

TUTKIMUSSELOSTUS

LUMON LUKIO

RAJATTU SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

7.2.2022



Sisällys

1	Tiivistelmä.....	4
2	Yleistiedot.....	5
3	Kohteen kuvaus ja lähtötiedot.....	6
4	Tutkimusalue ja sen rakenteet.....	8
5	Alapohja.....	9
5.1	Rakenne	9
5.2	Havainnot	9
5.3	Kosteusmittaukset	11
5.4	Rakenneavaukset.....	12
5.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	12
6	Välipohja.....	13
6.1	Rakenne	13
6.2	Havainnot tutkimusalueelta	13
6.3	Havainnot tutkimusalueen alapuolella olevien tilojen katosta	15
6.4	Havainnot tutkimusalueen alakatoista	18
6.5	Kosteusmittaukset	23
6.6	Rakenneavaukset.....	24
6.7	Merkkiainekokeet.....	24
6.8	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	25
7	Ulko- ja väliseinät.....	27
7.1	Rakenne	27
7.2	Ulkopuolen havainnot	27
7.3	Merkkiainekokeet.....	28
7.4	Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet.....	30
7.5	Rakennekosteusmittaukset.....	32
7.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	32
8	Ilmanvaihto ja sisäilma.....	33
8.1	Ilmamäärämittaukset	36
8.2	Sisäilman näytteenotot	37
8.2.1	Pölyn koostumus	37
8.2.2	Teolliset mineraalikuidut	38

8.2.3	Sisäilmaan haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)	39
8.3	Sisäilman olosuhteet	41
8.3.1	Paine-eromittaukset	42
8.3.2	Hiilidioksidipitoisuus	43
8.3.3	Sisäilman lämpötila	43
8.3.4	Sisäilman kosteuspitoisuus	44
8.4	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	44
9	Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä	46

1 Tiivistelmä

Lumon lukio toimii monitoimikeskus Lumossa, johon kuuluu lukion lisäksi liikuntahalli, kirjasto- ja monitoimitiloja. Rakennus on valmistunut 2001-2003. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää lukion toisen kerroksen ns. hallintokäytävän tiloihin kohdennetulla sisäilmateknisellä kuntotutkimuksella, onko sisäilman laadun parantamiseksi jo tehtyjen korjausten lisäksi muuta korjaustarvetta.

Eri tiloihin on kohdennettu eri korjauksia (lattian pintarakenteiden uusiminen, lattian tiivistäminen, ikkunaseinän tiivistys, ikkunaliittymien mineraalivillojen vaihto massaan, alakaton uusiminen, ilmamäärien tasapainotus). Tehdyistä korjauksista ei ole tilakoh- taista tietoa. Tehdyt tiivistyskorjaukset ovat parantaneet rakenteiden ilmatiiviyttä, jos- kin ulkoseinärakenteen merkkiainekokeessa todettiin ilmavuotoa lattia-seinäliitty- mästä ja ikkunaliittymistä myös rehtorin huoneessa, johon on kohdistunut eniten kor- jauksia. Välipohjarakenteiden läpivientien ilmatiivistyksen ei kaikilta osin ole onnis- tuneet, koska tiivistystä ei ole tehty oikeaan kohtaan.

Merkittävin sisäilman laatuun vaikuttava tekijä on tilapintojen pöly, jossa todettiin är- sytysoireita aiheuttavaa rakennuspölyä, kuituja ja mikrobi-itiöitä. Kuitulaskeumanäyt- teissä ei todettu raja-arvon ylityksiä, joten kuidut ja rakennuspöly ovat todennäköi- sesti vanhoja esim. edellisestä remontista peräisin olevia. Alakattotiloissa todettiin toi- menpiteitä vaativia kuitulähteitä. Tutkimusalueelle tulee kohdistaa kattava suursiivous ja kaikkien pintojen nihkeäpyyhintä pölyttömäksi siivouksen periaatteita noudattaen.

Mitattujen tilojen ilmamäärissä todettiin säätötarvetta ja ilmanvaihtokanavassa kuituja sekä mikrobi-itiöitä, joiden vuoksi suosittelemme tarkastamaan suodattimet sekä puh- distamaan kanaviston.

Sisäilman olosuhteet (lämpötila, kosteus, hiilidioksidipitoisuus) olivat jatkuvakestois- ten mittausten mukaan hyvällä tasolla. Sisäilmaan haihtuvat orgaaniset yhdisteet alit- tivat selvästi STMa 545/2015:n mukaiset raja-arvot. Joidenkin yhdisteiden kohdalla hajukynnys ylittyi, mutta pitoisuudet olivat niin matalat, ettei niillä ole sisäilmavaiku- tusta.

Rakenteet todettiin pääsääntöisesti hyväkuntoiseksi. Lattiat todettiin rakennekosteus- mittauksissa kuiviksi. Ulkoseinärakenteesta otetut materiaalinäytteet olivat mikrobi- analyysissä puhtaita. Ulkoseinissä todettiin ilmatiiviyyspuutteita niin tiivistetyllä kuin ai- nakin osittain tiivistämättömällä seinäosuudella. Tutkimusten perusteella ulkoseinära-

kenteen rakenneliitosten kautta tapahtuvien ilmapuotojen merkitystä koettuun sisäilman laatuun voidaan pitää suhteellisen vähäisenä, eikä näin ollen Ikkunoihin ja julkisivuihin kohdistu välitöntä korjaustarvetta.

Suosittelut toimenpiteet on tarkemmin esitetty luvussa 9.

2 Yleistiedot

Tutkimuskohde

Lumon lukio

Urpiaisentie 14

01450 Vantaa

Tutkimuksen tilaaja

Vantaan kaupunki, Kaupunkiympäristö, Kiinteistöt ja tilat

Asematie 10 A, 01300 Vantaa

Yhteyshenkilö: Piia Markkanen, piia.markkanen@vantaa.fi

Tehtävä

Tutkimuksen tavoitteena oli määrittää rajatulta alueelta aistinvaraisin menetelmin, mittauksin, rakenneavauksin sekä näytteiden analysoinnin avulla onko sisäilman parantamiseksi tehdyt korjaukset onnistuneet ja onko vielä jotain korjaustarvetta, millä sisäilman laatua voitaisiin parantaa.

Tutkimuksen tekijä

Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Linnoitustie 5

02600 Espoo

Yhteyshenkilöt: Riikka Sutela, Katariina Laine ja Terhi Markkula

Projektinumero: RAFY4663

Tutkimuksen ajankohta

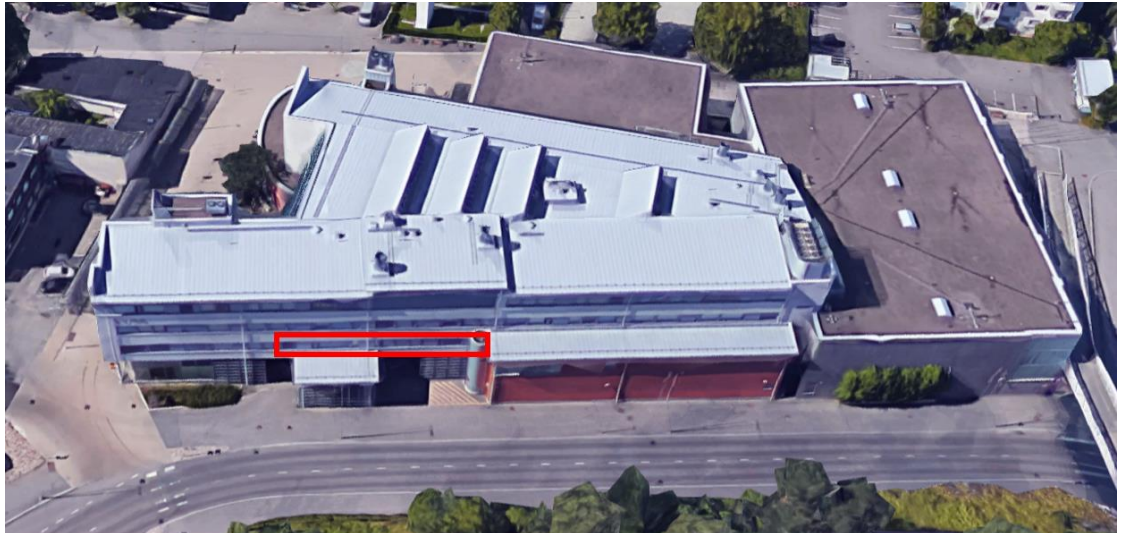
Tutkimuksen kenttätöitä tehtiin 14.12.2021 ja 28.12.2021. Sisäilman olosuhteita mitattiin aikavälillä 14.-28.12.2021.

3 Kohteen kuvaus ja lähtötiedot

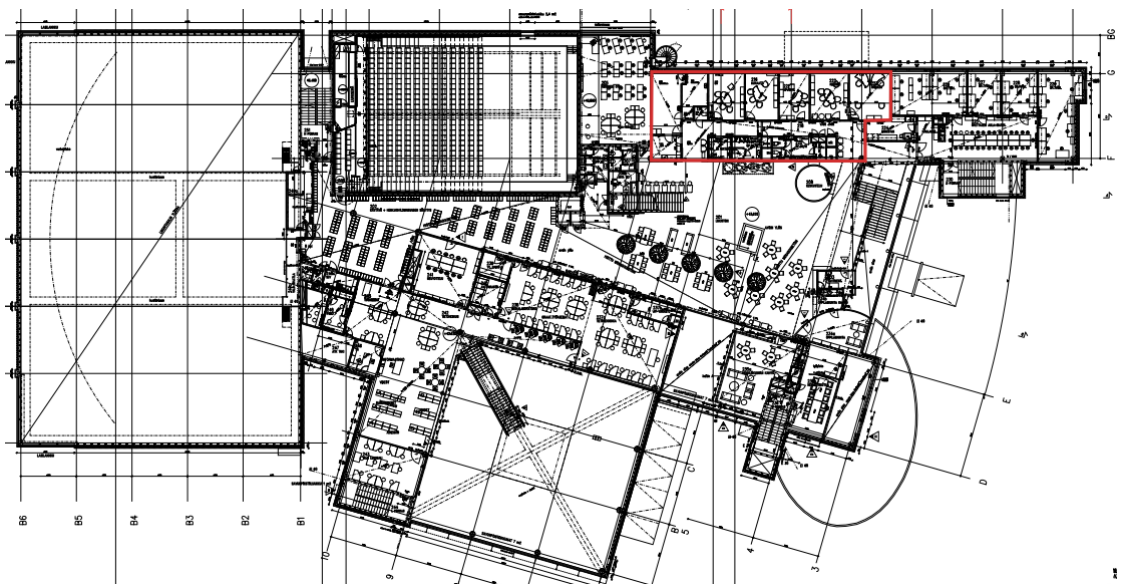
Monitoimikeskus Lumo on VTK Kiinteistöt Oy:n omistama. Monitoimikeskukseen kuuluu lukion lisäksi liikuntahalli-, kirjasto- ja monitoimitiloja. Rakennus on valmistunut 2001-2003 ja siinä on 4 maanpäällistä kerrosta ja kellarikerros. Rakennuksen kantava runko on betonielementtirakenteinen. Ulkoseinät ovat lämmöneristettyjä kuorielementtejä. Julkisivuverhouksena on pääosin tiili. Tiiliverhous on paikoin kuultorapattu. Osa julkisivusta on alumiinikasettiseinää ja osa lasiseinää. Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.

Tutkimuskohteena on Monitoimikeskus Lumon tiloissa olevan Lumon lukion toisen kerroksen ns. hallintokäytävän tilat, noin 250 m². Rajatulla tutkimusalueella on saatu-
jen tietojen mukaan tehty kiinteistönomistajan toimesta paljon korjauksia sisäilman laadun parantamiseksi, joskin kaikissa tiloissa ei ole tehty kaikkia korjauksia. Korjaustoimenpiteinä on uusittu lattian pintamateriaaleja alkuperäisestä linoleumimatosta vi-
nyylilankuksi ja betonilaatan pinta on kapseloitu, ikkunaseiniä on tiivistetty ja ikkunan karmivälin mineraalivilloja on vaihdettu massaukseen, alakattorakenteita uusiessa on samalla uusittu valaistusta. Edellisten lisäksi myös ilmamääriä on tasapainotettu. Henkilökunnalta saadun tiedon mukaan opettajien miesten wc-tilassa on noin 10 vuotta sitten viemäritukoksen yhteydessä vuotanut viemärivettä käytävälle. Käyttäjiltä saadun tiedon mukaan viemäriverdet on siivottu, mutta rakenteita ei ole vuodon jälkeen tarkasteltu erityisemmin. Tiloissa on ajoittain myös viemärinhajua ja kiinteistön omistaja on selvittänyt hajun kulkeutumisreittiä.

Tutkimuskohteen ilmakehä on esitetty kuvassa 1 ja kuvassa 2 on esitetty hallintokäytävän sijainti rakennuksen toisen kerroksen pohjapiirustuksessa.



Kuva 1. Ilmakuva Monitoimikeskus Lumon idän puoleiselta julkisivulta (lähde: GoogleMaps). Kuvaan on hahmoteltu punaisella suorakulmiolla tutkimusalue Lumon lukion tiloissa toisessa kerroksessa.



Kuva 2. Lumon Monitoimikeskus Lumon toisen kerroksen pohjapiirustus, johon on rajattu punaisella tutkimusalueen rajat.

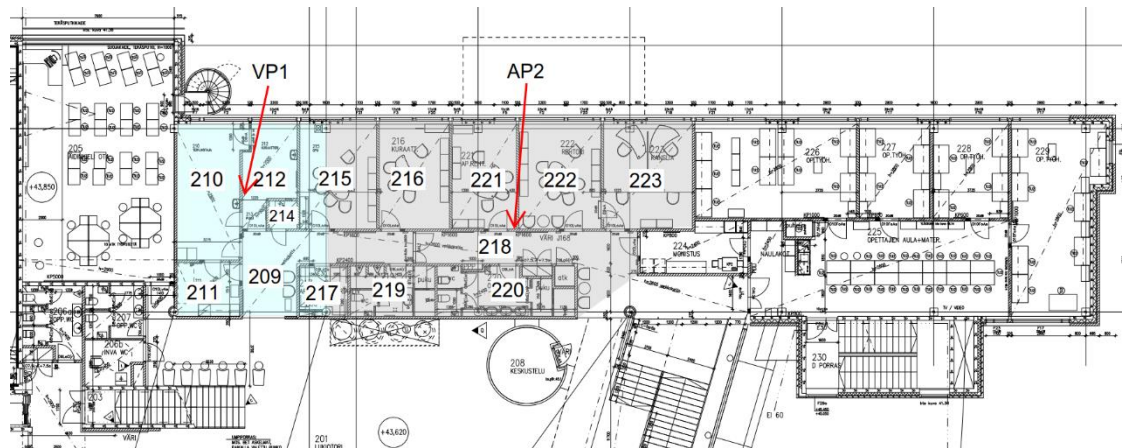
Tätä tutkimusselostetta laadittaessa oli saatu lähtötiedoiksi seuraavat asiakirjat:

- Painesuhdemittaukset ennen puhdistus- ja säätötöitä 2.-14.5.2021 ja säätötoiden jälkeen 8.18.10.2021, Sweco Talotekniikka Oy
- Lumo, säätötarkastus, 7.10.2021, Sweco Talotekniikka Oy

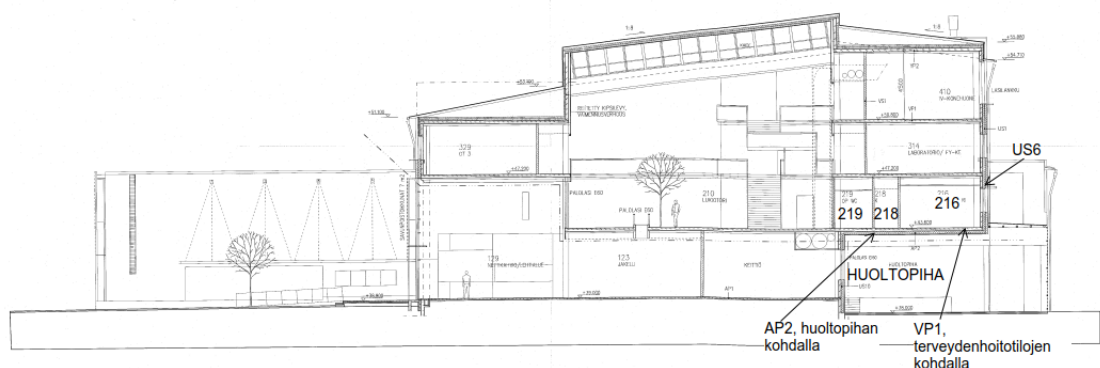
- Sisäilmasto ja kosteustekninen kuntotutkimus, 29.3.2018, Sweco Asiantuntija-palvelut Oy
- ARK-, RAK- ja LVIS-piirustuksia.

4 Tutkimusalue ja sen rakenteet

Tutkimusalueena on Lumon lukion toisen kerroksen ns. hallintokäytävän tilat, noin 250 m².



Kuva 3. Kuvassa on osapiirustus Lumon Monitoimikeskuksen toisesta kerroksesta. Pohjapiirustukseen on merkitty tutkimusalueen eri tilojen tilanumerot. Piirustukseen on merkitty tutkimusalueen alapohjarakenteen AP2 sijainti harmaalla värillä ja välipohjarakenteen VP1 sijainti vaaleansinisellä värillä.

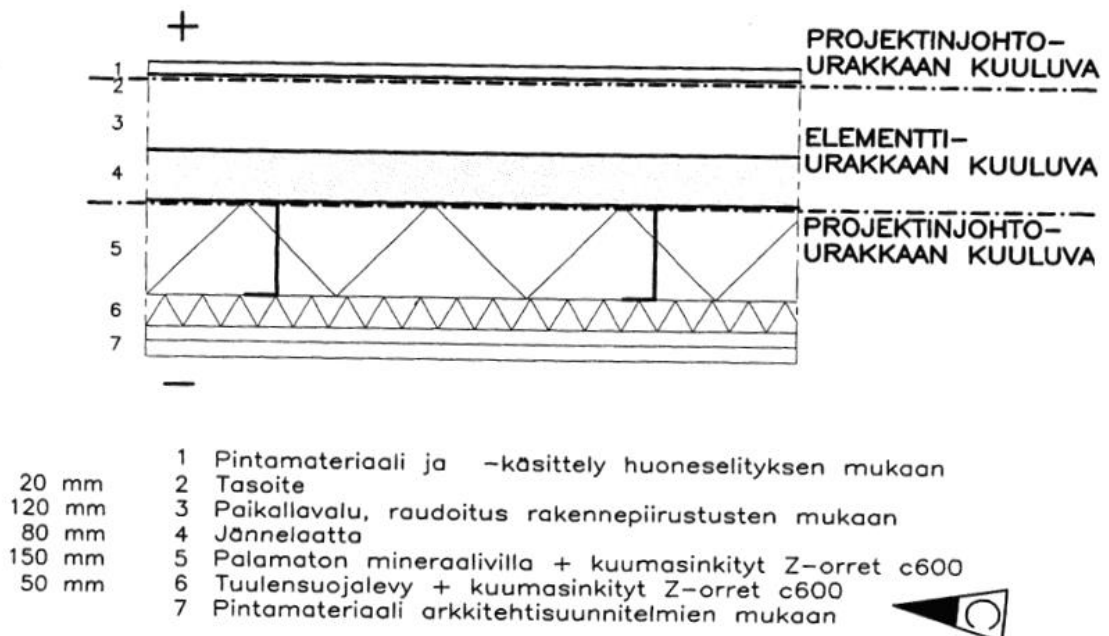


Kuva 4. Kuvassa on esitetty Lumon Monitoimikeskuksen leikkaus B-B pääsisäänkäynnin kohdalla. Leikkauspiirustukseen on merkitty tutkimusalueen kohdan huone-numerot sekä tutkimusalueen huoltopihan kohdalla oleva alapohjarakenteen AP2, terveydenhoitotilojen kohdalla olevan välipohjarakenteen VP1 sekä tutkimusalueen ulkoseinärakenteen US6 sijainnit.

5 Alapohja

5.1 Rakenne

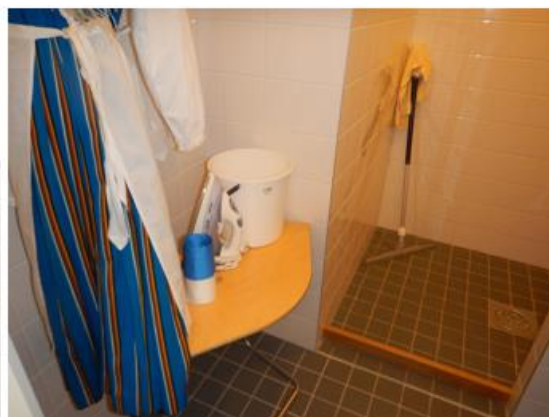
Tutkimusalueesta suurin osa (kanslia 223, rehtorin huone 222, vararehtorin huone 221, toinen 216 opon tiloista kokonaan ja toinen 215 suurimmilta osin, opettajien wc-tilat 219 & 220, käytävä 219, osa odotustilasta 209 ja osa arkistosta 217) sijaitsee huoltopihan päällä. Alapohjarakenteena huoltopihan kohdalla on alapuolelta lämmöneristetty kuorilaattarakenne. Lattiapinnat ovat alkuperäisiä wc-tiloissa ja ne on päällystetty keraamisella laattalla. Käytävällä, arkistossa ja toisessa opon huoneessa (216) on linoleumimatto. Muilta osin linoleumimatto on vaihdettu vinyylilaattalattiaksi.



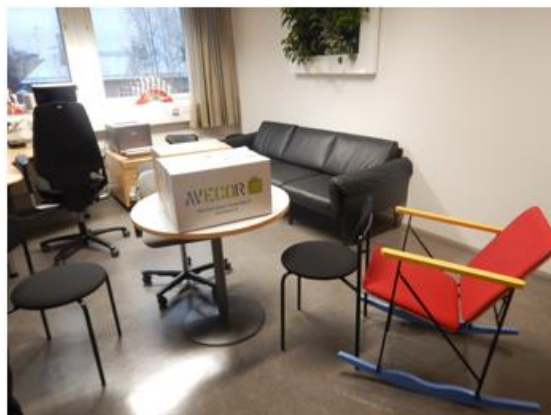
Kuva 5. Kuvassa on esitetty Lumon Monitoimikeskuksen alapohjarakenne AP2 huoltopihan päällä.

5.2 Havainnot

Lattiapinnat olivat hyväkuntoisia. Havaintoja alapohjarakenteista on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 6a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty opettajien miesten (tilanumero 219) ja oikean puoleisessa kuvassa opettajien naisten wc- ja pesutilojen (tilanumero 220) lattiapäällysteenä oleva alkuperäinen keraaminen laatta.



Kuva 7a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on opon tilan (tilanumero 216) alkupe-
räinen linoleumimatto ja oikean puoleisessa kuvassa rehtorin huoneen (tilanumero
222) vinyylilaattalattia.



Kuva 8a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on käytävällä olevan teknisen tilan (ryhmäkeskus) ja oikean puoleisessa kuvassa käytävällä olevan atk-tilan lattiapinnoitteena oleva linoleumimatto. Tilojen lattiapinnat ovat pölyiset ja likaiset. Tiloista ei ole läpivientejä alapohjarakenteisiin.

5.3 Kosteusmittaukset

Tutkittaviin tiloihin tehtiin pintakosteuskartoitus sekä tarkentava rakennekosteusmittaus alkuperäisen linoleumimaton alle viiltomittauksella. Pintakosteuskartoituksen perusteella alapohjarakenteissa ei havaittu kohonneita pintakosteuslukemia. Kaikissa viiltomittauskohdissa oli alhaiset kosteuslukemat. Viiltomittauksia tehdessä linoleumimaton pinnassa havaittiin ohut läpinäkyvä kalvo, joka irtosi helposti ja on todennäköisimmin vanha vahakerros. Vahakerrosta ei havaittu kynnysten alapuolella. Matto oli tiukasti kiinni alustassaan, eikä maton alta aistittu poikkeavaa hajua missään viiltomittauspisteessä. Kosteusmittausten tulokset on esitetty taulukossa 1 ja sijainnit liitteessä 2.

Taulukko 1. Kosteusmittauksen mittapistekohtainen mittaustulos. V = viiltomittaus lattiapäällysteen alta liimakerroksesta. Viiltomittaus V2 tehtiin 14.12.2021 ja viiltomittaukset V3 ja V5-V7 28.12.2021.

Mittapiste	Mittaus-syvyys	Suhteellinen kosteus %RH	Lämpö-tila °C	Absoluuttinen kosteuspitoisuus g/m ³
V2, tila 216	liimakerros	49,2	21,0	9,1
Sisäilma tila 216	lattiantaso	29,0	20,8	5,3
V3, käytävä 218	liimakerros	34,9	19,3	5,8
Sisäilma käyt. 218	lattiantaso	14,9	19,4	2,5
V5, tila 216	liimakerros	49,6	19,8	8,5

Mittapiste	Mittaus- syvyys	Suhteellinen kosteus %RH	Lämpö- tila °C	Absoluuttinen kos- teuspitoisuus g/m ³
V6, odotustila 209	liimakerros	52,0	19,7	8,9
V7, odotustila 209	liimakerros	48,4	19,5	8,2
Sisäilma tila 209	lattiantaso	14,8	20,2	2,6

Mittausepävarmuustarkastelu tehdään ohjekortin RT103333 mukaisesti huomioiden mittalaitteiden tarkkuus, mittaussuorituksen yksityiskohdat sekä mittaolosuhteet. Nämä seikat huomioiden mittausten kokonaisepävarmuus tehdyille kosteusmittauksille on ± 3 %RH-yksikköä.

5.4 Rakenneavaukset

Kynnyksiä poistettiin apulaisrehtorin huoneen (tilanumero 221, RA 1), opon huoneen (tilanumero 216, RA 2), miesten wc-tilan (tilanumero 219, RA 3) ja rehtorin huoneen (tilanumero 222, RA 4) oviaukoista. Kynnyksien poiston jälkeen saatiin helposti tehtyä viiltomittaukset linoleumimaton alapuoliseen liimakerrokseen ilman maton rikki viiltämistä. Miesten wc-tilan ovikynnyksen alapuolella todettiin vanhan jo kuivuneen kosteuden aiheuttamia tummentumia, jotka saattavat olla peräisin noin 10 vuotta sitten tapahtuneesta viemäritukoksen johdosta käytävälle vuotaneesta viemäriverdestä. Rehtorin huoneen (222) lattian ilmatiiviyttä on havaintojen perusteella parannettu kynnyksen kohdalla kangaspintaista yleisteippiä käyttäen. Teipillä on todennäköisesti tiivistetty vinyylilaattojen alapuolelle asennetun höyrynsulkukankaan liittymät muihin rakenteisiin. Vinyylilaattaa ei irrotettu, jottei tehtyä tiivistyskorjausta vahingoiteta.

Rehtorin ja apulaisrehtorin huoneista irrotettiin ulkoseinän liittymästä (RA 4 ja RA 5) jalkalistaa seinä-lattia -liittymän toteutuksen tarkistamiseksi. Rehtorin huoneen (222) lattian ja ulkoseinän liittymän ilmatiiviyttä on parannettu jälkikäteen kangaspintailla yleisteipillä. Apulaisrehtorin huoneessa (221) ei lattian ja ulkoseinän liittymää ole erikseen tiivistetty.

Rakenneavauskohdat on esitetty liitteessä 2 ja rakenneavaukset tarkempine havaintoineen ja valokuvineen on esitetty liitteessä 3.

5.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alapohjat ovat pintakosteuskartoituksen ja viiltomittauksilla toteutettujen rakennekosteusmittausten mukaan kuivat ja pääsääntöisesti hyväkuntoiset. Ainoastaan miesten

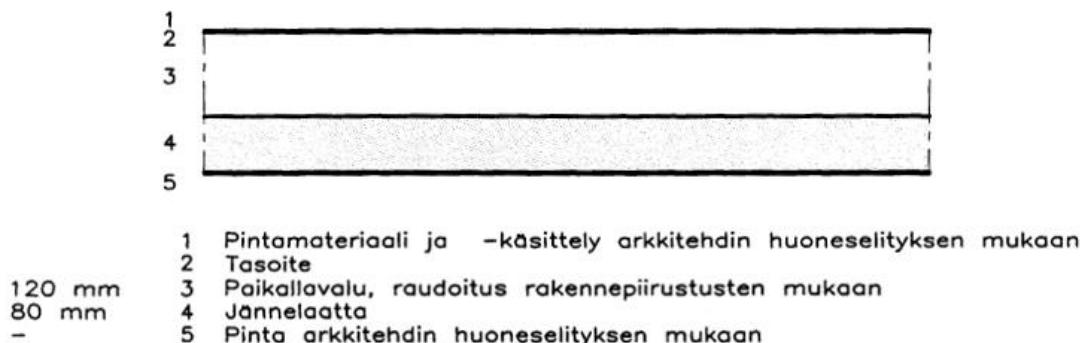
wc-tilan kynnyksen alapinnassa havaittiin vanhoja, jo kuivuneita, todennäköisesti vanhan viemäripuodon aiheuttamia tummentumia.

Miesten wc-tilan ja käytävän välisen kynnyksen voisi varmuuden vuoksi uusia, sillä sitä ei henkilökunnalta saadun tiedon mukaan ole poistettu viemäripuotovesiä siivottaessa. Samassa yhteydessä kynnyksen alapuoliset pinnat tulee desinfioida ennen uuden kynnyksen asentamista.

6 Välipohja

6.1 Rakenne

Tutkimusalueesta osa (lepohuone 210, terveydenhoitaja 211, kuraattori 212, erillinen wc-tila 214, suurin osa odotustilasta 209 ja arkistosta 217 sekä osa opon tilasta 215) sijaitsee ensimmäisen kerroksen jätehuoneen, tuulikaapin ja varastotilojen päällä. Välipohja on massiivinen betonirakenne. Lattiapinta on alkuperäinen wc-tilassa 214 ja se on päällystetty keraamisella laattalla. Käytävällä ja arkistossa on linoleumimatto. Muilta osin linoleumimatto on vaihdettu vinyylilaattalattiaksi.



Kuva 9. Kuvassa on esitetty Lumon Monitoimikeskuksen välipohjarakenne VP1 yleensä.

6.2 Havainnot tutkimusalueelta

Lattiapinnat ovat hyväkuntoisia. Havaintoja tutkimusalueen välipohjarakenteiden lattiosta ja käyttötiloista on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 10a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty erillisen wc-tilan (tilanumero 214) lattiapäällysteenä oleva alkuperäinen keraaminen laatta ja oikeanpuoleisessa kuvassa on esitetty terveydenhoitajan (tilanumero 210) ja kuraattorin (tilanumero 212) lattian pintamateriaalina oleva vinyylilaatta. Terveystilojen lattian vinyylilaatta on vaaleamman sävyinen kuin kuraattorin tilassa.



Kuva 11a ja b. Terveystilojen välipohjaalattassa on lämpö- ja viemäriputkien läpivientejä. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty lepohuoneen (tilanumero 211) lämpöputkien lattian läpiviennit. Läpiviennit on tiivistetty lattian vinyylilaatan ja lämpöputken muovisen suojakuoren ulkopinnan liittymästä, ei betonilaatan yläpinnan ja lämpöputken liittymästä. Oikean puoleisessa kuvassa on esitetty terveydenhoitajan (tilanumero 210) lavuaarin viemäriputken lattian läpivienti. Läpivienti on tiivistetty kangaspintaisella yleisteipillä (TESCON No1), jota käytetään mm. höyrynsulkujen teipaukseen.



Kuva 12a ja b. Vasemmanpuoleisessa kuvassa on esitetty lepohuoneen seinälat-tialiittymästä näkyvä rakenneliittymän tiivistykseen käytetty kangaspintainen yleis-teippi (TESCON No1), kohdalla, jossa jalkalistaa ei oltu asennettu paikoilleen. Oikean puoleisessa kuvassa on esitetty kuraattorin huoneen (tilanumero 212) lavuaarin vie-märiputken lattian läpivienti, jonka mansettia ei käsin saatu nostettua läpiviennin tiivistyksen tarkastusta varten.

6.3 Havainnot tutkimusalueen alapuolella olevien tilojen katosta

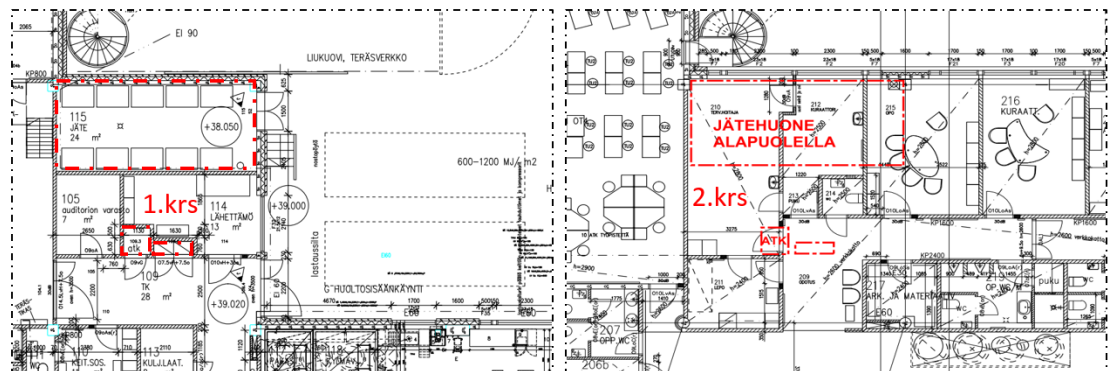
Havaintoja tutkimusalueen alapuolella olevien välipohjarakenteiden katoista on esi-tetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 13a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty valokuva ensimmäisen kerroksen jätehuoneesta, jonne on kulku huoltopihalta. Jätehuoneen alakatossa on patteriputkien läpiviennit. Toisen kerroksen tutkimusalueella ei havaittu ko. patteriput-kien läpivientejä. Oikean puoleisessa kuvassa on esitetty valokuva lähettämön (tila-numero 114) alakaton ilmanvaihtoputken läpiviennistä. Läpiviennissä on havaitta-vissa pinnoittamatonta mineraalivillaa.



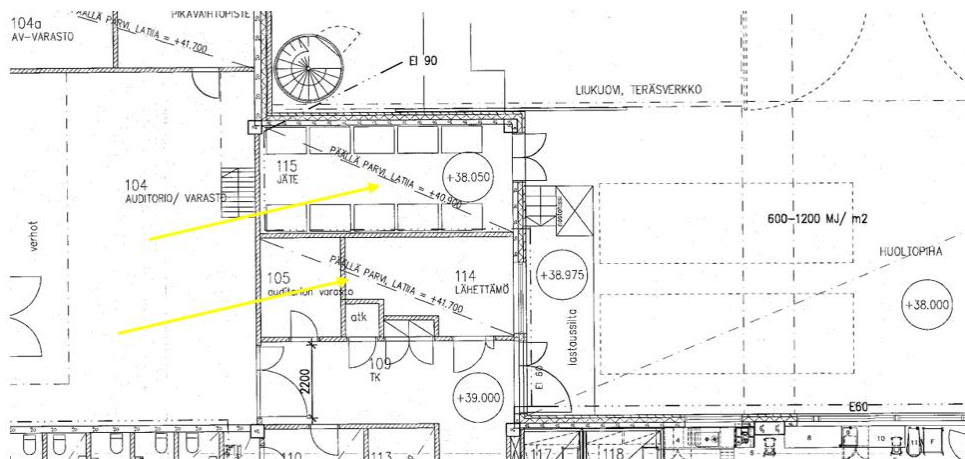
Kuva 14a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty valokuva ensimmäisen kerroksen ATK-tilan (tilanumero 102) katon tiivistämättömistä sähköläpivienneistä. Oikean puoleisessa kuvassa on esitetty ensimmäisen kerroksen jakokeskuksen (tilanumero 106) katon tiivistämättömistä sähköläpivienneistä. Toisen kerroksen tutkimusalueella ei havaittu ko. sähköläpivientejä. Betonilaatan yläpuolella on selvästi tyhjää ilmatilaa.



Kuva 15a ja b. Vasemmanpuoleisessa kuvassa on esitetty ajantasainen pohjapiirustus tutkimusalueen alapuolella olevista ensimmäisen kerroksen jätehuoneesta, varasto- ja teknisistä tiloista. Oikeanpuoleisessa kuvassa on esitetty ajantasainen pohjapiirustus toisen kerroksen tutkimusalueen tiloista, joiden lattiat ovat välipohjarakenteen kohdalla. Molempiin pohjapiirustuksiin on rajattu punaisella katkoviivalla jätehuone, atk-tila 102 ja jakokeskus 106.



Kuva 16a ja b. Vasemmanpuoleisessa kuvassa on esitetty tutkimusalueen ulkopuolella sijaitsevan auditorion varaston (tilanumero 104) puolelta havainnoitu jätehuoneen (115), lähettämön (114) ja auditorion varaston (105) päällä oleva parvivarasto sekä lepoahuoneen nurkassa olevan pilarin kohta. Parvi ja pilari on merkitty kuvaan keltaisella nuolella. Oikeanpuoleisessa kuvassa on esitetty jätehuoneen päällä parvella olevat lämpöputket ja jätehuoneen poistoilmakanava.



Kuva 17. Kuvassa on esitetty lähtötietoina saadussa Korsokeskuksen pääpiirustuksessa ARK 107-103 (25.4.2001) esitetyt parvitiilat jätehuoneen, lähettämön ja auditorion pienen varaston päällä. Lähtötietoaineiston Lumon ajantasapiirustuksessa ARK 107-103a (3.4.2002) ei parvitiiloja ole merkitty.

6.4 Havainnot tutkimusalueen alakatoista

Tutkimusalueen katot ovat käytävän (tilanumero 218) ja odotustilan (tilanumero 209) osalta verkkoalakattoja. Opojen tiloissa (tilanumerot 215 ja 216) ja apulaisrehtorin huoneessa (tilanumero 221) on kiinteä alakatto. Alakattojärjestelmä on terveydenhoitoiloissa (tilanumerot 210, 211 ja 212), arkistossa (tilanumero 217), rehtorien huoneissa (tilanumerot 221 ja 222) sekä kansliassa (tilanumero 213). Kattoja on uusittu joiltakin osin. Alakattojärjestelmät ovat joko kipsilevyjä tai villapohjaisia akustolevyjä. Kattopinnat ovat hyväkuntoisia. Havaintoja välipohjarakenteiden alakattotiloista on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 18a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty lepohuoneen (tilanumero 211) lämpöputkien alakaton läpivienti sekä nurkassa olevan pilarin ja väliseinän liittymän massaus. Putkiläpiviennit ovat tiivistämättä, vrt. kuva 11, jossa on esitetty, kuinka putkiläpiviennit on tiivistetty lattian vinyylilaatan ja lämpöputken muovisen suojakuoren ulkopinnan liittymästä, ei betonilaatan yläpinnan ja lämpöputken liittymästä. Oikean puoleisessa kuvassa on esitetty sama kohta alakaton puolelta. Valokuvissa näkyy myös pyöreä pystypilari, jonka liittymiä ei ole kaikilta osin massattu tiiviiksi.



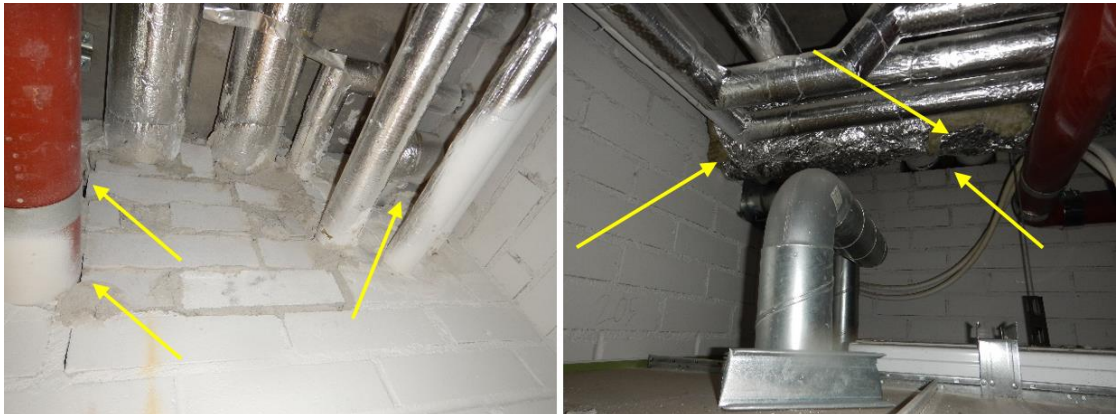
Kuva 19a ja b. Kuvissa on esitetty lepohuoneen (tilanumero 211) alakattotilan läpiviennit viereisiin tiloihin. Vasemman puoleisessa kuvassa aulatilaa alakattotilaan ja oikean puoleisessa kuvassa terveydenhoitajan (tilanumero 210) alakattotilaan. Alakattotila on pääsääntöisesti siisti, joskin levyjen ja putkien pinnassa on jonkin verran pölykertymää. Väliseinien yläosien aukkojen ja putkiläpivientien kautta on ilmayhteyksiä tilasta toiseen.



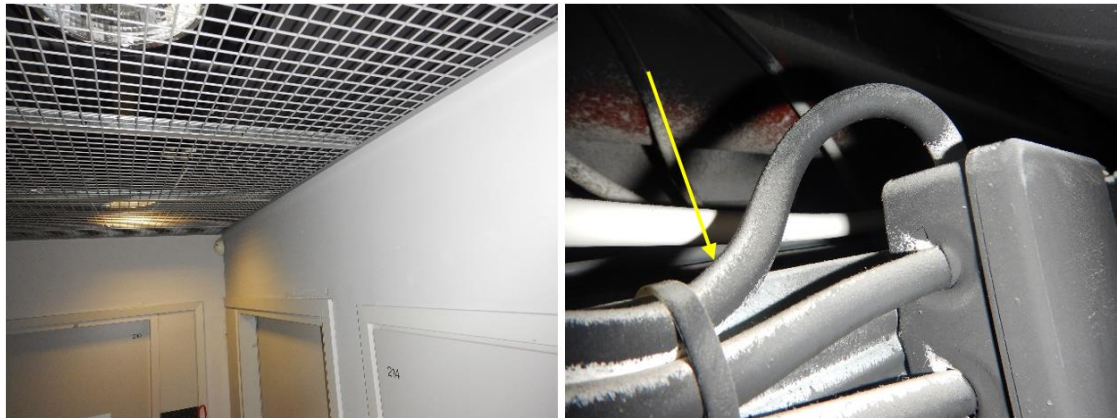
Kuva 20a ja b. Terveydenhoitajan huoneen (tilanumero 210) alakattona on villapohjainen akustolevy. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty ilmanvaihtokanavan alakaton läpivienti, jossa alakattolevyä on leikattu ja villapinta on avoimena. Oikean puoleisessa kuvassa on terveydenhoitajan ja kuraattorin huoneen väliin noin 10 vuotta sitten tehdyn uuden väliseinän kohta oven päällä. Oven päällä alakattotilassa ei väliseinän mineraalivillalevyn pintaa ole levytetty.



Kuva 21a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty kuraattorin (tilanumero 212) ja oikean puoleisessa kuvassa rehtorin (tilanumero 222) alakattotilaa. Kuraattorin tilassa on kipsilevyalakatto ja rehtorin huoneessa villapohjainen akustolevy. Kipsilevyalakaton sähköläpivientien kohdalla on rakennusmateriaalipölyä. Alakattotiloissa on jonkin verran pölyä talotekniikan asennuksien päällä.



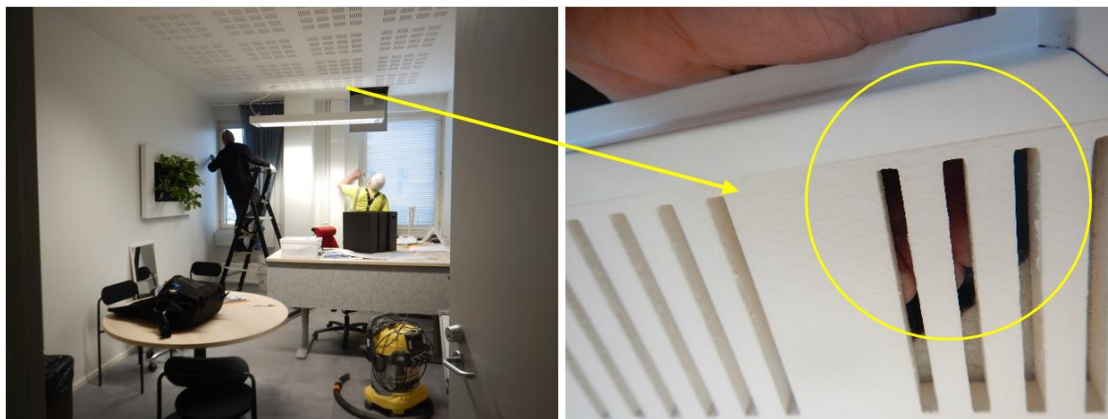
Kuva 22a ja b. Arkistossa (tilanumero 219) alakattorakenteena on kipsilevyt. Tilan vieressä on talotekniikan tiilirakenteinen hormi. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty alakattotilassa havaittujen tiilihormin laastisaumojen rakoja ja oikeanpuoleisessa kuvassa alakattotilassa olevien putkien avonaista villapintaa sekä läpiviennit odotustilan alakattotilaan.



Kuva 23a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty odotustilassa (tilanumero 209) ja käytävällä (tilanumero 218) oleva ritiläalakatto. Oikean puoleisessa kuvassa on lähikuva käytävän alakattotilan sähköjohdoista, joiden päälle on kertynyt runsaasti pölyä.



Kuva 24a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty odotustilan kohdalla alakattotilassa todetut avonaiset akustolevyjen villapinnat ja oikean puoleisessa kuvassa odotustilan alakattotilassa iso alue vapaata villapintaa ilmanvaihtojärjestelmän eristeissä. Alakattotilan sähköarinoiden päälle on kertynyt runsaasti pölyä.



Kuva 25a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty apulaisrehtorin kiinteän kipsilevyalakaton huoltoluukunsijainti ja oikeanpuoleisessa kuvassa avatun huoltoluukun kohdalta otettu valokuva, josta on havaittavissa ettei alakaton reikäkuvioinnin päällä ole kaikilta osin sinne kuuluvaa suodatinkangasta.



Kuva 26a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty yleiskuva apulaisrehtorin huoneen alakattotilasta ja oikeanpuoleisessa kuvassa yleiskuva rehtorin huoneen alakattotilasta. Etenkin apulaisrehtorin huoneen alkuperäisessä alakattotilassa oli reilusti pölykertymää.

6.5 Kosteusmittaukset

Tutkittaviin tiloihin tehtiin pintakosteuskartoitus sekä tarkentava rakennekosteusmittaus uuden vinyylilaattalattian alle viiltomittauksella. Pintakosteuskartoituksen perusteella välipohjarakenteissa ei havaittu kohonneita pintakosteuslukemia. Tehdyissä viiltomittauskohdissa oli alhaiset kosteuslukemat. Linoleumimatto oli tiukasti kiinni alustassaan, eikä maton alta aistittu poikkeavaa hajua. Kuraattorin tilan 212 kelluvan vinyylilaatan alapuolella on alusmateriaali, joka toimii myös askeläänieristeenä. Alusmateriaalin alapuolella on tasoitekerros betonilaatan päällä, joka havaintojen perusteella on varsin sileä, saattaa olla joku läpikuultava kapselointimateriaali. Vinyylilaatan alta ei aistittu poikkeavaa hajua.

Viiltomittauksen mittausjärjestely on esitetty seuraavassa kuvassa, kosteusmittausten tulokset on esitetty taulukossa 2 ja sijainnit liitteessä 2.



Kuva 27a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty kuraattorin (tilanumero 212) tilaan tehdyn viiltomittauksen V1 mittausjärjestelyt ja oikean puoleisessa kuvassa on näkyv kelluvan vinyylilaattalattian alapuolen askeläänieristeenä toimiva alusmateriaali. Alusmateriaalin saumat on teipattu maalarinteipillä. Alusmateriaalin alapuolella oleva tasoitekerros betonilaatan päällä on varsin sileä. Havaintojen perusteella ei voi sanoa, onko siinä jokin ohut kapselointikerros.

Taulukko 2. Kosteusmittauksen mittapistekohtainen mittaustulos. V = viiltomittaus lattiapäälysteen alta olevasta liimakerroksesta tai alusmateriaalin alta. Viiltomittaus V1 tehtiin 14.12.2021 ja V4 tehtiin 28.12.2021.

Mittapiste	Mittaus-syvyys	Suhteellinen kosteus %RH	Lämpö-tila °C	Absoluuttinen kosteuspitoisuus g/m ³
V1, tila 212	alusmateriaalin alapuoli	57,5	21,2	10,7
Sisäilma tila 212	lattiantaso	30,5	21,4	5,7
V4, odotustila 209	liimakerros	43,6	19,8	7,5
Sisäilma tila 209	lattiantaso	14,1	20,0	2,5

Mittausepävarmuustarkastelu tehdään ohjekortin RT103333 mukaisesti huomioiden mittalaitteiden tarkkuus, mittaussuorituksen yksityiskohdat sekä mittaolosuhteet. Nämä seikat huomioiden mittausten kokonaisepävarmuus tehdyille kosteusmittauksille on ± 3 %RH-yksikköä.

6.6 Rakenneavaukset

Terveystilojen (tilanumero 210) oviaukon kynnys poistettiin (RA 7). Kynnyksen poiston jälkeen saatiin helposti tehtyä välipohjaan viiltomittaus käytävän linoleumimaton alapuoliseen liimakerrokseen ilman maton rikki viiltämistä. Terveystilojen lattian ilmatiiviyttä on parannettu höyrynsulkukankaalla, joka on tiivistetty ympäröiviin rakenteisiin kangaspintaisella yleistepillä.

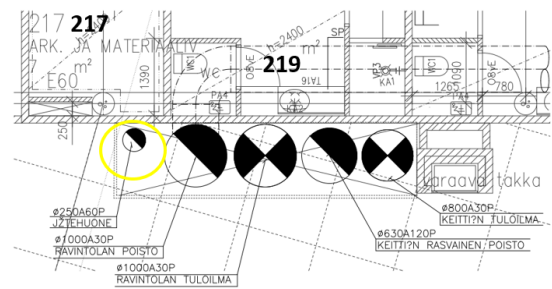
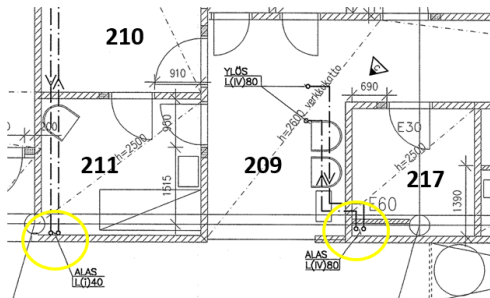
Rakenneavauskohdat on esitetty liitteessä 2 ja rakenneavaukset tarkempine havaintoineen ja valokuvineen on esitetty liitteessä 3.

6.7 Merkkiainekokeet

Terveystilojen alapuolella sijaitsevan jätehuoneen ilmayhteyttä tutkittaviin tiloihin tarkasteltiin merkkiainekokeella. Jätehuoneessa on koneellinen poistoilmavaihto ja jätehuone on voimakkaan alipaineinen ulkoilmaan nähden, tutkimushetkellä alipaineeksi mitattiin -87,4 Pa, jolloin ilmapvirtausten suunta on kohti jätehuonetta. Jätehuoneeseen laskettiin reilusti merkkiainetta ja sen esiintymistä tutkimusalueella selvitetiin merkkiaineanalysaattorilla.

Ensin tutkittiin merkkiaineen esiintymistä jätehuoneen päällä ja terveystilojen välissä olevassa parvivarastossa ja sen jälkeen tutkimusalueella. Koska jätehuone on tarkoituksenmukaisesti voimakkaasti alipaineinen ja jätehuoneen poistoilma on

johdettu katolle, on merkkiaineen leviämisen mahdollisuus todella pieni normaali tilanteessa. Jätehuoneen poistoilmakanavan läpiviennistä ei todettu ilmavuotoa. Jätehuoneen katon lämpöputkien läpiviennistä todettiin erittäin vähäistä ilmavuotoa. Toisen kerroksen tutkittavien tilojen lattioiden lämpöputkien ja viemärien läpivienneistä ei todettu merkkiainetta eikä hallintokäytävän arkiston 217 tiilirakenteisen talotekniikan pystyhormin ilmatiiviyspuutekohdista.



Kuva 28a ja b. Lähtötietoaineiston LVIA-piirustuksien mukaan tutkimusalueen lattian välipohjarakenteen lämpöputkien läpiviennit on sijoitettu lepohuoneeseen (tilanumero 211) ja arkiston (tilanumero 209) talotekniikan hormiin (vasemmanpuoleinen kuva) ja jätehuoneen poistokanava tutkimusalueen vieressä olevaan hormiin (oikeanpuoleinen kuva).



Kuva 29a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty jätehuoneen päällä olevan parven lämpöputkien läpiviennit, joista todettiin hetkellisesti analysaattorin ollessa herkimmillään pientä ilmavuotoa. Jätehuoneen poistoilmakanava on esitetty oikeanpuoleisessa kuvassa.

6.8 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Välipohjat ovat pintakosteuskartoituksen ja viiltomittauksille toteutettujen rakennekoosteusmittausten mukaan kuivat ja pääsääntöisesti hyväkuntoiset.

Tehtyjen havaintojen perusteella lepohuoneen ja terveydenhoitajan huoneen välipohjarakenteen ilmatiiviyttä on parannettu jälkikäteen. Jätehuoneesta ei tapahdu ilma-
vuotoja yläpuolisiin tiloihin. Kuraattorin huoneen osalta ei tiivistyksestä/kapseloinnista
saatu varmuutta.

Tutkittavien tilojen lattioiden välipohjarakenteen läpiviennit rajoittuvat lepohuoneen
lämpöputkiin sekä viemäriläpivienteihin. Tutkitut viemärien läpiviennit todettiin aistin-
varaisesti hyvin tiivistetyiksi. Lepohuoneen lämpöputket on tiivistetty muovisen suoja-
kuoren ulkopinnan liittymästä, ei betonilaatan yläpinnan ja lämpöputken liittymästä.
Näin ollen lepohuoneen alapuolella olevasta tilasta (käytävä) voi kulkeutua ilmavir-
tausten mukana hajuja lämpöputkien suojakuoren sisäpuolella painesuhteiden vaih-
dellessa. Eri tilojen alakattojen yläpuoliset tilat ovat ilmayhteydessä seinien yläosien
läpivientien kautta toisiinsa ja hajut voivat kulkeutua eri tilojen välillä.

Suosittelimme parantamaan lepohuoneen lämpöputkien ilmatiiviyttä siten, että tiivis-
tys toteutetaan suoraan lämpöputken ja välipohjalaatan liittymään.

Tutkimusalueella havaittiin paikoin runsaastikin yläpölyä. Alakattotiloissa on pölyä ja
jonkin verran pinnoittamatonta mineraalivillaa. Odotustilassa ja käytävällä on ritiläala-
katto ja näin ollen alakattotilassa olevat epäpuhtaudet ovat suorassa ilmayhteydessä
käyttötiloihin. Apulaisrehtorin huoneen kipsilevyrakenteisen kiinteän alakaton tarkas-
tusluukun vieressä olevan puuttuvan suodatinkankaan kohdalta kulkeutuu alakattoti-
lan epäpuhtaudet huonetilaan.

Normaalin siivouksen lisäksi yläpölyt suositellaan siivottavaksi säännöllisesti. Myös
ritilä-rakenteinen alakattotila tulee siivota säännöllisesti, koska alakattotilassa olevat
epäpuhtaudet pääsevät ilmavirtauksien mukana käyttötiloihin. Apulaisrehtorin huo-
neen osalta tulee varmistaa kiinteän alakaton yläpinnan suodatinkankaan olemassa-
olo kauttaaltaan. Alakattojärjestelmän levytykset on pidettävä paikoillaan alakattotilan
ja käyttötilojen välisten ilmavirtauksien mukana kulkeutuvien epäpuhtauksien mini-
moimiseksi.

Alakattotiloihin liittyvien töiden yhteydessä suositellaan alakattotilojen puhdistamista
tarkastusluukkujen kautta niin hyvin kuin se on mahdollista toteuttaa. Alakattojärjes-
telmissä voidaan alakattotila puhdistaa helpommin alakattojärjestelmän levyjen pois-
tamisella. Siivouksen yhteydessä tulee vapaana olevat villapinnat käsitellä niin, ettei
niistä vapaudu kuituja.

7 Ulko- ja väliseinät

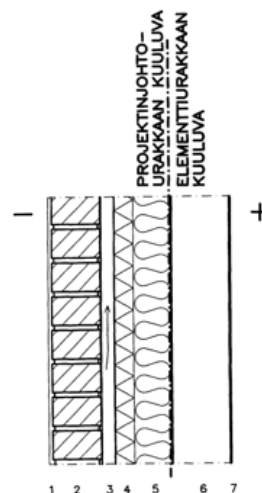
7.1 Rakenne

Lähtötietoaineiston mukaan tutkimusalueen ulkoseinä on lämmöneristetty kuorielementti. Pääsääntöisenä julkisivuverhouksena on kuultorapattu tiilimuuraus, mutta nauhaikkunoiden välissä on alumiinikasettilevyt. Väliseinät ovat tutkimusalueella pääsääntöisesti tiilirakenteisia, joiden pinnassa on monin paikoin levytys.

	1	Kuultorappaus
130 mm	2	Julkisivumuuraus ja saumat rakennuslityksen mukaan, laasti M 100/600 Muuraussiteet ruostumatonta terästä ≥ 4 kpl/m ² , ϕ 4
35 mm	3	Työvara
50 mm	4	Lämmöneriste, mineraalivilla A - IL
100 mm	5	Lämmöneriste, mineraalivilla IRL 50
150 mm	6	Betoni
	7	Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Lämmönläpäisykerroin: 0.26 W/m² K.

Sisäkuoren palonkestoluokka:
R120 kantava
R180 kantamaton



Kuva 30. Kuvassa on esitetty Lumon Monitoimikeskuksen ulkoseinärakenne US6 nauhaikkunoiden kohdalla.

7.2 Ulkopuolen havainnot

Tutkimusalueen julkisivua katselmoitiin maasta käsin, jossa kiinnitettiin huomiota mahdollisiin kosteusriskikohtiin.



Kuva 31a ja b. Kuvassa on esitetty valokuvia tutkimusalueen julkisivusta maasta kuvattuna. Vasemman puoleisessa kuvassa on merkitty nuolella huoltopihan katoksen toisen päädyn kohdalla oleva kanslian alumiinikasettilevytyks ikkunavälissä ja oikeanpuoleisessa kuvassa on merkitty nuolella huoltopihan katoksen toisen päädyn kohdalla oleva apulaisrehtorin huoneen alumiinikasettilevytyks ikkunavälissä. Apulaisrehtorin huoneen kohdalla on myös kattovesien syöksytorvi. Huoltopihan katoksen päälle saattaa kertyä vettä, lunta ja jäätä, joka voi päästä tutkimusalueen ulkoseinärakenteisiin, mikäli katoksen vedeneristyksen ylösnostoissa on puutteita.

7.3 Merkkiainekokeet

Ulkoseinä- ja ikkunaliittymien sekä ulkoseinä- ja lattialiittymien ilmatiiviyttä tarkasteltiin merkkiainekokein apulaisrehtorin (221) ja rehtorin (222) huoneissa, joista rehtorin huoneeseen saatujen tietojen mukaan on tehty sekä alapohjan että ulkoseinän tiivistyskorjauksia. Huoneiden painesuhteet vaihtelivat merkkiainekokeita aloitettaessa normaalissa käyttötilanteessa välillä $-1 \dots +4$ Pa, minkä takia merkkiainekokeet tehtiin koneellisen alipaineistuksen avulla kaksivaiheisesti. Ensiksi huone alipainestettiin lähelle normaali tilannetta n. -2 Pa, jonka jälkeen alipainetta kasvatettiin n. -10 Pa.

Lähtökohtaisesti havainnot olivat samoja molemmissa painesuhteissa, mutta voimakkaamman alipaineen aikaan havainnot luonnollisesti voimakkaampia ja muutamia uusia ilmapuotoja havaittiin.



Kuva 32a - c. Valokuvia rehtorin huoneen ulkoseinän merkkiainekokeessa todetuista ilmavuodoista noin -2 Pa alipainetilanteessa. Vasemmanpuoleisessa kuvassa on esitetty ilmavuotokohta ikkunan alaosan karmin puuliitoksista, keskimmaisessä kuvassa pistemäinen ilmavuotokohta ikkunapenkin alta (massauksessa rako) ja oikeanpuoleisessa kuvassa ilmavuotokohta lattia-seinäliitymässä.



Kuva 33a - f. Valokuvia apulaisrehtorin huoneen ulkoseinän merkkiainekokeessa todetuista ilmavuodoista noin -2 Pa alipainetilanteessa. Ylärivissä vasemmanpuoleisessa kuvassa on esitetty ilmavuotokohta ikkunasmyygin ja peitelistan välistä, keskimmaisessä kuvassa ilmavuotokohta ikkunapenkin ja peitelistan välistä ja oikeanpuoleisessa kuvassa ilmavuotokohta ikkunan ylityspalkin ja peitelistan välistä. Alarivissä vasemmanpuoleisessa kuvassa on esitetty ilmavuotokohta ikkunakarmin puuliitoksista, keskimmaisessä kuvassa ilmavuotokohta seinän ja lattian liitoksesta väliseinän vieressä ja oikeanpuoleisessa kuvassa ilmavuotokohta seinän ja lattian liitoksesta pilarin vieressä.

Ilmavuodot rehtorin huoneessa 222:

noin -2 Pa alipaineessa:

- ilmavuotoa ikkunoiden alaosien karmin puuliitoksista
- ilmavuotoa paikoin lattia-seinäliittymistä
- pistemäinen ilmavuoto ikkunapenkin alta (massauksessa rako)

noin -10 Pa alipaineessa:

- samat havainnot voimakkaampana kuin -2 Pa tilanteessa, lisäksi:
- ilmavuotoa paikoin ikkunan yläosan karmin puuliitoksista
- ilmavuotoa paikallisesti ikkunan ylityspalkin ja peitelistan välistä
- ilmavuotoa lähes koko lattia-seinäliittymästä

Ilmavuodot apulaisrehtorin huoneessa 221:

noin -2 Pa alipaineessa:

- ilmavuotoa ikkunasmyygin ja peitelistan välistä (sivuseinät)
- ilmavuotoa ikkunapenkin ja peitelistan välistä
- ilmavuotoa paikoin ikkunan ylityspalkin ja peitelistan välistä
- ilmavuotoa karmin puuliitoksista (alaosa + yläosa)
- ilmavuotoa paikoin lattia-seinäliittymästä

noin -10 Pa alipaineessa:

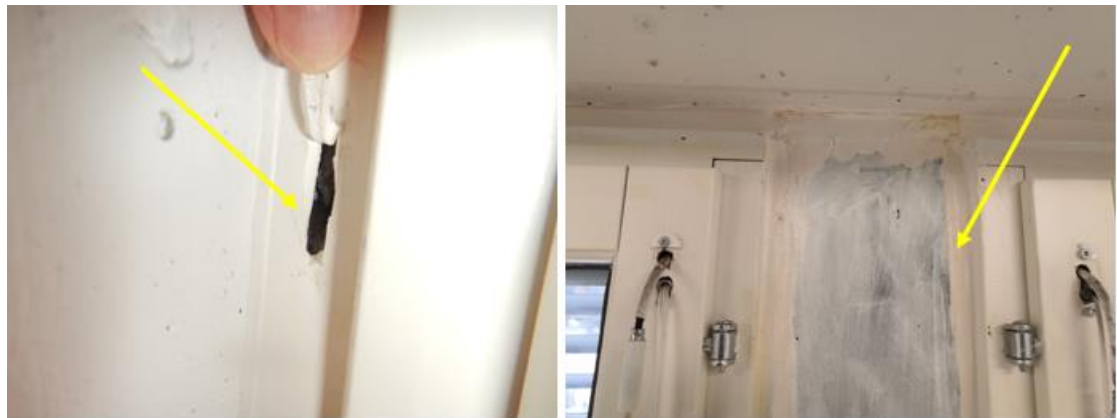
- samat havainnot voimakkaampana kuin -2 Pa tilanteessa, lisäksi:
- ilmavuotoa lähes koko lattia-seinäliittymästä

7.4 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet

Ulkoseinärakenteen ja sen liittymien kuntoa ja toteutustapaa tarkasteltiin rakenneavauksin apulaisrehtorin ja rehtorin huoneissa. Sisäkuoren betonirakenteen läpi porattiin reikä, jonka kautta ulkoseinän lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten kaksi kappaletta. Ulkoseinän lämmöneristekerroksesta oli tutkimushetkellä ilmavirtaus sisäilmaan päin, eristeestä ei aistittu poikkeavaa hajua. Rakennepaksuudet vastasivat kutakuinkin suunnitelmia.

Ikkunaliittymien sekä seinä-lattia-liittymien kuntoa ja toteutustapaa tarkastettiin rakenneavauksista apulaisrehtorin ja rehtorin huoneissa. Havaintojen perusteella ikkunaliittymät on tiivistetty joustavalla massalla. Kummassakaan huoneessa ei todettu mineraalivillaa ikkunaliittymissä.

Väliseinärakenteen kuntoa liikuntasaumojen kohdalla tarkasteltiin käytävälle tehdyistä liikuntasaumojen peitelistojen avauksista. Liikuntasaumat on tiivistetty alakaton alapuolisella seinäosuudella joustavalla massalla. Alakaton yläpuolella liikuntasauoissa on selkeä rako. Ulkoseinälinjaan päättyvä liikuntasauga sijaitsee opon huoneen (216) ja apulaisrehtorin huoneen (221) väliseinän sisällä. Liikuntasaumasta todettiin merkkisavulla ilmapuotoa.



Kuva 34a ja b. Vasemman puoleisessa kuvassa on esitetty apulaisrehtorin huoneen (tilanumero 221) poistetun ikkunalistan alla oleva joustava massa. Massaukseen tehtiin reikä sen takana olevan materiaalin selvittämistä varten. Havainnon perusteella karmiväliin on asennettu solumuovieristettä massan alle. Oikeanpuoleisessa kuvassa on esitetty rehtorin huoneen (tilanumero 222) ikkunavälin tiivistys. Tiivistys on toteutettu höyrynsulkumuovilla tai vahvikekankaalla, joka on tiivistetty ikkunakarmiin tiivistysmassalla / -pinnoitteella.

Rakenneavaukset tarkempine havaintoineen ja valokuvineen on esitetty liitteessä 3. Materiaalinäytteiden mikrobi tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa, Metropoli-Lab Oy:n analyysivastaus on kokonaisuudessaan liitteessä 8.

*Taulukko 3. Tutkimuksien yhteydessä otetut materiaalin mikrobinäytetulokset tilakoh-
taisesti.*

Avaus- tunnus	Tila	Näytteenotto- kohta	Materiaali- näytteen tunnus	Analyysivastaus
RA 14	221	ulkoseinän mineraalivilla	MAT 1	ei mikrobikasvua
RA 13	222	ulkoseinän mineraalivilla	MAT 2	ei mikrobikasvua

7.5 Rakennekosteusmittaukset

Ulkoseinän eristekerroksen hetkellistä kosteuspitoisuutta mitattiin apulaisrehtorin huoneessa merkkiainekoetta varten tehdyn porareian kautta.

*Taulukko 4. Julkisivun eristetilan hetkellisen olosuhdemittauksen tulokset (suhteelli-
nen kosteus ja lämpötila sekä näiden perusteella laskettu ilman kosteussisältö). Mit-
taus tehtiin 28.12.2021 noin klo 10.*

Mitta- piste	Mittausvyvyys	Suhteellinen kosteus %RH	Lämpö- tila °C	Absoluuttinen kos- teuspitoisuus g/m ³
RA15, tila 221	eristetila, seinän si- säkuoresta ~180 mm	21,8	21,1	4,1
Sisäilma tila 221	lattiantaso ulkosei- nän vierestä	19,6	17,5	2,9

Sisäilman ja rakenteen lämpötilat poikkesivat toisistaan ja lämpötilaerosta aiheutuu jonkin verran mittausvirheitä eikä mittauksista voida pitää hyvänä.

7.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinät

Ulkoseinät ja niiden lämmöneristeet ovat tarkastetuilta osin hyvässä kunnossa. Rakennereparatuksista tehtyjen havaintojen perusteella rehtorin huoneen ulkoseinän sisäkuori on tiivistetty sekä ikkunaliittymien että ala- ja välipohjaliittymien osalta, apulaisrehtorin huoneen osalta ikkunaliittymät on tiivistetty, mutta ala- ja välipohjaliittymiä ei. Aistinvaraisten havaintojen perusteella ikkunaliittymien tiiviyttä on parannettu myös muissa tutkimusalueen tiloissa.

Sekä rehtorin että apulaisrehtorin huoneissa ulkoseinärakenteen merkkiainekokeessa todettiin pieniä ilmavuotoja, jotka voimistuivat ja laajenivat alipaineisuuden lisääntyessä.

Ulkoseinien epätiivien rakenneliitosten kautta rakenteiden mahdollisilla epäpuhtauksilla on mahdollisuus kulkeutua sisäilmaan ilmavirtausten mukana sisäilmaan. Ulkoseinärakenteiden materiaalinäytteissä ei kuitenkaan todettu mikrobikasvua, vaikka näytteet otettiin kohdista, joissa kosteusvaurioriski oli suurin. Tutkimusten perusteella ulkoseinärakenteen rakenneliitosten kautta tapahtuvien ilmavuotojen merkitystä koettuun sisäilman laatuun voidaan pitää suhteellisen vähäisenä, eikä näin ollen ikkunoihin ja julkisivuihin kohdistu välitöntä korjaustarvetta.

Väliseinät

Väliseinien pintamateriaalit ovat pääsääntöisesti hyväkuntoiset. Väliseinien alakatto-rakenteiden yläpuolisten tiivistämättömien läpivientien kautta voivat äänet, hajut ja mahdolliset epäpuhtaudet siirtyä tilasta toiseen. Väliseinien yläosien läpiviennit ja muut raot on suositeltavaa tiivistää, jotta ääni, hajut ja muut epäpuhtaudet eivät kulkeudu tilasta toiseen.

Arkiston (tilanumero 219) tiilirakenteisen (katso kuva 22a) hormin muurauksessa on ilmatiiviyspuutteita, joiden kautta voi hormista kulkeutua hajuja ja epäpuhtauksia käyttötiloihin. Hormin ulkopinnan ilmatiiviyttä on suositeltavaa parantaa läpivientien ja tiilisaumojen kohdilta.

Lepohuoneen (tilanumero 211) nurkassa olevan pilarin liittymissä on ilmatiiviyspuutteita (katso kuva 18b). Pilarin ja väliseinän liittymät on suositeltavaa tiivistää ilmatiiviiksi.

8 Ilmanvaihto ja sisäilma

Saatujen tietojen mukaan tutkimusaluetta palvelee ilmanvaihtokone TK09.

- Kun IV-koneen aikaohjelma on **Hidas**-tilassa se käy minimi + 50 % paineasetuksella
- Kun IV-koneen aikaohjelma on **Nopea**-tilassa se käy maksimi paineasetuksella
- Kun IV-koneen aikaohjelma on **KÄY**-tilassa se käy CO₂/Huonelämpötila säädön mukaan, minimi/maksimi paineasetuksella

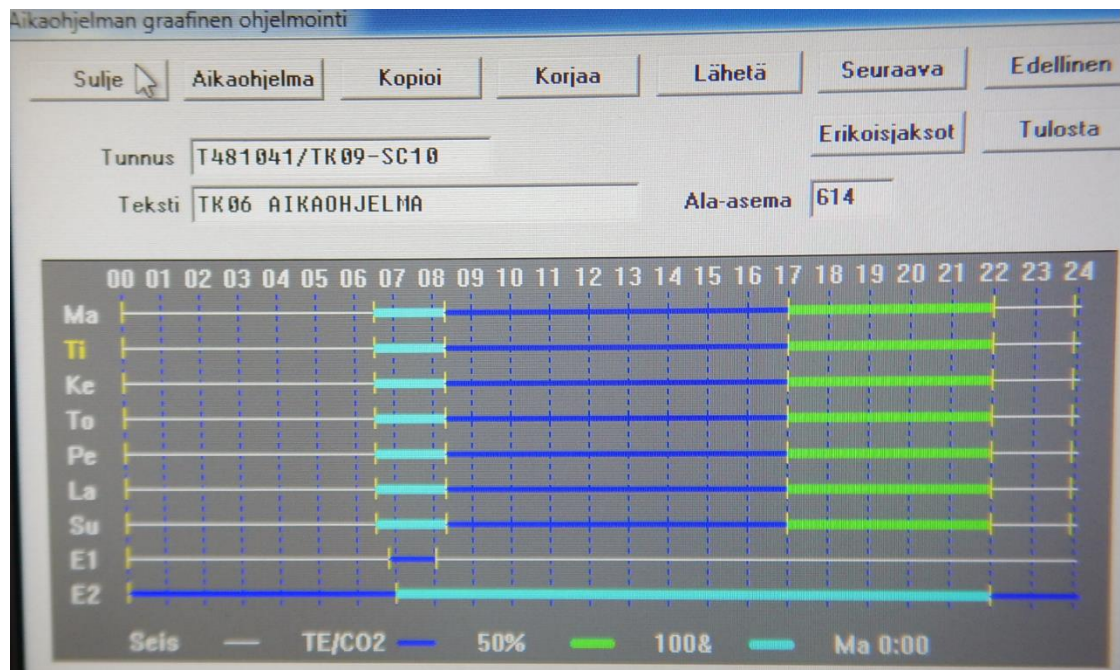
Koneen käyntiajat ovat saatujen tietojen mukaan seuraavat sekä arkipäivinä että viikonloppuna:

- Klo: 00:00 - 06:30 = SEIS-tilassa
- Klo: 06:30 - 08:20 = Nopea-tilassa
- Klo: 08:20 – 17:00 = KÄY-tilassa
- Klo: 17:00 - 22:00 = Hidas-tilassa
- Klo: 22:00 - 00:00 = SEIS-tilassa

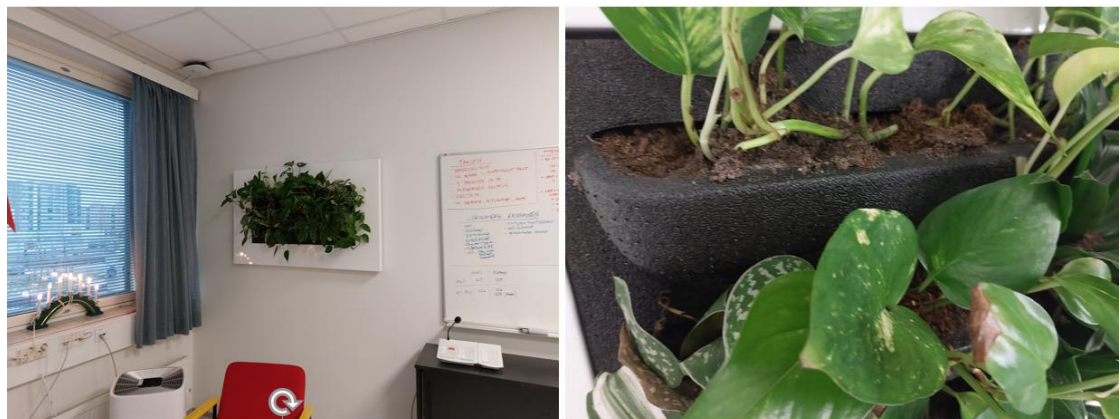
Tutkimusten aikana käytiin tarkastamassa Monitoimikeskus Lumon Vartijan huoneen yhteydessä olevassa valvomossa ilmanvaihtokoneen käyntiajat. Kuvat tutkimusten aikaisista käyntiajoista on esitetty alempana. Lisäksi on esitetty valokuvat tutkimusalueen viherseinistä, joilla voi olla vaikutusta koettuun sisäilman laatuun.



Kuva 35. Ilmanvaihtokoneen TK09 valvomopäätteeltä otettu valokuva ilmanvaihtokoneen asetuksista 14.12.2021 noin klo 8:30.



Kuva 36. Ilmanvaihtokoneen TK09 valvomopäätteeltä otettu valokuva ilmanvaihtokoneen aikaohjelmasta. Valvomopäätteen tekstissä on virheellisesti merkintä TK06, vaikka kyseessä on TK09.



Kuva 37a ja b. Joissakin tiloissa on ns. viherseinä. Vasemmanpuoleisessa kuvassa on esitetty yleiskuva viherseinästä ja oikeanpuoleisessa kuvassa lähikuva viherseinän kukkamullasta. Ensimmäisenä tutkimuspäivänä 14.12.2021 rehtorin huoneessa oli aistittavissa voimakas mikrobien haju kukkamullasta, mutta toisena tutkimuspäivänä 28.12.2021 hajua ei juurikaan huomannut.

8.1 Ilmamäärämittaukset

Tilakohtaiset ilmamäärät mitattiin terveydenhoitajan, kuraattorin, apulaisrehtorin ja rehtorin huoneesta. Ilmamäärämittaukset tehtiin tilanteessa, jossa ilmanvaihto käy hiilidioksidipitoisuuden ja huonelämpötilan säädön mukaan noin puoliteholla.

Ilmamäärämittausten mittaustiedot ja arvot on esitetty seuraavassa taulukossa. Suunnitellut ilmamäärät on saatu lähtötietoaineiston vuoden 2021 raporteista. Ilmamäärät mitattiin käyttäen paine-eromittaukseen Pressovac PHM venttiilinsäätömittaria. Ilmamäärämittausten aikana tiloja palveleva ilmanvaihtokone oli asetuksella Käy (8:20-17).

Taulukko 5. Tilakohtaisten ilmamäärien mittaustulokset 14.12.2021. Taulukossa on esitetty mitattu sekä suunniteltu ilmamäärä sekä niiden poikkeama.

Tila	Mitattu tuloilma	Suunniteltu tuloilma	Poikkeama suunnitellun ja mitatun tuloilman välillä	Mitattu poistoilma	Suunniteltu poistoilma	Poikkeama suunnitellun ja mitatun poistoilman välillä
Tila 210 (~klo 9:30)	+45,5	+50	9 %	-40,1 (19,4 + 20,7)	-50	20 %
Tila 212 (~klo 10:00)	+25,3	+30	16 %	-25,1	-30	16 %
Tila 221 (~klo 13:00)	+29,3	+40	27 %	-34,9 (17,0 + 17,9)	-40	13 %
Tila 222 (~klo 14:00)	+32,5	+45	28 %	-40,2 (19,6 + 20,6)	-45	11 %

Ilmamäärämittausten perusteella mitattujen tilojen tuloilmamäärät ovat 9-28 % suunniteltuja ilmamääriä alhaisempia, jonka lisäksi terveydenhoitajan, apulaisrehtorin ja rehtorin huoneiden tulo- ja poistoilmamäärät ovat keskenään merkittävästi epätasapainossa. Mittausten perusteella mitattujen tilojen poistoilmamäärät olivat 11-20 % pienempiä verrattuna suunnitelmien mukaisiin ilmamääriin. Nykyisissä ohjeissa sallittu poikkeama tilakohtaisissa ilmamäärissä on 20 % suunniteltuun ilmamäärään nähden.

8.2 Sisäilman näytteenotot

Tutkimusalueen tiloista kerättiin yhteensä 10 pyyhintäpölynäytettä, kaksi kuitulaskeumanäytettä ja kaksi sisäilmaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) näytettä.

8.2.1 Pölyn koostumus

Tilojen yleisilme oli pääosin siisti. Etenkin yläpölyjä oli jonkin verran, paikoin myös tasopinnat olivat pölyiset. Lisäksi paikoin oli runsaasti tavaraa pöydillä.



Kuva 38a - c. Käyttötiloissa todettiin pölykertymiä mm. hyllyjen/pöytien päällä, taulujen päällä, ovikarmien ylätasolla ja kattovalaisimien päällä. Vasemmanpuoleinen kuva on opion huoneen tasopinnalta, keskellä oleva kuva käytävän ilmoitustaulun päältä ja oikeanpuoleinen kuva apulaisrehtorin huoneesta.

Odotustilan ja käytävän osalla on ritiläalakatto, alakattotilassa oli paljon pölyä. Terveystilojen, kuraattorin, apulaisrehtorin ja rehtorin huoneesta kerättiin tasopinnoilta pyyhintäpölynäytteet pölyn koostumuksen analysoimiseksi. Samoista tiloista kerättiin myös tuloilmakanavasta pyyhintäpölynäyte. Odotustilan ja käytävän ritiläalakatton päältä kerättiin myös pyyhintäpölynäytteet. Tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa, MetropoliLab Oy:n analyysivastaus on kokonaisuudessaan liitteessä 5.

Taulukko 6. Tasopinnoilta, tuloilmakanavasta ja alakattotilasta otettujen pyyhintäpölynäytteiden pölyn koostumustulokset. Näytteissä ei todettu asbestikuituja.

Näyte-koodi	Tila, näytteenotto-kohta	Tulos
P1	Tila 210, pyyhintäpölynäyte tasopinnoilta	tavanomaista huonepölyä ja kiviainestyyppistä pölyä (viite rakennuspölyyn) pieni määrä mineraalikuituja (lasi- ja vuorivilla- sekä lasikuitu)

Näyte- koodi	Tila, näytteenotto- kohta	Tulos
P2	Tila 210, pyyhintäpölynäyte tuloilmakanavasta	kiviainestyyppistä pölyä (viite rakennuspölyyn) ja siitepölyä, pieni määrä mineraalikuituja (lasi- ja vuorivilla)
P3	Tila 212, pyyhintäpölynäyte tasopinnoilta	tavanomaista huonepölyä ja kiviainestyyppistä pölyä (viite rakennuspölyyn)
P4	Tila 212, pyyhintäpölynäyte tuloilmakanavasta	kiviainestyyppistä pölyä (viite rakennuspölyyn) ja siitepölyä, pieni määrä mineraalikuituja (vuori- ja lasivilla)
P5	Tila 221, pyyhintäpölynäyte tasopinnoilta	kiviainestyyppistä pölyä (viite rakennuspölyyn) ja tavanomaista huonepölyä, pieni määrä mineraalikuituja (vuori- ja lasivilla)
P6	Tila 221, pyyhintäpölynäyte tuloilmakanavasta	kiviainestyyppistä pölyä (viite rakennuspölyyn) ja siitepölyä, pieni määrä mineraalikuituja (lasi- ja vuorivilla), pieni määrä homeitiöitä
P7	Tila 222, pyyhintäpölynäyte tasopinnoilta	tavanomaista huonepölyä
P8	Tila 222, pyyhintäpölynäyte tuloilmakanavasta	kiviainestyyppistä pölyä (viite rakennuspölyyn), metallipölyä ja siitepölyä, pieni määrä mineraalikuituja (lasi- ja vuorivilla), pieni määrä homeitiöitä
P9	Odotus 209, pyyhintäpölynäyte alakattotilasta	tavanomaista huonepölyä ja kiviainestyyppistä pölyä (viite rakennuspölyyn), pieni määrä mineraalikuituja (vuorivilla)
P10	Käytävä 218, pyyhintäpölynäyte alakattotilasta	tavanomaista huonepölyä ja kiviainestyyppistä pölyä (viite rakennuspölyyn), pieni määrä mineraalikuituja (vuorivilla)

8.2.2 Teolliset mineraalikuidut

Kuraattorin ja apulaisrehtorin tiloista kerättiin kahden viikon kuitulaskeumanäytteet. Pyyhintäpölynäytteissä todettiin apulaisrehtorin huoneessa pieniä määriä teollisia mineraalikuituja, joita ei kuitenkaan todettu laskeumanäytteessä eikä toimenpideraja ylittynyt. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 545/2015 mukaan toimenpideraja

kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm² teollisille mineraalikuiduille. Laskeumanäytteiden tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa, MetropoliLab Oy:n analyysivastaus on kokonaisuudessaan liitteessä 7.

Taulukko 7. Kahden viikon kuitulaskeumanäytteiden tulokset. Mittausepävarmuustarkastelu huomioiden tutkitut tilat alittavat toimenpiderajan.

Näytekoodi	Tila	Kuitua/cm ² (laskettu pitoisuus)
K1 (1,2,3)	Tila 212	0,07 / <0,07 / <0,07: alittaa toimenpiderajan
K2 (1,2,3)	Tila 221	<0,07 / <0,07 / 0,07: alittaa toimenpiderajan

8.2.3 Sisäilmaan haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Tutkimusalueelta kerättiin 14.12.2021 kaikkiaan kaksi haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) määrittämiseksi tiloista 222 ja 216 Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n tutkijat keräsivät sisäilmanäytteet vallitsevissa sisäilman olosuhteissa. Sisäilman lämpötilat mittaushetkellä olivat välillä 21...22 °C ja sisäilman suhteellinen kosteus noin 30 %RH. Ulkoilman lämpötila oli noin 2 °C ja suhteellinen kosteus 85 %RH. Tilat olivat olleet tyhjillään edellisestä illasta lähtien. Keräyksen alkaessa klo 7:45 ilmanvaihto oli asetuksella Nopea (6:30-8:20) ja loppuessa klo 9:18 asetuksella Käy (8:20-17).

Taulukossa 7 on esitetty kohteessa kerättyjen VOC-yhdisteiden sisäilma-analyysien tulokset.

Taulukossa 7 tulokset on esitetty yhdisteen omalla vasteella laskettuina. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden summakonsentraatiot (TVOC) on laskettu tolueenivasteella. Yksittäisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketut pitoisuudet on esitetty sulkujen sisällä.

Taulukon harmaa väri merkitsee kyseiselle yhdisteelle tieteellisissä julkaisuissa raportoitujen hajukynnysten ylitystä sisäilmassa. Hajukynnys merkitsee hajuaineen pientä pitoisuutta, jonka koehenkilöt pystyvät havaitsemaan. Kaikille tutkituista näytteistä analysoiduille haihtuville orgaanisille yhdisteille ei ole kirjallisuudessa määritetty hajukynnystä.

Taulukko 8. Tunnistettujen VOC-yhdisteiden sisäilma-analyysien tulokset.

Yhdisteet	VOC, H 222 µg/m ³	VOC, H 216 µg/m ³
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt		
C ₆ -C ₈ alifaattiset hiilivedyt		(3,3)
Aromaattiset hiilivedyt		
m-/p-ksyleenit	0,4	0,8 (1,0)
o-ksyleeni		0,4
etyylibentseeni		0,5
styreeni		0,8 (0,6)
Yksiarvoiset alkoholit		
2-etyyli-1-heksanoli	1,6 (1,9)	
Aldehydit		
karbonyyleja muita		(2)
Esterit ja laktonit		
butyyliasetaatti		0,1
TXIB		5,5 (5,0)
Orgaaniset hapot		
orgaanisia happoja muita		(2)
TVOC	3	15

Kohteesta otetut sisäilmanäytteet kuvaavat todellista tilannetta ihmisten hengittämästä sisäilman laadusta tutkituille VOC-yhdisteille mittausajankohtana. Analyseissä mitattiin muutamia hajukynnyksen ylittäviä yhdistepitoisuuksia, joten tutkituissa tiloissa on selvästi mitattavia hajuja.

Tuloksia verrataan Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa 545/2015 annettuihin toimenpideraja-arvoihin sekä Työterveyslaitoksen käyttämiin viitearvoihin ”Työterveyslaitos, Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasosta (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin, 27.2.2017 (päivitetty 19.3.2019)”. Työterveyslaitoksen viitearvoksi on valittu työterveyslaitoksen oman aineiston P90-pitoisuus tarkoittaen, että 90 %:ssa mittauskohteista yhdisteen pitoisuus oli ilmoitetun pitoisuuden alapuolella. Yhdisteiden pitoisuudet on määritetty käyttäen yhdisteen omaa vastetta.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 545/2015 mukaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketut toimenpideraja-arvot huoneilmassa ovat seuraavat:

- kokonaispitoisuus (TVOC) 400 µg/m³
- yksittäinen haihtuva orgaaninen yhdiste 50 µg/m³
- 2-etyyli-1-heksanoli 10 µg/m³
- TXIB 10 µg/m³
- naftaleeni 10 µg/m³
- styreeni 40 µg/m³.

Analyysilaboratorion (Metropolilab) suosituksen mukaan mittausepävarmuuden määrittämisessä aktiivinäytteille on keskimäärin ±30 % mittausepävarmuutta.

Tutkittujen tilojen sisäilmanäytteiden yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet sekä TVOC-arvot alittavat selvästi niille asetetut STMa 545/2015:n mukaiset raja-arvot sekä TTL:n käyttämät sisäilmapitoisuuden viitearvot. Tutkittujen tilojen sisäilmassa esiintyy hyvin pieninä pitoisuuksina tavanomaisia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, joiden pääasiallisia lähteitä ovat puu- ja puutuotteet, muovit ja muovituotteet, puhdistusaineet ja hajusteet. Analyysivastaus on liitteenä 6.

8.3 Sisäilman olosuhteet

Sisäilman olosuhteita (lämpötila ja suhteellinen kosteus, hiilidioksidipitoisuus ja paine-ero ulkovaipan yli) mitattiin jatkuvakestoisena mittauksena noin kahden viikon ajan (14.-28.12.2021) tutkimusalueen eri tiloissa. Ulkoilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin tutkimusalueen alapuolisella lastauspihalla ja tuulitiedot on saatu Ilmatieteen laitoksen Helsinki-Vantaan lentoaseman sääasemalta.

Mittausjaksolla tilat olivat normaalikäytössä lukuun ottamatta apulaisrehtorin ja rehtorin huonetta, joiden käyttäjät työskentelevät pääsääntöisesti 4. kerroksessa. Mittareiden sijainnit on esitetty liitteessä 2 ja mittauksien tulokset on esitetty liitteessä 4. Seuraavassa taulukossa on esitetty mittalaitteiden sijainnit tilakohtaisesti sekä käytetyt mittalaitteet.

Taulukko 9. Sisäilman olosuhteita mitattiin jatkuvakestoisena mittauksena noin kahden viikon ajan seuraavissa tiloissa. Taulukossa Pa = paine-ero, TP = lämpötila ja kosteus, CO₂ = hiilidioksidipitoisuus.

Tila	Olosuhdemittarit
Odotustila (käytävä) 209	TP66
Terveystoimisto 210	TP61, 24 CO ₂ , Pa47
Lepohuone 211	TP60, 28 CO ₂
Kuraattori 212	TP63, 25 CO ₂
Käytävä 213	TP68
Apulaisrehtori 221	Pa48
Kanslia 223	TP65, 26 CO ₂

8.3.1 Paine-eromittaukset

Mittaustulosten perusteella rakennuksen painesuhteet vaihtelivat ilmanvaihtokoneen aikaohjelman säätöjen vaihdellessa. Käytön aikana tilojen ilmanvaihtokoneen ollessa asetuksella KÄY klo 8:20-17:00 painesuhteet olivat pääasiassa välillä -5...+2 Pa, eli hyvin lähellä tasapainotilaa. Ilmanvaihtokoneen ollessa asetuksella SEIS klo 22:00-6:30 painesuhteet olivat pääasiassa välillä -5...-10 Pa. Mittausjaksolla tuulen voimakkuus vaihteli tynestä navakkaan, puuskissa kovaan tuuleen. Tuulisimmat päivät mittausjakson aikana olivat 14.12, 19.-20.12 ja 23.12. (puuskatuuli 10...15 m/s). Keskimäärin tuuli noin 4...6 m/s. Tuulen suunta vaihteli. Tuulenpaineen vaikutus on havaittavissa kuvaajissa etenkin puuskatuulen ollessa navakkaa. Ilmanvaihtokoneiden käyntiaikojen vaihtelut näkyvät paine-erojen kuvaajissa. Koneen aiheuttamat muutokset painesuhteissa näkyvät selvimmin ajanjaksoina, jolloin tuuli on ollut heikkoa yhtäjaksoisesti useamman tunnin ajan. Mittaustuloksista tehdyt kuvaajat on esitetty liitteessä 4.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STM 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista) mukaan huonetilojen ollessa yli 15 Pa alipaineisia tulee alipaineisuuden syy selvittää ja ilmastointia mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa. Mittausjakson ajoittaiset, lyhytkestoiset 15 Pa alipainetilanteet selittyvät tuulen suunnalla (koillinen) ja sen voimakkuudella (puuskatuuli > 10 m/s). Ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017) todetaan, että rakennuksen ulko- ja ulospuhallusvirrat on suunniteltava siten, ettei ra-

kenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusra-
situsta eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan. Kokemuksen
mukaan ylipaineisuus aiheuttaa myös tunkkaisuuden tunnetta tiloissa.

8.3.2 Hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus kuvaa rakennuksen käyttötilojen ilmanvaihdon riittä-
vyyttä käyttäjien määrään nähden. Korkea hiilidioksidipitoisuus voi aiheuttaa tiloissa
oleskeleville yleisesti väsymystä ja mm. päänsärkyä. Lisäksi korkea hiilidioksidipitoi-
suus kuvaa hyvin myös muiden ihmisperäisten päästöjen määrää ja tällöin sisäilma
koetaan raskaaksi ja tunkkaiseksi.

Asumisterveysperusteinen sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos
pitoisuus on 1150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus, käytännössä
noin 1550 ppm (STMa 545/2015). Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on noin 400 ppm.

Hiilidioksidipitoisuuksia mitattiin neljästä eri tilasta. Tilojen hiilidioksidipitoisuus oli käy-
tön aikana välillä 368...982 ppm. Kuvaajissa on selkeästi nähtävissä tavanomainen
hiilidioksidipitoisuuden nousu tilojen käyttöaikoina, ja yöllä sekä viikonloppuisin pitoi-
suudet laskivat ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden tasolle.

Mittaustulosten perusteella tilojen hiilidioksidipitoisuus pysyi alle STMa 545/2015 toi-
menpiderajan 1550 ppm (pääosin alle 800 ppm). Mittaustulokset on esitetty liitteessä
4.

8.3.3 Sisäilman lämpötila

Mittausjaksolla ulkoilman lämpötila vaihteli välillä +4,4...-15,7 °C. Ulkoilma lämpötila
laski pakkasen puolelle maanantaina 20.12 vastaisena yönä ja pysyi mittausjakson
loppuajan pakkasen puolella. Sisätilojen lämpötila vaihteli mittausjakson aikana välillä
+19,4 °C...+22,7 °C. Ulkoilman lämpötilan laskiessa alle -10 °C jäi käytävällä lämpö-
tila paikoin alle +20 °C. Huonetiloissa lämpötila oli pääasiassa välillä +21...+22 °C.
Mittaustulokset on esitetty liitteessä 4.

Sisäilman lämpötila on yksi keskeinen viihtyvyystekijä. Korkea lämpötila aiheuttaa
epämukavuutta ja lisää sairastavuutta. Lämpövihtyvyydessä on yksilöllisiä eroja,
mutta tyytyväisten osuuden on todettu olevan suurin, kun lämpötila on +21...+22 °C.
Sisäilmastoluokituksen 2018 mukaan sisäilman lämpötilan tavoitearvo lämmityskau-
della on +21 °C. Yleensä sisäilmaan liitettävät oireet lisääntyvät lämpötilan noustessa
yli +22 °C. Korkea lämpötila, ilmankosteus sekä auringonsäteily lisäävät materiaalien

pinnoilta haihtuvien yhdisteiden määrää ja siten osaltaan hajuhaittoja. Alhainen lämpötila taas voi olla epä mukavuustekijä käyttäjille aiheuttaen mm. vedon tunnetta.

Rakennuksessa on sekä toimistotiloja, opetustiloja että muita oleskelutiloja, joten tilojen lämpöolosuhteiden tulosten tulkinnassa käytetään toimistotilojen osalta Sisäilmastoluokitus 2018 viitearvoja ja muiden tilojen osalta Asumisterveysasetusta. Asumisterveysasetuksen mukaan toimenpiderajan ylittymisenä lämmityskaudella pidetään +20...+26 °C ulkopuolisia lämpötiloja. Mitattujen tilojen lämpötilat olivat mittausjaksolla oleskeluvyöhykkeellä rakennuksen käytön aikana pääasiassa +20...+22 °C. Käytävällä lämpötila laski alimmillaan +19,4 °C alittaen niukasti asumisterveysasetuksen toimenpiderajan +20 °C. Alle +20 °C lämpötilat ajoittuvat kuitenkin pääasiassa tilojen käytön ulkopuolelle.

Toimistorakennuksien lämpöoloille on asetettu Sisäilmastoluokituksessa 2018 tavoite ja suunnittelu arvoja, joiden tavoitteena on mahdollistaa parempi ja viihtyisämpi rakennus. Huonetilojen osalta sisäilmaluokan S1 (yksilöllinen sisäilmasto) lämpötilojen tavoitearvot täyttyvät.

8.3.4 Sisäilman kosteuspitoisuus

Kohteessa sisäilman suhteellinen kosteuspitoisuus vaihteli mittausjakson aikana välillä 5,8...35,3 %RH. Sisäilman ja ulkoilman absoluuttinen kosteuspitoisuus vaihteli välillä 1,1...6,4 g/m³. Kosteuslisä sisäilmassa oli mittausjakson aikana rakennustyyppille tavanomaisen pieni, noin 0...1 g/m³. Kosteuspitoisuus oli matalahko, mutta vuodenajalle tavanomainen.

Sisäilman suhteellisen kosteuspitoisuuden suosituksena pidetään noin 20...60 %RH. Tämän saavuttaminen ei ole aina mahdollista, sillä sisäilman suhteellinen kosteus määräytyy suurelta osin ulkoilman kosteuden mukaan, kun rakennuksessa ei ole kostutusta. Talvella sisäilman suhteellinen kosteus on Suomessa alhainen, mikä kuivattaa limakalvoja ja voi aiheuttaa ärsytysoireita.

8.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Mitattujen tilojen lämpötilat olivat hyvällä tasolla. Suhteellinen kosteus oli ajoittain alhainen, mikä on lämmityskaudella Suomessa tavanomaista. Sisäilman kosteuslisä oli hyvin pieni, joten esimerkiksi ajoittaisesta ylipaineisuudesta ei ole haittaa rakenteille. Rakennuksen painesuhteet vaihtelevat ilmanvaihdon säätöjen mukaan ja ne olivat käytön aikana hyvin lähellä tasapainoa, mutta käytön ulkopuolella rakennus on

alipaineinen todennäköisesti erillispoistojen vuoksi. Käyttöajan ulkopuolisia painesuhteita on suositeltavaa säätää ilmamääriä säätämällä lähemmäs tavoitetasoa 0...-2 Pa, mikäli mahdollista.

Tuloilman määrä poikkesi suunnitelluista ilmamääristä apulaisrehtorin ja rehtorin huoneessa yli 20 %. Näissä tiloissa suosittelemme hienosäätämään ilmamääriä kuitenkin huomioiden, että nykyinen painesuhteiden tasapainotila ei häiriinny. Hiilidioksidipitoisuus oli matala, mikä viittaa ilmamäärien olevan tilojen käytön kannalta riittävät, vaikka niissä mitattiinkin poikkeamia. Ilmanvaihtojärjestelmän toimivuuteen ja mahdollisiin toimenpidetarpeisiin on otettu kantaa lähtötietoaineiston Swecon raporteissa.

Terveystieteiden, kuraattorin, apulaisrehtorin ja rehtorin huoneista otettiin tasopinnoilta pyyhintäpölynäytteet, jotka koostui pääasiassa tavanomaisesta huonepölystä sekä kiviainestyyppisestä rakennuspölystä. Muutamassa näytteessä oli myös kuituja sekä mikrobi-itiöitä.

Kuraattorin ja apulaisrehtorin huoneista kerätyistä kahden viikon kuitulaskeumanäytteissä ei todettu raja-arvojen ylityksiä. Pyyhintänäytteiden tulokset viittaavat siihen, että edellisen remontin rakennuspölyä on jäänyt tilapinnoille. Rakennuspöly ja teolliset kuidut aiheuttavat ärsytysoireita, mikä saattaa selittää tiloissa koettua oireilua. Tuloilmakanavistossa todettiin siitepölyä ja paikoin pieni määrä todennäköisimmin ulkoilmasta tulleita homeitiöitä. Suosittelemme tiloja palvelevan ilmanvaihtokoneen tuloilmasuodattimen tarkastusta ohivuotojen varalta sekä tarvittaessa suodattimen vaihtoa. Samalla tulee selvittää järjestelmän nuohoustarve.

Tehtyjen havaintojen, pölynäytteiden tulosten ja paikoin huonoksi koetun sisäilman laadun perusteella suosittelemme tutkimusalueen tiloihin kattavaa suursiivousta ja kaikkien pintojen nihkeäpyyhintä pölyttömäksi siivouksen periaatteita noudattaen. Suursiivouksen yhteydessä myös odotustilan ja käytävän ritiläalakaton yläpuolinen alakattotila tulee siivota. Siivouksen yhteydessä poistetaan mm. kaikki yläpöly, kuten valaisinten ja ilmanvaihtokanavien yms. päälle kerääntynyt pöly. Tekstiilit ja kalusteet pestään ja/tai puhdistetaan. Pölyttömäksi siivouksessa pölyn imuroinnissa tulee käyttää HEPA-suodattimella varustettua imuria. Siivoustyön laatua on suositeltavaa valvoa katselmuksella, jossa on mukana tilojen käyttäjien edustaja. Myös suursiivouksen jälkeen on huolehdittava säännöllisestä pölyjen poistamisesta.

Sisäilmaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteet kerättiin siitä oton huoneesta, jossa on alkuperäinen linoleumimatto ja rehtorin huoneesta, johon on saatujen tietojen mukaan kohdistunut eniten korjauksia. Kummankin tilan mittaustulokset

olivat hyvin samankaltaiset, ja tiloista mitattiin toimistoympäristölle tavanomaisia yhdisteitä. Tutkittujen tilojen sisäilmanäytteiden yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet sekä TVOC-arvot alittavat selvästi niille asetetut STMa 545/2015:n mukaiset raja-arvot sekä TTL:n käyttämät sisäilmapitoisuuden viitearvot, eikä toimenpidetarvetta ole. Matlat sisäilman VOC-pitoisuudet osoittavat, että ilmanvaihto huuhtelee tilaa riittävästi.

9 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

Tässä luvussa on esitetty yhteenveto suositelluista toimenpiteistä. Tarkemmat suositukset löytyvät edellä kunkin osakohtaisen luvun lopusta. Tarvittavista toimenpiteistä päätetään raportin valmistumisen jälkeen. Esitetyt toimenpidesuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma.

Tutkimusten perusteella todettiin ilmanvaihdolla ja tiloissa esiintyvän pölyn koostumuksella olevan selvä vaikutus sisäilman laatuun, edellisten lisäksi havaittiin muutamia asioita, joilla saattaa olla vaikutusta sisäilman laatuun.

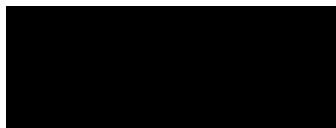
Alla on esitetty tärkeimmät toimenpide-ehdotukset kiireellisyysjärjestyksessä.

- Ilmanvaihtokoneen suodatinten tarkastus ja kanaviston puhdistus, sekä tilakohtaisten ilmamäärien tarkastus ja säätäminen siten, että tilojen ilmanvaihto on jatkuvasti tasapainossa ja pääsääntöisesti lähellä tavoitetasoa 0...-2 Pa.
- Tutkimusalueen tilojen kattava suursiivous ja kaikkien pintojen nihkeäpyyhintä pölyttömäksi siivouksen periaatteita noudattaen. Suursiivouksen yhteydessä myös odotustilan ja käytävän ritiläalakaton yläpuolinen alakattotila tulee siivota. Siivouksen yhteydessä poistetaan mm. kaikki yläpöly, kuten valaisinten ja ilmanvaihtokanavien yms. päälle kerääntynyt pöly. Tekstiilit ja kalusteet pestään ja/tai puhdistetaan. Pölyttömäksi siivouksessa pölyn imuroinnissa tulee käyttää HEPA-suodattimella varustettua imuria. Siivoustyön laatua on suositeltavaa valvoa katselmuksella, jossa on mukana tilojen käyttäjien edustaja. Myös suursiivouksen jälkeen on huolehdittava säännöllisestä pölyjen poistamisesta.
- Apulaisrehtorin huoneessa suodatinkankaan lisääminen alakattotilan huolto-
luukun viereen sekä varmistaa kiinteän alakaton yläpinnan suodatinkankaan olemassaolo kauttaaltaan.

- Lepohuoneen lattian lämpöputkien läpivientien ilmatiiviyttä tulee parantaa siten, että tiivistys toteutetaan suoraan lämpöputken ja välipohjalaatan liittymään.
- Lepohuoneen nurkassa olevan pilarin ja muiden rakenteiden liittymien ilmatiiviyden parantaminen.
- Arkiston tiilirakenteisen talotekniikkahormin ulkopinnan ilmatiiviyden parantaminen läpivientien ja tiilisaumojen kohdilta.
- Väliseinien yläosien (myös alakattotilojen osalta) läpivientien ja muiden rakojen tiivistäminen, jotta ääni, hajut ja muut epäpuhtaudet eivät kulkeudu tilasta toiseen.
- Miesten wc-tilan ja käytävän välisen kynnyksen voisi varmuuden vuoksi uusua, sillä sitä ei henkilökunnalta saadun tiedon mukaan ole poistettu viemärivuotovesiä siivotessa. Samassa yhteydessä kynnyksen alapuoliset pinnat tulee desinfioida ennen uuden kynnyksen asentamista.
- Jatkossa tiloissa tehtävien korjaustöiden yhteydessä on kiinnitettävä erityistä huomiota puhtauden hallintaan, jottei korjaustöistä jää tiloihin epäpuhtauksia esim. rakennusmateriaalipölyä.
- Alakattotiloihin liittyvien töiden yhteydessä tulee alakattotilat puhdistaa tarkastusluukkujen kautta niin hyvin kuin se mahdollista toteuttaa. Alakattojärjestelmissä voidaan alakattotila puhdistaa helpommin alakattojärjestelmän levyjen poistamisella. Siivouksen yhteydessä tulee vapaana olevat villapinnat käsitellä niin, ettei niistä vapaudu kuituja.

Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Espoo, 7.2.2022



Katariina Laine, DI

Rakennusterveysasiantuntija



Riikka Sutela, RI

Asiantuntija

Liitteet

Liite 1. Tutkimusvälineet- ja –menetelmät (3 sivua)

Liite 2. Paikannuspiirustus (1 sivu)

Liite 3. Kooste rakenneavauksista (6 sivua)

Liite 4. Olosuhdeseurantamittausten kuvaajat (9 sivua)

Liite 5. Pölyn koostumuksen analyysivastaus, 17.12.2021, MetropoliLab Oy (3 sivua)

Liite 6. VOC-analyysivastaus sisäilmasta 21.12.2021, MetropoliLab Oy (5 sivua)

Liite 7. Kuitunäytteiden analyysivastaus, 30.12.2021, MetropoliLab Oy (1 sivu)

Liite 8. Materiaalinäytteiden analyysivastaus, 12.1.2022, MetropoliLab Oy (3 sivua)

Jakelu Piia Markkanen, Vantaan kaupunki

Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaan, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

Tutkimusmenetelmät ja -välineet

Pintakosteuskartoitus

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pinta-kosteusilmaisinta Gann Hydrotest LB70 teleskooppipinta-anturi ja LG1 -luku-laiteyhdistelmää, asteikko 0-168. Pintakosteudenilmaisim kohdistettiin mitattavaan rakenteen pintaan ja laitteistolla havaitut arvot luettiin mittapähän kytkeytyvän lukulaitteen näytöstä. Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, missä samasta rakenteesta eri kohdista havaittuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakerrostumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut.

Viilto mittaukset

Lattioiden muovipäälysteiden alapuolinen suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HM42- mittapäällä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää lattiapinnoitteen alle pinnoitteeseen tehdyn viillon kautta. Viilto tiivistettiin ja mittapään annettiin tasaantua noin 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41- lukulaitteella. Mittausten välissä mittapäiden annettiin tasaantua mitattavan tilan olosuhteisiin ennen uuden mittapisteen viiltoa. Tällä vältettiin mitausepä-tarkkuus, joka olisi voinut syntyä, jos mittapää olisi siirretty edellisestä mittapistestä, josta olisi mitattu korkea kosteuspitoisuus, suoraan uuteen mittapisteeseen.

Rakenteen lyhytkestoisen suhteellisen kosteuden mittaukset

Rakenteiden eristetilojen suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HMP42 tai HM42 -mittapäällä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää rakenneavauksen kautta n. 200 mm syvyydelle eristetilaan mahdollisimman kohtisuoraan rakenteen poikkileikkaukseen nähden. Mittapää tiivistettiin mahdollisuuksien mukaan rakenteeseen, ja sen annettiin tasaantua noin 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41-lukulaitteella. Tulokset ovat suuntaa-antavia, erityisesti isompien rakenneavausten kautta tehtyinä, sillä rakenteen olosuhteet pääsevät rakenteen avaamisen jälkeen jossain määrin tasa-painottumaan huoneilman olosuhteiden kanssa.

Mittalaitevalmistajan ilmoittama HMP44- ja HMP42 mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0...90 %RH) ja ± 3 %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus HMP44:llä on $\pm 0,5$ °C ja HMP42:lla on $\pm 0,2$ °C. Mittalaitevalmistajan ilmoittama HMP40S- ja HM42 mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on $\pm 1,5$ %RH (0...90 %RH) ja $\pm 2,5$ %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on $\pm 0,2$ °C. Mittalaitevalmistajan suosituskalibrointiväliä tiheimmällä ja säännöllisellä kalibroinnilla sekä aina kalibroimalla mittapää > 95 %RH kosteudessa pääsemme mittapään kokonaismittaustarkkuuteen $\pm 1,5$ %RH. Kosteusmittauksissa käytetyt anturit kalibroidaan Vahanen Rakennusfysiikka Oy:ssä noin neljän kuukauden välein.

Ilman liikkeet, ilmavuodot

Rakenneliittymien ilmatiiviyttä ja rakenteiden ilmavirtausten suuntia tarkasteltiin Regin-merkkisavun avulla. Merkkisavu on valkoista paksua savua, jonka avulla havainnoidaan ilman virtauksia.

Merkkiainetutkimus

Ulkoseinärakenteiden ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainetutkimuksin, jotka suoritettiin ohjekortin *RT 14-11197 Rakenteiden tarkastelu merkkiainekokein* mukaisesti. Kokeessa ulkoseinärakenteen eristetilaan laskettiin merkkiainekaasua (5 % H₂ + 95 % N₂) noin 2 minuutin ajan virtausnopeudella 5 l/min. Huonetilassa merkkiaineen määrää mitattiin merkkiaineanalysaattorilla (Sensistor 9012 WRS) ja siihen liitettävällä anturilla. Analysaattorilla tutkittiin, virtaako kaasua rakenteiden liittymien kautta huonetiloihin, kun huoneta on alipaineinen tutkittavaan rakenteeseen nähden. Mittaukset tehtiin huoneen normaalissa käyttöolosuhteessa sekä noin -10 Pa alipaineistuksessa. Alipaineistajana käytettiin Blowerdoor- alipaineistajaa.

Jätehuoneen ilmayhteyttä tutkimusalueen tiloihin tutkittiin laskemalla jätehuoneeseen reilusti merkkiainekaasua ja sen esiintymistä tutkimusalueella selvitetiin merkkiaineanalysaattorilla.

Ilmamäärämittaukset

Ilmamäärät mitattiin päätelaitteista Pressovac PHM-V1 venttiilinsäätömittarilla. Paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään yleensä n. 20 % tarkkuuteen

Painesuhteiden pitkäaikaisseuranta

Painesuhteiden seurantamittaus toteutettiin jatkuvatoimisilla paine-eromittauksilla Dwyer Magnesense ja Tinytag Plus -mittalaite-tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla. Mittareiden sijainnit on esitetty liitteessä 2 ja mittaustulokset liitteessä 4.

Sisäilmaolosuhteiden seurantamittaukset (lämpötila ja kosteus)

Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaus tehtiin jatkuvatoimisilla Testo 174- mittalaite-tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla. Mittalaitteiden tarkkuus on ± 0.5 °C ja ± 3 %RH (2...98 %RH välillä). Mittareiden sijainnit on esitetty liitteessä 2 ja mittaustulokset liitteessä 4.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden pitkäaikaisseuranta

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin jatkuvatoimisilla Tinytag Plus -mittalaite-tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla. Mittalaitteiden tarkkuus on ± 50 ppm. Mittareiden sijainnit on esitetty liitteessä 2 ja mittaustulokset liitteessä 4.

Aistinvarainen arviointi

Tilojen pinnat tarkastettiin aistinvaraisesti rakennetta rikkomatta niiltä osin, kuin ne olivat huonekalujen ja irtaimen puolesta tarkastettavissa. Samalla arvioitiin tilojen hajuja ja aistinvaraista sisäilmanlaatua.

Rakenneavaukset

Rakenteiden kuntoa ja rakennetyyppejä tarkastettiin rakenneavauksista. Rakenneavauksista selvitetiin rakenteen toteutus, tehtiin aistinvaraisia havain-

toja ja kosteusmittauksia rakenteen kuntoon liittyen, sekä otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten. Rakenneavausten sijainnit on esitetty liitteessä 2 ja tarkemmat havainnot ja valokuvat rakenneavauksista liitteessä 3.

Mikrobianalyysit

Materiaalinäytteiden elinkykyisten mikrobien pitoisuudet määritettiin Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksen 545/2015 mukaisin menetelmin laimennossarjajäljelyllä. Materiaalinäytteet analysoitiin MetropoliLab Oy:ssä.

Kuitulaskeumanäytteet

Sisäympäristön mineraalivillakuitujen määrän arviointi tehtiin Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti ns. geeliteippimenetelmällä. Huonepölyn annettiin laskeutua puhtaalle petrimaljalalle häiriöttä kahden viikon ajan, jonka jälkeen pinnalle laskeutunut hiukkasaines kerättiin painamalla pintaan tiukasti kiinni geeliteippi (BM Dustlifters). Näytteet analysoitiin MetropoliLab Oy:n laboratoriossa. Näytteestä lasketaan valomikroskooppia käyttäen yli 20 mikrometrin pituiset teolliset mineraalikuidut. Tulos ilmoitetaan yksikössä kpl kuitua/cm². Jos pitoisuus ylittää yli sata kuitua neliösentillä, tulos ilmoitetaan: yli 100 kuitua/cm². Alin ilmoitettava pitoisuus on 0,1 kuitua/cm².

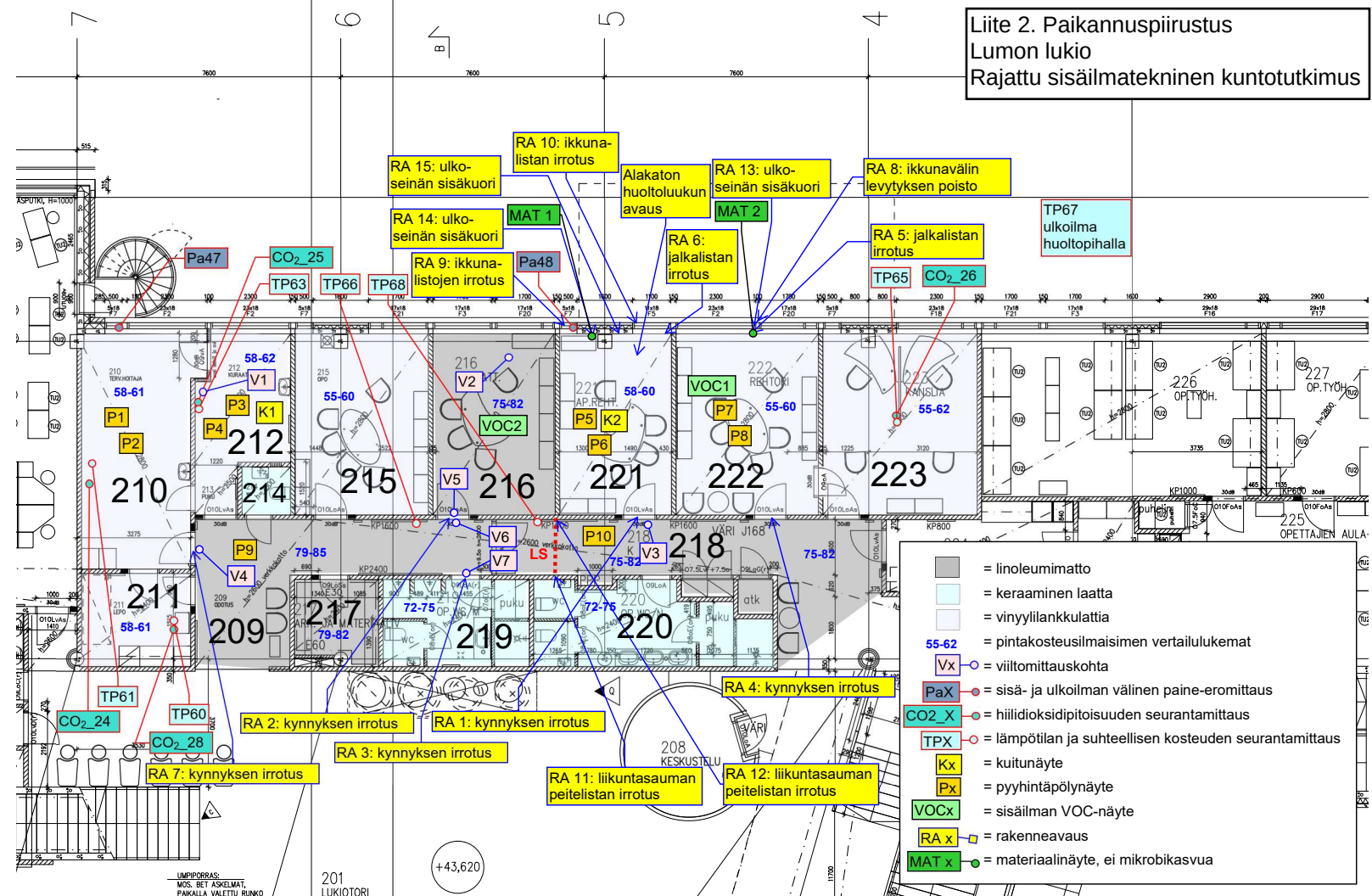
Pyyhintäpölyanalyysit

Pölyn koostumuksen arvioimiseksi otettiin käyttötilojen pintapölynäytteitä 6 kpl ja tuloilmakanavan pintapölynäytteitä 4 kpl. Pölyn koostumus analysoitiin MetropoliLab Oy:ssä elektronimikroskopiolla.

Sisäilman VOC-analyysi

Sisäilmasta kerättiin aktiivisella keräyksellä n. 10 l näyte VOC-analyysiin. Keräimenä käytettiin Tenax TA-adsorptioputkia. Näytteet analysoitiin MetropoliLab Oy:n laboratoriossa kaasukromatografisesti akkreditoidulla menetelmällä. Yksittäisten yhdisteiden hajukynnyksen ylitykset raportoitiin kirjallisuudesta kehitetyn hajukynnystietokannan perusteella.

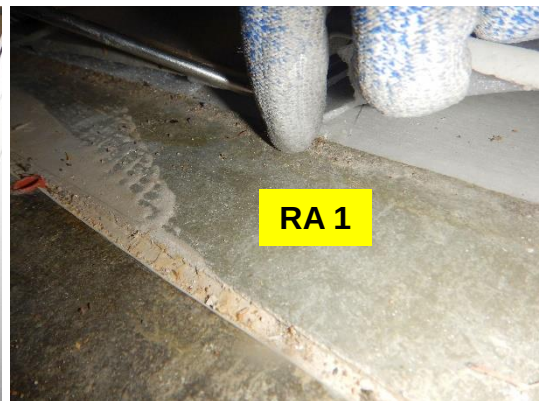
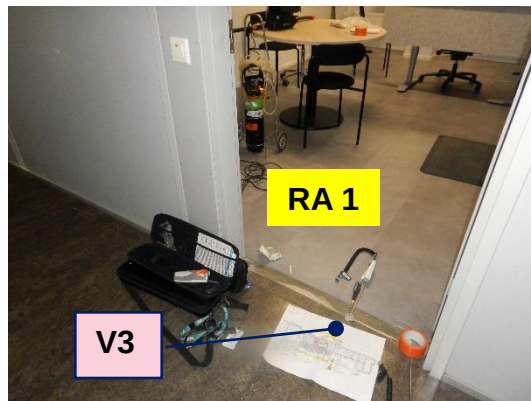
Liite 2. Paikannuspiirustus



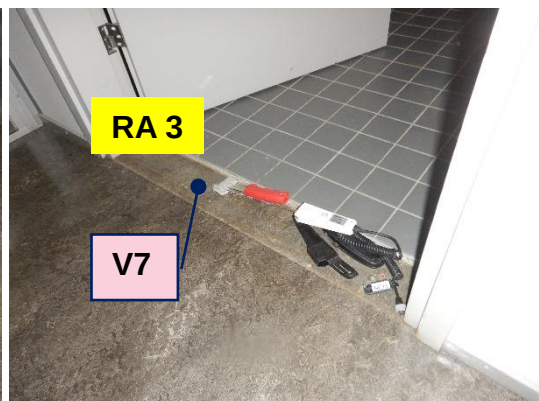
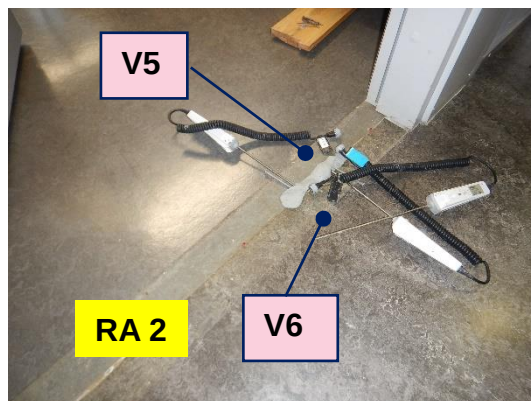
Rakenneavaukset (RA) kootusti

Rakenneavausten sijainnit on merkitty paikannuspiirustukseen, liite 2.

Alapohjarakenteen ovikynnyksien irrotukset RA 1- RA 3



Apulaisrehtorin huoneen (221) ovikynnyksen (RA 1) irrotuksen jälkeen havaittiin apulaisrehtorin huoneen kelluvan vinyylilaatan alapuolella olevan alusmateriaali ohuen (2-3 mm) tasoitekerroksen päällä. Kynnyksen alapuolelta saatiin tehtyä käytävän 213 linoleumimaton alapuoliseen liimakerrokseen viiltomittaus V3. Kynnyksen alapuolella havaittiin hiekkaa ja pölyä.



Opon huoneen (216) ovikynnyksen (RA 2) irrotuksen jälkeen todettiin sekä käytävän että huoneen puoleisen linoleumimaton olevan tiukasti kiinni alustassaan. Miesten wc-tilan (219) ovikynnyksen (RA 3) irrotuksen jälkeen todettiin kynnyksen alapuolella olevan linoleumimatto. Irrotettujen kynnyksien alapuolelta saatiin tehtyä linoleumimaton alapuoliseen liimakerrokseen viiltomittaukset V5-V7.

Alapohjarakenteen ovikynnyksien irrotukset RA 2- RA 4

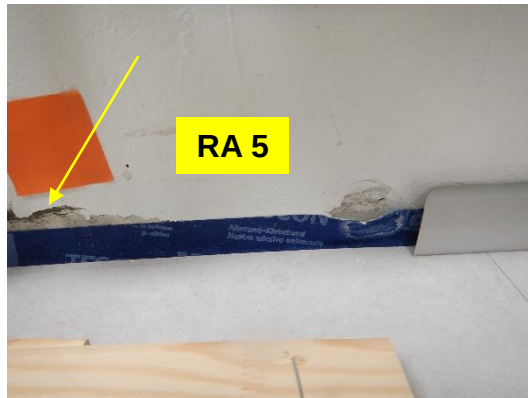


Miesten wc-tilan (219) kynnyksen (RA 3) alapuolella havaittiin jonkin verran todennäköisesti kosteuden aiheuttamaa tummentumaa. Opon huoneen (216) kynnyksen (RA 2) kohdalla vastaavaa tummentumaa ei todettu.



Rehtorin huoneen (222) kynnyksen (RA 4) alapuolella havaittiin lattian ilmatiivyyden parantamiseen olevan käytetty kangaspintaista yleisteippiä kynnyksen kohdalla. Teipillä on todennäköisesti tiivistetty höyrynsulkukankaan liittymät muihin rakenteisiin. Vinyylilaattaa ei irrotettu, jottei tehtyä tiivistyskorjausta vahingoiteta.

Alapohjarakenteen jalkalistojen poistot RA 5 ja RA 6



Rehtorin huoneen (222) jalkalistan (RA 5) irrotuksen jälkeen havaittiin lattian ja ulkoseinän liittymän ilmatiiviyden parantamiseen olevan kangaspintaista yleisteippiä. Oranssin teipin kohdalta haavittiin merkkiaianekokeessa ilmapuotoa, teipin alapuolella on seinässä pieni halkeama. Apulaisrehtorin huoneen (221) jalkalistan (RA 6) irrotuksen jälkeen todettiin, ettei seinä-lattia liittymää ole erikseen tiivistetty.

Välipohjarakenteen ovikynnyksen irrotus RA 7



Terveystieteiden huoneen (210) kynnyksen (RA 7) alapuolella havaittiin lattian ilmatiiviyden parantamiseen olevan käytetty kangaspintaista yleisteippiä kynnyksen kohdalla. Teipillä on havaintojen mukaan tiivistetty vinyylilaatan alapuolelle asennetun höyrynsulkukankaan liittymät muihin rakenteisiin.

Ulkoseinärakenteen ikkunalistojen ja -levyjen irrotukset RA 8 ja RA 9



Rehtorin huoneen (222) ikkunavälin peitelistan (RA 8) irrotuksen jälkeen havaittiin ikkunvälissä olevan höyrynsulkumuovi tai vahvikekangas, joka on tiivistetty ikkunakarmeihin havaintojen perusteella ruiskutettavalla / telattavalla tiivistysmassalla / -pinnoitteella. Massassa oli paikoin rakoja, mutta raon takana oli kuitenkin ehjä kalvo. Muita ikkunalistoja ei avattu niiden hyvän toteutustavan vuoksi, jottei vahingossa rikota tehtyjä tiivistyksiä.



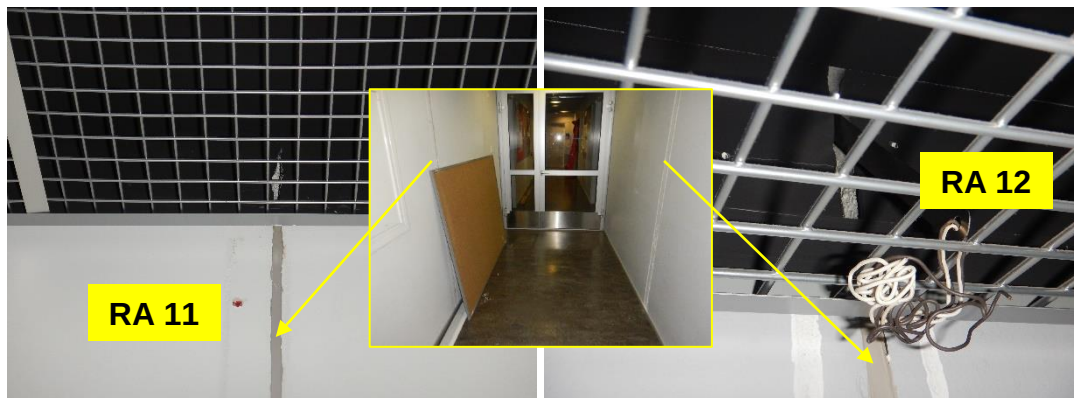
Apulaisrehtorin huoneen (221) tuuletusikkunan peitelistojen (RA 9) irrotuksen jälkeen havaittiin ikkunaliittymien olevan tiivistetyn joustavalla massalla ympäriinsä. Tuuletusikkunan yläosan liittymässä havaittiin rakoilua ikkunasmyygin ja ikkunan ylityspalkin liittymässä.

Ulkoseinärakenteen ikkunalistojen irrotukset RA 10



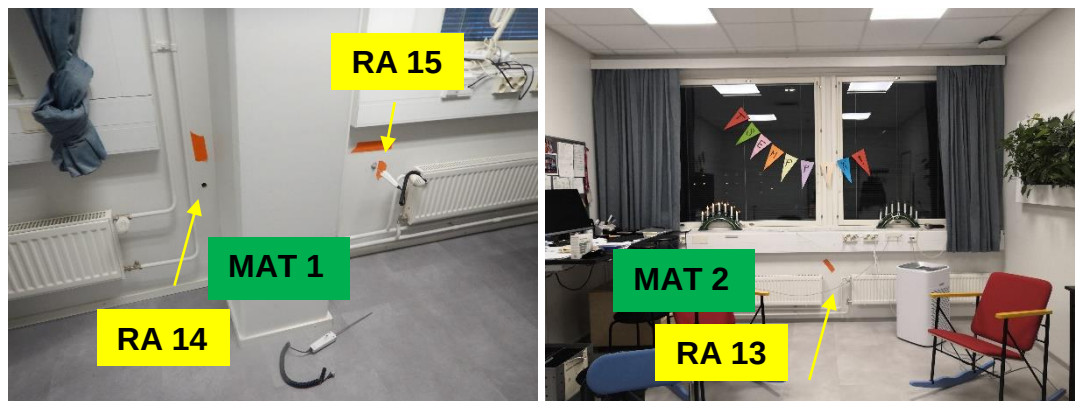
Apulaisrehtorin huoneen (221) ikkunan vasemman sivun peitelistan (RA 10) irrotuksen jälkeen havaittiin leveähköön raon tiivistetyn joustavalla massalla. Mas-saukseen tehtiin reikä sen takana olevan materiaalin selvittämistä varten. Havain-non perusteella karmiväliin on asennettu solumuovieristettä massan alle.

Väliseinärakenteen liikuntasauman peitelistojen irrotukset RA 11 ja RA 12



Väliseinärakenteen kuntoa liikuntasaumojen kohdalla tarkasteltiin käytävälle (218) tehdyistä liikuntasaumojen peitelistojen avauksista RA 11 ja RA 12. Liikuntasaumat on tiivistetty alakaton alapuolisella seinäosuudella joustavalla massalla. Alakaton yläpuolella liikuntasaumoissa on selkeä rako. Ulkoseinälinjaan päättyvä liikunta-sauma sijaitsee opon huoneen (216) ja apulaisrehtorin huoneen (221) väliseinän si-sällä. Liikuntasaumasta todettiin merkkisavulla ilmavuotoa. Naisten wc-tilaan (220) jatkuvan liikuntasauma on seinälaatotiuksen alapuolella ja kiinteää alakattotlevytystä ei avattu liikuntasauman toteutuksen tarkastusta varten.

Ulkoseinärakenteen sisäkuoren poraukset RA 13 ja RA 14



Apulaisrehtorin huoneen (221, RA14 ja RA15) ja rehtorin huoneen (222, RA 13) ulkoseinän betoniseen sisäkuoreen porattiin reikä, jonka kautta ulkoseinän lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta otettiin materiaalinäytteitä (MAT 1 ja MAT 2) mikrobianalyysiä varten ja mitattiin eristetilän hetkellinen kosteuspitoisuus (RA15). Porareijistä tarkastettiin myös rakennepaksuudet.

Rakenne:

- ohut maali ja tasoitekerros
- betoni ~ 150 mm
- mineraalivilla ja työvara ~ 170 mm

tiili (ei avattu syvemmälle)

Havainnot sisäpinnoilta:

Rakenteen sisäpinnassa ei todettu rakenneavausten yhteydessä mitään poikkeavaa.

Havainnot rakenteesta:

Rakenneavauksista otetuista materiaalinäytteistä ei todettu aistinvaraisesti arvioituna poikkeavaa hajua eikä värimuutoksia. Mineraalivilla oli aistinvaraisesti arvioiden pölysevän kuivaa. Avauksista todettiin merkkisavulla tarkasteltuna ilmapirta huonetiilaan päin. Eristetilasta tehdyn hetkellisten kosteusmittausten perusteella rakenne oli tarkastellulta kohdista kuiva. Suhteellinen kosteus rakenteessa oli mitatussa kohdista 22 %RH, sisäilman ollessa 20 %RH.

Näytteet:

Rakenneavauksista kerättiin yhteensä 2 kpl materiaalinäytteitä mineraalivillaeristeistä. **Analysivastausten perusteella näytteissä ei todettu mikrobikasvua.**

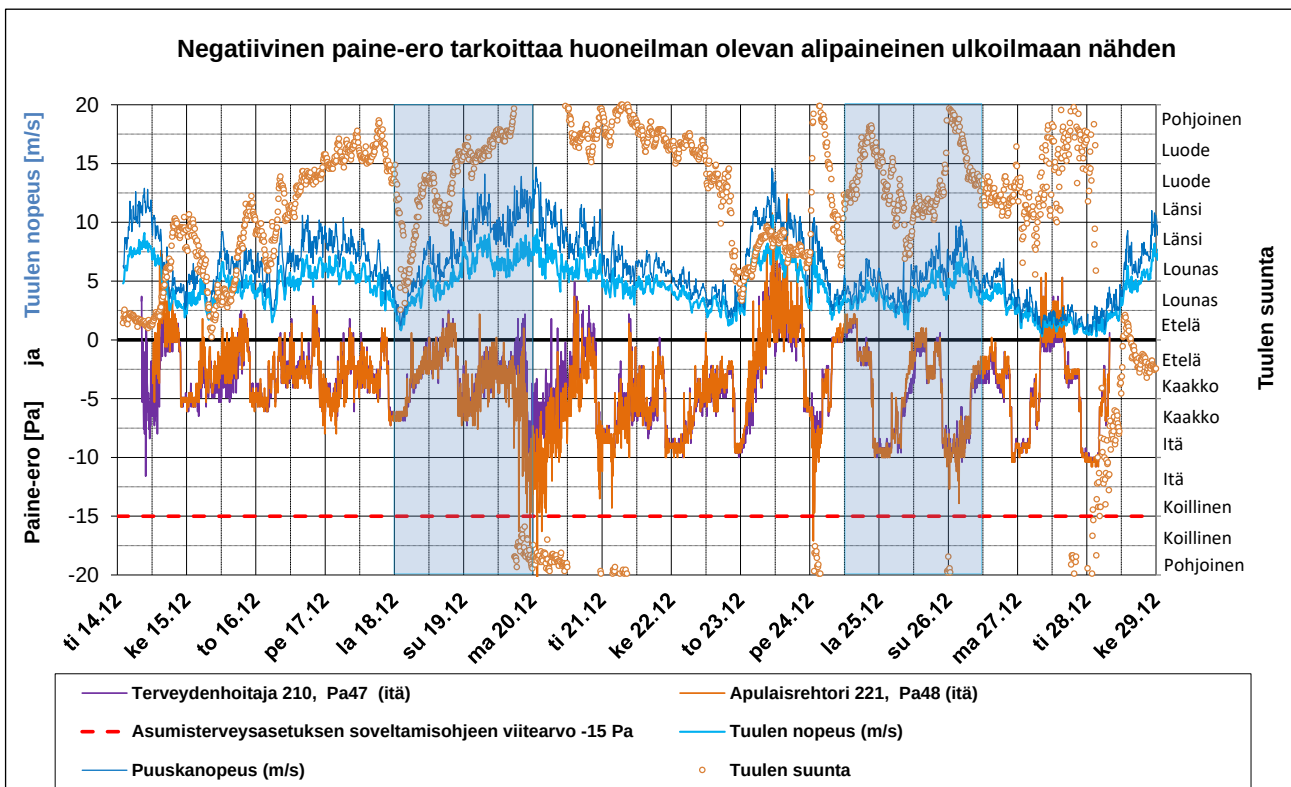
Jatkuvatoiminen olosuhdeseuranta 14.-28.12.2021

Rakennuksessa seurattiin jatkuvatoimisena mittauksena paine-ero ulkovaipan yli, sisäilman ja ulkoilman lämpötilaa ja kosteutta sekä sisätilojen hiilidioksidipitoisuutta.

1 Paine-eromittaukset ulkovaipan yli

Ilmanvaihdon käyntiaikojen muutokset ovat nähtävissä kuvaajissa etenkin silloin kuin on tuuletonta tai tuulen voimakkuus on heikkoa (1-3 m/s) tai kohtalaista (4- 7 m/s). Alla on esitetty kohdassa 1.1 koonti molempien mittapisteen paine-erokuvaajista kuvaajassa 1 ja sen alapuolella luvussa 1.2 yksittäisten tilojen mittaus tulokset. Kuvaajiin on merkitty punaisella katkoviivalla asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen viitearvo -15 Pa. Tuuliolosuhteet on saatu Helsinki-Vantaan lentoaseman sääasemalta. Viikonloppu on merkitty kuvaajissa sinertävällä pohjalla.

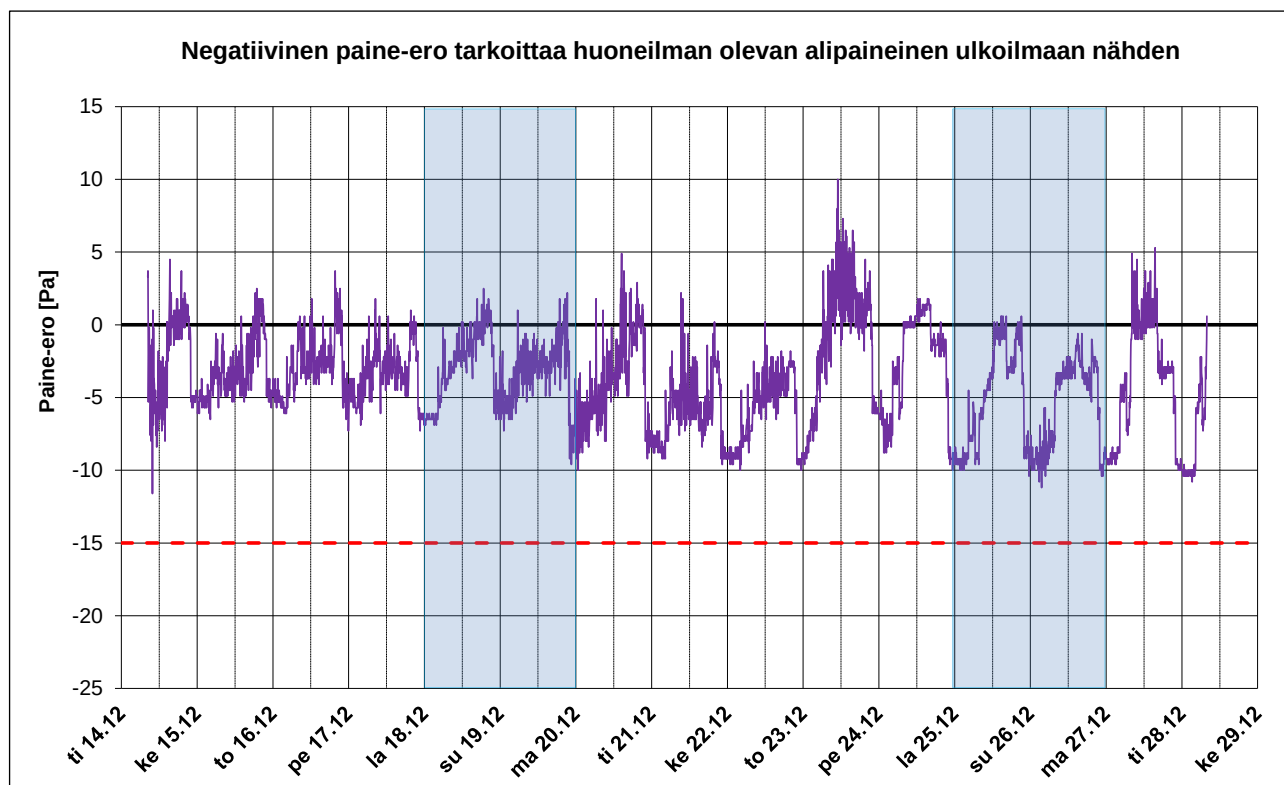
1.1 Rakennuksen painesuhteet samassa kuvaajassa



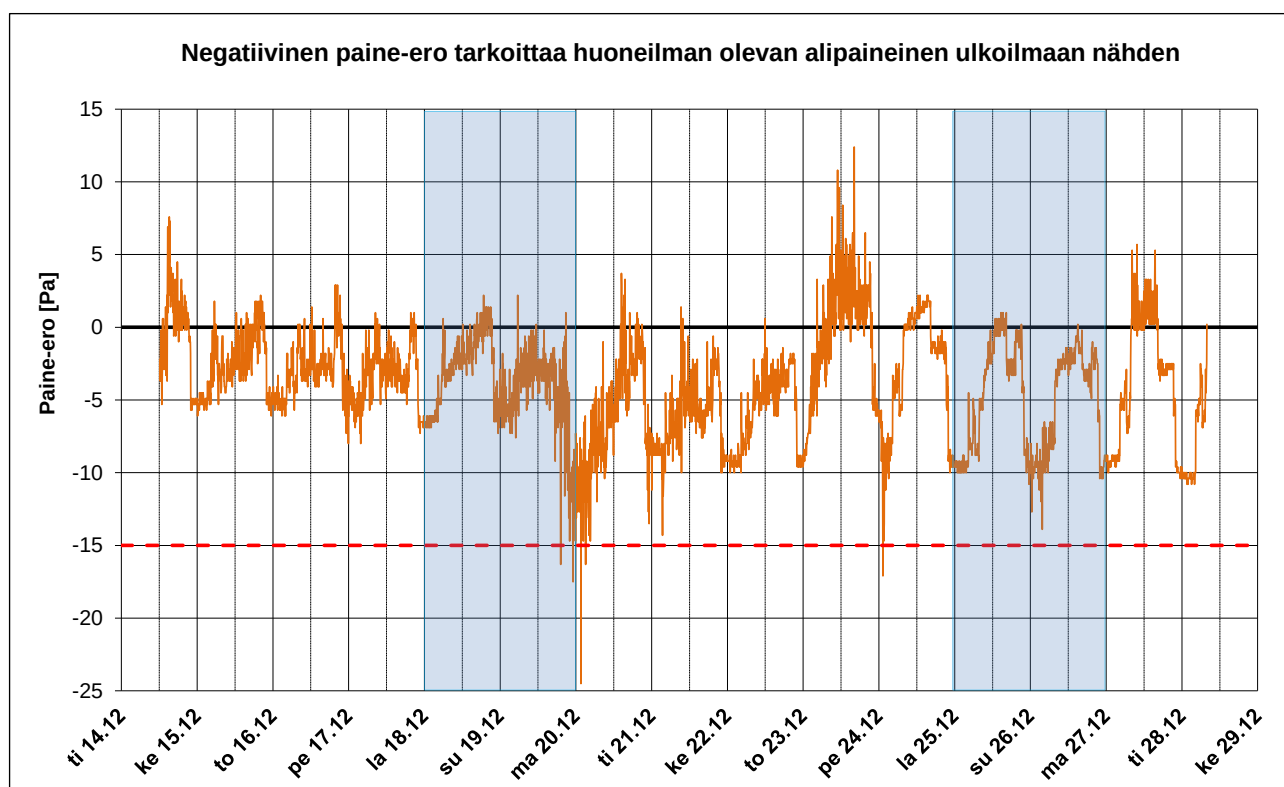
Kuvaaja 1. Lumon lukion toisen kerroksen hallintokäytävän painesuhteet samassa kuvaajassa mitausjaksolla 14.-28.12.2021. Nollataso on merkitty mustalla viivalla ja asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen viitearvo -15 Pa punaisella katkoviivalla. Viikonloppu on merkitty sinertävällä pohjalla. Tuulen voimakkuus on sinisillä viivoilla ja tuulen suuntaa oransseilla palloilla. Mittausjakson aikana painesuhteet vaihtelivat pääasiassa välillä -10...+2 Pa. Kuvaaja suositellaan tulostettavaksi värillisenä.

1.2 Yksittäisten tilojen painesuhteet aikavälillä 14.-28.12.2021

Kuvaajiin on merkitty nollataso mustalla viivalla ja punaisella katkoviivalla asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen viitearvo -15 Pa. Viikonloppu on merkitty sinertävällä pohjalla.



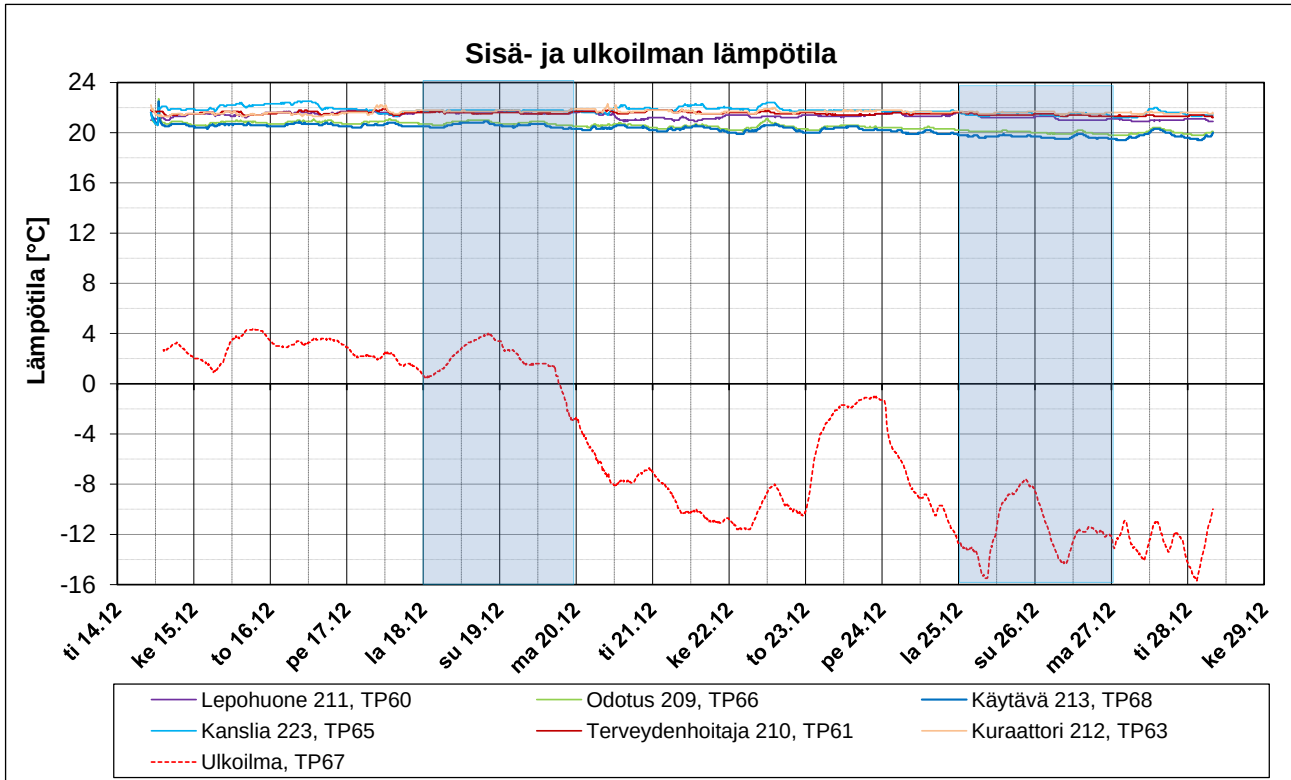
Kuvaaja 2. Rakennuksen painesuhteet terveydenhoitajan tilassa (tilanumero 210) itään päin mitausjaksolla 14.-28.12.2021. Mittausjakson aikana painesuhteet vaihtelivat välillä -11,6...+10,0 Pa.



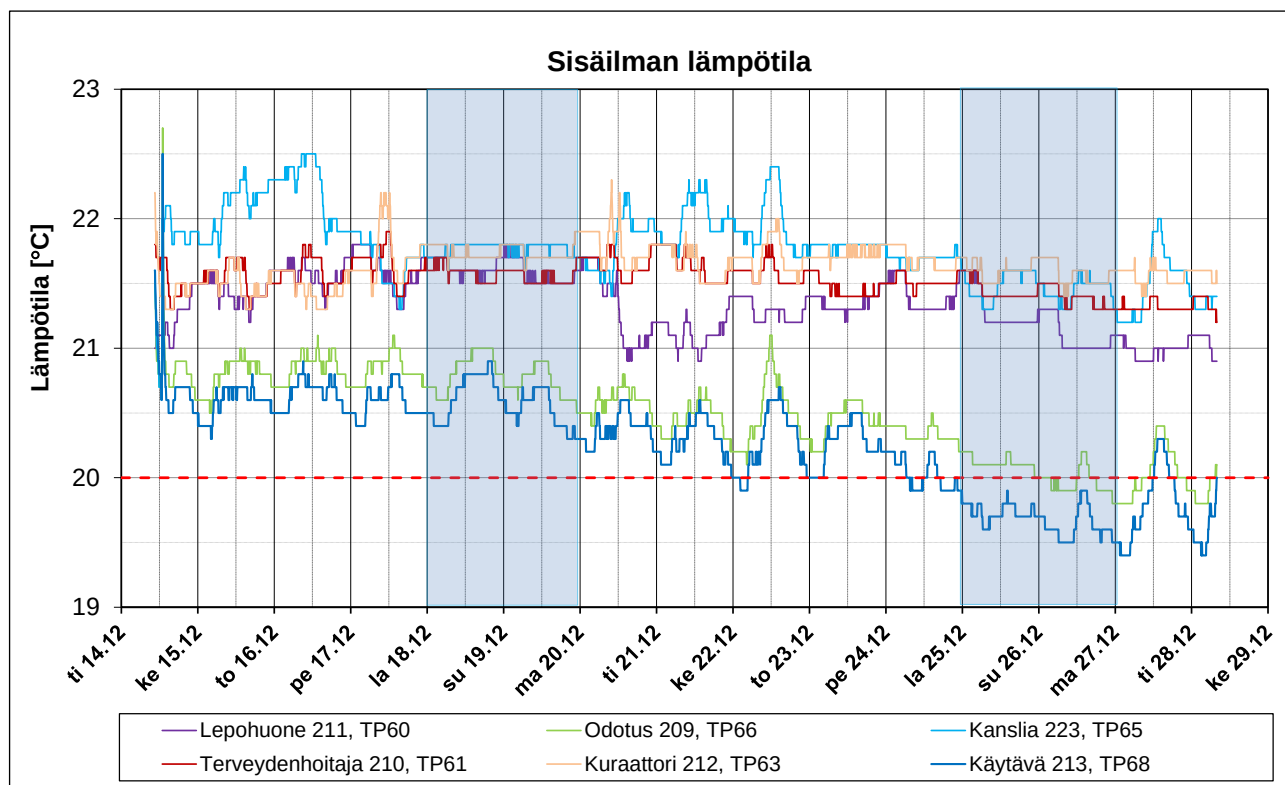
Kuvaaja 3. Rakennuksen painesuhteet apulaisrehtorin huoneessa (tilanumero 221) itään päin mitausjaksolla 14.-28.12.2021. Mittausjakson aikana painesuhteet vaihtelivat välillä -24,5...+12,4 Pa.

2 Lämpötila ja kosteuspitoisuus

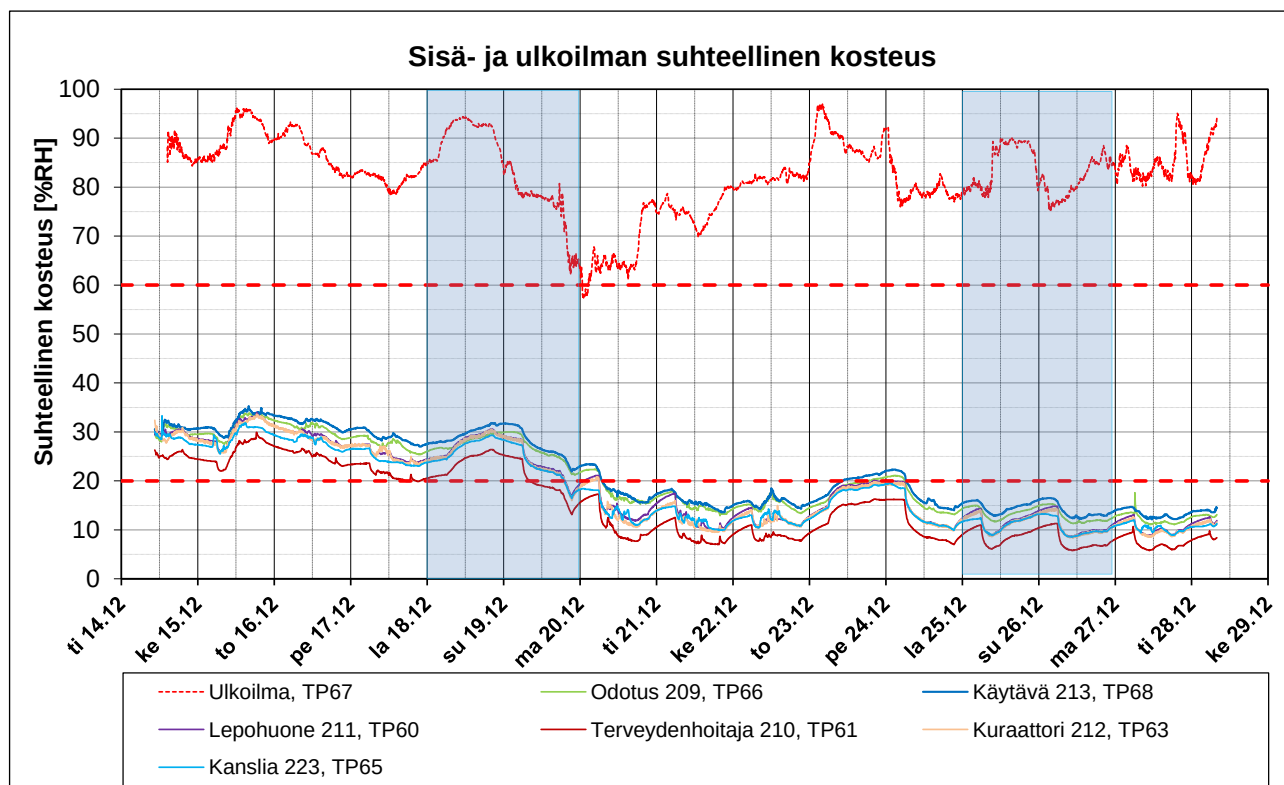
Alla on esitetty koontikuvaajat 4-7 kaikkien mittapisteiden lämpötilojen, suhteellisten kosteuksien ja absoluuttisten kosteuksien osalta. Rakennuksen sisäilman lämpötilaa ja kosteutta seurattiin mittaussyksyllä 14.-28.12.2021. Ulkoilman olosuhteet mitattiin tutkimusalueen alapuolella olevalta lastauspihalta. Viikonloppu on merkitty kuvaajissa sinertävällä pohjalla. Kuvaajaan 5 on merkitty punaisella katkoviivalla Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen lämpötilan viitearvon alaraja +20 °C ja kuvaajaan 6 Asumisterveysasetuksen suhteellisen kosteuden suositusarvojen ala- ja yläraja 20...60 %RH.



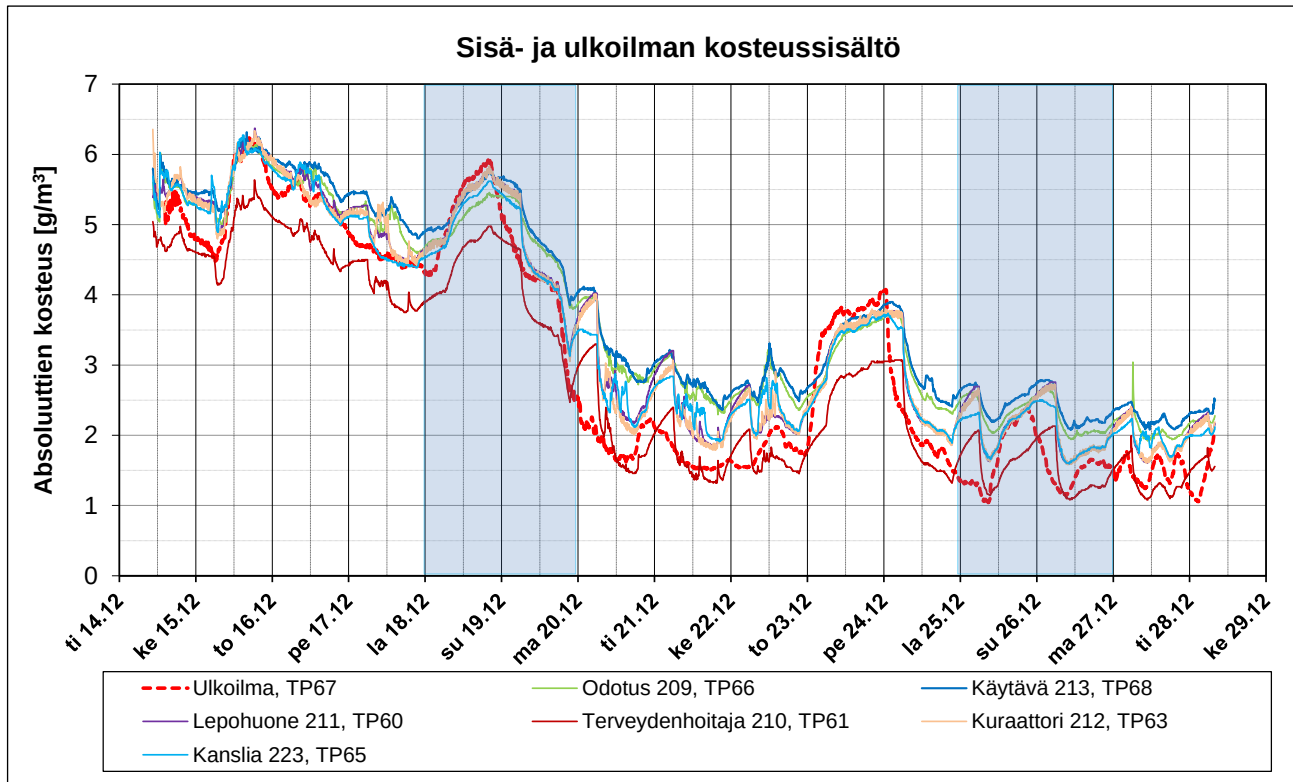
Kuvaaja 4. Rakennuksen sisäilman ja ulkoilman lämpötilan seurantamittauksien tulokset mittaussyksyllä 14.-28.12.2021. Kuvaaja suositellaan tulostettavaksi värillisenä.



Kuvaaja 5. Sisäilman lämpötilan seurantamittauksien tulokset. Sisäilman lämpötila vaihteli mittausjakson aikana välillä +19,4 °C...+22,7 °C. Ulkoilman lämpötilan laskiessa alle -10 °C jäi käytävällä lämpötila paikoin alle +20 °C. Huonetiloissa lämpötila oli pääasiassa välillä +21...+22 °C. Asumisterveysasetuksen lämpötilan toimenpideraja oppilaitoksissa lämmityskauden ulkopuolella on +20...+32 °C ja lämmityskaudella +20...+26 °C. Kuvaajassa asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen alaraja +20 °C on merkitty punaisella katkoviivalla. Kuvaaja suositellaan tulostettavaksi värillisenä.



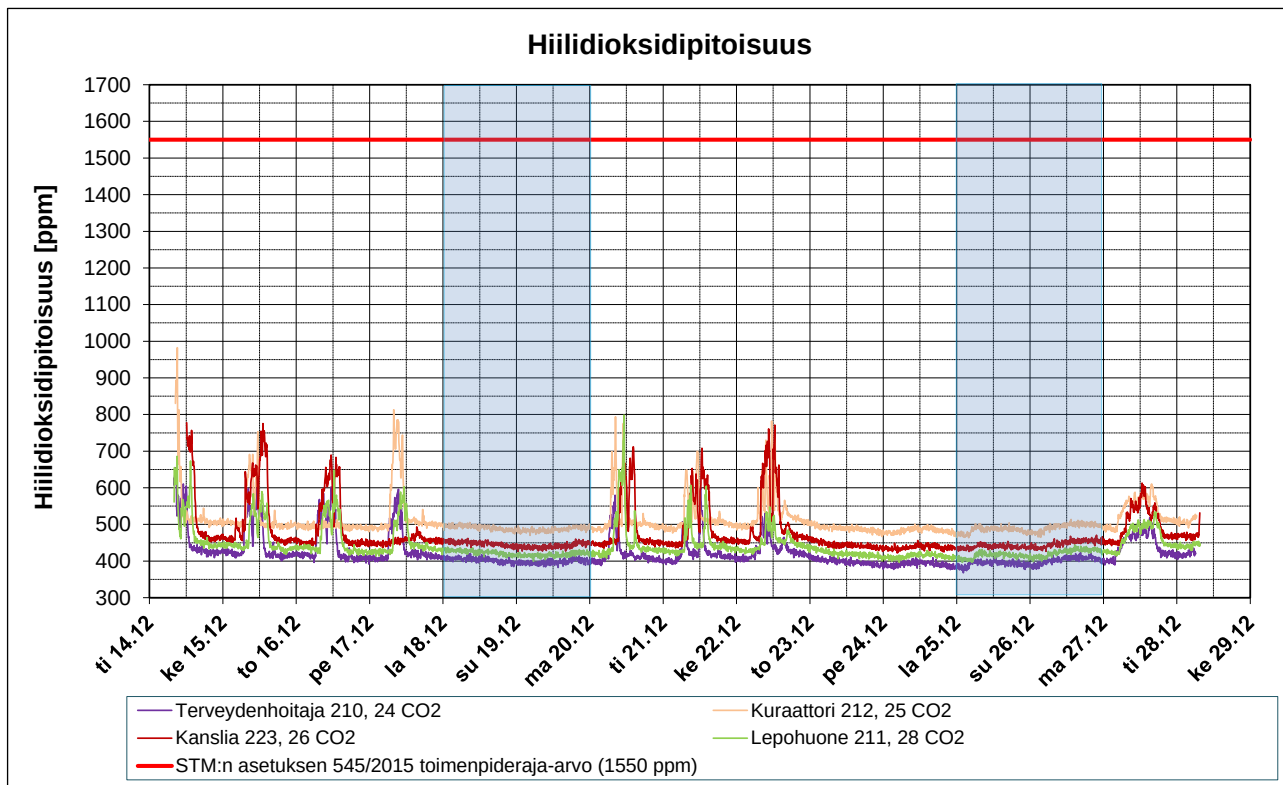
Kuvaaja 6. Rakennuksen sisäilman ja ulkoilman suhteellisen kosteuden seurantamittauksien tulokset. Kuvaaja suositellaan tulostettavaksi värillisenä. Sisäilman suhteellinen kosteuspitoisuus vaihteli välillä 5,8...35,3 %RH. Kuvaajaan on merkitty punaisella katkoviivalla Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen viitearvo 20...60 %RH.



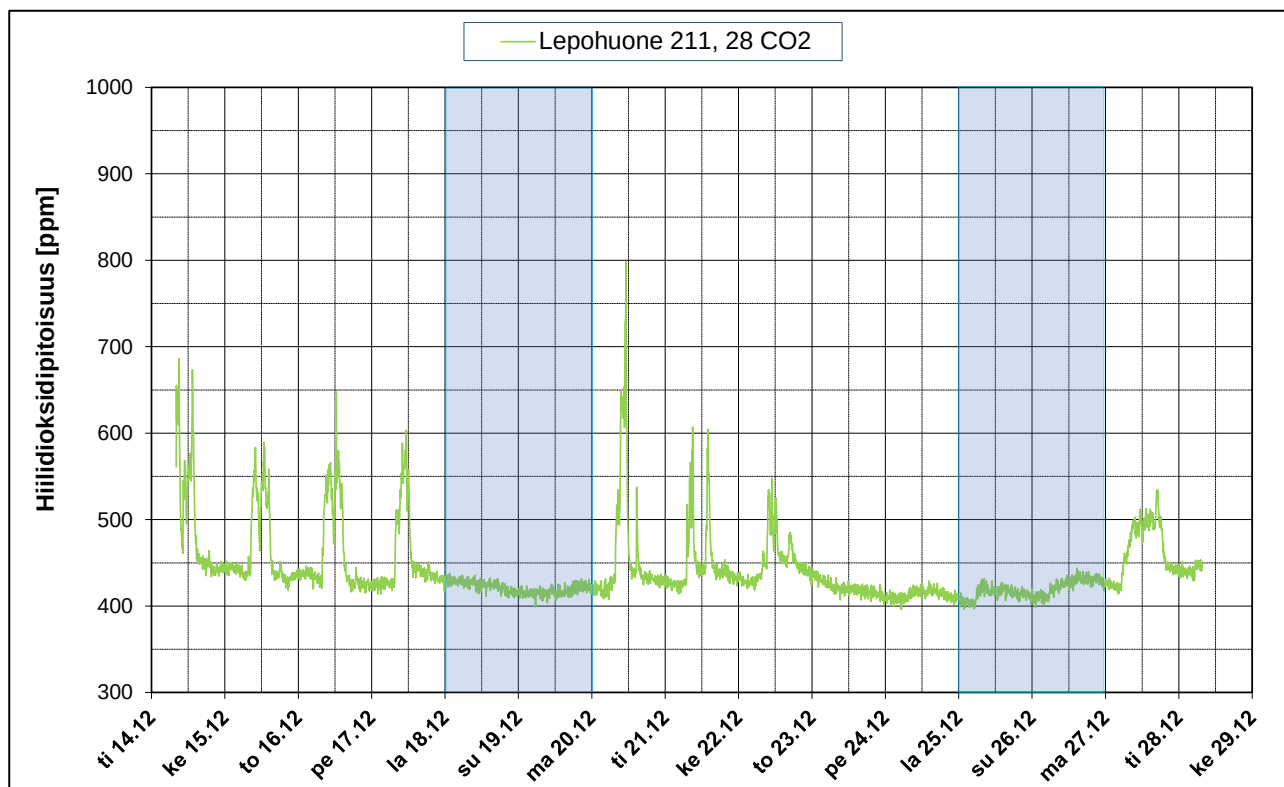
Kuvaaja 7. Sisäilman ja ulkoilman absoluuttinen kosteuspitoisuus. Sisäilman kosteuspitoisuus seurasi pääsääntöisesti ulkoilman kosteuspitoisuutta. Sisäilman kosteuspitoisuus vaihteli välillä 1,1...6,4 g/m³. Sisäilman kosteussisä (tilojen käytöstä aiheutuva kosteus) ulkoilmaan verrattuna oli pieni ollen noin 0...1 g/m³.

3 Hiilidioksidipitoisuus

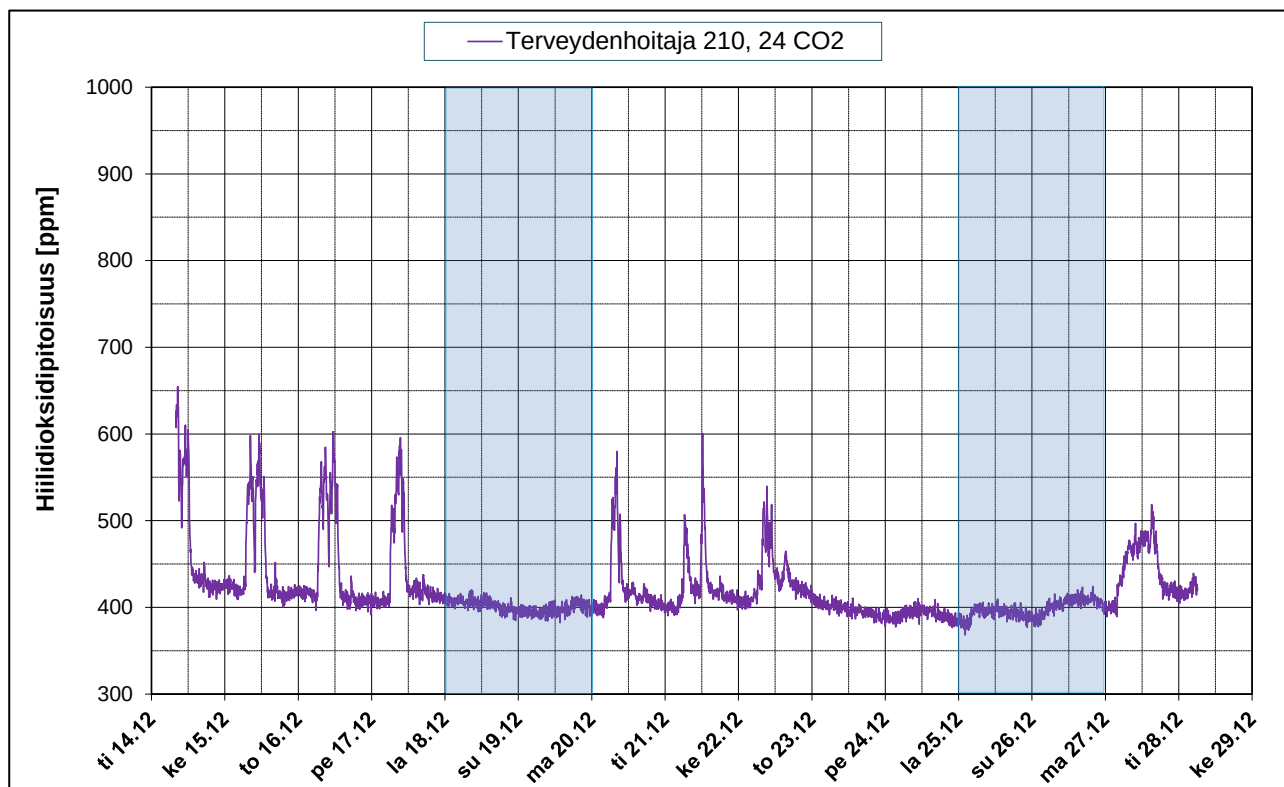
Alla on esitetty koonti kaikkien mittapisteiden hiilidioksidipitoisuuksista kuvaajassa 8 Kuvaajaan on merkitty punaisella katkoviivalla asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen viitearvo 1550 ppm. Vii-konloppu on merkitty kuvaajassa sinertävällä pohjalla. Lisäksi on esitetty tilakohtiaset kuvaajat 9-12.



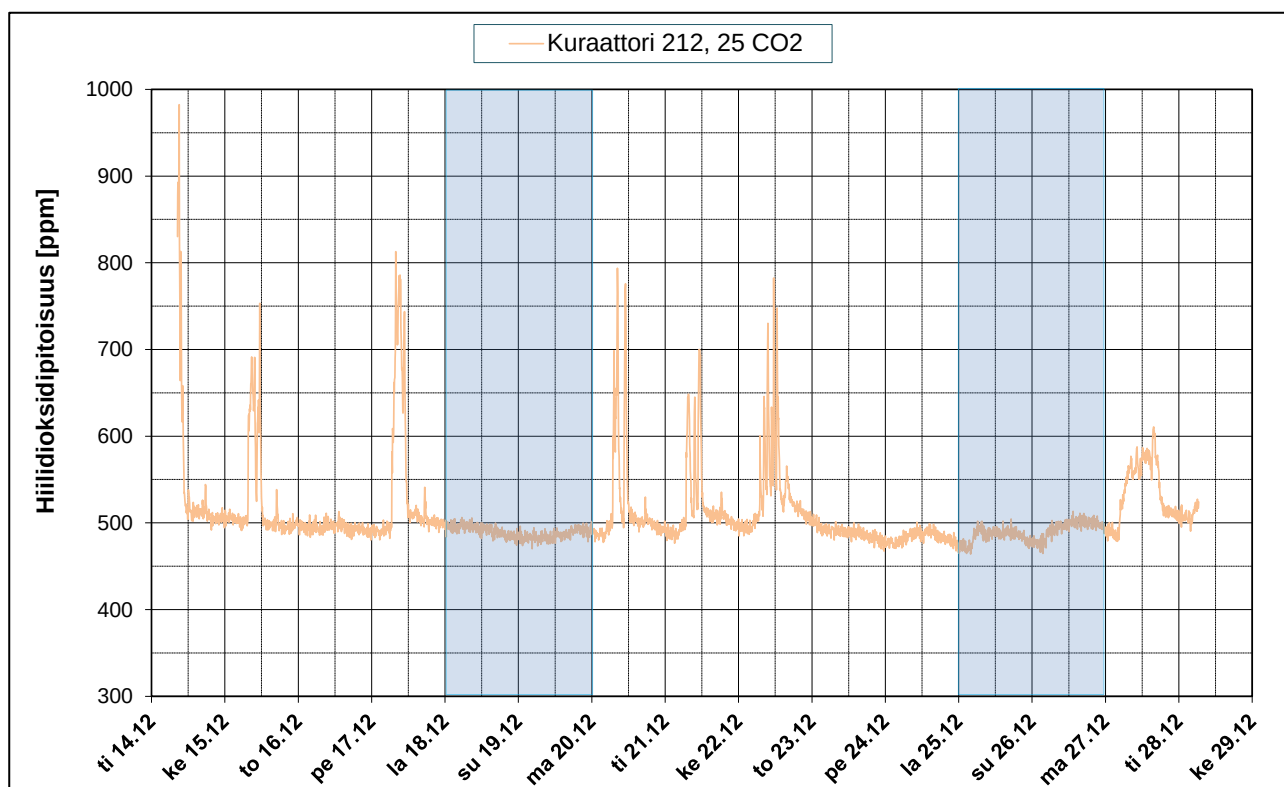
Kuvaaja 8. Rakennuksen hiilidioksidipitoisuudet samassa kuvaajassa mittausjaksolla 14.-28.12.2021. Hiilidioksidipitoisuus oli maltillinen vaihdellen välillä 368...982 ppm ja pysyi alle STMa 545/2015 toimenpideraja-arvon 1550 ppm (merkitty kuvaajaan punaisella viivalla). Kuvaaja suositellaan tulostettavaksi värillisenä.



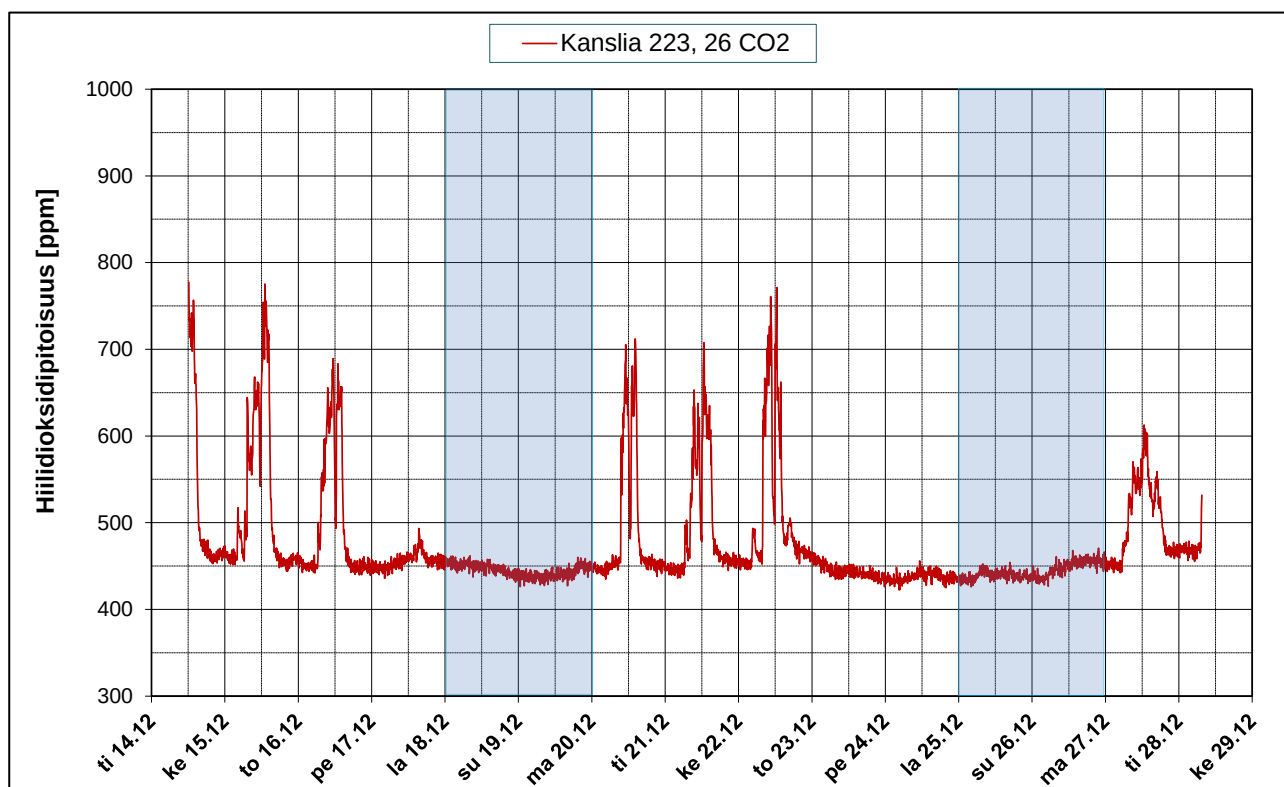
Kuvaaja 9. Hiilidioksidipitoisuus lepohuoneessa (tilanumero 211) mittaussjaksolla 14.-28.12.2021. Hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 368...982.



Kuvaaja 10. Hiilidioksidipitoisuus terveydenhoitajan tilassa (tilanumero 210) mittaussjaksolla 14.-28.12.2021. Hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 368...662.



Kuvaaja 11. Hiilidioksidipitoisuus kuraattorin tilassa (tilanumero 212) mittausjaksolla 14.-28.12.2021. Hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 464...982.



Kuvaaja 12. Hiilidioksidipitoisuus kansliassa (tilanumero 223) mittausjaksolla 14.-28.12.2021. Hiilidioksidipitoisuus vaihteli välillä 423...778.

TILAAJA

Vahnen Rakennusfysiikka Oy
Riikka Sutela
Linnoitustie 5
02600 Espoo

NÄYTETIEDOT

Vastaanotettu: 15.12.2021 Kellonaika: 14.40
Näytteet otettu: 14.12.2021
Näytteenottaja: Riikka Sutela / Terhi Markkula
Laskutustiedot: Vantaan Laspunkki / Lumon lukio, Piia Markkanen
Kohde: Lumon Lukio, hallintokäytävä, 2.krs

PÖLYN KOOSTUMUKSEN ANALYYSI

Menetelmä on laboratorion sisäinen. Pölynäytteestä valmistetaan edustava preparaatti ja se analysoidaan elektronimikroskoopilla (SEM) ja röntgenmikroanalysaattorilla (SEM/EDS). Pölyn pääasialliset ainesosat karakterisoidaan tai tunnistetaan ja niiden suhteellisista määristä pölyssä arvioidaan asteikolla: vähän – jonkin verran – paljon. Mahdollisesti haitallisena pidettävien asbestikuitujen, teollisten mineraalikuitujen ja mikrobi-itiöiden suhteellisia määriä pölyssä arvioidaan asteikolla: ei todettu – pieni määrä – jonkin verran – suuri määrä.

Asbestikuitujen esiintymistä pinnoille laskeutuneessa pölyssä pidetään toimenpiderajan ylittymisenä (STMa 545/2015, 19§).

37001-1. P1. Tila 210, pöly tasopinnoilta	
Pääasiallinen koostumus:	- tavanomaista huonepölyä ja kiviainestyyppistä pölyä
Tarkempi erittely:	- paljon tavanomaisia huonepölyhiukkasia (hilsettä, tekstiili- ja paperikuituja) - paljon kvartsi-/alumiinisilikaattihiukkasia - jonkin verran kalsiumpitoisia hiukkasia (viittaa rakennuspölyyn)
Mineraalikuidut:	- pieni määrä (lasivilla-, vuorivilla- ja lasikuitutyyppisiä) mineraalikuituja (MMVF)
Näytteessä ei todettu mikrobeja eikä asbestikuituja.	
37001-2. P2. Tila 210, pöly tuloilmakanavasta	
Pääasiallinen koostumus:	- kiviainestyyppistä pölyä ja siitepölyä
Tarkempi erittely:	- paljon kvartsi-/alumiinisilikaattihiukkasia - jonkin verran kipsihiukkasia (viittaa rakennuspölyyn) - paljon siitepölyhiukkasia - jonkin verran sinkki-happi-klooripitoisia hiukkasia - vähän rauta-/rautaoksidihyukkasia
Mineraalikuidut:	- pieni määrä (lasi- ja vuorivillatyyppisiä) mineraalikuituja (MMVF)
Näytteessä ei todettu mikrobeja eikä asbestikuituja.	
37001-3. P3. Tila 212, pöly tasopinnoilta	
Pääasiallinen koostumus:	- tavanomaista huonepölyä ja kiviainestyyppistä pölyä
Tarkempi erittely:	- paljon tavanomaisia huonepölyhiukkasia (hilsettä, tekstiili- ja paperikuituja) - jonkin verran kvartsi-/alumiinisilikaattihiukkasia - jonkin verran kalsiumpitoisia hiukkasia (viittaa rakennuspölyyn)
Näytteessä ei todettu mikrobeja, asbestikuituja eikä mineraalikuituja (MMVF).	

Analysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Laboratorio ei vastaa näytetietojen tai näytokuvausten oikeellisuudesta. Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa. Tämä testausseleste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

37001-4. P4. Tila 212, pöly tuloilmakanavasta	
Pääasiallinen koostumus:	- kiviainestyyppistä pölyä
Tarkempi erittely:	- paljon kvartsi-/alumiinisilikaattihiukkasia - jonkin verran magnesiumsilikaattihiukkasia - jonkin verran kipsihiukkasia (viittaa rakennuspölyyn) - jonkin verran sinkki-happi-klooripitoisia hiukkasia
Mineraalikuidut:	- pieni määrä (vuori- ja lasivillatyyppisiä) mineraalikuituja (MMVF)
Näytteessä ei todettu mikrobeja eikä asbestikuituja.	
37001-5. P5. Tila 221, pöly tasopinnoilta	
Pääasiallinen koostumus:	- kiviainestyyppistä pölyä ja tavanomaista huonepölyä
Tarkempi erittely:	- paljon kvartsi-/alumiinisilikaattihiukkasia - paljon kalsiumpitoisia hiukkasia (viittaa rakennuspölyyn) - paljon tavanomaisia huonepölyhiukkasia (hilsettä, tekstiili- ja paperikuituja)
Mineraalikuidut:	- pieni määrä (vuori- ja lasivillatyyppisiä) mineraalikuituja (MMVF)
Näytteessä ei todettu mikrobeja eikä asbestikuituja.	
37001-6. P6. Tila 221, pöly tuloilmakanavasta	
Pääasiallinen koostumus:	- kiviainestyyppistä pölyä ja siitepölyä
Tarkempi erittely:	- paljon kvartsi-/alumiinisilikaattihiukkasia - jonkin verran kalsiumpitoisia hiukkasia / kipsihiukkasia (viittaa rakennuspölyyn) - jonkin verran sinkki-happi-klooripitoisia hiukkasia - vähän alumiinioksidihyukkasia - vähän rautaoksidihyukkasia
Mineraalikuidut ja mikrobit:	- pieni määrä (lasi- ja vuorivillatyyppisiä) mineraalikuituja (MMVF) - pieni määrä homeitiöitä (ei lajimääritystä)
Näytteessä ei todettu mikrobeja eikä asbestikuituja.	
37001-7. P7. Tila 222, pöly tasopinnoilta	
Pääasiallinen koostumus:	- tavanomaista huonepölyä
Tarkempi erittely:	- paljon tavanomaisia huonepölyhiukkasia (hilsettä, tekstiili- ja paperikuituja) - jonkin verran kvartsi-/alumiinisilikaattihiukkasia
Näytteessä ei todettu mikrobeja, asbestikuituja eikä mineraalikuituja (MMVF).	
37001-8. P8. Tila 222, pöly tuloilmakanavasta	
Pääasiallinen koostumus:	- kiviainestyyppistä pölyä, metallipölyä ja siitepölyä
Tarkempi erittely:	- paljon kvartsi-/alumiinisilikaattihiukkasia - jonkin verran kalsiumpitoisia hiukkasia / kipsihiukkasia (viittaa rakennuspölyyn) - paljon sinkki-happi-klooripitoisia hiukkasia - paljon siitepölyhiukkasia
Mineraalikuidut ja mikrobit:	- pieni määrä (lasivilla- ja lasikuitutyyppisiä) mineraalikuituja (MMVF) - pieni määrä homeitiöitä (ei lajimääritystä)
Näytteessä ei todettu asbestikuituja.	

Analysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Laboratorio ei vastaa näytetietojen tai näytokuvausten oikeellisuudesta. Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa. Tämä testausseleste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

37001-9. P9. Odotus 209, pöly alakattotilasta WC-tilan 214 oven kohdalla

Pääasiallinen koostumus: - tavanomaista huonepölyä ja kiviainestyyppistä pölyä

Tarkempi erittely: - paljon tavanomaisia huonepölyhiukkasia (hilsettä, tekstiili- ja paperikuituja)
- paljon kvartsi-/alumiinisilikaattihiukkasia
- jonkin verran kalsiumpitoisia hiukkasia / kipsihiukkasia (viittaa rakennuspölyyn)

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

Näytteessä ei todettu mikrobeja eikä asbestikuituja.

37001-10. P10. Käytävä 218, pöly alakattotilasta tilan 221 oven kohdalla

Pääasiallinen koostumus: - tavanomaista huonepölyä ja kiviainestyyppistä pölyä

Tarkempi erittely: - paljon tavanomaisia huonepölyhiukkasia (hilsettä, tekstiili- ja paperikuituja)
- paljon kvartsi-/alumiinisilikaattihiukkasia
- paljon kalsiumpitoisia hiukkasia / kipsihiukkasia (viittaa rakennuspölyyn)

Mineraalikuidut: - jonkin verran (vuorivillatyyppisiä) mineraalikuituja (MMVF)

Näytteessä ei todettu mikrobeja eikä asbestikuituja.

Yhteyshenkilö: Kauhala Janne, asiantuntija
p. 010 3913 468

Materiaalilaboratorio
p. 09 374 2010

Analyytitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Laboratorio ei vastaa näytetietojen tai näytekuvausten oikeellisuudesta. Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa. Tämä testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Tilaaaja
2206578-8
Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Maksaja

Vantaan kaupunki
Toimitilajohtaminen

Linnoitustie 5
02600 ESPOO

Asematie 10A
01300 VANTAA



Näytetiedot	Näyte	Sisäilma VOC		
	Näyte otettu	14.12.2021	Kellonaika	
	Vastaanotettu	15.12.2021	Kellonaika	14.40
	Tutkimus alkoi	15.12.2021	Näytteenotto	Tilaustutkimus
			syy	
	Näytteenottaja	Tilaaajan toimesta		
	Viite	Lumon lukio/Piia Markkanen		

Analyyssi	TVOC tolueenina (TD-GC-MSD/FID)
Yksikkö	µg/m ³
Menetelmä	ISO 16000-6:2011 (Tenax TA)
Epävarmuus-%	30
Näyte	*
36997-1, Sisäilma VOC, Tila 222, Lumon lukio, Vantaa	3
36997-2, Sisäilma VOC, Tila 216, Lumon lukio, Vantaa	15

* = Akkreditoitu menetelmä

Yhteyshenkilö Tiusanen Aleks, aleksi.tiusanen@metropolilab.fi, insinööri (AMK)

Tiedoksi piia.markkanen@vantaa.fi;
riikka.sutela@vahanen.com;
terhi.markkula@vahanen.com

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa. Tämä
testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

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>

Liite testausselosteeseen	2021-36997-01		
Näyte	Tila 222		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		3	57
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alifaattiset hiilivedyt yht.		<1,0	0
C6-C8		<1,0	0
>C8-C12		<1,0	0
>C12-C16		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	1.6	1.9	57
2-Etyyli-1-heksanoli	1.6	1.9	57
Butanoli	<0,50	<1,0	0
Fenoli	<1,7	<1,0	0
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
C9-Alkoholit		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	<2,3	<1	0
Bentseeni	<0,80	<1,0	0
Tolueeni	<2,3	<1,0	0
Etylibentseeni	<0,20	<1,0	0
1,3+1,4-Ksyleeni	0.4	<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-Trimetylibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyyli-naftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenyli	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	<0,1	<1	0
Etyliasetaatti	<0,10	<1,0	0
Butyyliasetaatti	<0,10	<1,0	0
Estereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	<1,0	<1	0
Dietyleeniglykoli-monoetylieetteri	<5,0	<5,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	<5,0	<5,0	0
TXIB	<1,0	<1,0	0
2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri			
asettaatti		<1,0	0
Glykolieettereitä muita		<1,0	0

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

Liite testausselosteeseen	2021-36997-02		
Näyte	Tila 216		
		TVOC tolueenina (Tenax TA, C6-C16)	TVOC
		ug/m3	tunnistettu %
		15	94
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
	MSD	FID	
Alifaattiset hiilivedyt yht.		3.3	22
C6-C8		3.3	22
>C8-C12		<1,0	0
>C12-C16		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Alkoholit yht.	<1,0	<1	0
2-Etyyli-1-heksanoli	<0,60	<1,0	0
Butanoli	<0,50	<1,0	0
Fenoli	<1,7	<1,0	0
Propyleeniglykoli		<1,0	0
Bentsyylialkoholi		<1,0	0
C9-Alkoholit		<1,0	0
Alkoholeja muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Aromaattiset yht.	2	2	11
Bentseeni	<0,80	<1,0	0
Tolueeni	<2,3	<1,0	0
Etylibentseeni	0.5	<1,0	0
1,3+1,4-Ksyleeni	0.8	1.0	7
Styreeni	0.8	0.6	4
1,2-Ksyleeni	0.4	<1,0	0
Propyylibentseeni	<0,10	<1,0	0
1,3,5-Trimetylibentseeni	<0,10	<1,0	0
Naftaleeni	<0,50	<1,0	0
1-Metyylinaftaleeni	<0,20	<1,0	0
Bifenyli	<0,20	<1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Esterit yht.	0.1	<1	0
Etyyliasetaatti	<0,10	<1,0	0
Butyyliasetaatti	0.1	<1,0	0
Estereitä muita		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Glykolieetterit yht.	5.5	5.0	34
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	<5,0	<5,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	<5,0	<5,0	0
TXIB	5.5	5.0	34
2-Butoksietanoli		<1,0	0
2-Fenoksietanoli		<1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asetaatti		<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	2.0	14
Heksanaali	<1,5	<1,0	0
2-Furankarboksaldehydi	<2,7	<1,0	0
Bentsaldehydi	<2,3	<1,0	0
Oktanaali	<2,3	<1,0	0
Nonanaali	<3,1	<1,0	0
Pentanaali		<1,0	0
Heptanaali		<1,0	0
Dekanaali		<1,0	0
Asetofenoni		<1,0	0
Karbonyyleja muita		2.0	14
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	% TVOC:sta
Orgaaniset hapot yht.		2.0	14
Etikkahappo		<1,0	0
Heksaanihappo		<1,0	0
Orgaanisia happoja muita		2.0	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	0
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		<1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		<1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		<1,0	0
	ug/m3 malliaineena	ug/m3 tolueenina	
TVOC (C6-C16) ulkopuoliset yhdisteet			

TILAAJA

Vahnen Rakennusfysiikka Oy
Riikka Sutela
Linnoitustie 5
02600 Espoo

NÄYTETIEDOT

Vastaanotettu: 29.12.2021 Kellonaika: 11.30
Näytteet otettu: 28.12.2021
Näytteenottaja: Riikka Sutela
Keräysaika: 14.-28.12.2021
Maksaja: Vantaan Kaupunki / Piia Markkanen / Lumon lukio
Kohde: Lumon lukio, 2.krs hallintokäytävä

TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN MÄÄRITYS GEELITEIPPINÄYTTEESTÄ

Menetelmä on laboratorion sisäinen. Menetelmä perustuu Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontaviraston (Valvira) Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa Osa III (8/2016, päivitetty 24.3.2021) osoittamaan menetelmään. Geeliteipille otetusta pölylaskeumanäytteestä lasketaan teolliset mineraalikuidut, joiden halkaisija on vähintään 3 µm ja pituuden suhde halkaisijaan vähintään 3:1. Laskenta tehdään 100-kertaisella suurennoksella läpivalopolarisaatiomikroskooppilla. Menetelmän määrittäjä on näytteenoton pinta-alasta riippuen korkeintaan 0,07 kuitua/cm².

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm² (STMa 545/2015, §19). Toimenpideraja ei koske ilmanvaihtokanavien sisäpinnoilta otettuja näytteitä. Tulos ylittää toimenpiderajan, kun tutkittavan tilan näytteissä havaittu teollisten mineraalikuitujen pitoisuuden keskiarvo vähennettynä laboratorion sisäisellä yhdistetyllä standardiepävarmuudella on vähintään 0,2 kuitua/cm². Laboratorion sisäinen yhdistetty standardiepävarmuus perustuu kuitulaskennan tekniseen suoritukseen liittyvään epävarmuuteen ja sen suuruus riippuu näytteessä havaitusta kuitupitoisuudesta. Näytekohtaista hiukkastilastollista epävarmuutta ei ole huomioitu tuloksissa. Lisätietoa mittausepävarmuudesta annetaan pyydettyä.

Näyte	Laskeuma-aika (vrk)	Näytteenoton pinta-ala (cm ²)	Havaittu pitoisuus (kuitua/cm ²)	Pitoisuus vähennettynä mittausepävarmuudella (kuitua/cm ²)	Tulos
37902-1. 221 1/3 pyöreän pöydän päältä	14	14	0,07	-	-
37902-2. 221 2/3 lipaston päältä	14	14	< 0,07	-	-
37902-3. 221 3/3 työpöydän päältä	14	14	< 0,07	-	-
37902-1. 221 1/3 pyöreän pöydän päältä 37902-2. 221 2/3 lipaston päältä 37902-3. 221 3/3 työpöydän päältä	14	42 (3 x 14)	0,02	0	Alittaa toimenpiderajan
37902-4. 212 1/3 sohvapöydän päältä	14	14	< 0,07	-	-
37902-5. 212 2/3 työpöydän päältä	14	14	< 0,07	-	-
37902-6. 212 3/3 matalan kaapin päältä	14	14	0,07	-	-
37902-4. 212 1/3 sohvapöydän päältä 37902-5. 212 2/3 työpöydän päältä 37902-6. 212 3/3 matalan kaapin päältä	14	42 (3 x 14)	0,02	0	Alittaa toimenpiderajan

Yhteyshenkilö: Kauhala Janne, asiantuntija
p. 010 3913 468

Materiaalilaboratorio
p. 09 374 2010

Analyytitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Laboratorio ei vastaa näytetietojen tai näytekuvausten oikeellisuudesta. Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopiointi on saatava lupa. Tämä testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Tilaaaja
0124610-9
Vantaan kaupunki
Tilakeskus
Markkanen Piia

Maksaja
Vantaan kaupunki
Toimitilajohtaminen

Kielotie 13
01300 VANTAA

Asematie 10A
01300 VANTAA



Näytetiedot	Näyte	Materiaalit	Kellonaika	08.00 - 12.00
	Näyte otettu	28.12.2021	Kellonaika	11.30
	Vastaanotettu	29.12.2021	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Tutkimus alkoi	29.12.2021		
	Ottopiste	Lumon lukio		
	Näytteenottaja	Sutela Riikka, Vahanen rakennusfysiikka Oy		
	Viite	Lumon lukio/Markkanen Piia		

37903-1: Rakennusmateriaali, Apulaisrehtorin huone 221, ulkoseinän lämmöneriste, mineraalivilla, Lumon lukio

Analyysi		Analyysitulokset			Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta □		ei mikrobikasvustoa			
Näytteeksi toimitettu		1,8			g
Aktinomykeettipitoisuus #	*	THG Alle 100	2 % MALLAS	DG18	pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100			pmy/g
Sieni-itiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100	pmy/g

37903-2: Rakennusmateriaali, Rehtorin huone 222, ulkoseinän lämmöneriste, mineraalivilla, Lumon lukio

Analyysi		Analyysitulokset			Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta □		ei mikrobikasvustoa			
Näytteeksi toimitettu		1,9			g
Aktinomykeettipitoisuus #	*	THG Alle 100	2 % MALLAS	DG18	pmy/g
Bakteeripitoisuus, muut	*	Alle 100			pmy/g
Sieni-itiöpitoisuus	*		Alle 100	Alle 100	pmy/g

* = Akkreditoitu menetelmä

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

□ = tuloksen tulkinta on osa lausuntoa

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa. Tämä testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

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

Lausunto

Analyysitulosten yhteydessä ilmoitettu näytekohtainen tulosten tulkinta on osa lausuntoa ja perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen seuraavin periaattein:

- ei mikrobikasvustoa: sieni-itiöpitoisuus < 5 000 pmy/g tai < 10 000 pmy/g ja lajisto ei ole yksipuolinen tai koostu indikaattoreista
- epäily mikrobikasvustosta: sieni-itiöpitoisuus vähintään 5 000 pmy/g ja näytteessä indikaattoreita (mukaan lukien aktinomykeetit) tai lajisto on epätavallisen yksipuolinen, tai suoramikroskopinnalla todettu kasvusto
- mikrobikasvustoa: sieni-itiöpitoisuus vähintään 10 000 pmy/g tai aktinomykeettipitoisuus vähintään 3 000 pmy/g tai bakteereita vähintään 100 000 pmy/g. Ainoastaan bakteereista peräisin oleva mikrobikasvusto on merkitty erikseen.

Valviran Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa IV, Ohje 8/2016:

Rakennusmateriaalinäytteessä voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun näytteen sieni-itiöpitoisuus on vähintään 10 000 pmy/g tai aktinomykeettien pitoisuus 3 000 pmy/g. Näytteen bakteeripitoisuus vähintään 100 000 pmy/g viittaa bakteerikasvuun materiaalissa. Vaikka sieni-itiöpitoisuus jää alle 10 000 pmy/g voivat löydökset viitata mikrobikasvustoon silloin, kun näytteessä havaitaan kosteusvaurioindikaattoreita ja sienten kokonaispitoisuus on 5 000 - 10 000 pmy/g tai näytteen sienisuvusto on epätavallisen yksipuolinen (1-2 lajia/sukua) ja pitoisuus kuitenkin yli 5 000 pmy/g. Jos tutkittu rakennusmateriaali on ollut kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa, kuten alapohjarakenteet ja lämmöneristeet, ei edellä mainittuja tulkintaperiaatteita voida soveltaa.

Analyysitulokset ja niiden tulkinta koskevat ainoastaan laboratorioon toimitettua näytettä. Laboratorion tekemä tulosten tulkinta ei ota kantaa kosteusvaurion esiintyvyyteen tai rakenteiden korjaustarpeeseen. Tulosten tulkinnassa on otettava huomioon muut tutkittavasta kohteesta tehdyt havainnot.

Analyysitulosten tulkinnassa ei ole huomioitu mittausepävarmuutta.

Rakennusmateriaalinäytteen suoramikroskopointi tehdään asiakastilauksen mukaisesti näytteistä, joiden määrä riittää viljelyanalyysin lisäksi suoramikroskopointiin ja joissa materiaali soveltuu analyysiin. Suoramikroskopoinnin tulos ilmoitetaan ei todettu (näytteessä ei ole havaittu rihmastoja) tai todettu (näytteessä on havaittu rihmastoja useassa kohdassa). Suoramikroskopinnalla todettu rihmasto voi viitata vanhaan, kuivuneeseen mikrobikasvustoon.

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa. Tämä testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite

Viikinkaari 4
00790 Helsinki
metropolilab@metropolilab.fi

Puhelin

+358 10 391 350

Faksi

+358 9 310 31626

Y-tunnus

2340056-8
Alv. Nro
FI23400568

Analyysi	Menetelmä	Teknisen suorituksen mittaasepävarmuus
Näytetuloksen tulkinta □, Näytteeksi toimitettu määrä, Aktinomykeettipitoisuus #, THG	Tuloksen tulkinta on osa lausuntoa Gravimetrinen Asumisterv.asetuksen soveltamisohj. Osa IV, Valvira Ohje 8/16, muunn.	9 %
Bakteeripitoisuus, muut, THG	Asumisterv.asetuksen soveltamisohj. Osa IV, Valvira Ohje 8/16, muunn.	10 %
Sieni-itiöpitoisuus, 2 % MALLAS	Asumisterv.asetuksen soveltamisohj. Osa IV, Valvira Ohje 8/16, muunn.	12 %
Sieni-itiöpitoisuus, DG18	Asumisterv.asetuksen soveltamisohj. Osa IV, Valvira Ohje 8/16, muunn.	9 %

Analyytituloksen teknisen suorituksen mittaasepävarmuus on koostettu komponenttipohjaisesti seuraavista epävarmuustekijöistä:

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

Analyytituloskohtainen hiukkastilastollinen epävarmuus ei kuulu teknisen suorituksen mittaasepävarmuuteen. Mittaasepävarmuutta ei ole huomioitu lausunnossa.

Tunnistusmenetelmään kuuluvat sienisuvut ja -lajit

Kosteusvaurioindikaattorit:

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

Muut sienet:

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

Yhteyshenkilö Thure Tiina, 010 3913 404, mikrobiologi

Tiedoksi Markkanen Piia, piia.markkanen@vantaa.fi;
Markkula Terhi, terhi.markkula@vahanen.fi;
Sutela Riikka, riikka.sutela@vahanen.com

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyytitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.
Testausselosteen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa. Tämä testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

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
---	-----------------------------------	----------------------------------	---