälkeen tilassa on käyttäjien mukaan aistittu poikkeavaa hajua. Saatujen lähtötietojen mukaan tilan ilmanvaihto on mitattu ja säädetty. Tilassa 112 sekä yläpuolisessa tilassa 211 selvitettiin joulukuussa 2021 sisäilman haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Pitoisuudet olivat normaalilla tasolla.

Saatujen lähtötietojen mukaan tilassa on suoritettu tiivistyskorjauksia. Tilassa 112 koetaan edelleen poikkeavaan sisäilman laatuun viittaavia oireita. Tilan vieressä on tekniikkakuilu, joka on vastikään alipaineistettu. Myös tilasta 211 on tullut ilmoitus sisäilmaepäilystä. Ko. tilan yläpuolella on ilmanvaihtokonehuone.

Osassa rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmissä on mineraalivillakuitulähteitä, minkä vuoksi rakennuksessa on seurattu laskeumapölynäytteiden

mineraalivillakuitupitoisuuksia. Opetustilan 1149 mineraalikulitupitoisuus ylitti yhdellä keräysalustalla toimenpiderajan (Sweco 18.12.2020). Toisen kerroksen aulatilassa 212 laskeutuvien mineraalikulitujen määrä ylitti Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan (Sweco 22.4.2021). Siivouksen jälkeen otetuissa seurantamittauksissa pitoisuus alitti toimenpiderajan.

Tutkimuksessa hyödynnetyt lähtötiedot:

- Rakennepiirustukset, Insinööritoimisto Konstru Oy 2001
- IV-suunnitelmat, Erikoissuunnittelu Oy 2003
- Sisäilmastotutkimus, Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 28.12.2021
- Sisäilmastotutkimus, Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 29.9.2021
- Sisäilmastotutkimus, Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 22.4.2021
- Sisäilmastotutkimus, Sweco Asiantuntijapalvelut Oy 18.12.2020

3 KÄYTETYT MITTA- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET

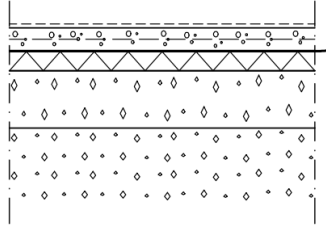
Lämpötila- ja kosteusmittari	Vaisala HM40, anturi HMP110
Pintakosteusilmaisin	Gann hydrotest LG 1
Merkkiainetutkimukset	Sensistor XRS9012, Blowerdoor
Olosuhdemittaukset	Tinytag- / TGE-0010-tiedonkeräyslaitteisto
Paine-eromittari	TSI Airflow PVM610, Tinytag 550942 Dwyer- paine-eromittari ja Tinytag-tiedonkeruujärjestelmä
Sisäilmamittaus	Ilmapumppu Thomas VTE 10, Serial No: 30117689, Andersen 6-vaihekeräin

4 RAKENNETEKNISET TUTKIMUKSET

4.1 RAKENTEET

4.1.1 ALAPOHJA

Tutkittavan tilan 112 alueella on suunnitelmien mukaan maanvastainen alapohja AP1.



PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY, ks. rakennusselostus.

80 mm TERÄSBETONILAATTA K30-2 , Luokka A-4-30 BY45
Keskinen rauditusverkko 6-150 B500K
Laatan jako osiin ks. rakennus suunnitelmat

SUODATINKANGAS KL II

75 mm LÄMMÖNERISTE, SOLUPOLYSTYREENI EPS 100 Lattia
Ulkoseinien 1 m:n reuna-alueella 125 mm

300 mm TIIVISTETTY PESTY SEPELI 6..16 mm,
Kapillaarisuus < 150 mm
Kallistus salaojiin 1:20, Ks. rakennus selostus
Radonin poisto salaojaputkituksella ks. LVI-suunnitelmat

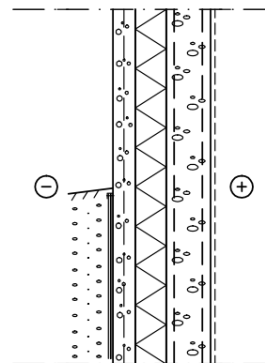
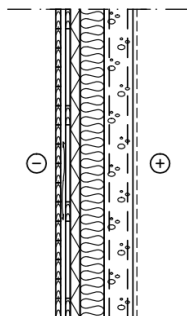
TIIVISTETTY SORA TAI MURSKETÄYTTÖ

PERUSMAA / KALLIO

Kuva 1. AP1.

Rakenteeseen tehtiin tutkimusreikä ja rakenne todettiin suunnitelmaa vastaavaksi. Tutkimusreiästä ei havaittu tulevan poikkeavaa hajua. Lattiapinnoitteena on tilassa mosaiikkibetoni.

4.1.2 ULKOSEINÄ



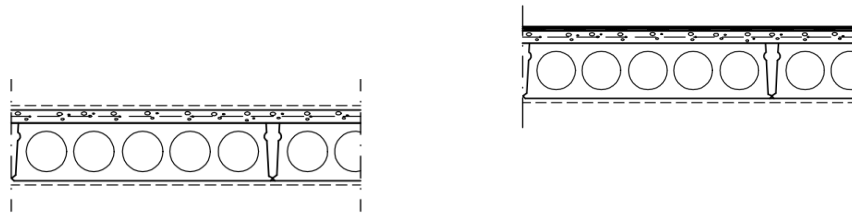
	PINTAMATERIAALI JA –KÄSITTELY ks. rakennusselostus		
28 mm	VAAKALAUDOITUS ks. arkkitehtisuunnitelmat Kiinnitys kierrenauloin, ks. rakennusselostus		
25 mm	ILMARAKO + PYSTYKOOLAUS 25x100 k600 Kuriusrimat ylä- ja alareunoissa ks. rakennus suunnitelmat		PINTAMATERIAALI TAI –KÄSITTELY, Ks. rakennus selostus Maanpinnan alapuolella kosteudeneristys ks. KE1 ja KE2 ks. rakennus suunnitelmat
25 mm	VAAKAKOOLAUS 25x100 k600 Kiinnitys välikkein tuulensuojalevyn läpi	100/120 mm	TERÄSBETONI K40–1 säänkestävä, ks. rakennepiirustukset
50 mm	TUULENSUOJAVILLA, ISORUNKOLEVY IRL 50 mm Työk-pinnoitettu, pitkittä sivuilta pontattu Saumat teipataan tiiviiksi ST-teipillä koolauksen kohdalla Kiinnitys mekaanisesti ruostumattomin sitein 4 kpl/m ² aukkojen reunoissa k400	140/160 mm	LÄMMÖNERISTE URITETTU SOLUPOLYSTYREENI EPS 60S ks. rakennepiirustukset
125 mm	MINERAALIVILLA, A–ISOLEVY A–IL 125 mm + PYSTYKOOLAUS 50x125 k600 Kiinnitys mekaanisesti	120..200 mm	TERÄSBETONI K30–2, ks. rakennepiirustukset
120 mm	TERÄSBETONISEINÄELEMENTTI K30–2 ks. rakennepiirustukset		PINTAMATERIAALI TAI –KÄSITTELY ks. rakennus selostus
	PINTAMATERIAALI TAI –KÄSITTELY ks. rakennus selostus		PUOLILÄMMIN ALUSTILA TAI MAAKERROKSET Ks rakennetyypit AP

Kuva 2. US1 puuverhoiltu ulkoseinä.

Kuva 3. US4 ulkoseinärakenne sokkelin kohdalla.

Tilan 211 kohdalla ulkoseinärakenteena on US1, jossa julkisivu on puuverhoiltu. Tilan 122 kohdalla ulkoseinä on pääosin lasipintainen. Ulkoseinän alaosassa on sokkeli (US4).

4.1.3 VÄLIPOHJA



	PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY, ks. rakennusselostus.		VEDENERISTE, MUOVIMATTO 1.5 mm, hitsatut saumat Nosto pystypinnoille 150 mm, täytettävä RIL 107-2000 taulukon 7.2 vaatimukset
60 mm	PINTABETONI, BY 45 luokka A-4-30, Esikäsitteily ja jälkihoito valmistajan ohjeiden mukaan, keskinen rauditusverkko 5-200 B500K	40.60 mm	TASAUSBETONI, BY45 luokka B-4-30, Esikäsitteily ja jälkihoito valmistajan ohjeiden mukaan keskinen rauditusverkko 5-200 B500K Kallistus 1:50 1 m:n säteellä lattiakaivoihin Lattiakaivotyyppiin tulee olla yhteensopiva käytettävän vedeneriste- järjestelmän kanssa
265/320 mm	ONTELOLAATTAELEMENTTI ks. rakennepiirustukset		ONTELOLAATTAELEMENTTI TAI KANTAVA TERÄSBETONILAATTA K30-2 (Väestönsuojan katto) ks. rakennepiirustukset
	PINTAMATERIAALI TAI -KÄSITTELY, ks. rakennusselostus.		PINTAMATERIAALI- TAI KÄSITTELY, ks. rakennusselostus.

Kuva 4. VP1 välipohjarakenne yleensä Kuva 5. VP3 IV-konehuoneen lattia

Tilan 122 ja 211 välinen välipohja on ontelolaattaa, jossa ei ole eristekerroksia (VP1). Tilan 211 lattiapinnoitteena on linoleummatto. Tilan 211 yläpuolella on IV-konehuone ja välipohjarakenteena on VP3, jossa ontelolaatan päällä on taseausbetoni ja muovimatto. Eristekerroksia ei ole.

Sisäkattojen pinnoitteena on käytetty akustorappausta (Isover DLA -AF paksuus 20+20 mm, Decocoat). Ruiskutettava akustiikkapinnoite Decocoat, ruiskutuspaksuus 10 mm kauttaaltaan. Pintakäsittely ruiskutuspinna, väri valkoinen.

4.2 HAVAINNOT JA MITTAUSTULOKSET

Tiloissa 112 ja 211 tehtiin lattia- ja ulkoseinärakenteille pintakosteuskartoitus. Tulokset on esitetty pohjakuvissa liitteessä 2. Vertailupintaa korkeampia mitta-arvoja ei havaittu. Sisäpinnoilla ei havaittu kosteuden aiheuttamia jälkiä.

Ilman kulkeutumista alapohja- ja ulkoseinärakenteesta sisäilmaan selvitetiin merkkiainekokein. Saatujen lähtötietojen mukaan tiloissa on suoritettu tiivistyskorjauksia. Lisäksi tutkittiin välipohjarakenteen VP3 ilmavuotoja IV-konehuoneesta tilaan 211. Tutkimuksen aikana tilat alipaineistettiin n. 10 Pa

tutkittavaan rakenneosaan tai ulkoilmaan nähden. Merkkiainekokeiden toteutus ja tulokset on esitetty tarkemmin liitteessä 3.

Tilassa 112 alapohjasta havaittiin pistemäisiä ilmavuotoja seinän ja lattian liittymästä. Ulkoseinän US4 eristetilasta (sokkeli) havaittiin pistemäisiä ilmavuotoja ikkunankarmin liittymistä (liitteet 3.1-3.2).

Tilassa 211 ulkoseinärakenteen US1 eristetilasta havaittiin ilmavuotoja ikkunaliittymistä sekä katon ja ulkoseinän liittymästä. IV-konehuoneesta ei havaittu välipohjan kautta ilmavuotoja luokkatilaan 211 (liitteet 3.3-3.4). IV-konehuoneen ovi ei ole tiivis, ja oviaukon alaosasta havaittiin merkittävä ilmavuoto tilaan 211 (liite 3.5).

Opetustilan 211 yläpuolella oleva IV-konehuone 301 tarkastettiin ja lattian kosteus kartoitettiin pintakosteusilmaisimella. Tilassa on kaksi tulo-poistoilmakonetta (TK10, TK1). Kohonneita kosteusarvoja lattiapinnoilla ei havaittu. Molempien IV-koneiden alta oli valunut vettä lattialle, sillä lattiapinnalla havaittiin vanhat, kuivuneet kosteusjäljet. Tilassa on kaksi lattiakaivoa, johon molemmista IV-koneesta tulevat vedet on johdettu, mutta ainakaan kaikki IV-koneista valuvat vedet eivät ohjautu poistoilmaputkiin. IV-konehuoneessa ei havaittu merkittäviä mineraalivillakuitulähteitä.



Kuvat 6, 7. Molemmista IV-koneista on valunut lattialle vettä, sillä lattialla havaittiin vanhat kuivuneet kosteusjäljet



Kuvat 8, 9. IV-konehuoneessa 301 säilytetään runsaasti pahvilaatikoita ja muuta tavaraa, jotka suositellaan tilasta poistamaan

Aulatiloiissa, käytävillä ja luokissa on käytetty sisäkattojen pinnoitteena akustorappausta, jossa mineraalivillalevyn päälle on asennettu 10 mm ruiskutettava akustiikkapinnoite. Koska pinnoite on ruiskutettu, on se hyvin epätasainen ja etenkin tuloilmasuihkun kohdalla sisäkatossa oli nähtävillä paikoin voimakasta tummumaa. Todennäköisesti tämä on huonepölyä, joka ilmavirtauksen kohdalla on kiinnittynyt katon röpelöiseen alapintaan. Katon puhdistus on myös epätasaisuuden vuoksi hankalaa.

Opetustilan 211 sisäkatossa oli myös havaittavissa tummumaa ulkoseinän lähetyvillä. Todennäköisesti tämä on ilmavuotojen aiheuttamaa, sillä merkkiainekokeissa seinän ja katon rajassa havaittiin ilmavuotoja.



Kuva 10. Sisäkaton pinnoitteena on käytetty akustorappausta. Rappauksen pinta oli voimakkaasti tummunut tuloilmakanavien yläpuolelta. Kuva vasemmalla aulatilasta 110.

Kuva 11. Opetustilassa 211 akustorappauksessa havaittiin tummumaa ulkoseinän lähellä (oikealla).

4.3 JOHTOPÄÄTÖKSET

Sisäpinnoilla ei havaittu kosteutta tai kosteuden aiheuttamia jälkiä.

Tilojen 112 ja 211 tiivistyskorjaukset eivät ole täysin onnistuneet, sillä alapohja- ja ulkoseinärakenteissa havaittiin ilmavuotokohtia, joista rakenteissa olevat mahdolliset epäpuhtaudet pääsevät siirtymään sisäilmaan tilojen ollessa alipaineisia ulkoilmaan nähden. Rakenteiden kautta ei kuitenkaan havaittu tulevan poikkeavaa hajua sisäilmaan.

Tilassa 211 on käynti yläpuoliseen IV-konehuoneeseen. Ovi ei ole tiivis ja ilman on mahdollista siirtyä IV-konehuoneesta opetustilaan sen alaosan kautta.

Sisäkatoissa käytetty akustorappaus kerää epätasaisuuden vuoksi helposti epäpuhtauksia ja on vaikea puhdistaa.

4.4 TOIMENPIDESUOSITUKSET

- Suositellaan tiivistämään alapohja- ja ulkoseinärakenteissa havaitut ilmavuotokohdat tiloissa 112 ja 211.
- Suositellaan tiivistämään tilassa 211 oleva IV-konehuoneen oviaukko
- Suositellaan poistamaan IV-konehuoneesta 301 tyhjät pahvilaatikot ja muut turhat tavarat.

5 ILMANVAIHTOTEKNISEET TUTKIMUKSET

Opetustiloja 112 ja 211 palvelee tulo- poistoilmavaihtokone TK10. Suodattimet vaihdetaan koneeseen noin kaksi kertaa vuodessa, edellisen kerran ne oli vaihdettu 24.2.2022.

5.1 PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET

Ilman kulkusuuntien sekä ilmanvaihdon yleisen toiminnan selvittämiseksi rakennuksessa suoritettiin ajalla 4.5.-18.5.2022 paine-eroseuranta rakennuksen ulkovaipan yli molemmissa tutkittavissa tiloissa. Lisäksi seurattiin tekniikkakuilun ja sisätilan välistä paine-eroa. Mittauksessa käytettiin jatkuvatoimista paine-eromittauslaitteistoa. Mittauspisteet pohjakuvissa on esitetty liitteessä 2 ja tulokset on esitetty graafisesti liitteessä 5.

Rakennuksen ali- tai ylipaineisuus vaikuttaa mm. rakenteiden läpi kulkevan vuotoilmavirran suuntaan ja huoneilman kosteuden tiivistymisriskiin pinnoilla tai rakenteissa. Jos rakennus on ylipaineinen ilmanvaihdon toiminnan seurauksena, tulee ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa. Ylipaineisuus voi aiheuttaa riskin sisäilman kosteuden tunkeutumisesta rakenteisiin. Jos rakennuksen alipaineisuus on yli -15 Pa, tulee

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan alipaineisuuden syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa mahdollisuuksien mukaan. Tavoitteellinen paine-ero sisä- ja ulkoilman välillä on koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa 0...-2 Pa, siten että sisäilma on tasapaineinen tai lievästi alipaineinen ulkoilman suhteen.

Tila 112 oli pääsääntöisesti lievästi ylipaineinen ulkoilmaan nähden (keskimäärin 2,8 Pa). Paine-ero vaihteli mittausjakson aikana -2...+9 Pa välillä. Paine-eroissa ei nähdä merkittävä vaihtelua päivä- tai yöajan tai arkipäivien ja viikonlopun välillä (Liite 5.1).

Tila 211 oli pääsääntöisesti lievästi ylipaineinen ulkoilmaan nähden (keskimäärin 3,3 Pa). Paine-ero vaihteli mittausjakson aikana -3...+10 Pa välillä. Paine-eroissa ei nähdä merkittävä vaihtelua päivä- tai yöajan tai arkipäivien ja viikonlopun välillä (Liite 5.2).

Aulatila oli tekniikkakuiluun päin seurantajakson aikana keskimäärin 6 Pa ylipaineinen, eikä paine-ero ollut edes hetkellisesti alipaineinen aulaan päin (Liite 5.3).

5.2 ILMAMÄÄRÄT

Tilakohtaiset tulo- ja poistoilmamäärät määritettiin pääte-elimistä.

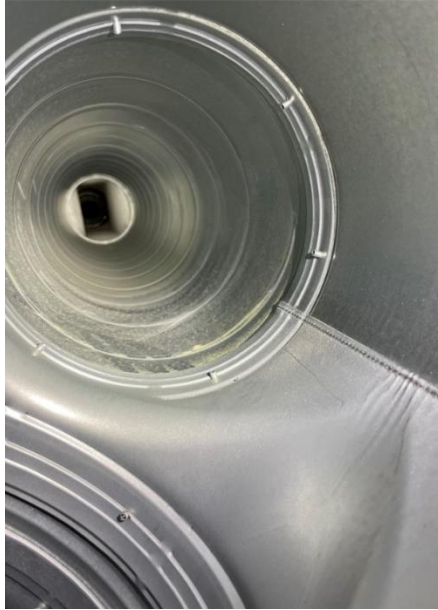
Mittausmenetelmät ja tulokset on esitetty liitteessä 1.

Tilassa 112 oli tehty tilamuutosten yhteydessä muutoksia ilmanvaihtoon, mm. kaksi poistoilmaventtiiliä on tukittu. Tilassa 112 tuloilmavirta oli 28 % suurempaa kuin poistoilmavirta. Tilassa 211 tuloilmavirta oli 19 % suurempaa kuin poistoilmavirta. Tilat olivat tämän seurauksena ylipaineisia ulkoilmaan nähden. Poistoilmamäärät olivat lähellä suunnitteluarvoja, tuloilmavirrat ylittivät suunnitteluarvot.

5.3 TULOILMAKANAVISTON PÖLYN KOOSTUMUS

Opetustilan 211 tuloilmakanava tarkastettiin. Kanavassa havaittiin runsaasti keltaista pölyä. Tästä otettiin näyte pölyn koostumuksen määrittämistä varten. Näytteenotto kohta on esitetty pohjakuvassa liitteessä 2. Tulos on esitetty liitteessä 1 Bestlab analyysiraportti 9.5.2022.

Kanavapöly sisälsi runsaasti ulkoilmapölyä (siitepöly, kiviainespöly) ja mineraalivillakuituja (lasivillakuituja).



Kuva 12. Opetustilan 211 tuloilmakanavassa runsaasti keltaista pölyä, jossa runsaasti siitepölyä ja lasivillakuituja.

5.4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tiloissa 112 ja 211 tuloilmavirta oli suurempaa kuin poistoilmavirta. Poistoilmamäärät olivat lähellä suunnitteluarvoja, tuloilmavirrat ylittivät suunnitteluarvot. Tilat olivat ulkoilmaan nähden tämän seurauksena ylipaineisia. Tilat olivat keskimäärin lievästi ylipaineisia ulkoilmaan nähden (2-3 Pa). Sisäilman laadun kannalta lievä ylipaineisuus on hyvä asia, sillä silloin epäpuhtaudet eivät pääse siirtymään ilmapuotokohtien kautta sisäilmaan. Toisaalta ylipaineisuus voi aiheuttaa kosteuden tiivistymistä pinnoille tai rakenteisiin, etenkin mikäli kosteustuotto sisäilmassa on voimakasta. Tästä syystä ilmanvaihto ei saa aiheuttaa ylipainetta rakennuksen ulkovaipan yli.

Kanavapöly sisälsi runsaasti ulkoilmapölyä (siitepöly, kiviainespöly) ja mineraalivillakuituja (lasivillakuituja), mikä viittaa suodattimen ohivirtauksiin ja ilmanvaihtojärjestelmissä oleviin mineraalikuitulähteisiin. Mineraalikuidut ovat

riski sisäilman laadun kannalta niin kauan, kuin avoimia mineraalivillapintoja on ilmanvaihtojärjestelmässä. Korjausmenetelmä sisäilmariskin poistamiseksi on poistaa ilmanvaihtojärjestelmässä olevat avoimet mineraalivillapinnat tai pinnoittamalla avoimet mineraalivillapinnat siten, ettei niistä pääse irtoamaan kuituja sisäilmaan. Tilannetta on mahdollista seurata ja korjaustoimenpiteiden kiireellisyyttä voidaan arvioida jatkossa uudestaan mineraalikuitulaskeuman seurantamittauksin. Nyt tehdyissä sisäilman mineraalikuitujen mittauksessa ei kuitenkaan havaittu poikkeavaa määrää mineraalikuituja.

Tekniikkakuilu oli koko mittausjakson ajan alipaineinen sisätilaan nähden (keskimäärin 6 Pa), joten mahdolliset epäpuhtaudet eivät pääse siirtymään kuilusta sisäilmaan.

5.5 TOIMENPIDESUOSITUKSET

- Tulo- ja poistoilmavirtojen tasapainotus siten, että myös tuloilmavirrat ovat suunnitteluarvojen tasalla tiloissa 112 ja 211.
- Suositellaan poistamaan tai pinnoittamaan ilmanvaihtojärjestelmässä olevat mineraalivillakuitulähteet viimeistään kiinteistön seuraavan ilmanvaihtoremontin yhteydessä.

6 SISÄILMAN LAATU

6.1 SISÄILMAN MIKROBIT

Sisäilman mikrobinäytteet otettiin molemmista tutkittavista tiloista kahtena eri tutkimuspäivänä. Tiloissa olevat ilmanpuhdistimet oli sammutettu mittausta edeltävänä päivänä. Lisäksi ulkoilmasta otettiin vertailunäytteet. Tuloksia verrataan Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen tulkintaohjeisiin sekä vastaavana aikana kerättyihin ulkoilman vertailunäytteisiin. Tulokset on esitetty liitteessä 1 ja näytteenottopisteet pohjakuvissa liitteessä 2.

Sisäilman sieni-itiöpitoisuudet olivat alhaisia (0-7 cfu/m³) ja lajisto normaali. Aktinobakteereita havaittiin pieniä määriä tilassa 221 ensimmäisellä mittauskerralla, mutta ulkoilman pitoisuus ei ylittynyt näiden osalta. Tilassa 112

ei havaittu aktinobakteereita kummallakaan mittauskerralla. Sisäilman bakteeripitoisuudet olivat alhaisia (28-330 cfu/m³).

6.2 PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT

Pinnoille laskeutuvia mineraalikuuituja tutkittiin kahden viikon laskeumasta geeliteipeiltä molemmista tutkittavista tiloista. Mittaustulos on kolmen rinnakkaisen näytteen mineraalikuuitupitoisuuden keskiarvo, jota verrataan Asumisterveysasetuksen toimenpiderajaan 0,20 kuitua/cm². Mittaustulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1.

Mineraalikuuitupitoisuus oli tilassa 112 keskimäärin 0,01 kuitua/cm² ja tilassa 211 0,2 kuitua/cm².

Asumisterveysasetuksen toimenpideraja ei ylittynyt mittausjaksolla.

6.3 PINNOILLE LASKEUTUNEEN PÖLYN KOOSTUMUS

Pinnoille kahden viikon ajan laskeutuneen pölyn koostumus selvitettiin molemmista tutkittavista tiloista. Mittaustulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1.

Tilasta 112 kerätty pöly sisälsi pääasiassa tavanomaista huonepölyä ja vähän rakennusmateriaalipölyä. Tilasta 211 kerätty pöly sisälsi vähän tavanomaista huonepölyä, rakennusmateriaalipölyä ja ulkoilmapölyä. Mineraalivillakuuituja tai asbestikuuituja ei havaittu.

6.4 SISÄILMAN OLOSUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET

Sisäilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta ja hiilidioksidipitoisuutta seurattiin tallentavien mittalaitteiden avulla kahden viikon ajan molemmissa tutkittavissa tiloissa. Mittaukset tehtiin 4.5.-18.5.2022 välisenä aikana. Tiloissa ei ollut käyttäjiä mittausjakson alussa ajalla 4.5.- 9.5.22 johtuen opettajien lakosta. Tulokset on esitetty graafisesti liitteessä 4.

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. Ulkoilman pitoisuus vaihtelee normaalisti välillä 380–400 ppm.

Asumisterveysasetus (2015) antaa sisäilman lämpötilalle seuraavat toimenpiderajat: palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa lämmityskaudella +20...+26 °C. Lämmityskauden ulkopuolella toimenpiderajat ovat lastenpäivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja muissa vastaavissa tiloissa +20 ... +32 °C.

Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila vaihtelevat vuodenaikojen mukaan. Alhaiset suhteellisen kosteuden mittaustulokset ovat talvikaudelle tavanomaisia, mutta kuiva sisäilma voi aiheuttaa herkimmille henkilöille limakalvojen, ihon ja silmien ärsytysoireita. Kuivaa sisäilmaa ei pidetä kuitenkaan terveyshaittana. Jos yksittäisen tilan lämpötila koetaan liian kuumaksi tai kylmäksi, tulee lämpötilan säätömahdollisuus tarkistaa ko. huoneen osalta. Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä (Asumisterveysasetus 545/2015).

Tilassa 112 lämpötila vaihteli välillä 17,8–24,4 °C. Alle 20°C lämpötilat mitattiin pääosin yöaikaan klo 22-08 välillä, mutta joinakin päivinä lämpötila saavutti 20°C vasta klo 12 jälkeen. Tila sijaitsee rakennuksen kulmassa ja siinä on suuret ikkunat, mistä syystä lämpöhävikki on suurempaa kuin muissa tiloissa. Suhteellinen kosteus vaihteli välillä 15–47 % (Liite 4.3). Tilan sisäilman hiilidioksidipitoisuus oli korkeimmillaan 841 ppm. (Liite 4.1).

Tilassa 211 lämpötila vaihteli välillä 20,0–23,7 °C. Suhteellinen kosteus vaihteli välillä 15–47 % (Liite 4.4). Tilan sisäilman hiilidioksidipitoisuus oli korkeimmillaan 865 ppm. (Liite 4.2).

6.5 MUUT HAVAINNOT

Sisäilmassa ei havaittu tutkimusaikana poikkeavaa hajua. Ylätasopinnoilla sekä johtohyllyjen päällä havaittiin runsaasti pölyä ja muuta epäpuhtautta.



Kuvat 13, 14. Johtohyllyjen päällä havaittiin runsaasti pölyä ja muita epäpuhtauksia.



Kuva 15. Ylätasopinnoilla havaittiin runsaasti pölyä. Kuva tilasta 112.

6.6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Sisäilman mikrobipitoisuudet ja lajisto olivat tiloissa 112 ja 211 normaalit. Mineraalikuitujen pitoisuus kahden viikon laskeumapölynäytteissä ei ylittänyt toimenpiderajaa. Tiloista kerätty laskeumapöly oli koostumukseltaan tavanomaista. Sisäilmassa ei havaittu poikkeavaa hajua.

Tilassa 112 lämpötila laskee alle toimenpiderajan yöaikaan, ja muutamina mittauspäivinä lämpötila nousi yli 20°C vasta iltapäivällä. Tila sijaitsee rakennuksen kulmauksessa ja siinä on suuret ikkunat, mikä lisää lämpöhävikkiä. Tilassa 211 sisäilman lämpötila oli Asumisterveysasetuksen mukaisella tasolla. Suhteellinen kosteus sisäilmassa oli vuodenaikaan ja sääolosuhteisiin nähden normaalilla tasolla.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus pysytteli tiloissa 112 ja 211 hyvällä tasolla (alle 900 ppm), mikä viittaa siihen, että ilmanvaihto on käyttöön nähden riittävää.

Ylätasopinnoilla ja johtohyllyjen päällä havaittiin runsaasti pölyä ja muuta epäpuhtautta.

6.7 TOIMENPIDESUOSITUKSET

- Tilan 112 lämmitystä tulee tehostaa siten, että sisäilman lämpötila on vähintään 20°C tilan käyttöaikoina.
- Ylätasopintojen säännöllinen puhdistaminen esim. kaksi kertaa vuodessa.

7 KAIKKI TOIMENPIDE-EHDOTUKSET KIIREELLISYYS-JÄRJESTYKSESSÄ

- Tilan 112 lämmitystä tulee tehostaa siten, että sisäilman lämpötila on vähintään 20°C tilan käyttöaikoina.
- Suositellaan poistamaan IV-konehuoneesta 301 tyhjät pahvilaatikot ja muut turhat tavarat.
- Suositellaan tiivistämään alapohja- ja ulkoseinärakenteissa havaitut ilmavuotokohdat tiloissa 112 ja 211.
- Suositellaan tiivistämään tilassa 211 oleva IV-konehuoneen oviaukko
- Tulo- ja poistoilmavirtojen tasapainotus siten, että myös tuloilmavirrat ovat suunnitteluarvojen tasalla tiloissa 112 ja 211.
- Ylätasopintojen säännöllinen puhdistaminen esim. kaksi kertaa vuodessa.

-
- Suositellaan poistamaan tai pinnoittamaan ilmanvaihtojärjestelmässä olevat mineraalivillakuitulähteet viimeistään kiinteistön seuraavan ilmanvaihtoremontin yhteydessä.

Helsingissä, 22.6.2022

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy



Sanna Pohjola, MML

RTA, Tutkimuspäällikkö

8 LIITTEET

Liite 1	Mittaustulokset
Liite 2	Mittauspisteet ja havainnot pohjakuivissa
Liite 3	Merkitseminenkoetulokset
Liite 4	Sisäilmaolosuhteiden seurantakuvaajat
Liite 5	Paine-erojen seurantakuvaajat

Tutkimusmenetelmät

Tutkimukset perustuvat pääosin julkaisussa Ympäristöopas 2016, Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, toim. Pitkäranta Miia, Ympäristöministeriö 2016 esitettyihin ohjeisiin, menetelmiin ja käytäntöihin. Yleistarkastuksessa kiinnitettiin erityisesti huomioita mahdollisiin hajuihin sisäilmassa tai rakenteiden pinnoilla näkyviin vaurioihin. Rakennuksen ulkopuoli tarkastettiin myös silmä määräisesti, tarkoituksena selvittää mahdolliset vauriojäljet tai kosteusteknisesti riskialttiit rakennekohdat. Lisäksi tutkimuksessa sovellettiin seuraavia julkaisuja ja asetuksia:

- Asumisterveysasetus (545/2015), 2015
- Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osat I, II, III ja IV, Valvira, 2016
- Suomen rakennusmääräyskokoelma
- Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017), 2017
- Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017), 2017
- Sisäilmastoluokitus 2018
- Ilmanvaihdon kuntotutkimus suoritetaan Suomen LVI-liitto ry:n (SuLVI) ilmanvaihtojärjestelmien kuntotutkimus -ohjeistusta soveltaen.

1. Sisäilmanäytteet

Sisäilmanäytteet otettiin normaaliolosuhteissa oleskeluvyöhykkeeltä tilan tai huoneen keskialueelta, noin metrin korkeudelta.

1.1 Sisäilman mikrobit

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

Näytteen- ottopiste	Tila	Pvm	Sieni-itiöt, mallasuute, pitoisuus, cfu/m ³	Sieni-itiöt, DG 18, pitoisuus, cfu/m ³	Bakteerit, pitoisuus, cfu/m ³	Aktinobakteerit, pitoisuus, cfu/m ³
M1	112 Pienryhmätila	4.5.22	Yhteensä 7 Cladosporium sp. 50% hiivat 50%	Yhteensä 0	330	0
		18.5.22	Yhteensä 0	Yhteensä 4 Cladosporium sp. 100%	42	0
M2	221 OT3	4.5.22	Yhteensä 4 hiivat 100%	Yhteensä 0	290	4
		18.5.22	Yhteensä 7 Aureobasidium sp. 50% steriilit 50%	Yhteensä 0	28	0
M3	Ulkoilma	4.5.22	Yhteensä 80 Cladosporium sp. 17% Penicillium sp. 17% steriilit 66%	Yhteensä 7 Penicillium sp. 100%	240	4

Näytteen- ottopiste	Tila	Pvm	Sieni-itiöt, mallasuute, pitoisuus, cfu/m ³	Sieni-itiöt, DG 18, pitoisuus, cfu/m ³	Bakteerit, pitoisuus, cfu/m ³	Aktinobakteerit, pitoisuus, cfu/m ³
	Ulkoilma	18.5.22	Yhteensä 310 Cladosporium spp. 19% Penicillium sp. 18% Aspergillus sp. 6% Geotrichum sp. 6% Aureobasidium sp. 1% Trichoderma sp. 1% steriilit 49%	Yhteensä 210 Cladosporium sp. 19% Penicillium spp. 19% Wallemia sp. 5% Aspergillus sp. 3% Geotrichum sp. 3% hiivat 2% steriilit 49%	380	4

Sisä- ja ulkoilman olosuhteet mittausten aikana olivat seuraavat:

Pvm	Sisäilman lämpötila, °C	Sisäilman suhteellinen kosteus, %	Ulkoilman lämpötila, °C	Ulkoilman suhteelli- nen kosteus, %
4.5.22	20,0...21,5	18,6...21,5	8,4	38
18.5.2022	19,0...20,9	29,1...23,6	13,1	37

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. Vaurioloissa 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.

Aktinobakteerit (aktinomykeetit)

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

1.2 Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut

Pinnoille laskeutuneiden teollisten mineraalikuitujen määrää ja laatua tutkittiin geeliteippimenetelmällä. Teippinäytteet otetaan paikoista, jotka kuuluvat säännöllisen siivouksen piiriin. Teippinäytteet kerättiin kahden viikon laskeuma-ajalta puhtaille käyttämättömille maljoille (tai puhdistetuille alustoille). Yhdestä mittauspisteestä otetaan kolme rinnakkaista geeliteippinäytettä. Tutkimuksen yhteydessä tehdyt kuitututkimukset toteutettiin BM-Dustlifter geeliteipeillä. BM-Dustlifter geeliteippinäytteistä analysoitiin epä-organiset mineraalikuidut valomikroskoopilla käyttämällä 100-kertaista suurennosta. Näytteistä laskeettiin yli 20 mikrometrin pituiset teolliset mineraalikuidut koko teipin (14 cm²) pinta-alalta. Tulos ilmoitetaan mineraalikuituja kpl/cm².

Pinnoilla todettiin mineraalikuituja neliösenttimetriä kohden seuraavasti:

Näytteen- ottopiste	Tila	IV-kone	Keräysaika	Mineraalikuidut, kpl/cm ²	Mineraalikuidut ka, kpl/cm ²
PPK1	112 Pienryhmätila	TK10	4.5.-18.5.22	<0,1 0,3 0,1	0,1
PPK2	221 OT3	TK10	4.5.-18.5.22	<0,1 0,2 0,3	0,2

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

1.3 Sisäilman hiilidioksidin, lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset

Tutkittavissa tiloissa seurattiin sisäilman hiilidioksidipitoisuutta, lämpötilaa ja suhteellista kosteutta. Mittaukset tehtiin Tinytag TGE-0010 (CO₂) ja Tinytag TGP-4500 (lt/RH) sisäilman laatuanalysointilaitteilla. Mittausten mittausepävarmuus on noin ± 50 ppm hiilidioksidipitoisuudelle, ± 0,5 °C lämpötilalle ja ± 3 % suhteelliselle kosteudelle. Tulokset olivat seuraavat:

Mittaus- piste	Tila	Seuranta-aika	CO ₂ -pitoisuus, ppm	Lämpötila, °C	Suhteellinen kosteus, %
L1	112 Pienryhmätila	4.5.-18.5.22	396-841	17,8-24,4	15-47
L2	221 OT3	4.5.-18.5.22	400-865	20,0-23,7	13-43

Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus vaihtelee normaalisti välillä 380 – 400 ppm.

Julkaisun Sisäilmastoluokitus 2018 hiilidioksidipitoisuuden tavoitearvot ovat:

- S1 ≤ 350 ppm lisättynä samanaikaisella ulkoilmapitoisuudella,
- S2 ≤ 550 ppm lisättynä samanaikaisella ulkoilmapitoisuudella,
- S3 ≤ 800 ppm lisättynä 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.

Asumisterveysasetus (2015) antaa sisäilman lämpötilalle seuraavat toimenpiderajat: palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa lämmityskaudella +20...+26 °C. Lämmityskauden ulkopuolella toimenpiderajat ovat lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja muissa vastaavissa tiloissa +20...+32 °C.

Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila vaihtelevat vuodenaikojen mukaan. Alhaiset suhteellisen kosteuden mittaustulokset ovat talvikaudelle tavanomaisia, mutta kuiva sisäilma voi aiheuttaa herkimille henkilöille limakalvojen, ihon ja silmien ärsytysoireita. Kuivaa sisäilmaa ei pidetä kuitenkaan terveyshaittana. Jos yksittäisen tilan lämpötila koetaan liian kuumaksi tai kylmäksi, tulee lämpötilan säätämämahdollisuus tarkistaa ko. huoneen osalta.

Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä (Asumisterveysasetus 545/2015).

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

Mittausjaksojen ajalta saadut tulokset on esitetty graafisesti erillisissä liitteissä. Sisäilman hiukkasten lukumääräpitoisuudelle ei ole ohjearvoa.

2. Ilmanvaihdotekniset tutkimukset

2.1 Ilmanvaihdon ilmavirtojen mittaukset

Huonetilojen ilmavirtoja määritettiin SwemaFlow 126 -ilmavirtamittarilla, Airflow PVM610 -paine-eromittarilla ja mittaamalla venttiileiden asentoja sekä Swema 3000 -mittariin liitettyllä SWA 31 -kuumalanka-anturilla. Mitattuja ilmavirtoja verrataan ilmanvaihtosuunnitelmien arvoihin sekä uuden rakennuksen ilmanvaihtoa koskeviin ohjeisiin (Ympäristöministeriön asetus 1009/2017). Mittausten kokonaismittausvirhe (mittausepävarmuus) on $\pm 10\%$. Ilmavirrat olivat seuraavat:

Mittauspiste	Pvm	IV-kone	Tila	Tuloilmavirta, dm ³ /s		Poistoilmavirta, dm ³ /s	
				Mitattu	Suunniteltu v. 2003	Mitattu	Suunniteltu v. 2003
I1	4.5.22	TK10	112 Pienryhmätila	98,2		76,4	70
I2	4.5.22	TK10	211 OT3	171,5	140	143,8	140

Lähtökohtaisesti ilmanvaihdon tulee täyttää ilmanvaihdolle asetetut rakennusluvan aikana voimassa olleet Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 annetut määräykset, huomioiden suunnitelluohjearvoissa sallittu $\pm 20\%$ toleranssi huonekohtaisesti ja $\pm 10\%$ järjestelmäkohtaisesti.

Asumisterveysasetuksen (2015) mukaan ulkoilmavirran tulee olla kouluissa, päiväkodeissa ja muissa vastaavissa oleskelutiloissa käytön aikana vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden. Ulkoilmavirta saa kuitenkin olla 4 dm³/s henkilöä kohden, jos varmistetaan siitä, etteivät sisäilman epäpuhtauspitoisuudet tai lämpötila nouse niin suuriksi, että ne aiheuttavat terveyshaittaa taikka kosteus nouse niin suureksi, että se voisi aiheuttaa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

2.2 Ilmanvaihtokanavien sisäpintojen pölyn koostumus

Tuloilmakanaviston pölyn koostumus tutkittiin menetelmällä, jossa pölynäyte kerätään kokoomanäytteenä kanavan sisäpinnalta. Näytteet tutkittiin elektronimikroskooppisesti BestLabin laboratoriossa. Tulokset on esitetty alkuperäisessä testausseleosteessa liitteen 1 lopussa.

Tuloilmakanavien sisäpintojen pölyn koostumukselle ei ole ohjearvoa.

2.3 Painesuhteet

Ilman kulkusuuntien sekä ilmanvaihdon yleisen toiminnan selvittämiseksi rakennuksessa suoritettiin 2 viikon mittainen paine-eroseuranta rakennuksen ulkovaipan yli eri puolilla rakennusta. Mittauksessa käytettiin jatkuvatoimista paine-eromittausjärjestelmää (Tinytag-loggerit, Dwyer / Beck 984Q -paineerolähettimet) ja tulokset tallennettiin yhden minuutin välein. Tulokset on esitetty graafisesti erillisessä liitteessä.

Rakennuksen ali- tai ylipaineisuus vaikuttaa mm. rakenteiden läpi kulkevan vuotoilmavirran suuntaan ja huoneilman kosteuden tiivistymisriskiin pinnoilla tai rakenteissa. Jos rakennus on ylipaineinen ilmanvaihdon toiminnan seurauksena, tulee ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa.

Ilmanvaihto ei saa aiheuttaa ylipainetta rakennuksen ulkovaipan yli. Ilmanvaihto ei saa aiheuttaa haitallisen suurta, yleensä yli -5 Pa alipainetta (Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksissa, FINVAC 2019).

Jos rakennuksen alipaineisuus on yli -15 Pa, tulee alipaineisuuden syy selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Valvira 2016).

Tavoitteellinen paine-ero sisä- ja ulkoilman välillä on koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa 0...-2 Pa ja koneellisessa poistoilmanvaihdossa -5...-20 Pa (Asumisterveysopas 2009).

Rakennuksen käyttöajan ulkopuolisen ilmanvaihdon tulee olla sellainen, että rakennus- ja sisustusmateriaaleista tai muista lähteistä vapautuvien ja kulkeutuvien epäpuhtauksien kertyminen sisäilmaan ei aiheuta käyttöaikana tiloissa oleskeleville terveyshaittaa. Tämän lisäksi käyttöajan ulkopuolella ilmanvaihto ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien kulkeutumista sisätiloihin esimerkiksi korvausilman puutteesta syntyneen liiallisen alipaineisuuden vuoksi (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Valvira 2016).

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy
Ilmalanportti 2
00240 Helsinki

PÖLYN KOOSTUMUSANALYYSI

Projekti: 22500344-131
Näytteenottaja: Sanna Pohjola
Näytteenottopvm: 4.5.2022
Tulopvm: 5.5.2022
Analysoitu: 9.5.2022

MENETELMÄ:

Näytteet sekoitettiin veteen ja suodatettiin polykarbonaattisuodattimille. Näytteet pinnoitettiin Au/Pd pinnoitteella. Näytteet analysoitiin elektronimikroskoopilla ja siihen liitetyllä energiadiispersiivisellä spektrometrillä (SEM+EDS). Suodattimilta tutkittiin seuraavien hiukkastyypin esiintyminen näytteessä: tavanomainen huonepöly, kiviainespöly, teolliset mineraalikulut, rakennusmateriaalipöly, puupöly, metallipöly ja itiöt (ilman lajimääritystä). Analyysiin voitiin analysoijan harkinnan mukaan sisällyttää myös muita hiukkastyyppejä, mikäli kyseisiä hiukkasia esiintyi enemmän kuin vähäisiä määriä ja/tai niillä voi olla vaikutusta tilojen käyttäjien terveyteen. Hiukkastyypit tunnistettiin hiukkasten ulkomuodon ja/tai alkuainekoostumuksen perusteella. Menetelmä ei sovellu sellaisten orgaanisten hiukkasten analysointiin, joilla ei ole tunnusomaista muotoa.



PÖLYN KOOSTUMUSANALYYSIN TULOS

Kunakin hiukkastyypin osuus näytteessä on arvioitu silmämääräisesti kolmiportaisella asteikolla (sisältää vähän / sisältää / sisältää paljon).

Näyte 1 Kanavapöly/ Tila 211 tuloilmakanava

- Sisältää paljon ulkoilmapölyä (paljon siitepölyä, vähän kiviainepölyä)
- Sisältää paljon teollisia mineraalikuituja (lasivillakuituja)

Näytteet tutkinut:



Hannes Rahja



Sweco Asiantuntijapalvelut Oy
Ilmalanportti 2
00240 Helsinki

TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN LASKENTA**Kohde/ Projekti:**

22500344-131/ Kilonpuiston koulu

Näytteenottopäivämäärä:

4.5.2022-18.5.2022

Näytteenottaja:

Tuomo Marjamäki

Menetelmä:

BM-Dustlifter geeliteippinäytteistä laskettiin, valomikroskooppia käyttäen, kuidut joiden halkaisija on $\geq 3\mu\text{m}$ ja pituuden suhde halkaisijaan $\geq 3:1$. Menetelmän määrittäjä on 0,1 kuitua / cm^2 . Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

Tulos:

Näyte #	Tila	Teolliset mineraalikuidut/ cm^2
1	Tila 112 (keskiarvo)	0,1 kuitua/ cm^2
	1.1	< 0,1 kuitua/ cm^2
	1.2	0,3 kuitua/ cm^2
	1.3	0,1 kuitua/ cm^2
2	Tila 211 (keskiarvo)	0,2 kuitua/ cm^2
	2.1	< 0,1 kuitua/ cm^2
	2.2	0,2 kuitua/ cm^2
	2.3	0,3 kuitua/ cm^2

Viite-arvot:

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon pölylaskeumassa on 0,2 kuitua/ cm^2 .

Toimenpiderajan ylittyessä on kuitulähteet ja mahdollisuudet kuitupitoisuuksien vähentämiseksi selvitettävä. (545/2015)

Työterveyslaitoksen tekemissä työympäristöselvityksissä

toimistorakennusten tuloilmakanavien pintojen keskimääräiseksi kuitupitoisuudeksi on määritetty 10–30 kuitua/ cm^2 . (Toimiston sisäilman tutkiminen, Salonen ym. 2011)

bestLab Oy

Ann-Len Glasberg

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy
Ilmalanportti 2
00240 Helsinki

PÖLYN KOOSTUMUSANALYYSI

Projekti: 22500344-131, Kilonpuiston koulu

Näytteenottaja: Tuomo Marjamäki

Näytteenottopvm: 4.5.-18.5.2022

Tulopvm: 19.5.2022

Analysoitu: 25.5.2022

MENETELMÄ:

Näytteet sekoitettiin veteen ja suodatettiin polykarbonaattisuodattimille. Näytteet pinnoitettiin Au/Pd pinnoitteella. Näytteet analysoitiin elektronimikroskoopilla ja siihen liitetyllä energiadiispersiivisellä spektrometrillä (SEM+EDS). Suodattimilta tutkittiin seuraavien hiukkastyypien esiintyminen näytteessä: tavanomainen huonepöly, kiviainespöly, teolliset mineraalikulut, rakennusmateriaalipöly, puupöly, metallipöly ja itiöt (ilman lajimääritystä). Analyysiin voitiin analysoijan harkinnan mukaan sisällyttää myös muita hiukkastyyppejä, mikäli kyseisiä hiukkasia esiintyi enemmän kuin vähäisiä määriä ja/tai niillä voi olla vaikutusta tilojen käyttäjien terveyteen. Hiukkastyypit tunnistettiin hiukkasten ulkomuodon ja/tai alkuainekoostumuksen perusteella. Menetelmä ei sovellu sellaisten orgaanisten hiukkasten analysointiin, joilla ei ole tunnusomaista muotoa.



PÖLYN KOOSTUMUSANALYYSIN TULOS

Kunakin hiukkastyypin osuus näytteessä on arvioitu silmämääräisesti kolmiportaisella asteikolla (sisältää vähän / sisältää / sisältää paljon).

Näyte PK1 Tila 112

- Sisältää tavanomaista huonepölyä (tekstiili- ja paperikuituja, hilsettä)
- Sisältää vähän rakennusmateriaalipölyä (silikaattista kiviainespölyä, kalkkikiveä, kipsiä)

Näyte PK2 Tila 211

- Sisältää vähän tavanomaista huonepölyä (tekstiili- ja paperikuituja, hilsettä)
- Sisältää vähän ulkoilmapölyä (siitepölyä, silikaattista kiviainespölyä)
- Sisältää vähän rakennusmateriaalipölyä (kalkkikiveä)

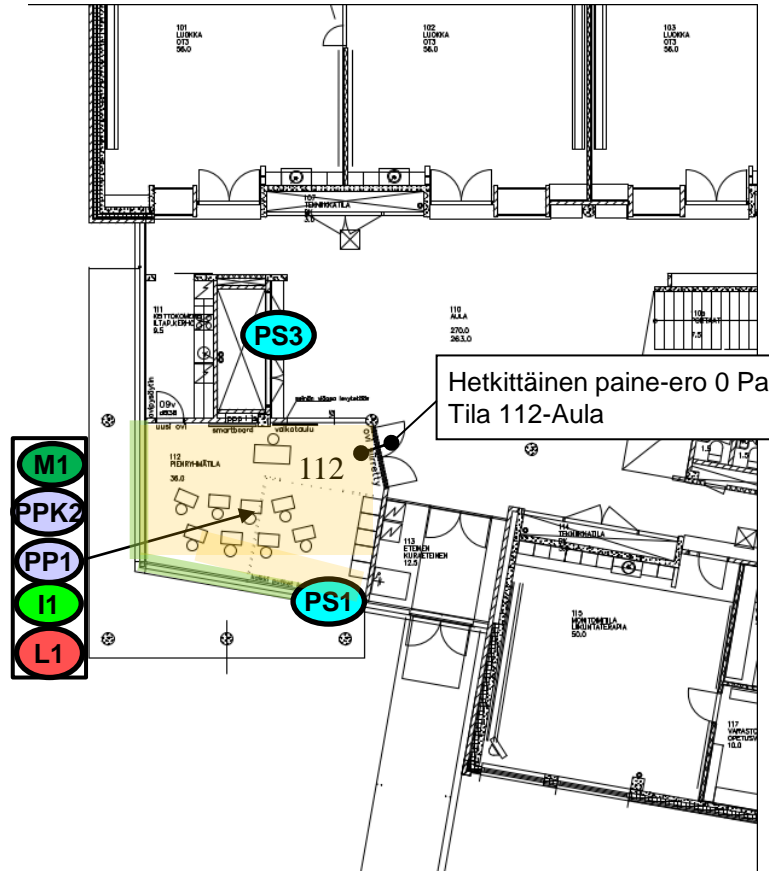
Näytteet tutkinut:



Hannes Rahja



MITTAUSPISTEET POHJAKUVASSA



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

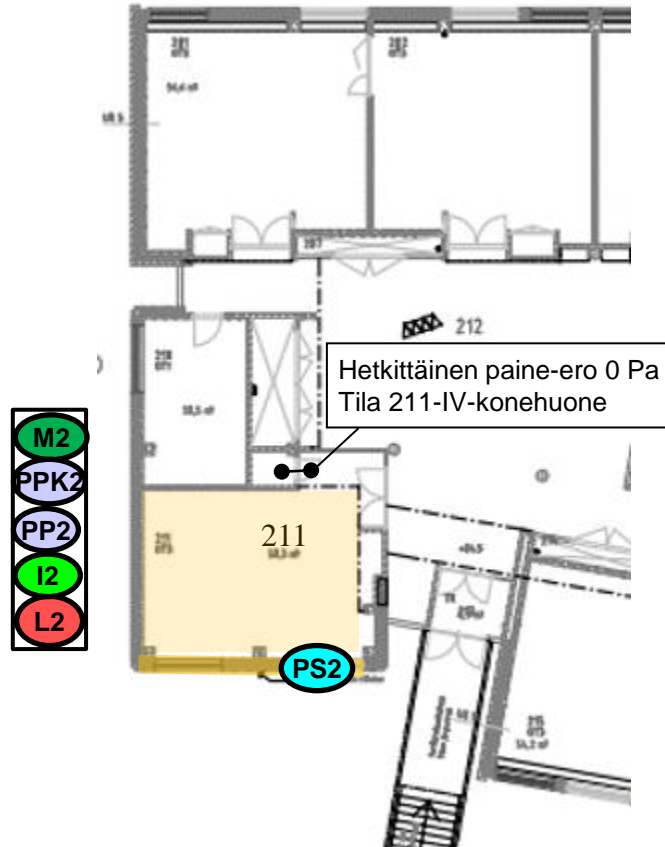
- M** SISÄILMAN MIKROBIT
- PPK** PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT
- PP** PINNOILLE LASKEUTUVA PÖLY
- L** SISÄILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS, LÄMPÖTILA JA HIILIDIOKSIDIPITOISUUS SEURANTAMITTAUS
- PS** PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET
- I** ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT

- Pintakosteusmittarin näyttämä seinässä alle 60
- Pintakosteusmittarin näyttämä seinässä 60 – 80
- Pintakosteusmittarin näyttämä seinässä yli 80

- Pintakosteusmittarin näyttämä lattiassa alle 70
- Pintakosteusmittarin näyttämä lattiassa 70 – 90
- Pintakosteusmittarin näyttämä lattiassa yli 90



MITTAUSPISTEET POHJAKUVASSA

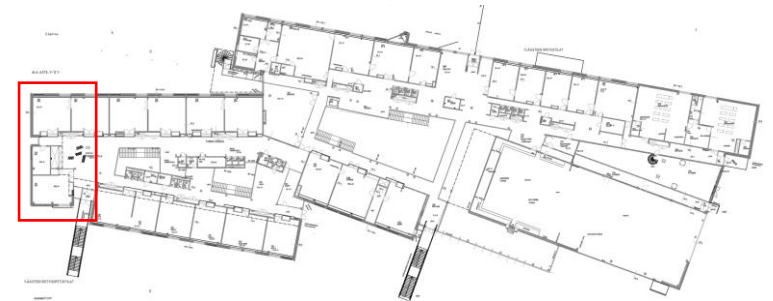


MERKINTÖJEN SELITYKSET:

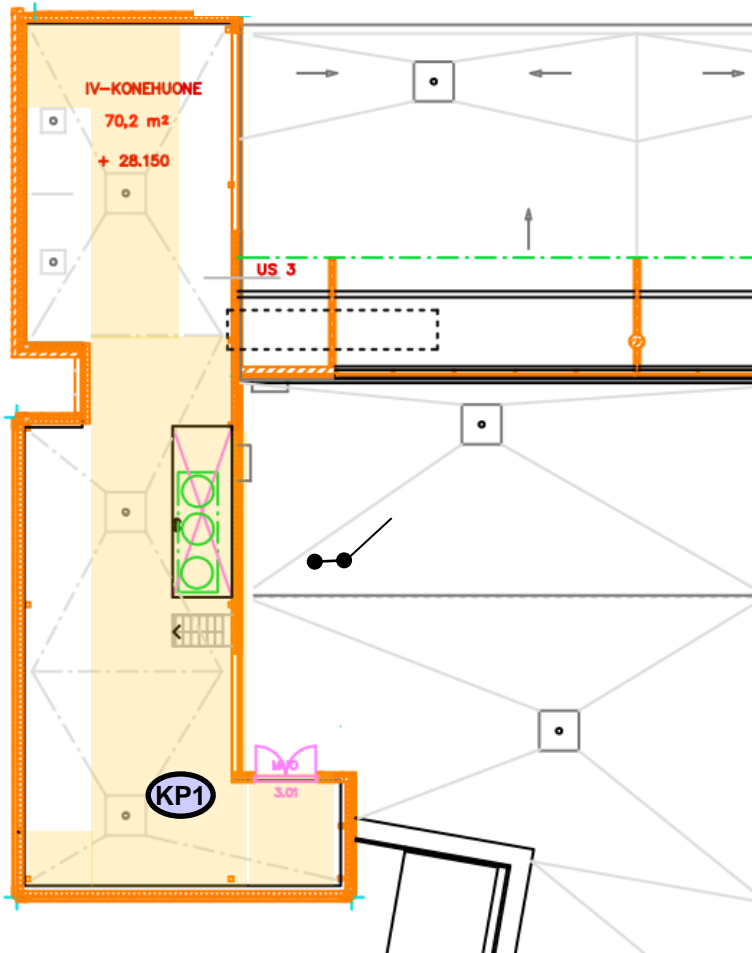
- M** SISÄILMAN MIKROBIT
- PPK** PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT
- PP** PINNOILLE LASKEUTUVA PÖLY
- L** SISÄILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS, LÄMPÖTILA JA HIILIDIOKSIDIPITOISUUS SEURANTAMITTAUS
- PS** PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET
- I** ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT

- Pintakosteusmittarin näyttämä seinässä alle 60
- Pintakosteusmittarin näyttämä seinässä 60 – 80
- Pintakosteusmittarin näyttämä seinässä yli 80

- Pintakosteusmittarin näyttämä lattiassa alle 70
- Pintakosteusmittarin näyttämä lattiassa 70 – 90
- Pintakosteusmittarin näyttämä lattiassa yli 90



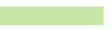





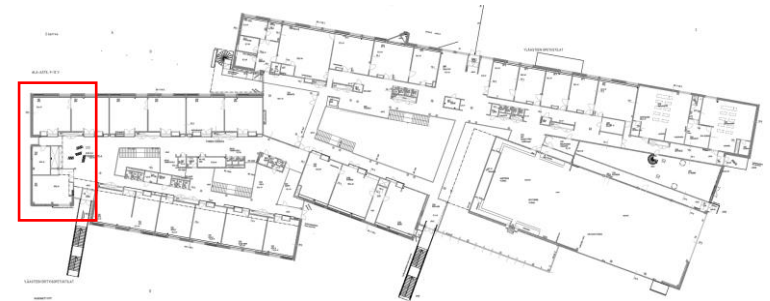
MITTAUSPISTEET POHJAKUVASSA



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

KP KANAVAPÖLY

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



MERKKIAINEKOE, TILA 112, 4.5.2022, ULKOSEINÄ



Merkintöjen selitykset

→ Merkkiainekaasu sokkelin eristetilaan ulkopuolelta

■ Vuodon laajuus

□ Tutkittu alue

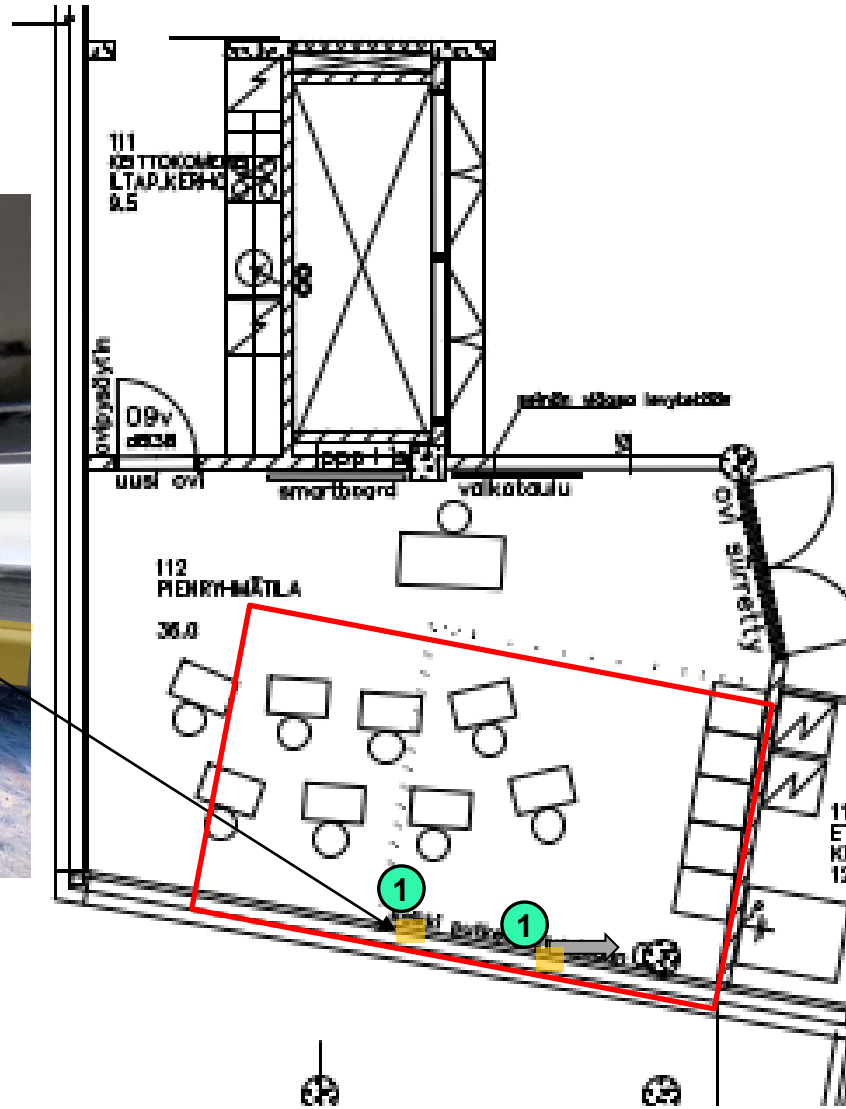
Merkkiainehavainnot

① Karmin liittymä

Merkkiainekoe on tehty Formier 5 - kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysointilaitteella. Tila alipaineistettiin tutkimuksen ajaksi Blowerdoor -alipaineistimella. Tilan ja eristetilan välinen paine-ero oli -10 Pa.



MERKKIAINEKOE, TILA 112, 4.5.2022, ALAPOHJA



Merkintöjen selitykset

- Merkkiainekaasu alapohjan eristetilaan
- Vuodon laajuus
- Tutkittu alue

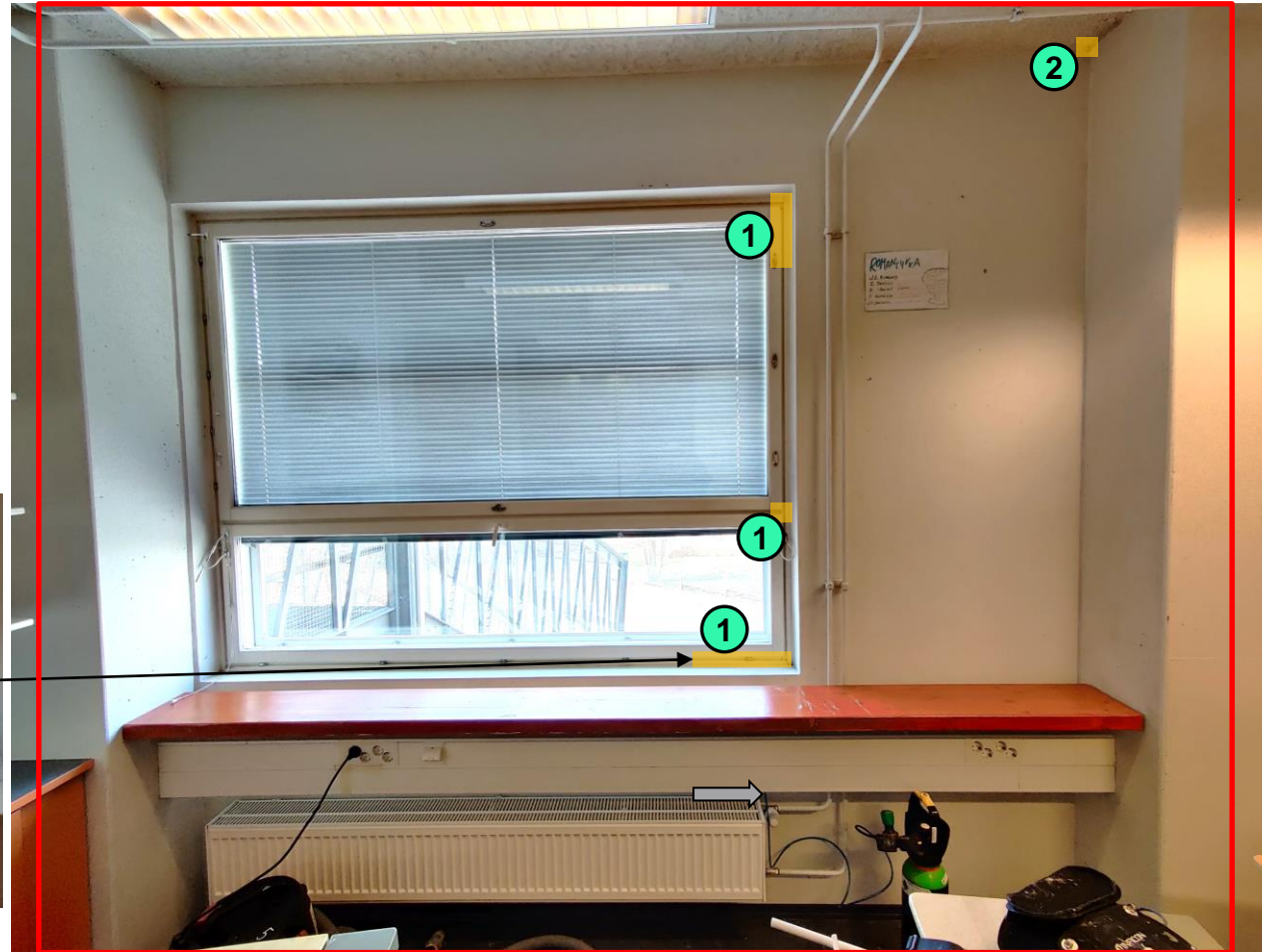
Merkkiainehavainnot

- ① Lattia-seinä liittymä

Merkkiainekoe on tehty Formier 5 - kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysaattorilaitteella. Tila alipaineistettiin tutkimuksen ajaksi Blowerdoor -alipaineistimellä. Tilan ja eristetilan välinen paine-ero oli -10 Pa.



MERKKIAINEKOE, TILA 211, 4.5.2022, ULKOSEINÄ



Merkintöjen selitykset

→ Merkkiainekaasu ulkoseinän eristetilaan

■ Vuodon laajuus

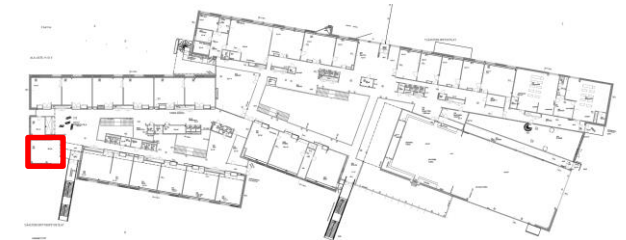
□ Tutkittu alue

Merkitseminen havainnot

① Ikkuna-seinä liittymä

② Katto-seinä liittymä

Merkitseminen koe on tehty Formier 5 - kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysointilaitteella. Tila alipaineistettiin tutkimuksen ajaksi Blowerdoor -alipaineistimellä. Tilan ja eristötilan välinen paine-ero oli -10 Pa.



MERKKIAINEKOE, TILA 211, 4.5.2022, VÄLIPOHJA (KATTO)

Merkintöjen selitykset

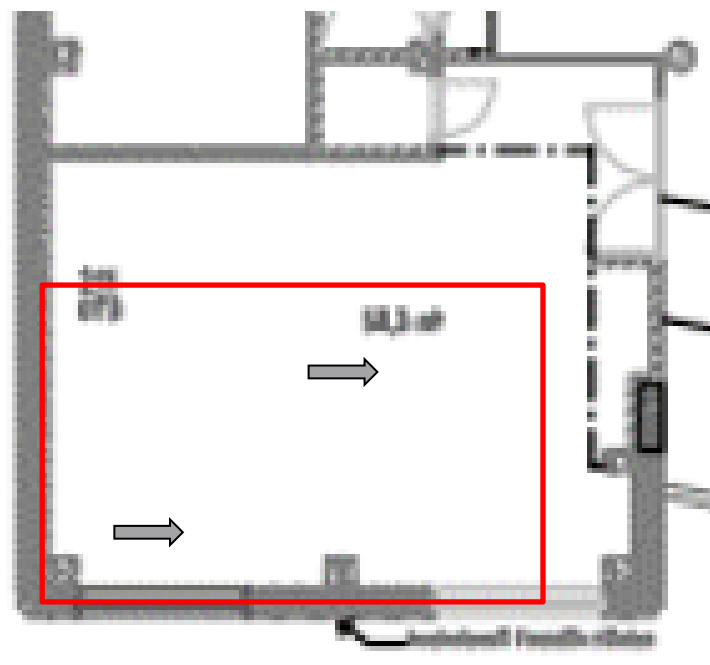
→ Merkkiainekaasu iv-konehuoneeseen

■ Vuodon laajuus

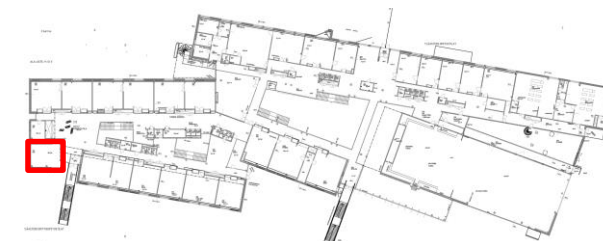
□ Tutkittu alue

Merkkiainehavainnot

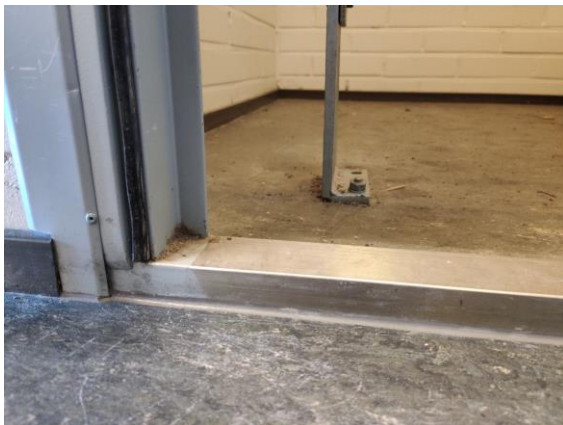
Ei merkkiainekaasuhavaintoja



Merkkiainekoe on tehty Formier 5 - kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysointilaitteella. Tila alipaineistettiin tutkimuksen ajaksi Blowerdoor -alipaineistimellä. Tilan ja yläpuolisen tilan (iv-konehuoneen) välinen paine-ero oli -13...14 Pa.



MERKKIAINEKOE, TILA 211, 4.5.2022, IV-KONEHUONEEN OVI



Merkintöjen selitykset

➔ Merkkiainekaasu iv-konehuoneeseen

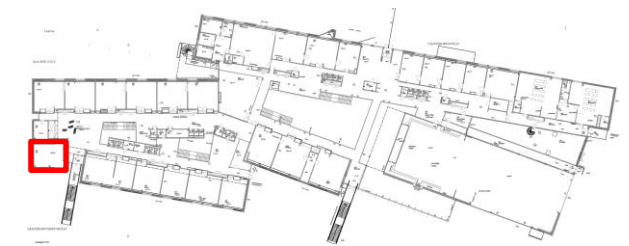
■ Vuodon laajuus

□ Tutkittu alue

Merkkiainehavainnot

① Oviaukon alaosa

Merkkiainekoe on tehty Formier 5 - kaasulla ja Sensistor XRS9012 -analysointilaitteella. Tila alipaineistettiin tutkimuksen ajaksi Blowerdoor -alipaineistimella. Tilan ja yläpuolisen tilan (iv-konehuoneen) välinen paine-ero oli -13...14 Pa.



Kilonpuiston koulu
Kilonpuisto 5, Espoo

2. kerros

22500344-131

5.5.2022

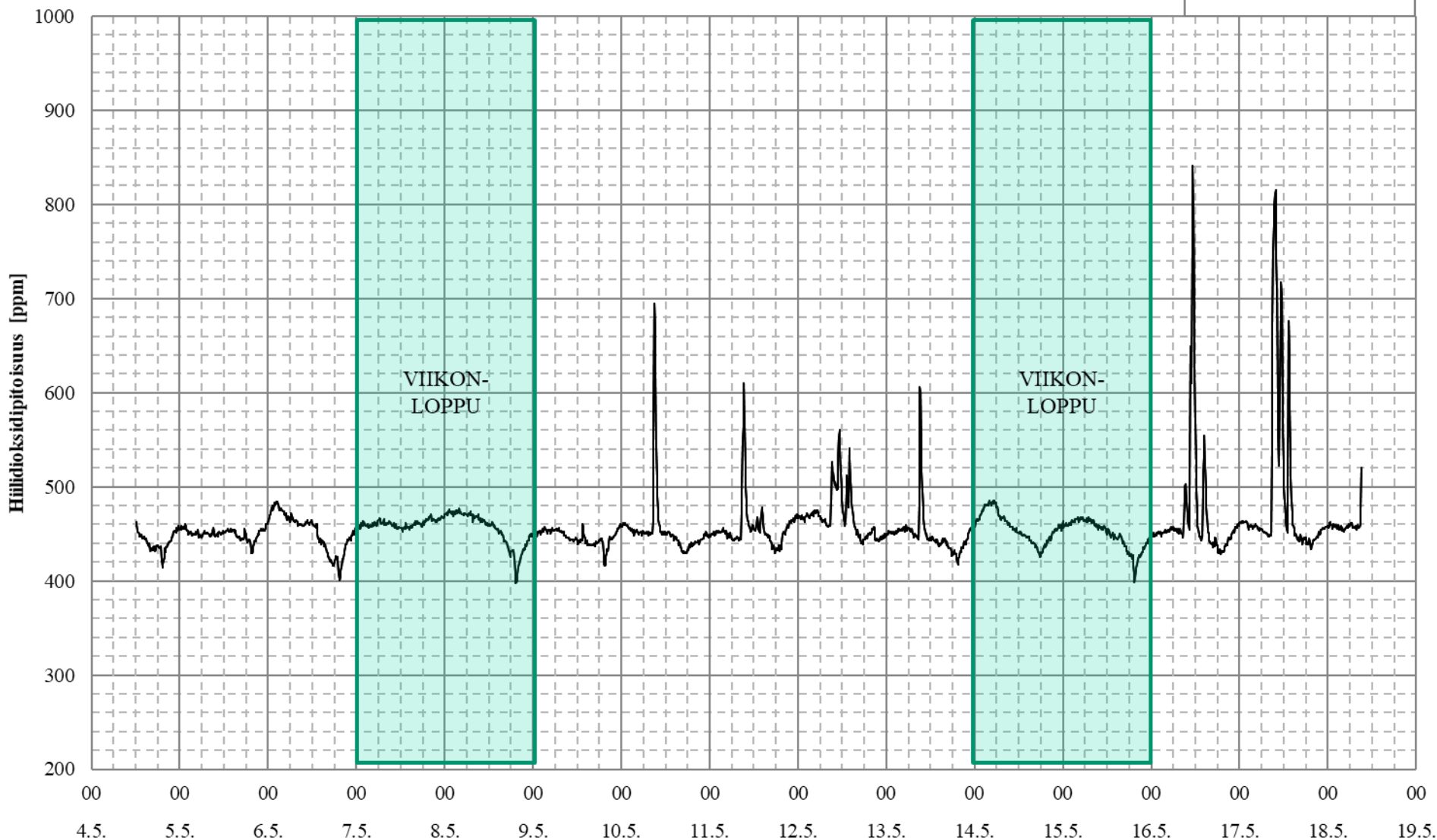
FITUOA

LIITE 3.1

L1: Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seuranta tilassa 112

4.5. - 18.5.2022

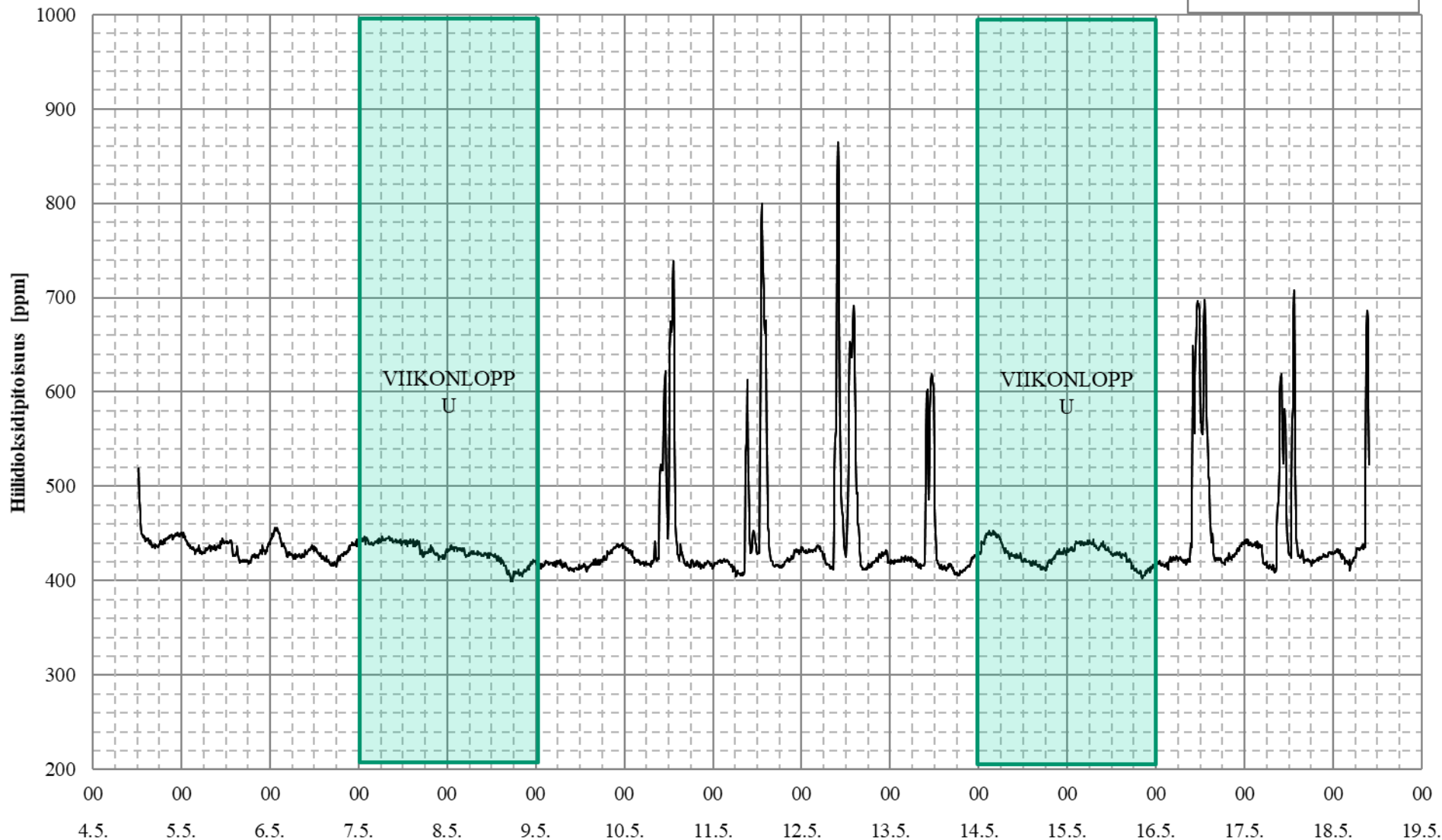
Vaihteluväli: 398 ... 841 ppm



L2: Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seuranta tilassa 211

4.5. - 18.5.2022

Vaihteluväli: 400 ... 865 ppm



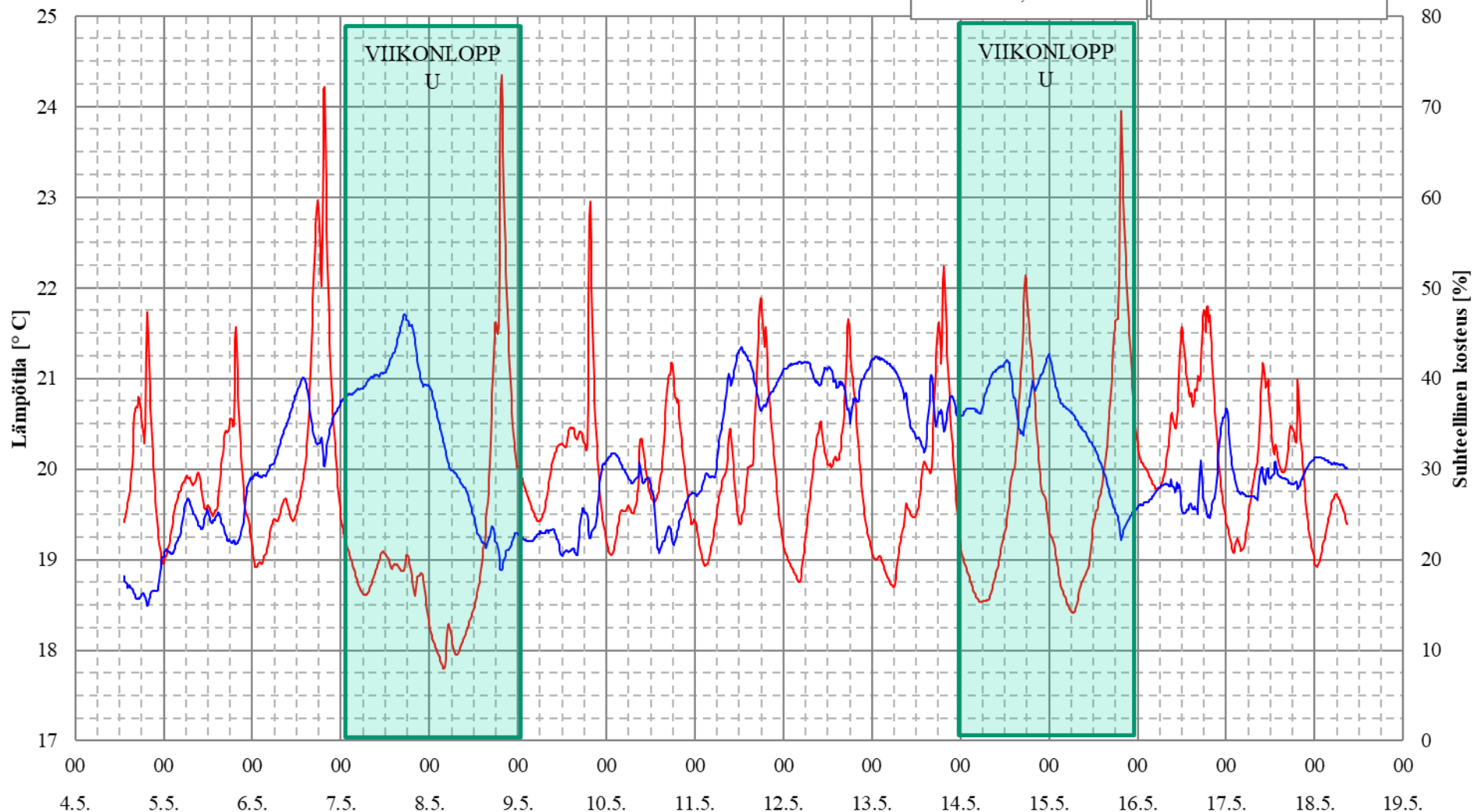
L1: Sisäilman olosuhdeseuranta tilassa 112

4.5. - 18.5.2022

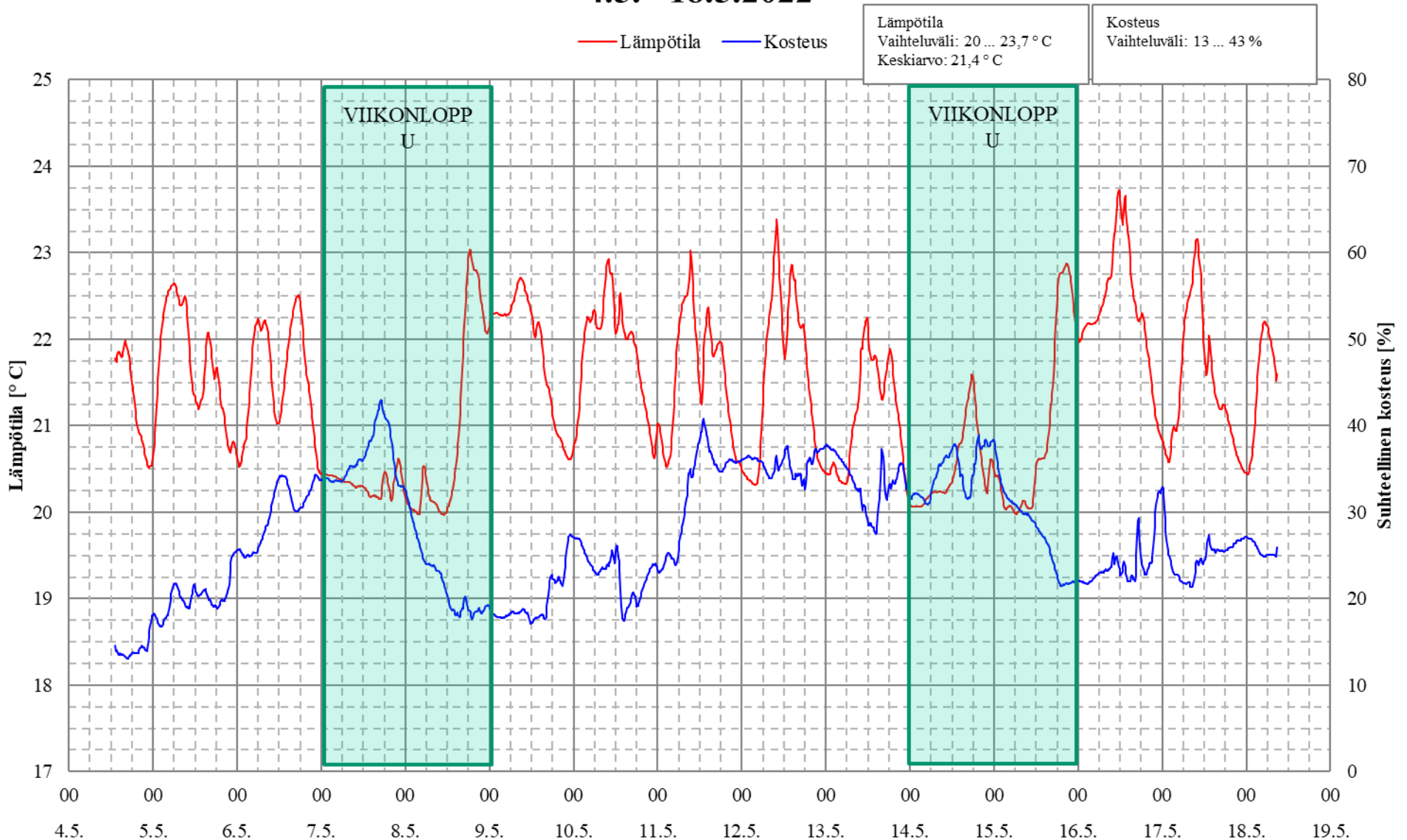
— Lämpötila — Kosteus

Lämpötila
Vaihteluväli: 17,8 ... 24,4 °C
Keskiarvo: 19,8 °C

Kosteus
Vaihteluväli: 15 ... 47 %

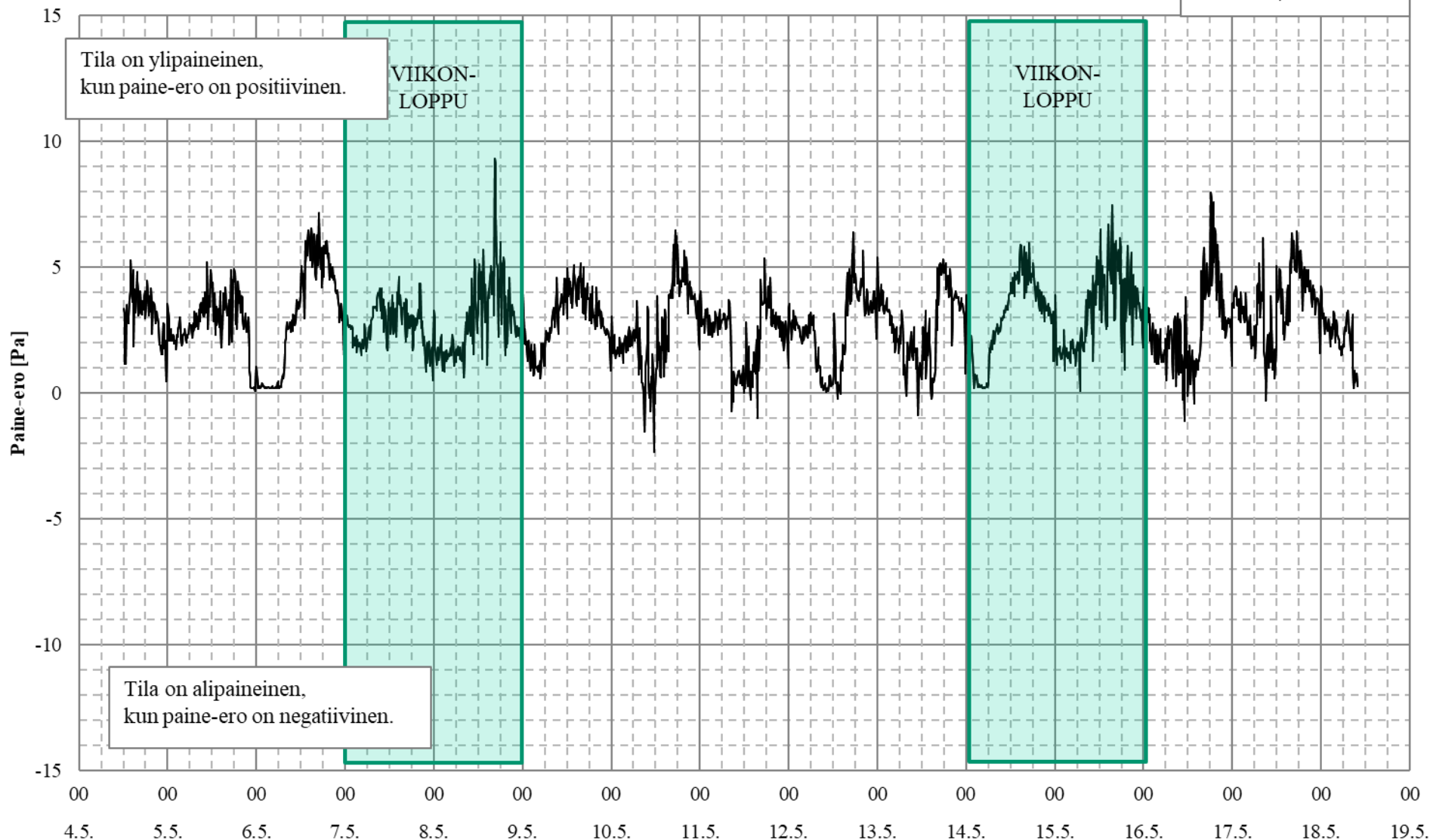


L2: Sisäilman olosuhde seuranta tilassa 211 4.5. - 18.5.2022



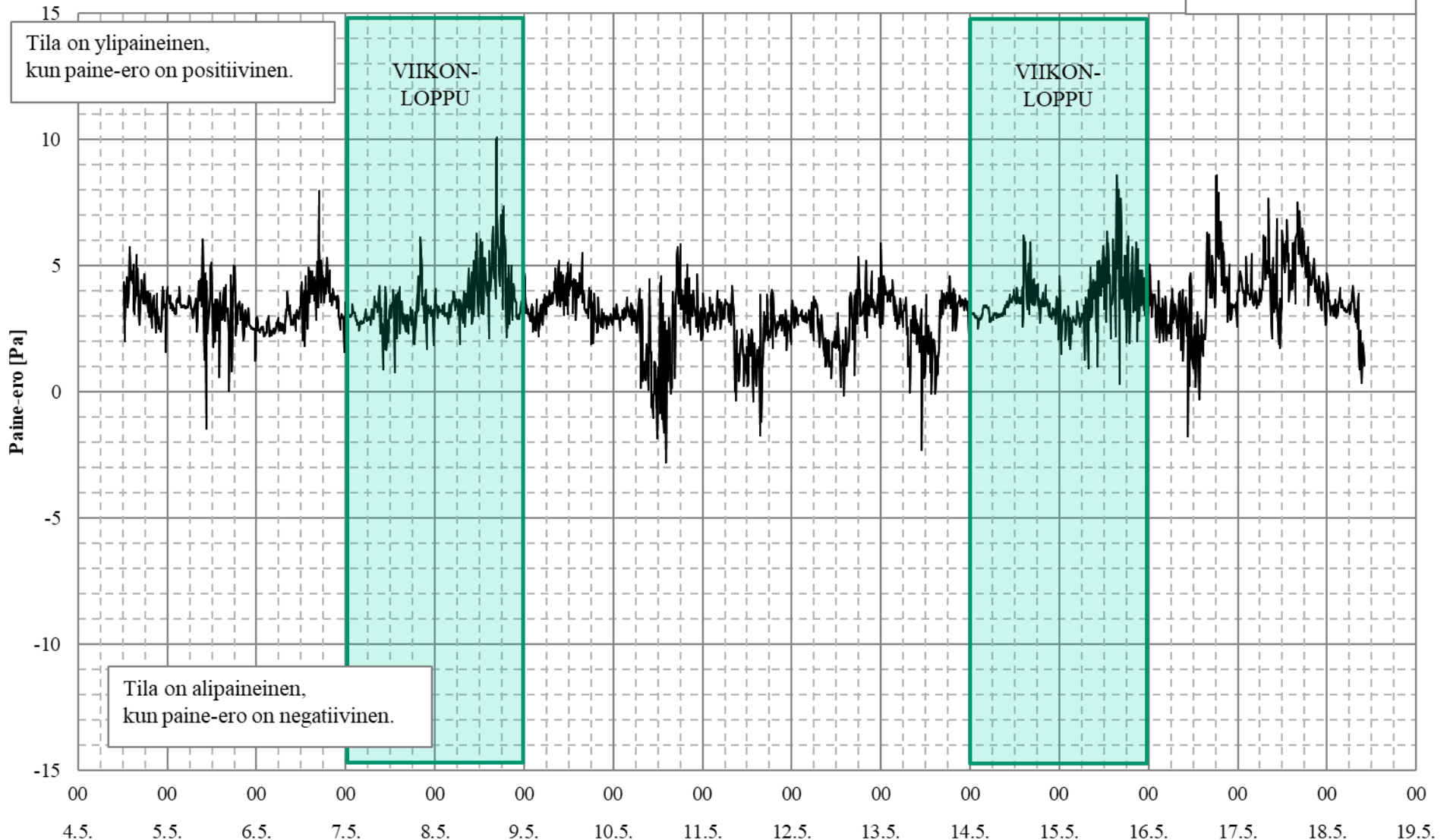
PS1: Tilan 112 ja ulkoilman välinen paine-ero 4.5. - 18.5.2022

Vaihteluväli: -2,4 ... 9,3 Pa
Keskiarvo: 2,8 Pa



PS2: Tilan 211 ja ulkoilman välinen paine-ero 4.5. - 18.5.2022

Vaihteluväli: -2,8 ... 10,1 Pa
Keskiarvo: 3,3 Pa



PS3: Tekniikkakuilun ja Aulan välinen paine-ero

4.5. - 19.5.2022

Vaihteluväli: 1,3 ... 8,5 Pa
Keskiarvo: 6,2 Pa

