

Heinolan kaupungintalon kuntotutkimus kerrokset 1–3

Päiväys	6.10.2022
Projekti	Heinolan kaupungintalon kuntotutkimus: kerrokset 1–3, K22971
Tilaaja	Heinolan kaupunki
Kohde	Rauhankatu 3, 18100 Heinola



Sisällys

1	Tiivistelmä	4
2	Yhteystiedot	5
2.1	Kohde	5
2.2	Tilaaaja	5
2.3	Kuntotutkijat	5
3	Kohteen yleistiedot	6
3.1	Lähtötiedot	6
3.2	Aikaisemmin suoritettavat merkittävät korjaukset	7
3.3	Tutkittujen rakenteiden tekninen käyttöikä	7
4	Yleistä tutkimuksesta ja sisällöstä	8
4.1	Suoritettavat tutkimukset ja mittaukset	9
4.2	Käytetyt mittaus- ja tutkimuslaitteet	9
5	Välipohjarakenteet	9
5.1	Rakennekuvaus	10
5.2	Rakenteesta tehty havainnot	10
5.3	Rakenteelle suoritettavat tutkimukset ja mittaukset	12
5.3.1	Rakenteiden kosteuskartoitus ja -mittaukset	12
5.3.2	VOC-materiaalinäytteet	13
5.4	Johtopäätökset	13
5.5	Toimenpide-ehdotukset	13
6	Seinäarakenteet	14
6.1	Rakennekuvaus	14
6.2	Rakenteesta tehty havainnot	14
6.3	Rakenteelle suoritettavat tutkimukset ja mittaukset	15
6.3.1	Rakenteiden kosteusmittaukset	15
6.3.2	Mikrobitutkimukset	16
6.3.3	Merkkainekoe	17
6.4	Johtopäätökset	18
6.5	Toimenpide-ehdotukset	18
7	Ilmanvaihto ja sisäilmamittaukset	18
7.1	Ilmanvaihto	18
7.2	Sisäilman olosuhdemittaukset	18
7.3	Paine-eromittaukset	19
7.4	Teolliset mineraalikuidut	23
7.5	Sisäilman VOC-mittaus	24
7.6	Materiaalien VOC-mittaus	26
7.7	Muut havainnot sisäilmasta	28
7.8	Johtopäätökset	29
7.9	Toimenpide-ehdotukset	30
7.9.1	Korjaustoimenpide-ehdotus	30

8	Putkikanaalit, hormit ja koteloinnit	30
9	Asbesti ja haitta-aineet	30
10	Yhteenveto.....	32
	10.1 Turvallisuus- ja terveysriskit	32
11	Altistumisolosuhteiden arviointi	32
12	Liitteet	33

1 Tiivistelmä

Kuntotutkimuskohteena oli Heinolan kaupungintalo osoitteessa Rauhankatu 3. Tutkimus rajattiin koskemaan kerroksia 1–3. Kellarikerros, julkisivut ja vesikatto on tutkittu aiemmin, kuntotutkimusraportti on päivätty 8.2.2022 (Sitowise Oy).

Rakennus on rakennettu vuonna 1980. Kohde on saavuttanut 42 vuoden iän. Rakennuksen rakenteet ja sisätilojen pintamateriaalit ovat suurelta osin alkuperäiset. Rakennuksessa on rakenteita, joiden tekninen käyttöikä päättyy ja siten lähitulevaisuudessa on tiedossa korjauksia.

Tutkimuksen tarkoituksena oli tehdä kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus ja selvittää rakennukseen kohdistuvat todennäköiset korjaustarpeet. Korjaussuositukset annettiin määritettyjen korjaustarpeiden mukaisesti. Kenttätutkimukset suoritettiin kesäkuussa 2022.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että tiloissa todettiin sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä. Altistumisolosuhde epäpuhtauksille on mahdollinen.

Otetuissa materiaalinäytteissä todettiin viitearvoja ylittäviä pitoisuuksia VOC-yhdisteitä, jotka viittaavat materiaalin kemiallisen hajoamisprosessin alkaneen. Sisäilman VOC-mittauksissa näitä yhdisteitä ei kuitenkaan havaittu viitearvoja ylittäviä pitoisuuksia eikä toimenpideraja ylittynyt. Havaitut VOC-yhdisteet aiheuttavat mahdollisesti sisäilman tunkkaisuutta.

Pölyn laskeumanäytteissä todettiin toimenpiderajan ylittäviä arvoja teollisia mineraalikuituja. Kuitulähteitä havaittiin alaslasketuissa katoissa. Kuidut heikentävät sisäilman laatua ja kuitulähteet suositellaan poistettavaksi.

Ilmanvaihdon tarkastelussa ensimmäisessä kerroksessa havaittiin, ettei poistoilmanvaihto toimi kaikissa varastotiloissa. Ilmanvaihtokanavat ja -koneet todettiin puhtaisiksi.

Tutkimuksissa kerroksissa 1–3 havaittiin yksittäisessä tilassa kosteusvaurio, joka suositellaan korjattavaksi. Ulkoseinärakenteen mineraalivilloista otettiin näytteitä mikrobiutkimuksia varten. Kahden tilan näytteissä havaittiin voimakasta bakteerikasvua, joka ei kuitenkaan viitannut kosteusvaurioon. Laaja-alaisia kosteus- ja mikrobivaurioita ei tutkimuksissa havaittu.

Ulkoseinärakenteen tiiveystarkastelun merkkiainekokeessa ulkoseinä- ja välipohjarakenteiden sekä ikkunan liittymät ja läpiviennit todettiin epätiiviksi. Tilojen ollessa alipaineiset rakenteessa olevat epäpuhtaudet pääsevät kulkemaan ilmavirtojen mukana huoneilmaan heikentäen sen laatua.

Asbesti- ja haitta-ainekartoituksessa ei tutkittu näytteitä, sillä materiaalit vastasivat kellarikerroksen materiaaleja. Todettuja asbesti- ja haitta-ainepitoisia materiaaleja ovat lattian kvartsivinyyli-laatta.

Rakennuksessa on korjaustarpeita, jotka edellyttävät erillistä korjaussuunnittelua. Tässä tutkimusraportissa olevat korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma. Korjauksista päätetään raportin valmistumisen jälkeen. Suositellut korjaustoimenpiteet edellyttävät erillistä korjaussuunnittelua.

2 Yhteystiedot

2.1 Kohde

Heinolan kaupungintalo
Rauhankatu 3
18100 Heinola

2.2 Tilaaja

Heinolan kaupunki
Rauhankatu 3
18100 Heinola

Jari Kuosa
puh 044 797 6859
email jari.kuosa@heinola.fi

2.3 Kuntotutkijat

Sitowise Oy puh 020 474 6000
Askonkatu 9
15100 Lahti

Miia Virolainen, ins. AMK, FM
Tutkimuspäällikkö
Rakennusterveysasiantuntija C-24259-26-18
Asbesti- ja haitta-aineasiantuntija C-27062-33-22
puh 044 427 9589
email miia.virolainen@sitowise.com

Kari Teräväinen
Kuntotutkija
puh 044 427 9352
email kari.teravainen@sitowise.com

Sanni Manninen, ins.op. AMK
Avustava kuntotutkija
puh 044 427 9659
email sanni.manninen@sitowise.com

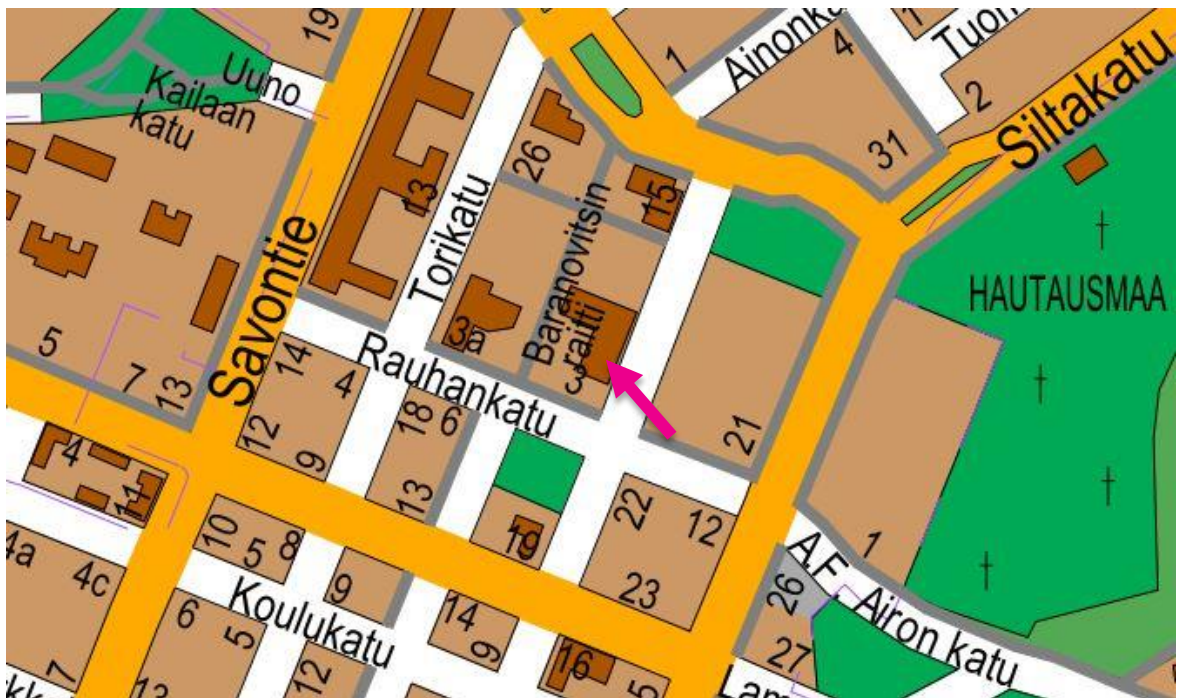
Matti Saikko
Kuntotutkija
puh 044 427 9748
email matti.saikko@sitowise.com

3 Kohteen yleistiedot

Kiinteistöön kuuluu yksi toimistorakennus, jonka rakennusvuosi on 1980. Rakennusrungon muodostavat teräsbetonipilarit ja vaakarakenteina on teräsbetonipalkit ja ontelolaatat, ulkoseinät ovat betonielementtirakenteiset. Ulkoseinän lämmöneristeenä julkisivuilla on mineraalivilla. Ulkoseinien pintamateriaalina on käytetty keraamista julkisivulaattaa. Perusmuuri on pinnoittamaton betonia. Rakennuksen ikkunat ovat puu-alumiini-ikkunoita. Vesikatteenä toimii kumibitumikermi.

Kohteen tietoja:

Rakennusten lkm	1 kpl
Kerroksia	3 + kellarikerros
Käyttöönottovuosi	1980
Rakennustyyppi	toimistorakennus
Rakennusten tilavuus	n. 15 050 m ³
Rakennusten kerrosala	n. 4 330 m ²



Paikannuskuva, Heinolan kaupungintalo, Rauhankatu 3, Heinola

3.1 Lähtötiedot

Käytössä olivat mm. seuraavat asiakirjat:

- Julkisivu-, pohjapiirros-, leikkaus- ja vesikattokuvia vuosilta 1980 ja 2021
- Rakennepiirustuksia vuodelta 1979 ja 2017
- Käyttövesi-, viemäri - ja ilmanvaihtopiirustuksia sekä sähköpiirustuksia vuosilta 1979 ja 2018
- Kuntoarvioraportti, Raksystems Oy, v. 2014
- Kellarikerros, julkisivut ja vesikatto: Kuntotutkimusraportti, Sitowise Oy, v.2021

3.2 Aikaisemmin suoritettut merkittävät korjaukset

1999	Uusittiin vanha singelillä suojattu kate kaksikermikatteeksi
2001	IV-kanaviston nuohous
2001	IV-saneeraus (pohjakerros, keittiö, ruokailutilat sekä entinen asunto)
2009	Hissi uusittu
2014	Kellarikerroksen ATK-tilan lattiapinnoitteen uusiminen keraamisiksi laatoiksi kosteusongelmien vuoksi
2016	Ikkunoiden uusiminen
2017	Julkisivusaumaus
2019	Ilmanvaihtokoneiden uusiminen ja samalla ilmanvaihdon parantaminen viilen- nyksellä

3.3 Tutkittujen rakenteiden tekninen käyttöikä

Taulukko 1. Tutkittujen rakenteiden arvioidut tekniset käyttöiät (RT 18-10922)

Tunnus	Rakenneosat	Käyttöikä, rasitusluokka normaali	Rakenteen ikä	Muuta
124	Julkisivut			
1241	Pinnoitettu betoni	50 v	42 v	Elementtisaumausten uusiminen 15 v Huoltomaalaus 10–20 v
1241	Pinnoittamaton betoni	40 v	42 v	Elementtisaumausten uusiminen 15 v
1241	Elementtien saumat	20 v	ikä ei tiedossa (uusittu)	
1242	Puu-alumiini-ikkuna	60 v	ikä ei tiedossa (uusittu)	Maalaus 8–15 v Tiivistäminen 3–12 v
1243	Metalliuulko-ovet	60 v	42 v	Huoltomaalaus ja tiivistys 10–20 v
126	Vesikatot			
1263	Bitumikermikate	35 v	22 v	
1264	Kulkusillat, lape- ja kattotikkaat jne.	50 v	42 v	
1264	Räystäskourut ja syöksyt	25...40 v	22 v	
1266	Kattoikkunat ja -luukut	50	42 v	
1332	Kuivat tilat, muovimatto	30 v	42 v	
1332	Kuivat tilat, vinyylilaatta	30 v	42 v	

4 Yleistä tutkimuksesta ja sisällöstä

Tutkimuksen tarkoituksena oli tehdä kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus Heinolan kauhunkoulun kerroksille 1–3. Kuntotutkimuksessa määritetään kerrosten tämänhetkinen kunto ja vauriot, joiden perusteella määritetään niiden korjaustarpeet ja arvioitu korjausajankohta. Lisäksi määritettiin rakennuksen asbesti- ja haitta-aineet, huomioiden kellarikerroksen aiempi kuntotutkimus. Korjaussuositukset annetaan määritettyjen korjaustarpeiden mukaisesti.

Tutkimusmenetelmät ja -kuvaukset on eritelty tarkemmin liitteessä 1.

4.1 Suoritetut tutkimukset ja mittaukset

- Aistinvarainen katselmus
- Riskiarviointi
- Kosteuskartoitus
- Rakennekosteusmittaukset
 - viiltomittaukset
 - porareikämittaukset
- Sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittaus
- Paine-erojen seurantamittaus
- VOC-mittaus sisäilmasta
- VOC-mittaus materiaalinäytteestä
- Rakenneavaukset
- Mikrobinäytteenotto
- Teollisten mineraalikulitujen laskeumanäyte
- Asbesti- ja haitta-ainekartoitus sisältäen määräkartoituksen (ei sisältänyt näytteenottoa, koska materiaalit vastasivat kellarikerroksen AHA-kartoitusta).

Tarkemmat tutkimusmenetelmät ja –kuvaukset on esitetty raportin liitteessä 1.

4.2 Käytetyt mittaus- ja tutkimuslaitteet

Tutkimuksissa käytetään vain vertailumittattuja ja kalibroituja mittalaitteita.

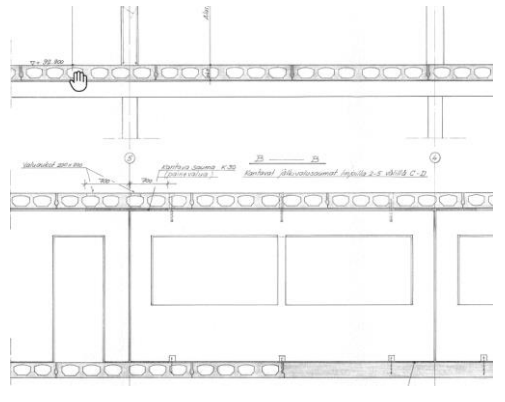
- Pintakosteusilmaisimet: Gann Hydromette Compact LB, 28.2022 ja 29.6.2022
- Rakennekosteusmittaus: Kosteusmittauslaitteet, Vaisala Oyj, kalibroitu 5.1.2022 ja 18.7.2022
- Sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittaus: PSense II/Rotronic, sisäinen vertailumittaus 4.2.2022
- Tinytag Paine-ero dataloggeri, ProDual PEL-DK pressure transmitter, sisäinen vertailumittaus 4.2.2022

5 Välipohjarakenteet

Lähtötietojen mukaan rakennuksessa on välipohjina ontelolaatasto. Lattioiden pintamateriaaleina on vaihtelevasti alkuperäistä vinyylilaattaa, muovimattoja ja myöhemmin asennettua linoleumia. Kahdessa tilassa on sisäilmakorjauksena asennettu alkuperäisen lattiapinnoitteen päälle C-Trap lattiapinta.

Märkätiloissa pintamateriaalina on laatta.

5.1 Rakennekuvaus

Rakenneavauksella RA.02-AP todennettu välipohjarakenne (tila 137)		
Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
2	Kvartsivinyylilaatta, muovimatto tai li-noleum	
265	Span Deck ontelolaatasto	

5.2 Rakenteesta tehdyt havainnot

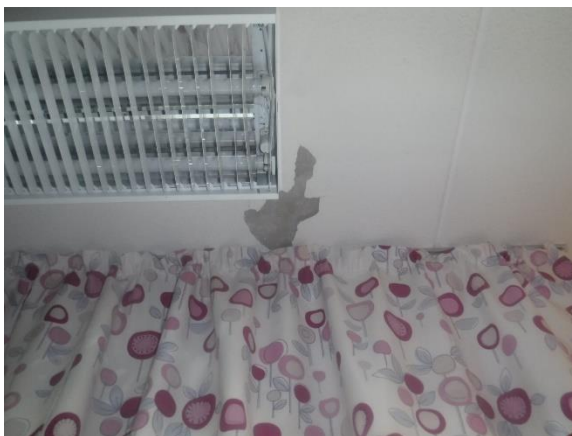
Alla olevissa valokuuvissa on esitetty tutkimusten yhteydessä tehdyt havainnot:



Yleiskuva, vinyylilaatta- ja muovimattopintainen välipohja



Yleiskuva, linoleumpintainen välipohja



Huoneessa 251 on tasoitteen irtoamista sisäkattossa, kosteutta ei havaittu, johtuu yleensä sementtiliiman ja tasoitteen reagoinnista



Ensimmäisen kerroksen vinyylilaattapinnassa nähtävissä halkeilua liikuntasauaman kohdalla



Akustiikkalevyt ovat paikoin tummuneet tuloilman päätelaitteen kohdalla



Akustiikkalevyissä on avoimia mineraalivillapintoja



Alakattotiloissa on avoimia mineraalivillapintoja

5.3 Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset

5.3.1 Rakenteiden kosteuskartoitus ja -mittaukset

Rakenteiden kosteuskartoitus

Välipohjarakenteille suoritettiin pintakosteudenilmaisimella kosteuskartoitus.

9.6.2022 suoritettun kosteuskartoituksen perusteella välipohjan alueella on yksittäisiä poikkeavien arvojen alueita (esitetty liitekartalla 2). Kosteuskartoituksen perusteella toteutettiin kosteusmittauksia porareikämittauksilla ja viiltomittauksilla poikkeavien arvojen alueille sekä oletetuille kuiville alueille.

Rakenteiden kosteusmittaukset

Välipohjarakenteisiin tehtiin kosteusmittauksia betoniin porareikämenetelmällä. Porareikien asennus tehtiin torstaina 9.6.2022 ja lukemat luettiin keskiviikkona 15.6.2022. Antureiden tasaantumisaika porareikässä oli 30 minuuttia tai enemmän.

Välipohjarakenteisiin tehtiin myös yksittäinen viiltokosteusmittaus vinyylilaatan alle yli 30 minuutin tasaantumisaikalla. Porareikämittaukset tehtiin kahdesta syvyydestä.

Alla olevassa taulukossa on esitetty porareikämittauksien ja viiltomittauksen tulokset. Kosteusmittauskohtien sijainnit on esitetty raportin liitteen tutkimuskartassa. Taulukossa punaisella on esitetty tulokset, jotka ovat yli 85 % ja tummennettuna tulokset, jotka ovat 75–85 %.

Tutkimuksen perusteella välipohjissa havaittiin yksittäinen tila, jossa välipohjassa havaittiin kohonnutta kosteutta.

Taulukko 5.1. Porareikämittaukset ja viiltomittaukset

Tunnus	Tila	Ra- kenne (mit- taus- kohteen materi- aali)	Syvyys [mm]	Suhteelli- nen kos- teus [RH%]	Läm- pötila [°C]	Huokosilman kosteuspitoi- suus/abso- luuttinen kosteus g/m ³
Ulkoilma				42,0	19,9	7,25
Sisäilma				46,5	22,7	9,44
PR.01-VP	1.krs. Huone 102	betoni	32	54,4	22,4	10,87
PR.02-VP	1.krs. Huone 102	betoni	52	56,2	22,4	11,21
PR.03-VP	1.krs. Huone 113	betoni	30	66,4	22,8	13,55
PR.04-VP	1.krs. Huone 113	betoni	50	67,8	22,6	13,68
PR.06-VP	1.krs. Huone 137	betoni	30	95,4	22,2	18,83
PR.07-VP	1.krs. Huone 137	betoni	50	97,6	22,2	19,26
PR.08-VP	1.krs. Huone 137	betoni	160	98,9	22,2	19,44
VM.01-VP	1.krs. Huone 137	vinyyli- laatan alta		97,7	22,8	19,96

5.3.2 VOC-materiaalinäytteet

Välipohjan pinnoitteena olevasta vinyyli-laatasta ja linoleumista sekä niiden alapuolisesta tasoitteesta otettiin näytteet materiaalien VOC-analysia varten.

Otettujen materiaalinäytteiden perusteella vinyyli-laatoissa, kosteusvauriotilassa 137, esiintyy materiaalin kemialliseen hajoamiseen viittaavia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Pitoisuudet ylittävät työterveyslaitoksen laatimia viitearvoja Bulk-näytteille.

Tiloista otetuissa ilmanäytteissä esiintyy myös kyseisiä yhdisteitä, mutta pitoisuudet ovat hyvin alhaisia, eivätkä ylitä asumisterveysasetuksen mukaisia toimenpiderajoja.

VOC-tutkimuksia on käsitelty tarkemmin luvussa 7, Sisäilmatutkimukset.

5.4 Johtopäätökset

Välipohjan rakenteissa havaittiin vain yksittäisessä tilassa, huone 137, kosteutta. Tutkimuksen perusteella ainoaksi selittäväksi tekijäksi kosteudelle nousi välipohjan liittymässä sijainnut elementtisauma. Elementtisaumat ovat uusitut hiljattain, mutta todennäköisesti kosteutta on päässyt välipohjan rakenteeseen ennen saumausten uusimista ja tiiviistä rakenteista johtuen kosteus ei ole päässyt kuivumaan.

5.5 Toimenpide-ehdotukset

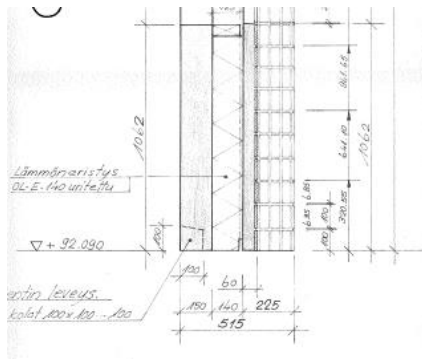
Korjausvaihtoehtona on pintamateriaalin poistaminen ja välipohjan kuivattaminen huoneessa 137. Korjauksessa tulee huomioida asbestipurkutöyänä tehtävä vinyyli-laattojen purkaminen sekä

havaitut VOC-yhdisteet, jotka on huomioitava korjaussuunnittelussa. Betonipinta suositellaan jyrsimään ja kuivattamaan betoni. Sisäilmaan johtavat ilmavuotoreitit suositellaan tiivistettäväksi. Lattia suositellaan pinnoittamaan vesihöyryä läpäisevällä pintamateriaalilla kuten kuivapuristelaatoilla. Suositeltava toteutusajankohta on vuonna 2023–2024.

6 Seinärakenteet

6.1 Rakennekuvaus

Ulkoseinä- ja julkisivurakennetta on kuvattu laajemmin Kellarikerroksen, julkisivujen ja vesikaton kuntotutkimusraportissa (Sitowise Oy 9.8.2022).

Rakenneavauksilla todennettu ulkoseinärakenne		
Mitta (mm)	Rakenne, materiaali	
120–160	Betoni	
56–140	Mineraalivilla	
-	Betoni (porausta ei jatkettu, kuvattu julkisivututkimusraportissa)	

6.2 Rakenteesta tehdyt havainnot

Rakennuksen ulkoseinät ovat betonielementtirakenteiset. Rakennuksen kantavissa väliseinissä havaittiin paikoin halkeilua. Ulkoseinissä havaittiin yksittäisiä halkeamia.

Ulkoseinän eristetilaan tehtiin tutkimusten yhteydessä kosteusmittauksia, mutta eristetilassa (mineraalivillaa) ei havaittu yleisesti kohonnuttua kosteutta, poikkeuksena oli huone 137, mitä on kuvattu alla olevassa kappaleessa.

Ikkunoiden tilkeraoista ei ollut tarvetta ottaa näytteitä mikrobitutkimuksiin, sillä ikkunat ovat uusiutut ja karmieristeenä on polyuretaani.

Alla olevissa valokuviissa on esitetty tutkimusten yhteydessä tehdyt havainnot:

*Halkeama varastohuoneen 147 väliseinässä**Halkeama varaston väliseinässä**Halkeilua ulkoseinän ja ikkunan liittymässä, 2. kerroksen neuvotteluhuoneessa**Ulkoseinän ja välipohjan liittymän rakoilua huoneessa 133*

6.3 Rakenteelle suoritettut tutkimukset ja mittaukset

6.3.1 Rakenteiden kosteusmittaukset

Ulkoseinärakenteen eristetilaa tehtiin hetkellisiä kosteusmittauksia. Taulukossa 6.1 on esitetty kosteusmittausten tulokset. Eristetilan kosteus on mitattu mikrobinäytteenoton yhteydessä ja on siksi numeroitu mikrobinäytteenottoa vastaavasti. Mittauspaikat on esitetty liitteen tutkimuskartalla. Ulkoseinän eristetilassa havaittiin kosteutta huoneessa 137 eli samassa tilassa, jossa myös välipohjassa havaittiin kosteutta. Rakennuksen muissa tiloissa ei eristetilassa havaittu kosteutta.

Taulukossa punaisella on esitetty tulokset, jotka ovat yli 85 % ja tummennettuna tulokset, jotka ovat 75–85 %.

Taulukko 6.1. Ulkoseinän eristetilan hetkelliset kosteusmittaukset

Tunnus	Tila	Rakenne (mittauskohteen materiaali)	Syvyys [mm]	Suhteellinen kosteus [RH%]	Lämpötila [°C]	Huokosilman kosteuspitoisuus/absoluuttinen kosteus g/m ³
Ulkoilma				42,0	19,9	7,25
Sisäilma				46,5	22,7	9,44
MB.02-US	1.krs., Huone 103	mine-raalivilla		49,2	24,0	10,73
MB.03-US	1.krs., Huone 112	mine-raalivilla		79,5	25,9	19,43
MB.04-US	1.krs., Huone 137	mine-raalivilla		95,5	19,0	15,63
MB.05-US	1.krs., Huone 137	mine-raalivilla		41,0	22,7	8,31
MB.06-US	1.krs., Huone 113	mine-raalivilla		47,2	20,1	8,22
MB.07-US	2.krs., huone 204	mine-raalivilla		23,7	43,0	9,25
MB.08-US	2.krs., neuvottelu-huone	mine-raalivilla		24,1	43,3	9,50
MB.09-US	2.krs., Huone 251	mine-raalivilla		24,1	48,0	10,61
MB.10-US	2.krs., Huone 228	mine-raalivilla		24,9	46,3	10,62
MB.11-US	3. krs., Huone 305	mine-raalivilla		24,7	43,8	9,94
MB.12-US	3. krs, Huone 310	mine-raalivilla		24,1	45,2	9,94

6.3.2 Mikrobitutkimukset

Ulkoseinien mineraalivillaeristeestä otettiin yhteensä 13 näytettä mikrobianalyysiä varten. Näytteet analysoitiin suoraviljelymenetelmällä.

Tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa. Alkuperäiset analyysitodistukset on esitetty raportin liitteenä.

Taulukko 6.2 Mikrobimateriaalinäytteiden tulokset

Tunnus	Näytteen sijainti	Materiaali	Tulos
MB.01-US	Huone 123	Mineraalivilla	Epäily mikrobikasvusta materiaalissa
MB.02-US	Huone 102	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
MB.03-US	Huone 112	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
MB.04-US	Huone 137	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
MB.05-US	Huone 137	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa

Tunnus	Näytteen sijainti	Materiaali	Tulos
MB.06-US	Huone 113	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
MB.07-US	Huone 204	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
MB.08-US	Huone 224	Mineraalivilla	Epäily mikrobikasvusta materiaalissa
MB.09-US	Huone 251	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
MB.10-US	Huone 228	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
MB.11-US	Huone 306	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
MB.12-US	Huone 310	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa
MB.13-US	Huone 201	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvua materiaalissa

Näytteissä MB.01-US ja MB.08-US todettiin bakteerikasvua runsaasti, 75 tai yli pesäkettä (+++). Havaittu bakteerikasvu ei ollut kosteusvauriosta indikoivaa. Muissa näytteissä bakteerikasvua todettiin vain vähän (+), alle 75 pesäkettä. Homeet ja hiivat jäivät analyysissä alle määritysrajan kaikissa näytteissä lukuun ottamatta näytteitä MB.02-US ja MB.03-US, joissa pesäkkeitä oli maljoilla alle 30, eivätkä ne olleet lajeiltaan kosteusvaurioindikaattorimikrobeja.

6.3.3 Merkkiainekoe

Tutkimuksen yhteydessä suoritettiin merkkiainekoe mahdollisten rakenteen epätiiveyskohtien selvittämiseksi. Merkkiainekoe suoritettiin huoneessa 137. Merkkiainekaasua syötettiin ulkoseinärakenteen eristetilaan ja tarkasteltiin liittymiä ja läpivientejä huoneessa 137. Tila alipaineistettiin tutkimuksen ajaksi.

Merkkiainekokeessa havaittiin epätiiveyskohtia tarkastellun huoneen seinän ja lattian välisissä liitoksissa, ikkunan liittymissä sekä läpivientien kohdalla.

ME.01-US

Huomioita:

Merkkiainekoe suoritettiin alipaineistaen tila noin 10 Pascaliin. Tehtyjen paine-eromittausten perusteella rakennus oli tutkimus-hetkellä ulkoilmaan nähden yli-paineinen, jolloin epäpuhtauksien pääsy huonetilaan on epätodennäköinen normaalissa käyttöolosuhteessa. Yöaikaan tila voi muuttua alipaineiseksi.

Ulkoseinän ja välipohjan/ikkunan liittymästä sekä läpivientien kohdalla havaittiin merkittäviä piste-mäisiä vuotokohtia sisäilmaan.



6.4 Johtopäätökset

Ulkoseinien eristetilassa havaittiin selkeä kosteusvaurio vain 1. kerroksen huoneessa 137, tilan ulkoseinäeristeestä otetuissa mikrobinäytteissä ei havaittu mikrobikasvua. Ulkoseinässä havaittiin kahdessa näytteessä mikrobikasvua (bakteereja), mutta näissä ei ollut kosteusvaurioindikaattori-mikrobeja ja kyse on enemmän muista epäpuhtauksista eristetilassa.

Perustusten painumiseen viittaavien väliseinien halkeamien syiden ja mahdollisten rakenteiden liikkeiden aktiivisuutta suosittelemme selvittämään ennen peruskorjauksen suunnittelua erillisenä selvityksenä, jossa halkeamiin tehdään laastisillat ja halkeamakohtia seurataan (jos laastisilltoihin syntyy halkeamia, on rakenteiden liike edelleen aktiivista).

Yksittäisiä halkeamia havaittiin myös ulkoseinissä, joissa halkeilusta aiheutuu rakenteen epä-tiiveyskohtia, joiden kautta mahdollisten epäpuhtauksien leviäminen on mahdollista.

6.5 Toimenpide-ehdotukset

Huoneeseen 137 ehdotetaan ensisijaisesti kuivausta ja tiivistyskorjausta. Varastoissa havaittujen väliseinien halkeamia suositellaan seurattaviksi. Mahdollisten kuitupäästöjen estämiseksi suositellaan yleisesti ulkoseinä- ja välipohja/ikkunaliittymien tiivistämistä peruskorjauksen yhteydessä. Tiivistyskorjauksella voi olla vaikutusta myös energian säästöön. Tiivistyskorjauksista tulee tehdä erillinen korjaussuunnitelma ja ilmanvaihto tulee tasapainottaa tiivistyskorjausten jälkeen. Suositeltava toteutusajankohta on vuonna 2023–2024.

7 Ilmanvaihto ja sisäilmamittaukset

7.1 Ilmanvaihto

Kohteessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, jonka ilmanvaihtokoneet on uusittu vuonna 2018.

Ensimmäisen kerroksen wc-tiloissa havaittiin, että poistoilmanvaihto ei toimi. Paikallisesti havaittiin tunkkaisia varastotiloja, joissa ei ole tuloilmaventtiiliä, eikä korvausilma pääse suljettuna oleviin tiloihin oven alareunassa olevan liian pienen siirtoilmareitin takia. Tilojen ilmanlaadussa todettiin aistinvaraisesti vaihtelevuutta rakennuksen eri osissa. Useisiin huoneisiin on sijoitettu ilmanpuhdistin.

7.2 Sisäilman olosuhdemittaukset

Tiloissa suoritettiin olosuhteiden seurantamittaus kahden viikon (9–22.6.2022) ajan neljässä eri tilassa. Mittauksessa seurattiin ilman kosteutta, lämpötilaa ja hiilidioksidipitoisuutta. Mittauspisteitä oli jokaisessa kerroksessa, eri puolilla rakennusta.

Asumisterveysasetuksen (545/2015) mukaisesti lämmityskaudella huoneilman ja kokoontumistilojen lämpötilan tulisi olla +18...+26 °C ja lämmityskauden ulkopuolella lämpötilan tulisi pysyä +20...+32 °C rajoissa. Sisäilman suhteelliselle kosteudelle ei ole määritetty asetuksessa tarkkoja arvoja. Suosituksena sisäilman suhteelliselle kosteudelle on ollut aikaisemmin 20–60 %. Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpiderajana on, jos pitoisuus sisäilmassa ylittää ulkoilman pitoisuuden 1150 ppm. Tutkimuksen aikana ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on noin 400 ppm.

Sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittauksesta saadut tulokset on esitetty raportin liitteessä 7 ja mittauspaikat ovat merkitty liitteenä olevaan paikannuspiirustukseen (liite 2).

Taulukko 7.1 Sisäilman olosuhdemittausten tulokset

Tunnus	Mittauskohde	Lämpötila, min-max T (°C)	Suhteellinen kosteus, min-max RH (%)	Hiilidioksidi, min- max CO ₂ (ppm)
OL.01	huone 206	21,78–24,56	25,9–50,2	383–678
OL.02	huone 224	23,33–26,5	25–45,8	390–1243
OL.03	huone 349	22–24,39	24,9–50	322–742
OL.04	huone 112	22,44–24,5	25,8–48,9	391–939

Tilojen lämpötilat pysyivät mittausaikana kaikissa mittauspisteissä asumisterveysasetuksen mukaisten raja-arvojen alapuolella. Huoneilman suhteellinen kosteus vaihteli tiloissa 24,9–50,2 % välillä. Liian kuiva tai kostea sisäilma voi vaikuttaa korostaen koettua sisäilman laatua. Hiilidioksiditasot pysyivät kaikissa tiloissa mittauksen aikana alle toimenpiderajan (1150 ppm + ulkoilman 400 ppm = 1 550 ppm). Toisen kerroksen neuvotteluhuoneessa 224 (OL.02) mitattiin hetkellisesti taivannaista korkeampi pitoisuus 1243 ppm.

7.3 Paine-eromittaukset

Paine-erojen seurantamittaus käsitti taulukkoon merkittyjen tilojen paine-eron mittaukset ulko-seinärakenteiden yli (Pa). Mittaus suoritettiin 14 vuorokauden ajan 9-23.6.2022.

Asumisterveysasetuksen mukaisesti alipaineisuuden syy tulee selvittää, jos alipaineisuus on yli 15 Pa sekä mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa ilmanvaihto. Ylipaineisuuden syy ulkoilmaan nähdä tulee selvittää ja mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa ilmanvaihto. Nykyohjeistuksen mukaisesti paine-eron tulisi olla -5...+5 Pa välillä.

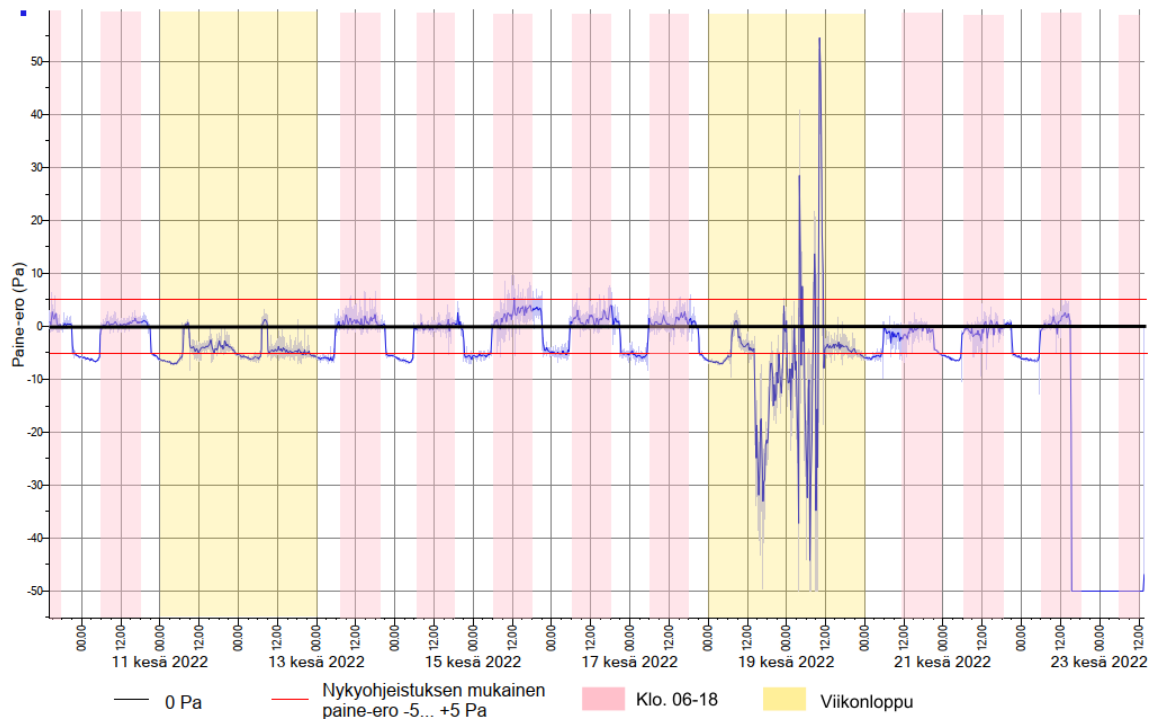
Paine-erojen seurantamittauksen mittauspaikat ovat merkitty liitteenä olevaan paikannuspiirustukseen.

On syytä huomioida tuloksia tarkasteltaessa, että tuloksissa heilahtelua aiheuttaa ulko-ovien ja ikkunoiden aukaisut, jolloin sisäilma pyrkii tasaantumaan ulkoilman kanssa. Tuuliolosuhteet vaikuttavat myös tuloksiin.

Tulokset ovat esitettyinä alla graafisesti:

■ 828087 Paine-ero PE.01

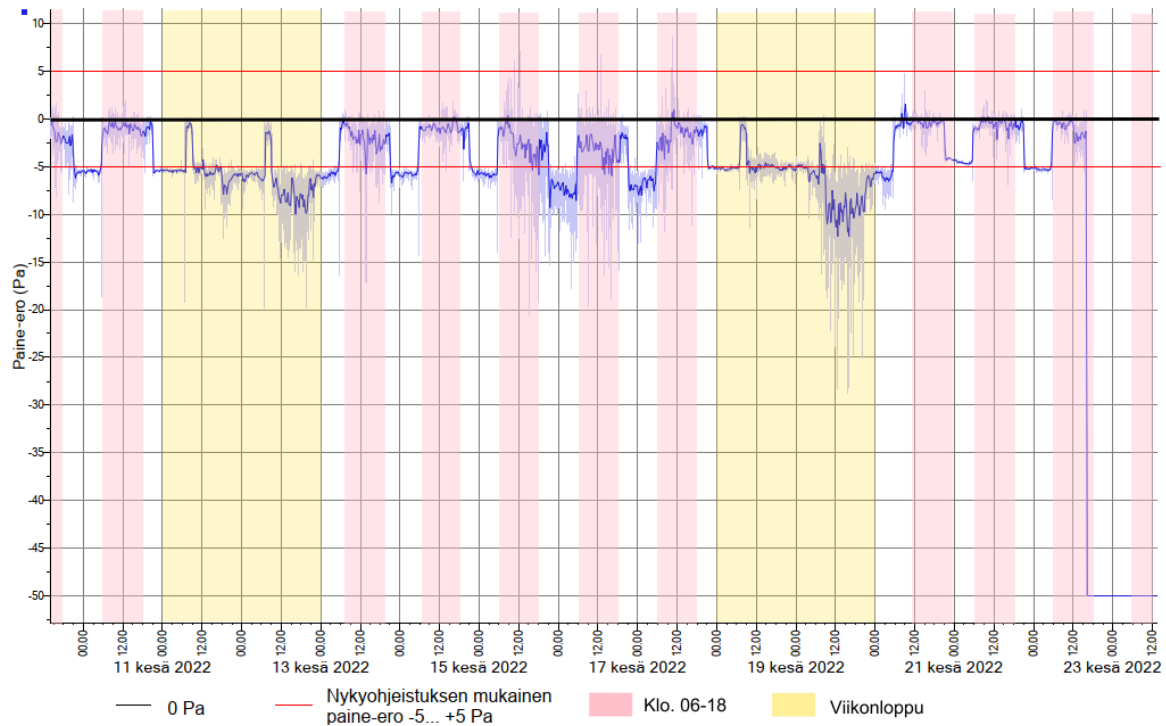
Tila 112

**Tila 112**

Ensimmäisen kerroksen huoneesta 112 mitatut paine-erot pysyvät pääsääntöisesti suositellun -5...+5 Pa välillä. Päiväaikaan paine-ero on lähellä tasapainoa tai hieman ylipaineinen. Ilmanvaihdon jaksottainen käyttö näkyy tilojen alipaineisuutena ja tila muuttuu enemmän alipaineiseksi yöaikaan.

793980 Paine-ero PE.02

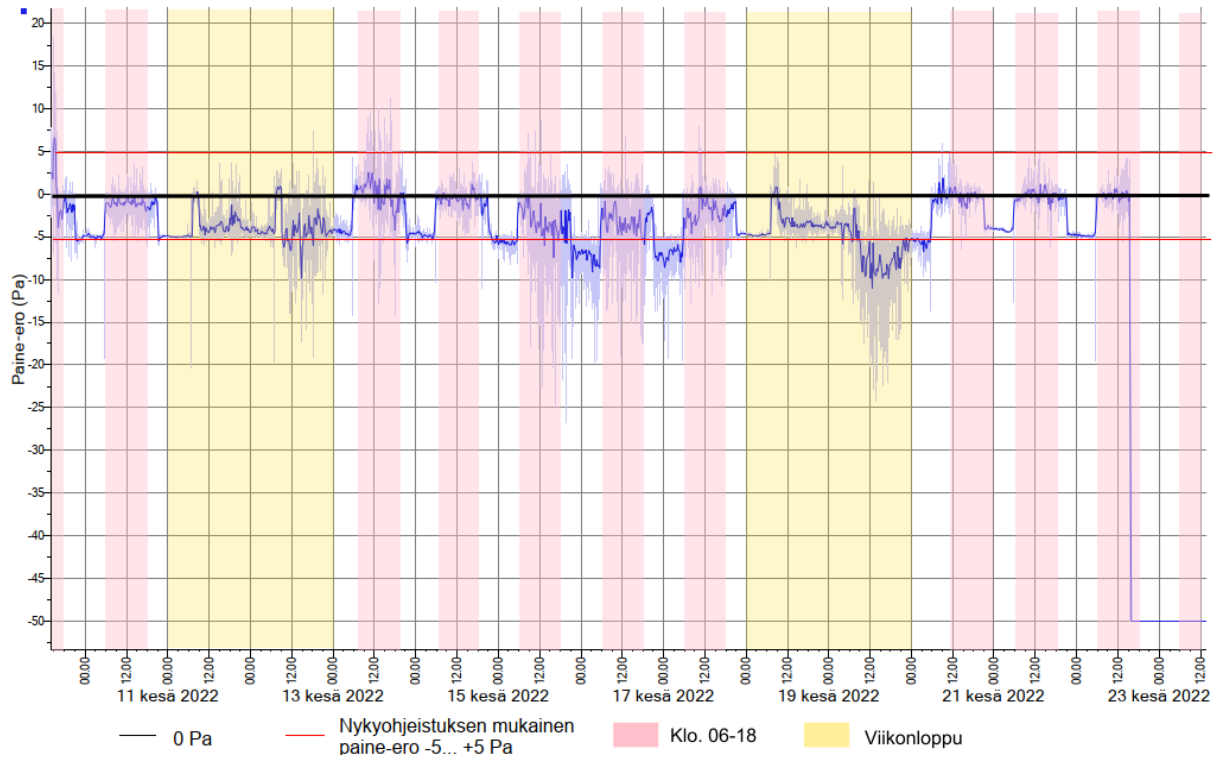
Tila 234

**Tila 234**

Huone 234 on mittausaikana pääsääntöisesti alipaineinen. Paine-erot vaihtelevat mittauksen aikana -27...+8,64 Pa välillä, ollen keskimäärin -6,9 Pa. Paine-erot pysyvät pääsääntöisesti suositellun -5...+5 Pa välillä. Ilmanvaihdon jaksottainen käyttö näkyy tilojen alipaineisuutena ja tila muuttuu enemmän alipaineiseksi yöaikaan.

772657 Paine-ero PE.03

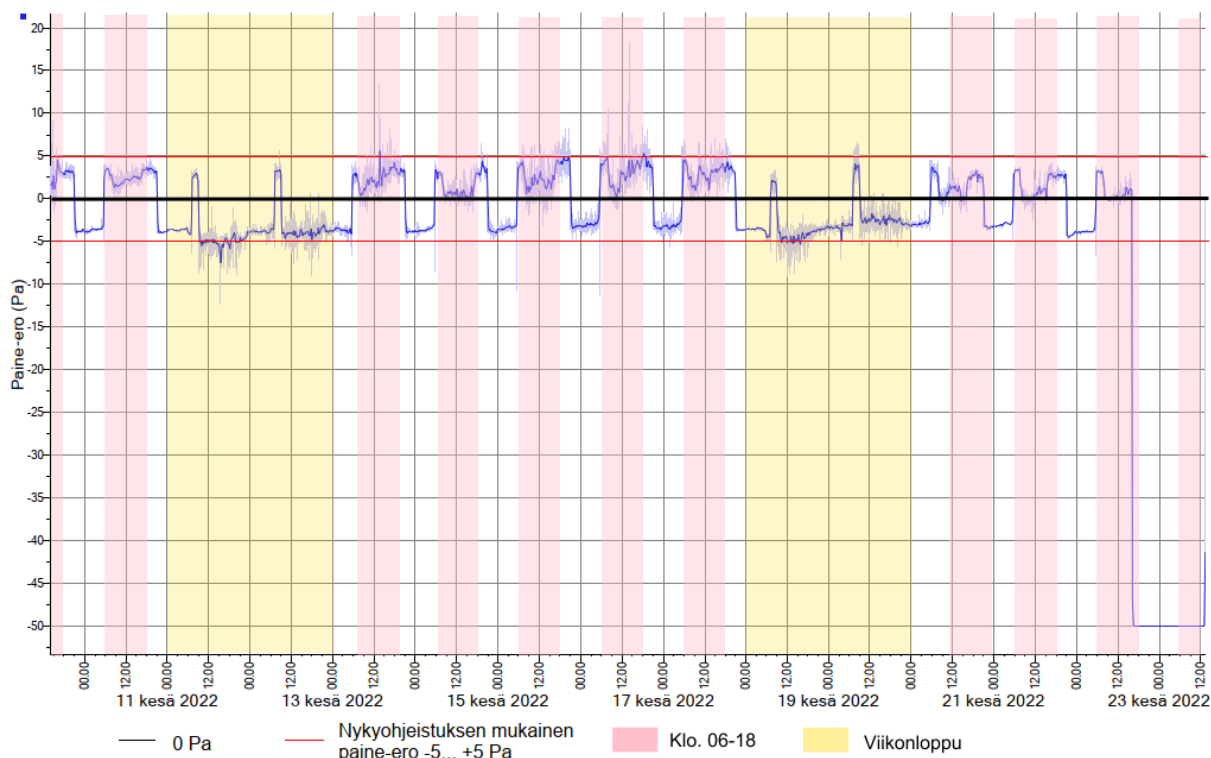
Tila 214

**Tila 214**

Huoneen 214 paine-erot vaihtelevat mittauksen aikana n. -27...+10 Pa välillä, ollen keskimäärin -6,3 Pa. Paine-ero vaihtelee pääsääntöisesti suositellun -5...+5 Pa välillä, mutta mahdollisesti tuulioloista johtuvaa paine-eron vaihtelua on havaittavissa. Ilmanvaihdon jaksottainen käyttö näkyy tilojen alipaineisuutena ja tila muuttuu enemmän alipaineiseksi yöaikaan.

828110 Paine-ero PE.04

Tila 349



Tila 349

Huone 214 muuttuu hieman ylipaineiseksi päiväaikaan. Viikonloppuisin tila pysyy pääsääntöisesti lievästi alipaineisena lukuun ottamatta hetkellisiä ylipaineisuuden piikkejä. Paine-ero on keskimäärin -3,94 Pa. Paine-ero vaihtelee pääsääntöisesti suositellun -5...+5 Pa välillä. Ilmanvaihdon jaksottainen käyttö näkyy tilojen alipaineisuutena ja tila muuttuu enemmän alipaineiseksi yöaikaan.

7.4 Teolliset mineraalikuidut

Tutkimuksissa otettiin neljästä eri tilasta teollisten mineraalikuitujen kahden viikon laskeumanäyte. Tiloista otettiin kaksi rinnakkaisnäytettä näytettä KU.03/1 lukuun ottamatta. Näytteet kerättiin geeliteipille puhdistetulle pinnalle kerääntyneestä pölystä. Tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa 7.2. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ylittävät tulokset on merkitty punaisella.

Alkuperäiset analyysivastaukset on esitetty tämän raportin liitteessä 8. Laskeumapölynäytteiden ottopaikat on merkitty liitteenä olevaan paikannuspiirustukseen.

Taulukko 7.2. Pölyn laskeumanäytteiden tulokset

Tunnus	Tila	Tulos (kpl/cm ²)
KU.01/1	Huone 127	0,21
KU.01/2	Huone 127	0,21
KU.02/1	Käytävä, huone 251 edusta	0,21
KU.02/2	Käytävä, huone 251 edusta	0,21
KU.03/1	Huone 214	<0,10
KU.04/1	Huone 323	1,0
KU.04/2	Huone 323	0,71

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm² (STM:n asetus 545/2015). Mikäli tämä arvo tiloissa ylittyy, on arvioitava lisäselvitysten ja toimenpiteiden tarve kuitukertymän pienentämiseksi.

Pölyn laskeumanäytteissä todettiin teollisia mineraalikuituja, joiden määrä ylittää niille asetetun toimenpiderajan. Selkein toimenpiderajan ylitys on kolmannen kerroksen huoneesta 323 otetuissa näytteissä. Näytteissä KU.01 ja KU.02 todettiin myös lievästi toimenpiderajan ylittäviä mineraalikuituarvoja.



Kuitumittaukset toteutettiin kahden viikon laskeutuneesta pölystä.

7.5 Sisäilman VOC-mittaus

Rakennuksen kahdessa huoneessa mitattiin sisäilman VOC-yhdisteiden pitoisuutta 9.6.2022. Näytteet kerättiin aktiivisella näytteenotolla Tenax TA -adsorptioputkeen ja toimitettiin analysoitavaksi Työterveyslaitokselle. Tulokset on esitetty taulukossa 7.3 ja analyysivastaus on liitteenä 5. Mittauspisteet on merkitty paikannuskuvaan (liite 2).

Taulukko 7.3. Sisäilman VOC-yhdisteiden analyysitulokset. TVOC = mitattujen haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus. Taulukossa on esitettyä suurimmat havaitut pitoisuudet.

	Pitoisuus (µg/m³)	
	Huone 306	Huone 204
	VOC.01 (237631)	VOC.02 (255051)
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	1	2
C12-C13 alkoholit	-	20**
2-Metyyli-1-propanoli	-	0,8
2-Etyyli-1-heksanoli	0,6	1
ALDEHYDIT		
Nonanaali	2	4
KETONIT		
Asetoni	5	7
HAPOT		
Etikkahappo	25	36
Propaanihappo	1	2
ESTERIT JA LAKTONIT		
Alkyylibentsoaatit		70 ¹
PIIYHDISTEET		
Oktametyylisyklotetrasiloksaani	10	
TVOC*	40	40

*) määritetty tolueenivasteella

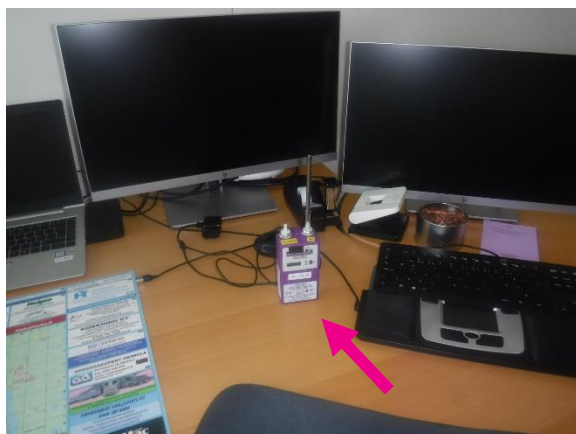
**) Määritetty tolueeniekvivalenttina, näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia

1) TVOC-alueen ulkopuolella

Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetuksessa 545/2015 määritellään toimenpideraja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketulle kokonaispitoisuudelle, joka huoneilmassa on 400 µg/m³. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m³. Lisäksi asetuksessa on määritelty tietyille yksittäisille yhdisteille kullekin oma toimenpiderajansa, esim. 2-etyyli-1-heksanoli (2-EH) 10 µg/m³ ja TXIP 10 µg/m³ tolueenivasteella.

Työterveyslaitoksen käyttämänä viitearvona sisäympäristön tunnistamisessa puhtaissa työympäristöissä (TTL 27.2.2017) voidaan pitää ilmanäytteen TVOC-pitoisuutta >100 µg/m³. VOC-yhdisteiden pitoisuuteen sisäilmassa vaikuttavat mm. ilmanvaihto sekä tilojen väliset painesuhteet.

Kaikkien tutkittujen tilojen sisäilman TVOC-pitoisuudet olivat alhaisemmat kuin asumisterveysasetuksen toimenpideraja ja TTL:n käyttämä viitearvo. Myöskään yksittäisten yhdisteiden pitoisuuksissa ei esiintynyt poikkeuksellisen korkeita pitoisuuksia. VOC-näytteistä analysoitiin pieniä pitoisuuksia kosteusvaurioitumisen yhteydessä muovimatoista ja liimoista sekundaariemissioina syntyviä yhdisteitä. Tällaisia yhdisteitä ovat 1-butanoli, 2-etyyli-1-heksanoli. Yksittäinen alkyylibentsoaatin (70 µg/m³) hieman kohonnut pitoisuus huoneessa 204 ei ole verrattavissa toimenpideraja-arvoon, mutta kertoo mahdollisista hajoamistuotteista sisäilmassa, joilla voi olla yhteys oireiluun tiloissa, joissa on linoleummattoa.



Sisäilman VOC-yhdisteet kerättiin Tenax-TA -adsorptioputkeen

7.6 Materiaalien VOC-mittaus

Välipohjan pinnoitteena olevasta vinyylilaatasta ja linoleumista sekä niiden alapuolisesta tasoitteesta analysoitiin laboratoriossa materiaaleista emissioituvat VOC-yhdisteet. Analyysi suoritettiin mikrokammion menetelmällä.

Tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa. Alkuperäiset analyysitodistukset on esitetty raportin liitteenä. Taulukkoon on merkitty punaisella ne tulokset, jotka ylittävät Työterveyslaitoksen määrittämät viitearvot.

Taulukko 7.4. Materiaalien VOC-analyysitulokset. TVOC= mitattujen haihtuvien yhdisteiden kokonaispitoisuus

	Pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$)			
	Huone 137	Huone 137	Huone 311	Huone 311
	VOC. Bulk 01	VOC. Bulk 02	VOC. Bulk 03	VOC. Bulk 04
	Vinyylilaatta	Tasoite	Linoleum	Tasoite
2-etyyli-1-heksanoli	200	6	3	
propanihappo			19	
TVOC*	360	27	190	35

**) pitoisuus ilmoitettu tolueenivasteella*

Betonirakenteen liian korkea kosteuspitoisuus voi aiheuttaa pinnoitemateriaaleissa kemiallisia hajoamisreaktioita ja/tai mikrobikasvustoa. Kosteuden aiheuttama pinnoitemateriaalien hajoamisreaktiot voidaan havaita kiinnitysliiman koostumuksen ja alustaan tartunnan muuttumisesta sekä normaalista poikkeavien hajujen esiintymisestä pinnoitteen alla ja sisäilmassa. Kun muovimattopinnoitemateriaalin hajoamisreaktio on käynnistynyt, se jatkuu, vaikka rakenne myöhemmin kuivuisikin.

Työterveyslaitos on antanut bulk-emissioille viitearvoja. PVC:lle, jossa pehmentimenä on DEHP, viitearvot ovat: TVOC $200 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$, 2-etyyli-1-heksanoli $70 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Tasoitteille TVOC $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ja 2-etyyli-1-heksanoli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Linoleumille TVOC $650 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ ja propanihappo $100 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$.

Kaikkien BulkVOC -näytteiden näytteenoton yhteydessä tehtiin aistinvaraisia havaintoja pinnoitteen tartunnasta, hajuista sekä liiman koostumuksesta. Näytteenoton yhteydessä osassa tiloja havaittiin kemiallista hajua.

VOC.Bulk 01 ja VOC.Bulk 02, huone 137

Huonetilassa havaittiin kosteuskartoituksessa poikkeavia arvoja paikallisesti rakennuksen päätyikkunan edessä. Näytteet otettiin tilan vinyylilaatasta sekä sen tasoitteesta.

Vinyylilaattanäytteen TVOC-emissiopitoisuus ylittää TTL:n käyttämät viitearvot. Näytteessä havaittiin korkea pitoisuus 2-etyyli-1-heksanolia.

VOC.Bulk 03 ja VOC.Bulk 04, huone 311

Näytteenottokohdasta ei havaittu kosteuskartoituksessa poikkeavia arvoja. Tilassa oli aistittavissa lievä poikkeava haju.

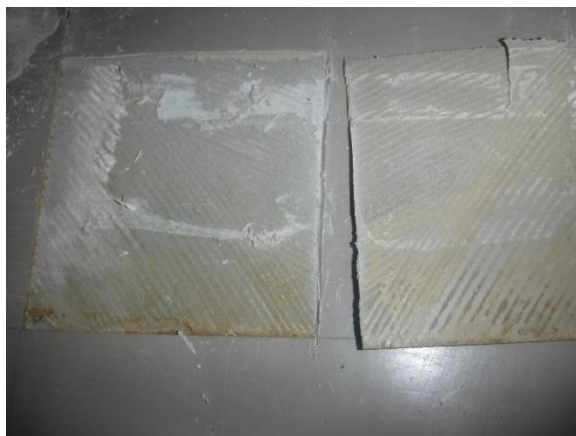
Huoneen 311 lattian linoleumista ja tasoitteesta otettujen näytteiden TVOC tai propaanihappo-emissiopitoisuudet eivät ylitä TTL:n käyttämiä viitearvoja.



Ensimmäisen kerroksen vinyylilaattapintaa



Lattian linoleumpinnoite



Vinyylilaatan liimapinnalla oli näkyvissä vauriojälkiä, VOC.Bulk 01



Lattian linoleumpinnoite, näyte VOC.Bulk 02

7.7 Muut havainnot sisäilmasta

Tutkittavissa tiloissa tehtiin savukokeita, joilla selvitettiin ilman leviämistä huonetiloissa. Kokeiden perusteella ilma levisi tasaisesti huonetiloissa. Tuloilmaventtiilejä oli osittain tukittu, mikä voi vaikuttaa tilojen ilmanvaihtuvuuteen. Aistinvaraisesti havaittiin, että linoleummatto-huoneissa oli muista tiloista poikkeava, hieman tunkkainen sisäilma.

Tulo- ja poistoilmakanavien puhtaus ilmanvaihtokoneiden osalta on määritetty LVI 39- 10409, ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastus – ohjekortiston mukaisesti (Pölykertymän ollessa suurempi kuin 5 g/m^2 kanavisto on puhdistettava). Sisäilmastoluokitus 2018 (RT 07-11299) suosittelee tarkastamaan ilmanvaihtokanavien puhtauden vähintään viiden vuoden välein, tarkastus suoritetaan vähintään viidestä eri pisteestä. Pölykertymän ollessa suurempi kuin 2 g/m^2 (P1-luokan järjestelmä) tai 5 g/m^2 (muut kuin P1-luokan järjestelmät) on kanavisto puhdistettava.

Tutkimusten perusteella tulo- ja poistoilmakoneiden, tiloja palvelevien ilmanvaihtokanavien sisäpinnan aistinvarainen pölykertymän arvio oli kaikissa tutkimuspisteissä alle $0,7 \text{ g/m}^2$ eli ilmanvaihtokanavat ovat puhtaat, eikä niissä ole nuohoustarvetta. Myös ilmanvaihtokoneiden kammiot olivat puhtaat.



Savukokeiden perusteella tuloilma levisi tasaisesti huonetiloihin



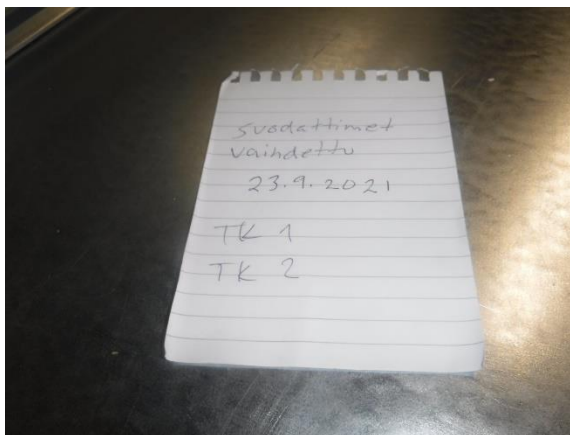
Tuloilmaa oli osittain tukittu tuloilmaventtiileissä



Ilmanvaihtokanavat olivat havaintojen mukaan puhtaita, pölykertymä oli kaikissa tutkimuspisteissä alle $0,7 \text{ g/m}^2$



Ilmanvaihtokoneiden kammiot olivat puhtaita



Ilmanvaihtokoneiden suodattimet vaihdetaan kerran vuodessa, kirjanpidon mukaan viimeksi syyskuussa 2021

7.8 Johtopäätökset

Tehtyjen sisäilmasto-olosuhdemittausten perusteella hiilidioksidipitoisuudet ja lämpötila pysyvät asumisterveysasetuksen mukaisissa rajoissa. Suhteellinen kosteus oli mittauksen aikana 24,9–50,2 %. Suhteellisen kosteuden arvot vaihtelevat riippuen ulkoilman suhteellisesta kosteudesta sekä tilan käytöstä. Liian kuiva tai kostea sisäilma voi vaikuttaa koettuun sisäilman laatuun heikentävästi.

Tehtyjen paine-eromittausten perusteella tilojen paine-erot pysyivät mittausaikana pääasiallisesti lievästi alipaineisina. Tiloissa havaittiin kuitenkin ajoittaista suurempaa tilojen alipaineisuutta, varsinkin yöaikaan. Tämä voi mahdollistaa epäpuhtauksien kulkeutumista sisätiloihin yöaikaan ja voi lisätä mahdollista oireilua päivisin.

Ilmanvaihto ja tuuletus vaikuttavat todennäköisesti paineroihin muuttamalla paine-eron päiväaikaan lähelle tasapainoa tai lievästi ylipaineisiksi. Hetkittäinen suurempi yli- ja alipaineisuus johtuu todennäköisesti tuuliolo-suhteista ja yöaikaan yleisilmanvaihdon jaksottainen käyttö näkyy tilojen

alipaineisuutena. Ilmanvaihtokanavat ja -koneet havaittiin puhtaiksi. Ilmanvaihtokoneiden suodattimien tiheämpää vaihtoväliä suositellaan harkittavaksi, koska rakennus sijaitsee kaupungin keskustassa. Myös tuloilmapäätelaitteiden ilmanjako suositellaan tarkastettavaksi.

Pölyn laskeumanäytteiden analyyseissa todettiin toimenpiderajan ylittäviä arvoja teollisia mineraalikuituja. Avoimia kuitulähteitä oli havaittavissa erityisesti alas lasketun katon päällä. Teolliset mineraalikuidut sisäilmassa heikentävät sen laatua. Kuitulähteet suositellaan poistettavaksi.

Materiaalien VOC -näytteiden tulosten perusteella korkeat 2-etyyli-1-heksanoli-pitoisuudet yksittäisessä huoneessa viittaavat betonin alkalisen kosteuden käynnistämään pintamateriaalien hajoamisreaktioon. Kun vinyylilaattojen hajoamisreaktio on käynnistynyt, se jatkuu, vaikka kostea rakenne myöhemmin kuivuisikin. Hajoamisreaktioissa syntyneet hajoamistuotteet voivat aiheuttaa sisäilman laadun heikentymistä.

Kostean lattiamateriaalin alle voi syntyä myös mikrobikasvustoa. Mikrobeja ei tutkittu erikseen jo muutoin vaurioituneeksi todetusta lattiamateriaalista.

Sisäilman VOC -näytteissä ei havaittu kohonneita pitoisuuksia hajoamisreaktion yhteydessä muodostuvista indikaattoriyhdisteistä. Sisäilmassa havaittiin tunkkaisuutta etenkin linoleummatto-huoneissa. Linoleummatosta johtuvan sisäilman tunkkaisuusepäilyn varmistamiseksi on suositeltavaa tehdä lisätutkimuksia useammissa huoneissa, joissa on linoleummattoa. Yksittäisen tutkimuksen perusteella ei ole suositeltavaa tehdä laajoja johtopäätöksiä. Sisäilman tunkkaisuudesta johtuen suositellaan mittamaan myös tilojen ilmamäärät ja vertaamaan niitä tilojen käyttäjämääriin.

7.9 Toimenpide-ehdotukset

Tässä tutkimusraportissa olevat korjaussuositukset eivät ole valmis korjaussuunnitelma. Korjauksista päätetään raportin valmistumisen jälkeen.

7.9.1 Korjaustoimenpide-ehdotus

- kuitulähteiden poistaminen ja tarvittaessa uusiminen kuiduttomilla materiaaleilla
- ilmanvaihdon ilmamäärien mittaukset suhteessa tilan henkilömääriin ja ilmanvaihdon säätö
- lisätutkimukset pintamateriaalien päästöjen selvittämiseksi/lattian pintamateriaalien poistaminen ja uusiminen

Suosittelava toteutusajankohta on vuonna 2023–2024.

8 Putkikanaalit, hormit ja koteloinnit

Rakennuksen 1–3 kerroksessa ei havaittu erityisiä putki-, hormi- tai kotelorakenteita, joilla olisi vaikutusta rakennuksen sisäilmaan. Vesikaton kattokaivojen vedet on viemäroity 3. kerroksen viemäriputkeen.

9 Asbesti ja haitta-aineet

Tämän tutkimuksen yhteydessä suoritettiin asbesti- ja haitta-ainekartoitus, mutta näytteitä ei otettu, koska materiaalit vastasivat kellarikerroksen materiaaleja. Rakennuksen 1–3 kerroksissa on käytetty samoja materiaaleja kuin aiemmin tutkitussa kellarikerroksessa, joten aiemmin suoritettujen asbesti- ja haitta-ainekartoituksen tulokset on huomioitava rakennuksen korjauksen yhteydessä suoritettavissa purkutoissa.

Tässä kappaleessa on esitetty asbesti- ja haitta-aineita sisältävät materiaalit kellarikerroksesta, joita havaittiin tämän tutkimuksen yhteydessä myös muissa kerroksissa.

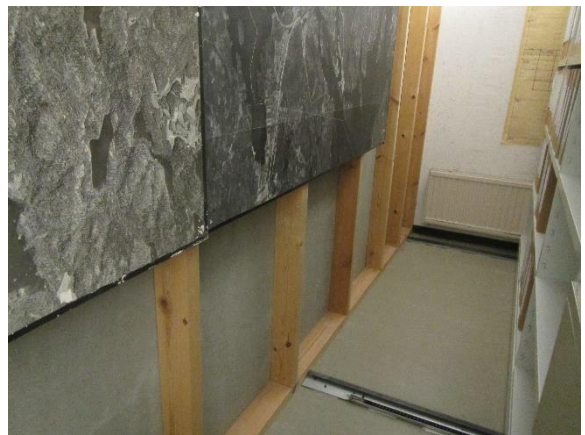
Tarkemmat tiedot ja analyysiraportit löytyvät Kellarikerroksen kuntotutkimuksesta (Sitowise Oy 2021). Päivitetty massalaskenta taulukko on esitetty tämän raportin liitteenä 9.

Taulukko 9.1. Asbestia ja haitta-aineita sisältävät materiaalit

Materiaali/tila	Asbesti/haitta-ainepitoisuus
Harmaa vinyylilaatta, liima, tasoite	Sisältää asbestia, krysotiili
Levytyt, arkiston väliseinä	Saattaa sisältää asbestia
Levytyt, sisäänkäyntikaton pellityksen aluslevy	Sisältää yleisesti asbestia (julkisivulevyissä on käytetty pidempään asbestia, kuin sisälevyissä)
Vanhat palo-ovet	Saattaa sisältää asbestia



Harmaa vinyylilaatta, liima, tasoite sisältää asbestia (krysotiili)



Kovalevytyt, arkiston väliseinä, saattaa sisältää asbestia



Kovalevytyt, sisäänkäyntikaton pellityksen aluslevy, sisältää yleisesti asbestia



Vanhat palo-ovet saattavat sisältää asbestia

Kokemuksen mukaan vanhemmat maalit ja muovimatot sisältävät yleisesti joiltakin osin ylittäviä pitoisuuksia raskasmetalleja, suositellaan purkamaan materiaalit haitta-ainepurkuna ja ottamaan yhteyttä paikalliseen jäteviranomaiseen ennen jätteen hävitystä.

10 Yhteenveto

Välipohjissa havaittiin paikoin halkeilua. Pintamateriaalit ovat paikoin kuluneet ja käyttöikänsä päässä. Lattian pintamateriaalien VOC-analyysien tulokset viittaavat materiaalin kemiallisen hajoamisen alkaneen, sillä analyyseissa löytyi vaurioitumisesta indikoivia yhdisteitä, jotka sisäilmaan päästessään heikentävät sen laatua.

Ulkoseinien rakenneavausten, kosteusmittausten ja mikrobianalyysien perusteella ulkoseinissä ei ole laajoja kosteus- ja mikrobivaurioita. Yksittäisessä tilassa, jossa havaittiin kosteutta ja vaurioita lattiapinnoitteessa, on todennäköisesti myös mikrobikasvua lattiapinnoitteen alla. Yksittäisen tilan välipohjan ja ulkoseinän liittymän korjaamaton kosteusvaurio ylittää aina toimenpiderajan.

Käytävillä havaittiin alaslaskettujen kattojen päällä avoimia mineraalivillaeristeitä, joista voi irrota sisäilmaan kuituja. Laskeumapölynäytteiden perusteella TTL:n ja STM:n (545/2015) asetuksen määrittämät toimenpiderajat mineraalikuiduille huoneilmassa ylittyvät useassa tilassa. Viitearvon ylittyessä tulee arvioida lisäselvitysten tai toimenpiteiden tarve kuitukertymän pienentämiseksi. Myös ulkoseinien eristetilasta voi ulkoseinien liittymien epätiiveyden vuoksi siirtyä kuituja sisäilmaan.

Sisäilman olosuhdemittausten perusteella tilojen lämpötila, suhteellinen kosteus ja hiilidioksiditasot eivät ylitä suositeltuja arvoja. Tilojen paine-erot pysyvät pääasiassa suositeltujen arvojen rajoissa, lukuun ottamatta ajoittaisia suurempia ali- tai ylipaineisuuden hetkiä.

Tilojen ilmanvaihdossa ei ollut havaittavissa suurempia puutteita, mutta suositellaan mittamaan tilojen ilmamäärät suhteessa tilojen käyttäjämääriin sekä tasapainottamaan ilmanvaihto.

10.1 Turvallisuus- ja terveysriskit

Kohteessa on havaittu epäilyjä yksittäisistä mikrobivaurioista, vaurioituneita pinnoitemateriaaleja ja avoimia mineraalivillapintoja. Kohteessa on mahdollista altistua sisäilman epäpuhtauksille ja asbesti- ja haitta-aineet on huomioitava rakenteita purettaessa. Kaikki esitetyt korjaustoimenpiteet tulee tehdä erillisen laadittavan korjaussuunnitelman mukaisesti. Ehdotetut korjaukset suositellaan tekemään lähivuosina, sillä tiloissa on oireiltu. Korjaukset on mahdollista yhdistää tulevaan peruskorjaukseen.

11 Altistumisolosuhteiden arviointi

Tehtyjen tutkimusten ja saatujen tulosten perusteella arvioitiin rakennuksen altistumisolosuhdetta Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti. Tavanomaisesta poikkeava olosuhde on mahdollinen, kun otetaan huomioon tehty havainnot paikallisista epäilyistä mikrobivaurioista, kuitulähteistä, vähäisistä ilmavuotoreiteistä ja paikallisista pinnoitevaurioista. Altistumisolosuhteiden arviointi on tehty käyttäen Työterveyslaitoksen laatimaa ohjetta työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen 2016.

Tutkimusten perusteella haitallinen altistumisolosuhte on mahdollista kerrosten 1–3 tiloissa.

Haitallinen altistumisolosuhte mahdollinen	Havainnot/tulokset
Rakenteessa on helposti rajattavia ja korjattavia mikrobivaurioita.	Ulkoseinärakenteen eristetilassa yksittäisissä näytteissä viitteitä mikrobivauriosta.
Epäpuhtauslähteistä on todettu ilmavuotoreittejä työ- tai oleskelutilojen sisäilmaan.	Ulkoseinärakenteen ja siihen liittyvien rakenteiden liittymistä havaittiin ilmavuotoreittejä.
Tiloissa ja tai ilmanvaihtojärjestelmässä on mineraalivillakuitulähteitä, joista voi irrota kuituja sisäilmaan.	Tiloissa havaittiin kuitupäästöjä sisäilmaan.
Betonilattiarakenteessa on todettu poikkeavaa kosteutta, jonka seurauksena on todettu paikallisia pinnoitevaurioita (emissiopäästöt).	Lattioissa on todettu paikallisesti kohonneita suhteellisen kosteuden arvoja. Lattiapäällysteissä havaittiin viitteitä emissiopäästöistä.
Tilan käyttötarkoituksen perusteella asetetut sisäilman laadun viite- ja ohjearvot ylittyvät	-

12 Liitteet

1. Tutkimusmenetelmät ja -kuvaukset
2. Tutkimus- ja havaintokartat
3. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit, Labroc Oy
4. Pölyn laskeumanäyteanalyysit, TTL
5. Sisäilman VOC-analyysit, Labroc Oy
6. Materiaalien VOC-analyysit, Labroc Oy
7. Paine-eromittaukset
8. Sisäilman olosuhdemittaukset
9. Päivitetty asbestin massalaskentataulukko

6.10.2022

Sitowise Oy



Sanni Manninen, ins. AMK.op
Avustava kuntotutkija



Miia Virolainen, ins. AMK, FM, RTA C-24259-26-18
tutkimuspäällikkö

tarkastanut:



Juha Laine, ins. AMK
kuntotutkija

Tutkimusmenetelmät ja -kuvaukset

1 Mikrobianalyysit materiaalinäytteestä

Rakenteiden kosteusteknistä toimintaa ja mahdollisia kosteusvaurioita voidaan tutkia normaalien kosteusmittausten lisäksi mikrobianalyysin. Tietyt mikrobilajikkeet indikoivat rakenteen kosteusvaurioista, johtuen eri mikrobilajikkeiden vaatimista erilaisista kosteusolosuhteista sekä käytetyistä analysointimenetelmistä. Esimerkiksi aktinobakteerit (sädesienet eli aktinomykeetit) vaativat korkean vesiaktiivisuuden ($RH > 90\ldots 95\%$) rakenteessa pesäkkeen kehittymistä varten, mikä viittaa materiaalin kastumiseen ja vaurioitumiseen.

Huomioitavaa on, että mahdolliset mikrobivauriot rakenteissa saattavat vaikuttaa myös tilojen sisäilmaan heikentävästi, mikäli mikrobivaurion aiheuttamat emissiot pääsevät kulkeutumaan rakennuksen sisäilmaan.

Rakennuksen mikrobeja voidaan tutkia erilaisilla menetelmillä ja näytteenottotavoilla (materiaali-, sively- ja ilmanäyte).

1.1 Materiaalinäyte suoraviljelymenetelmällä

Menetelmä on yksi Sosiaali- ja terveysministeriön (STMa 545/2015) asumisterveysasetuksessa hyväksytyistä analyysitavoista. Analyysi kertoo mikrobien suuntaa antavan määrän ja niiden lajiston.

Suoraviljelymenetelmän tulokset ilmoitetaan käyttäen + -asteikkoa seuraavasti:

-	=	ei mikrobeja
+	=	1-19 pesäkettä (niukasti mikrobeja)
++	=	20-49 pesäkettä (kohtalaisesti mikrobeja)
+++	=	50-199 pesäkettä (runsaasti mikrobeja)
++++ $\geq$		200 pesäkettä (erittäin runsaasti mikrobeja)

Yllä mainittua asteikkoa käytetään sekä mikrobien kokonaismäärän että tunnistettujen mikrobien määrän arvioimiseen. Jos homeiden, hiivojen ja aktinobakteerien kokonaismäärät ovat pieniä (-/+ / ++), lasketaan ja ilmoitetaan kosteusvaurioindikaattorien pesäkemäärä.

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun suoraviljelyllä materiaalinäytteessä havaitaan elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinobakteereja runsaasti (+++ / ++++).

Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon silloin, kun mikrobeja on kohtalaisesti tai niukasti, mutta lajistossa on kosteusvaurioindikaattoreita.



2 Kosteusmittaukset

2.1 Kosteuskartoitus

Kartoituksessa rakenteiden kosteuspitoisuutta arvioidaan pintakosteusilmaisimella, jonka mittaus perustuu suurtaajuudella tapahtuvaan materiaalin dielektrisyysvakion mittaukseen. Laite mittaa materiaalin kosteuden 25...50 mm syvyydestä. Mittalaite antaa virheellisen tuloksen, mikäli mittaussyvyydellä on metallia (putket, sähkövastuskaapeloinnit, peltiverhoukset, jne.)

Pintakosteudenilmaisimella tehtyjen havaintojen tarkastelussa ja tulosten arvioinnissa tulee huomioida, ettei kyseisellä menetelmällä kyetä mittaamaan rakenteen kosteuspitoisuutta vaan ainoastaan arvioimaan materiaalien kosteuspitoisuutta. Saatujen arviointituloksien luotettavuutta on tarkasteltava huomioon ottaen rakennetyyppi, pintamateriaali, vedeneristyskerroksen sijainti ja tyyppi sekä rakenteiden kuivanaoloaika (aikaväli, jolloin ei ole suoritettu rakenteita kastelevaa käyttöä).

2.2 Rakennekosteusmittaus

Rakennekosteusmittaus suoritetaan soveltaen RT 103333 ohjekorttia (Betonin suhteellisen kosteuden mittaus).

Rakenteista tehtävistä kosteuden ja lämpötilan mittauksissa käytetään Vaisala Oy:n mittalaitetta varustettuna kuhunkin mittaukseen tarkoitettulla mittapäällä. Kiviainesrakenteiden rakennekosteusmittauksissa poratut mittausreiät puhdistetaan ja tulpataan porauksen jälkeen. Tulpatuissa mittausrei'issä kosteuden annetaan tasaantua vähintään kolme vuorokautta ennen mittauksia.

On huomioitava, että mittauks tulokset kyseisillä mittausmenetelmillä ovat hetkellisiä ja ne kuvastavat vain rakenteen mittausajankohtana ollutta kosteustilaa. Mikäli rakenteen kosteusteknistä toimintaa halutaan tarkastella tarkemmin, mittaukset tulee suorittaa pitempiä aikaväliä seuranta mittauksina eri vuodenaikoina.

Rakennekosteusmittausten sijaintien määrittelyssä joudutaan useimmiten huomioimaan kiinteistön käyttö ja sen asettamat rajoitteet.

2.3 Viiltokosteusmittaus

Viiltokosteusmittaus suoritetaan soveltaen RT 103333 ohjekorttia (Betonin suhteellisen kosteuden mittaus).

Viiltomittauksella voidaan selvittää liimattavan lattiapäällysteen, kuten muovi- ja linoleumimaton alapintaan ja liimakerrokseen kohdistuva todellinen kosteusrasitus. Viiltomittauksessa tehdään viilto lattiapäällysteeseen tutkittavalle kohdalle.

Viiltomittausten kohdistus tehdään pintakosteuskartoituksen tuloksia ja rakennetyyppitietoja hyödyntäen. Oletetulle kuivalle ja hyväkuntoiselle alueelle



tehdään vähintään referenssimittaus ja oletetusti kosteammille alueille riittävän monta kosteusmittausta. Viiltomittauksia tehdään siinä laajuudessa, että saadaan riittävän kattavasti määriteltyä alueet, joilla kosteuspitoisuus on kohollaan.

Mittauksissa käytetään Vaisala Oy:n mittalaitetta varustettuna kuhunkin mittaukseen tarkoitettulla mittapäällä. Viiltoon asennetaan heti viillon teon jälkeen kosteusmittausanturi ja viiltokohta tiivistetään huolellisesti vesihöyrytiiviiksi. Käytettäessä nopeasti tasaantuvia mittapäitä anturin tasaantumisaika on 15...20 minuuttia. Viiltomittaus on tarkimmillaan + 20 °C lämpötilassa.

Viillosta voidaan mittauksen jälkeen tehdä havaintoja päälysteen tartunnasta alustaan, liiman koostumuksesta ja väristä sekä päälysteen alapuolisista ha-juista.

3 Rakennetyyppien tarkennukset ja rakenneavaukset

Suoritettujen rakenneavausten sijainnit määritetään riskirakennekartoituksen ja rakenteiden kosteuskartoituksen yhteydessä tehtävien havaintojen mukaan. Rakenneavausten päätarkoituksena on määrittää rakennetyypit ja rakenneratkaisut sekä verrata rakenteiden alkuperäisten suunnitelmien mukaisuutta ja rakenteellista toimivuutta. Rakenneavausten yhteydessä tarkastellaan rakenteiden vaurioitumisasteita ja vaurioiden laajuutta.

Rakenteiden avauskohdista suoritetaan:

- rakenteiden ja rakennemittojen kirjaus sekä vertaus vanhoihin suunnitelmiin
- aistinvaraisesti havaittavien vaurioiden kirjaus
- avauskohdan valokuvaus
- analyysinäytteenotto ja kosteusmittaus, mikäli näin on määritetty

Rakenneavausten sijaintien määrittelyssä joudutaan useimmiten huomioimaan kiinteistön käyttö ja sen asettamat rajoitteet.

4 Merkkiainekokeet ja tiiveystarkastelut

Merkkiainekokeella tarkoitetaan tutkimusmenetelmää, jossa erityistä kaasua ja sitä havaitsevaa mittalaitetta apuna käyttäen selvitetään rakenteen sisällä ja rakenteen läpi tapahtuvia ilmavirtauksia.

Merkkiainekokeilla on mahdollista selvittää rakenteiden ja liittymien epätiiveyttä ja ilmavuotoja. Merkkiaine voidaan syöttää tarkasteltavaan rakenteeseen tai rakenteen ulkopuolelle, kuten esimerkiksi alapohjan ryömintätilaan. Riittävällä otannalla saadaan selville mitkä vuodoista tai epätiiveyksistä ovat



systemaattisia ja mitkä satunnaisia. Lisäksi merkkiainekokeella voidaan arvioida rakenteissa mahdollisesti olevien mikrobikasvustojen haitallisten aineenvaihduntatuotteiden tai hiukkasten siirtymistä sisäilmaan.

Merkkiainekokeet suoritetaan soveltaen RT 14-11197 ohjekorttia (Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein). Merkkiainekokeiden suorituksen osalta on huomioitava, että suuria huonetiloja ei välttämättä tarkasteta kauttaaltaan, vaan merkkiainekokeella pyritään ensisijaisesti tarkastamaan eri rakennetyypeissä esiintyvien liittymärakenteiden tiiveyttä.

5 Lämpötila

Lämpötilalla on merkitystä asuinviihtyvyyden ja lämpötilaan liittyvien suorien terveyshaittojen lisäksi rakenteiden toimivuuteen ja sitä kautta välillisesti syntyviin terveyshaittoihin. Ensisijaisesti lämpötilojen tulee täyttää asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat (taulukko 1). Asumisterveysasetuksen mukaisesti lämpötila ja huoneilman kosteus eivät lisäksi saa aiheuttaa mikrobikasvun riskiä rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla.

Taulukko 1. Lämpötilojen toimenpiderajat

	Lämpötilojen toimenpiderajat	Lämpötilaindeksi TI
Asunnossa		
Huoneilman lämpötila lämmityskaudella	+ 18 °C – + 26 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella	+ 18 °C – + 32 °C	
Seinäpinnan alin keskiarvolämpötila	+ 16 °C	81
Lattiapinnan alin keskiarvolämpötila	+ 18 °C	87
Alin pistemäinen pinta-lämpötila	+ 11 °C	61
Palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa,		



oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa

Huoneilman lämpötila lämmityskaudella	+ 20 °C – + 26 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella, palvelutalot, vanhainkodit ja muut vastaavat tilat	+ 20 °C – + 32 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella, palvelutalot, vanhainkodit ja muut vastaavat tilat	+ 20 °C – + 30 °C	
Seinäpinnan alin keskiarvolämpötila	+ 16 °C	81
Lattiapinnan alin keskiarvolämpötila	+ 19 °C	92
Alin pistemäinen pintalämpötila	+ 11 °C	61

Rakenteiden pintalämpötiloja arvioidaan lämpötilaindeksiä käyttämällä silloin, kun lämpötiloja ei voida mitata – 5 °C ± 1 °C:n ulkolämpötilassa ja + 21 °C ± 1 °C:n sisälämpötilassa. Lämpötilaindeksiä käytettäessä on rakennuksen alipaineisuus otettava huomioon, kun keskimääräinen alipaineisuus ylittää 5 Pa.

Lämpötilaindeksi i määritetään seuraavan kaavan avulla: $i = \frac{sp - ui}{si - ui} \times 100$

jossa:

- sp = sisäpinnan lämpötila (lämpökameralla todennettu)
- si = sisäilman lämpötila
- ui = ulkoilman lämpötila.

6 Sisäilmasto-olosuhteiden seurantamittaus

Asunnon ja muiden oleskelutilojen terveellisyyteen vaikuttavat sekä kemialliset epäpuhtaudet että fysikaaliset olot. Fysikaalisiin oloihin kuuluvat muun muassa sisäilman lämpötila ja kosteus sekä ilmanvaihto (ilman laatu).



Huoneilman lämpötilan osalta noudatetaan Sosiaali- ja terveysministeriön (STMa 545/2015) asumisterveysasetuksen mukaista määrittelyä ja liitteessä esitettyjä toimenpiderajoja. Toimenpiderajoja sovelletaan asunnossa vain asuinhuoneiden lämpötilojen terveellisyyden arviointiin. Lämpötila ei myöskään saa aiheuttaa huoneilmassa olevan kosteuden tiivistymistä rakenteisiin tai niiden pinnoille. Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä. Aikaisemmin suosituksena on ollut, että ilman suhteellisen kosteuden tulee olla alle 60 %. Sisäilman kosteutta arvioidaan suhteellisen kosteuden lisäksi myös kosteuslisänä. Kosteuslisällä tarkoitetaan sisätiloissa syntyvää lisäkosteutta (esimerkiksi hengitys, suihkussa käynti, ruoanlaitto tai pyykin kuivatus) ulkoilmaan nähden. Mikäli kosteuslisä on enemmän kuin noin 3-4 g/m³, mikrobikasvun riski rakenteissa ja niiden pinnoilla nousee.

Ilmanvaihdon arviointiperusteina käytetään sisäilman hiilidioksidipitoisuutta sekä rakennuksen paine-eroja ympäröiviin tiloihin ja ulkoilmaan nähden. Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden asumisterveysasetuksen toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 1 150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Jos ulkoilman hiilidioksidipitoisuutta ei ole mitattu, niin ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden arvona voidaan käyttää 400 ppm. Jos rakennus on ylipaineinen ulkoilmaan nähden tai alipaineisuus on yli 15 Pa ilmanvaihdon toiminnasta johtuen, tulee ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa. Mittaamalla eri tilojen paine-eroa suhteessa ulkoilmaan voidaan arvioida seinärakenteissa mahdollisesti olevien mikrobikasvustojen haitallisten aineenvaihduntatuotteiden tai hiukkasten siirtymistä sisäilmaan, jos rakenteessa on ilmavuotoreittejä. Rakennus suunnitellaan yleensä ulkoilmaan nähden hieman alipaineiseksi, jotta voitaisiin välttyä kosteusvaurioilta rakenteissa. Yleisenä ohjeena pidetään, että normaalissa käyttötilanteessa rakenteiden paine-erojen tulisi olla tasapainossa.

Seurantamittaukset suoritetaan dataloggerin ja siihen liitetyn mittalaitteen avulla. Mittausväli on yleensä 5 minuuttia. Mitattavat suureet ovat huoneilman lämpötila (°C), suhteellinen kosteus (RH%), hiilidioksidipitoisuus (ppm) ja paine-ero (Pa). Paine-eromittauksissa (+) -merkki (plusmerkki) merkitsee ylipainetta (ilmavirta pois päin mitattusta huonetilasta), ja (-) -merkki (miinusmerkki) alipainetta (ilmavirta mitattuun huonetilaan päin).

7 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC-yhdisteet)

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, eli VOC-yhdisteet (Volatile Organic Compounds) ovat huoneilmassa kaasuja. VOC-yhdisteet voivat olla yhteydessä ihmisten kokemiin terveys- ja hajuhaittoihin ja erityisesti asumisviihtyvyyttä vähentäviin tuntemuksiin.

VOC-yhdisteiden päästölähteitä sisätiloissa ovat muun muassa

- rakennusmateriaalit
- huonekalut



- tekstiilit
- toimistotarvikkeet
- kosmetiikkatuotteet

Myös ihminen ja kotieläimet ovat VOC-päästölähteitä.

7.1 VOC-yhdisteet ilmanäytteestä

VOC-yhdisteet kerätään pumpulla (nk. aktiivinäyte) Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkeen. Analysointi tehdään kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS).

Tulokset ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 15–40 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 30 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmääritys on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittäjä on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 10 dm^3 :n aktiiviselle näytteelle.

VOC-mittausten tuloksissa tarkastellaan VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuutta (TVOC) sekä tiettyjen yksittäisten VOC-yhdisteiden pitoisuuksia. Sosiaali- ja terveysministeriön (STMa 545/2015) asumisterveysasetuksen mukaisesti tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpiderajana on huoneilmassa $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Eräistä sisäympäristöissä sisäilmaongelmiin liittyvien yksittäisten yhdisteiden toimenpiderajoista on asumisterveysasetuksessa säädetty lisäksi erikseen.

Eräiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden toimenpiderajat ilmasta (STMa 545/2015)

Yhdiste	Toimenpideraja
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli diisobutyaatti (TXIB)	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2-etyyli-1-heksanoli (2-EH)	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Naftaleeni	ei saa esiintyä hajua, $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Styreeni	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tämän lisäksi Työterveyslaitos (TTL) on laatinut toimistotyyppisiin työympäristöihin soveltuvia sisäilmaston viitearvoja, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin.



7.2 VOC-yhdisteet materiaalinäytteestä

Jos halutaan selvittää, onko rakennusmateriaali syynä sisäilmaongelmiin, siitä voidaan tutkia VOC-yhdisteiden emissioita mikrokammiolaitetta hyödyntävällä kokonaisemissiomenetelmällä. Kokonaisemissio- eli ns. bulk-määritys kertoo kyseisen materiaalin kokonaisemissiot yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Kokonaisemissiotulos auttaa esimerkiksi selvittämään sisäilmassa havaittujen yhdisteiden päästölähteen, mutta analyysitulosta ei voi käyttää sisäilmapitoisuuksien ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) tai pintaemissiopitoisuuksien ($\text{mg}/\text{m}^2\text{h}$) arviointiin. Samasta materiaalinäytteestä voidaan analysoida lisäksi, formaldehydi-, aldehydi- ja ammoniakkiemissiot.

Työterveyslaitos (TTL) on asettanut osalle materiaaleista viitearvot palvelunäytteiden bulk-emissiotulosten perusteella. Näitä viitearvoja voidaan hyödyntää bulk-emissiomenetelmällä saatujen tulosten arvioinnissa.

8 Teolliset mineraalikuidut

Teolliset mineraalikuidut ovat oleskelutilojen olosuhteita heikentävä tekijä. Teollisia mineraalikuituja ovat mm. keraamiset kuidut, eristevilla- ja lasikuidut. Teollisten mineraalikuitujen lähteitä sisäympäristössä ovat esimerkiksi ilmanvaihdon laitteistojen rikkoutuneet äänenvaimentimet, vanhentuneet tai rikkoutuneet mineraalikuituiset akustiikkalevyt huonetiloissa, sekä avonaiset mineraalivillaristeet tai lämmöneristekerroksen kautta kulkevat ilmavuodot.

Mineraalikuitujen esiintymistä voidaan tutkia joko geelitteippinäytteiden, suodatinkangasnäytteiden avulla tai pyyhintämenetelmällä otettujen pölynäytteiden avulla. Pyyhintämenetelmällä otetuista näytteistä voidaan määrittää kuitutyyppi (keraaminen kuitu/vuorivilla/lasivilla/lasikuitu), jonka avulla voidaan selvittää mahdollisia kuitulähteitä. Muilla menetelmillä saadaan selville kuitujen tarkka pitoisuus, mutta ei kuitutyyppiä.

Sosiaali- ja terveysministeriön (STMa 545/2015) asumisterveysasetuksen toimenpideraja teollisten mineraalikuitujen pintalaskemapitoisuuksille on kahden viikon pölylaskeumasta määritettynä $0,2$ kuitua/ cm^2 . Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (Dnro 2731/06.10.01/2016) suosittaa ottamaan vähintään kolme rinnakkaisnäytettä jokaisesta tutkittavasta tilasta. Tutkittavasta tilasta ilmoitetaan näytetulosten keskiarvo, jota verrataan toimenpiderajaan mitausepävarmuus huomioon ottaen.

9 Haitta-aineet

9.1 Asbesti

Asbesti on yleisnimi eräille luonnossa esiintyville silikaattimineraalikuuduille. Rakennusmateriaalissa asbestia on käytetty lisäämään materiaalin palonkestoa ja



lujuutta, suojaamaan kosteushaitoilta ja kemialliselta räsitukselta, sekä parantamaan akustisia ominaisuuksia. Asbestia on käytetty rakentamisessa mm. putkieristeissä, ruiskutettuna eristeenä, tasoteissa, kiinnityslaasteissa, maaleissa, liimoissa, rakennuslevyissä, ilmastointikanavissa, muovimatoissa, saumauslaasteissa, kaakeleissa, vinyylilaatoissa, palokatkoeristeissä, palo-ovissa, proppausmassoissa, sekä vesikatto- ja julkisivumateriaaleissa.

Suomessa asbestia on käytetty rakentamisessa 1920 – 1990-luvuilla. Krokidoliitin käyttö kiellettiin vuonna 1976. Asbestin käyttö kiellettiin kokonaan vuonna 1994. Käytännössä jokainen 1920 – 1990-luvun rakennus sisältää asbestia jossain muodossa. Asbestia sisältäviä julkisivujen maali- ja pinnoitustuotteita (mm. Kenitex, Flekson, Decoralt ja Gencoat) on käytetty pääsääntöisesti 1960–1985 välisenä aikana.

9.1.1 Yleisimmät asbestilaadut

Krysotiili (valkoinen asbesti). Käytetty asbestisementtituotteissa, kitkapinnoissa ja tiivisteissä.

Krokidoliitti (sininen asbesti). Krokidoliittia pidetään vaarallisimpana asbestityyppinä. Käytetty ruiskutuseristeenä, erityisesti paloneristeissä, ja kohteissa, joissa tarvittiin haponkestävyyttä. Käyttö kiellettiin 1976.

Amosiitti (ruskea asbesti). Käytetty sekoitettuna magnesiumkarbonaatin ja piimaan kanssa putkieristeenä ja lämmityskattiloiden eristeenä.

Antofylliitti. Louhittiin Suomessa vuoteen 1974 asti. Käytetty tuotteissa, joiden piti olla emäksen- tai haponkestäviä kuten asbestipahveissa, sementtimassoissa ja eristemassoissa.

Tremoliitti ja aktinoliitti. Kumpikaan ei ole puhtaana ollut kaupallinen asbestituote, mutta niitä voi esiintyä epäpuhtauksina muissa asbestilaaduissa ja muissa mineraaleissa.

9.1.2 Asbestimateriaalien vaarallisuuden arviointi

* Asbestialtistumisvaara tarvikkaa purettaessa

Tarvikkeet ovat vaarattomia normaalikäytössä ja aiheuttavat vain purettaessa asbestialtistumisvaaran. Tuotteen purkua suunniteltaessa tulee ottaa yhteyttä siihen työsuojelupiiriin, jonka alueella purkutyö suoritetaan. Vaatimukset suojautumisesta ja työmenetelmistä vaihtelevat työsuojelupiireittäin.

** Suuri asbestialtistumisvaara tarvikkaa purettaessa

Tarvikkeet ovat normaalikäytössä vaarattomia, mutta aiheuttavat purettaessa suuren asbestialtistumisvaaran. Kahden tähden tarvikkeiden purkua saavat tehdä ainoastaan työsuojeluviranomaisten valtuuttamat asbestipurkajat. Tarvikkeen purkua suunniteltaessa tulee ottaa yhteyttä siihen työsuojelupiiriin, jonka alueella purkutyö suoritetaan.

*** Asbestialtistumisvaara, jos tarvikkeeseen kohdistuu mekaanista räsitusta



Tarvikkeet ovat vaarallisia myös käyttötilanteissa. Vaarallisuus perustuu tarvikkeen rikkoutuessa, kolhiutuessa ja hioutuessa vapautuvan asbestipitoisen pölyn suureen määrään. Vaurioitunut kolmen tähden tarvike tulee heti eristää siten, ettei vauriokohdasta vapaudu lisää asbestia tilan ilmaan.

**** Krokidoliittiasbesti, asbestialtistumisvaara aina

Paljaan ruiskutetun krokidoliittiasbestieristeen katsotaan aiheuttavan aina asbestialtistumisen. Vaarallisuus perustuu työtavasta ja tarvikkeesta aiheutuvaan suureen pölyävyyteen. Krokidoliittipölyä on jo työvaiheen aikana joutunut kaikille tilan pinnoille. Lisäksi tarvikkeen rikkoutuessa, kolhiutuessa ja hioutuessa siitä vapautuu erittäin helposti suuria määriä asbestipitoista pölyä. Vaurioitunut kohta tulee heti eristää siten, ettei siitä vapaudu lisää asbestia tilan ilmaan.

9.1.3 Asbestityön turvallisuus

Valtioneuvoston asetus asbestityöstä (798/2015) mukaan rakennuttajan tai muun, joka ohjaa tai valvoo rakennushanketta, johon voi sisältyä asbestipurkutyötä, on huolehdittava asbestikartoituksen tekemisestä. Asbestikartoitus on dokumentoitava ja se on luovutettava asbestipurkutyöhön ryhtyvän työnantajan tai itsenäisen työnsuorittajan käyttöön. Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta (205/2009 8§) mukaan tulee asbestikartoitus esittää rakentamisen suunnittelua ja valmistelua varten laadittavassa turvallisuusasiakirjassa.

Asbestipitoisten rakennusosien purkutyössä on noudatettava Valtioneuvoston asetus asbestityöstä (798/2015) esitettyjä periaatteita ja asbestipurkutyön työmenetelmiä. Lisäksi työsuojeluviranomainen on antanut ohjeita asbestityön turvallisuutta koskevan asetuksen soveltamiseksi.

9.2 PAH-yhdisteet

PAH-yhdisteet ovat polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä. Tyypillisimpiä PAH-yhdisteitä sisältäviä materiaaleja ovat mm. kivihiilipiki ja -terva, kivihiiliperäiset öljyt, dieselöljyt, moottoriöljyt, noki ja asfaltti. Rakenteissa esiintyy ennen yleisesti käytettyjä kivihiilitervaan perustuvia eristeitä, joissa on PAH-yhdisteitä sisältäviä bitumia tai kreosoottia. Lisäksi PAH-yhdisteitä muodostuu epätäydellisten palamisreaktioiden yhteydessä ja niitä esiintyy monin paikoin ihmisen elinympäristössä, mm. savustetussa ruoassa.

PAH-yhdisteet ovat välillisesti syöpävaarallisia, ja ne luokitellaan karsinogeeneihin ja/tai mutageeneihin. PAH-yhdisteille altistuminen tapahtuu useimmiten hengitysilman kautta tai ihon läpi. Lisäksi ruoansulatuselimistö voi toimia altistumisreittinä PAH-yhdisteille esim. tupakoinnin yhteydessä.

Materiaalin PAH-yhdistepitoisuus tutkitaan asiantuntevassa laboratoriossa ammattilaisten toimesta. Menetelmä on kaasukromatografinen, jossa käytetään massaselektiivistä detektoria.



PAH-yhdisteille yleisesti käytetyissä mittausten menetelmissä analysoidaan US EPA:n priorisoimat 16 PAH-yhdistettä:

- Naftaleeni
- Asenaftyleeni
- Asenafteeni
- Fluoreeni
- Fenantreeni
- Antraseeni
- Fluoranteeni
- Pyreeni
- Bentso[a]antraseeni
- Kryseeni
- Bentso[b]fluoranteeni
- Bentso[k]fluoranteeni
- Bentso[a]pyreeni
- Indeno[1,2,3-cd]pyreeni
- Bentso[g,h,i]peryleeni
- Dibentso[a,h]antraseeni

Tulosten tulokinnassa käytetään pääsääntöisesti havaittujen PAH-yhdisteiden kokonaismäärää, mutta joissakin tapauksissa yksittäisen yhdisteen korkea arvo voi johtaa eritystoimenpiteisiin purkutöissä ja jätteen käsittelyssä. PAH-yhdisteiden kokonaismäärän ollessa yli 200 mg/kg, toimitetaan jäte yleensä ongelmajätelaitokselle (Ratu-ohjekortti 82-0381: Kivihiilipikeä sisältävien rakenteiden purku. Osastointimenetelmä. Menetelmät).

9.2.1 PAH-yhdisteet ilmanäytteestä

Mittausmenetelmässä ilmanäytteestä analysoidaan EPA:n (Yhdysvaltojen ympäristösuojeluvirasto) priorisoimat 16 PAH-yhdistettä. PAH-yhdisteet jakautuvat ilmassa sekä kaasuihin että hiukkasfaasiin. Naftaleeni, joka on PAH-yhdisteryhmän haihtuvim, on yleensä höyryjakeen pääkomponentti.

Höyryinä esiintyvät PAH-yhdisteet kerätään pumpulla adsorptioputkeen (Orbo 43). Hiukkasiin sitoutuneet PAH-yhdisteet kerätään pumpulla teflonsuodattimelle ($\varnothing$ 37 mm). Analyysiä varten yhdisteet uutetaan keräimestä liuottimella ja määritetään käyttäen GC/MS-laitteistoa. Menetelmän kokonaismittausepävarmuus on yhdistekohtainen 20–32%. Määritysraja 100 l näytteelle on n. 0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja 400 l näytteelle on n. 0,006 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Sosiaali- ja terveysministeriön (STMa 545/2015) asumisterveysasetuksessa naftaleenin toimenpiderajaksi asunnossa tai muussa oleskelutilassa on säädetty 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tämän lisäksi on säädetty siitä, että huoneilmassa ei saa esiintyä naftaleenin hajua.

Tämän lisäksi Työterveyslaitoksen (TTL) on asettanut ala- tai työtehtäväkohtaiset tavoitetasot, joihin työpaikkojen tulisi työolosuhteita kehitettäessä pyrkiä.



Tavoitetaso naftaleeni:

- 50 µg/m³ (kreosoottikyllästämöt ja kyllästetyn puutavaran käsittely)
- 2 µg/m³ (sisäilma; hajua ei saa esiintyä)

Tavoitetaso bentso(a)pyreeni:

- <0,1 µg/m³ (koksaamot)
- <0,01 µg/m³ (muut työpaikat)

Lisäksi sisäilmamittauksissa (esim. toimistoympäristöt) sovelletaan yleisesti seuraavia naftaleenin pitkäaikaisen altistumisen terveysperusteisia viitearvoja:

- 10 µg/m³ (Saksan ympäristöministeriö)
- 3 µg/m³ (Rfc-arvo; USA:n ympäristönsuojeluvirasto EPA)

9.3 PCB-yhdisteet

PCB-yhdisteet ovat orgaanisia klooriyhdisteitä, jotka ovat mm. ympäristölle myrkyllisiä ja lisäksi ravintoketjuun rikastuvia. Tyypillisimpiä käyttökohteita kondensaattorien, muuntajien ja lämmönsiirtojärjestelmien lisäksi ovat mm. ruosteensuojamaalit, saumausaineet (saumausmassa), lakat, liimat ja palon-suojatuotteet.

PCB uutetaan liuottimeen tai liuotinseokseen ja analysoidaan kaasukromatografisesti käyttäen elektronin sieppaus (ECD) tai massaselektiivistä (MSD) ilmaisinta. Pitoisuus voidaan määrittää joko PCB-seoksen yhteispitoisuutena tai viidelletoista yksittäiselle PCB-yhdisteelle.

Valtioneuvoston asetuksessa jätteistä (179/2012) materiaali luokitellaan vaaralliseksi jätteeksi, jos se sisältää PCB:tä enemmän kuin 50 mg/kg (0,005 painoprosenttia). Pysyvän jätteen kaatopaikalle ei saa toimittaa Valtioneuvoston asetuksen kaatopaikoista (331/2013) mukaan materiaalia, jonka PCB-yhdisteiden 28, 52, 101, 118, 138, 153 ja 180 kokonaispitoisuus on enemmän kuin 1 mg/kg kuiva-ainetta.

9.4 Raskasmetallit

Raskasmetalleiksi kutsutaan tiettyjä metalleja, joiden on todettu olevan vaarallisia sekä ympäristölle että terveydelle.

Rakenteissa raskasmetalleista yleisin on lyijy ja sitä esiintyy tyypillisesti saumojen lisäksi mm. viemärien tiivisteissä ja muovituotteissa. Rakenteissa käytetyt maalit sisältävät usein lyijyn lisäksi myös muita raskasmetalleja, kuten sinkkiä, kobolttia, kuparia, nikkeliä ja elohopeaa.

Raskasmetallien käyttö jatkuu edelleen raskaisiin rasisolosuhteisiin tarkoitetuissa maaleissa ja pinnoitteissa.

Näytteen raskasmetallianalyysi suoritetaan XRF-analysaattorilla, jolla saadaan selvitettyä raskasmetallien pitoisuudet kokonaispitoisuutena kuiva-ainetta kohti. Lyijyn osalta yli 1 500 mg/kg lyijyä sisältävä saumausmassajäte on



suositeltavaa käsitellä ongelmajätteenä (Ratu 82-0382 ohjekortti: PCB:tä ja lyijyä sisältävien saumausmassojen purku. Menetelmät). Muiden raskasmetalleja sisältävien rakennusmateriaalin osalta noudatetaan kaatopaikan pitäjän ohjeita.



Heinolan kaupungintalo

kosteuskartoitus ja -mittaukset

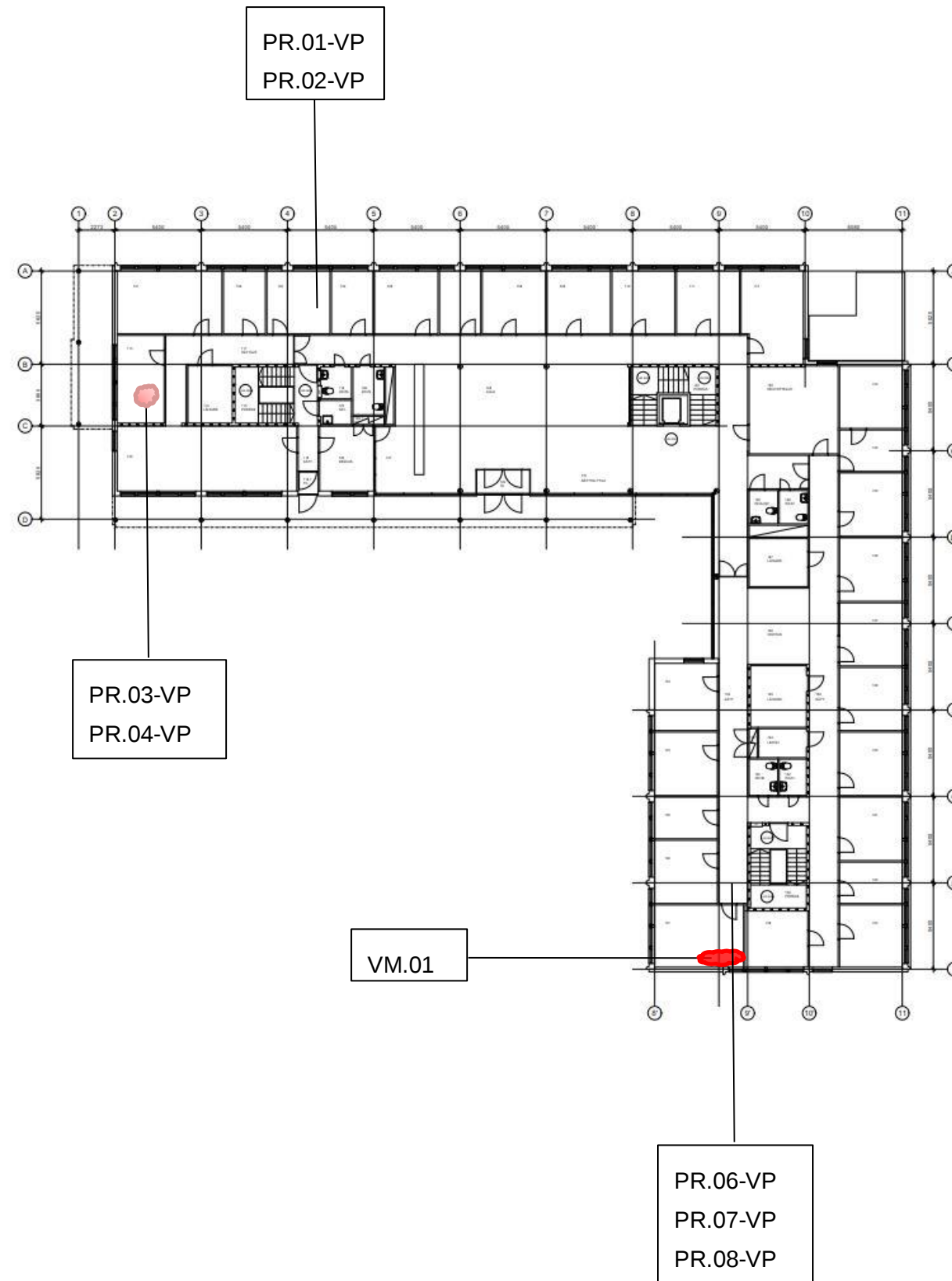
1.kerros

PR = porareikämittaus

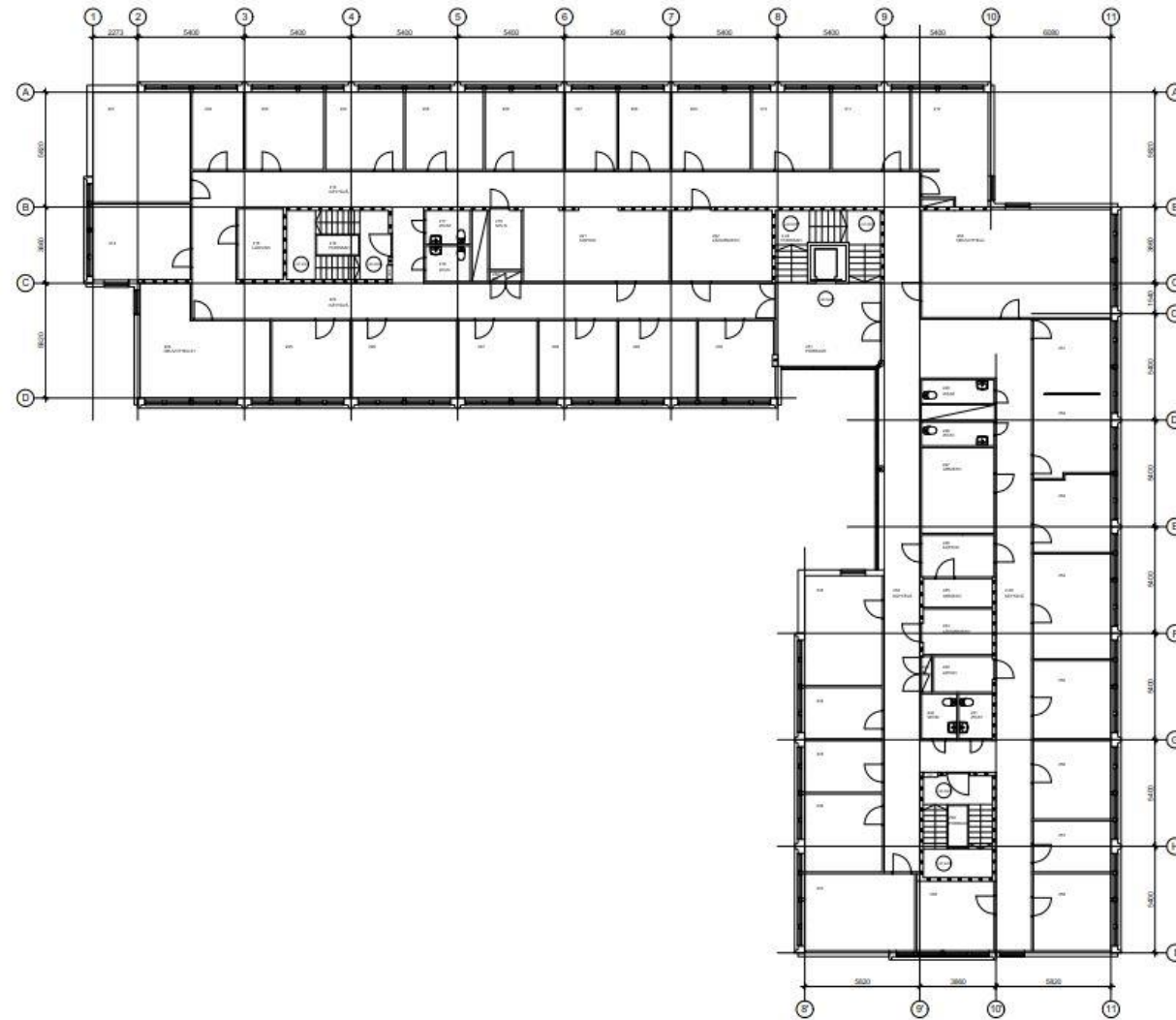
VM = viiltomittaus

VP = välipohja

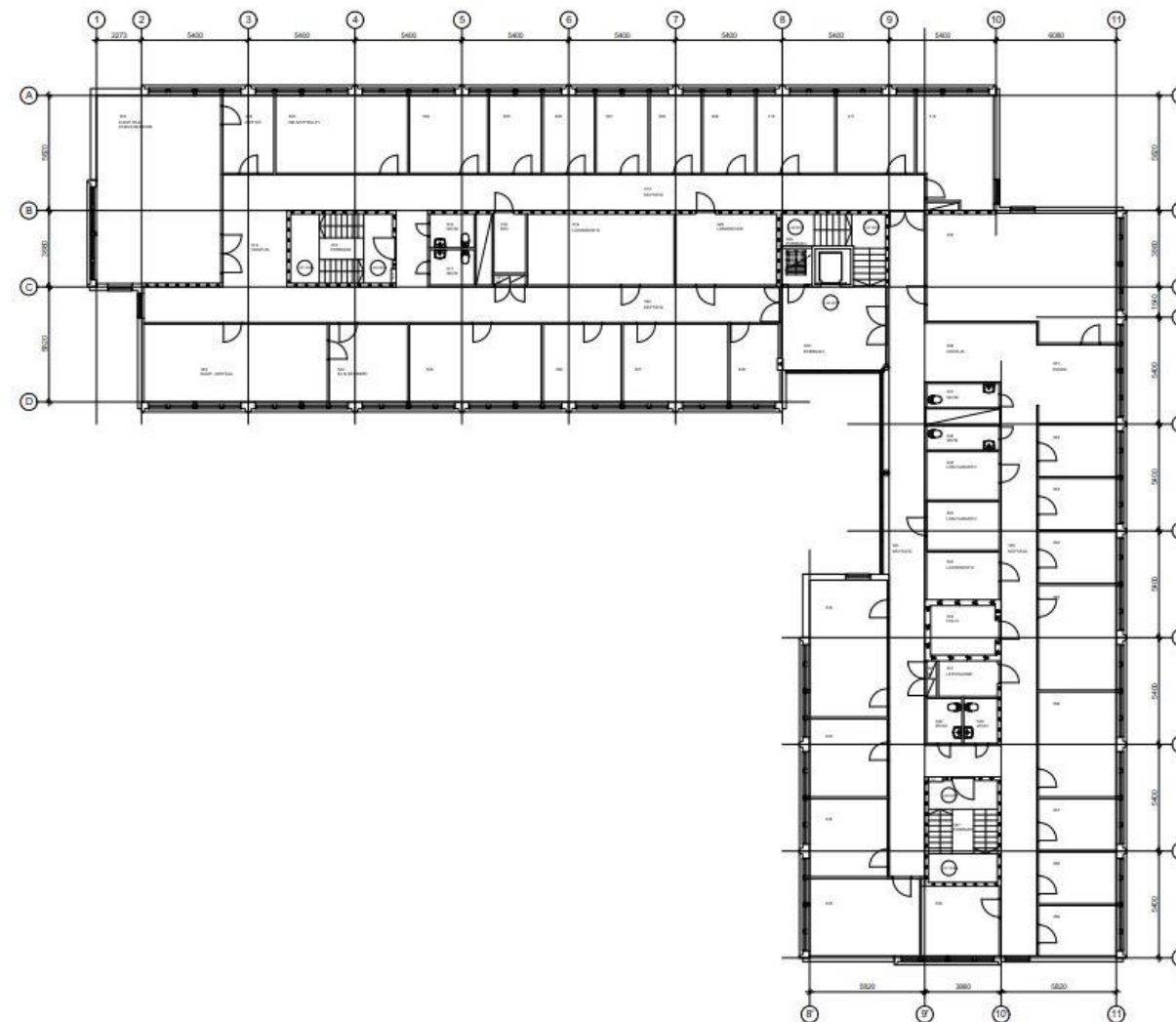
🔴 poikkeavien pintakosteusarvojen alue



Heinolan kaupungintalo
2.kerros



Heinolan kaupungintalo
3.kerros



1.kerros

KU = kuitu

MB = mikrobimateriaalinäyte

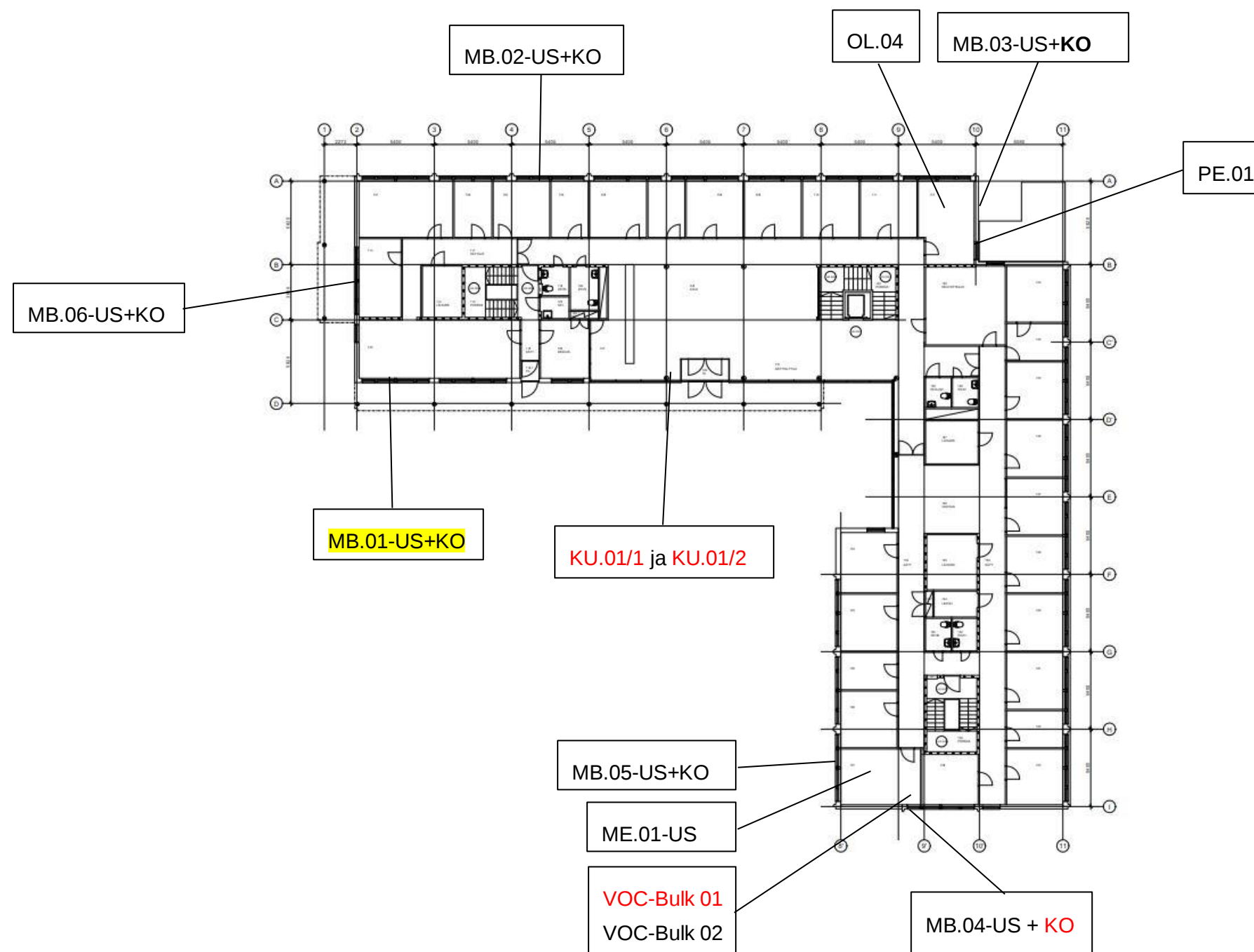
ME = merkkiainekoe

OL = olosuhde

PE = paine-ero

US = ulkoseinärakenne

VOC-Bulk = VOC-analyysi materiaalinäytteestä



Heinolan kaupungintalo

2.kerros

VOC = VOC-määritys ilmanäytteestä

KU = kuitu

MB = mikrobimateriaalinäyte

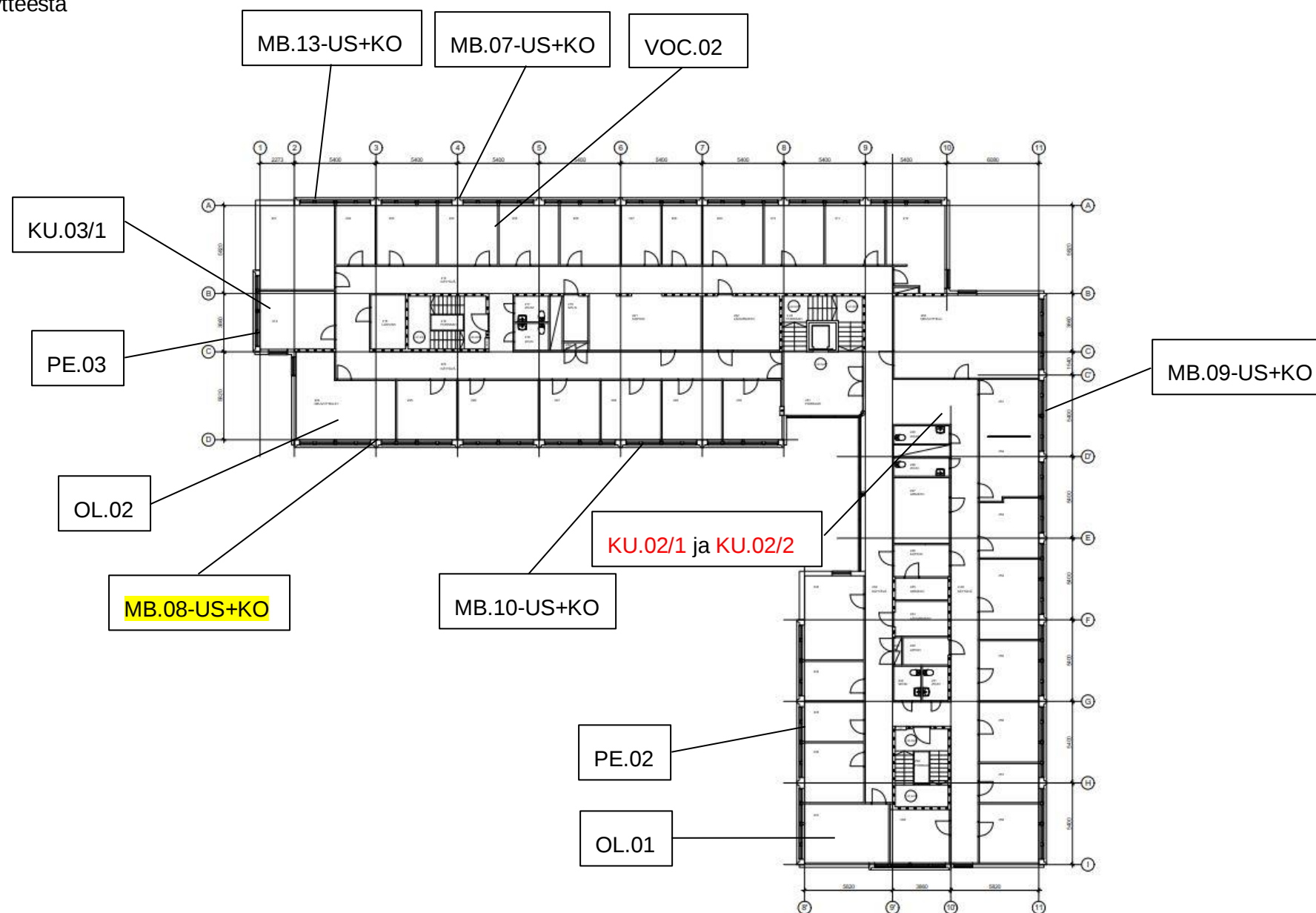
ME = merkkiainekoe

OL = olosuhde

PE = paine-ero

US = ulkoseinärakenne

VOC-Bulk = VOC-analyysi materiaalinäytteestä



Heinolan kaupungintalo

3.kerros

VOC = VOC-määritys ilmanäytteestä

KU = kuitu

MB = mikrobimateriaalinäyte

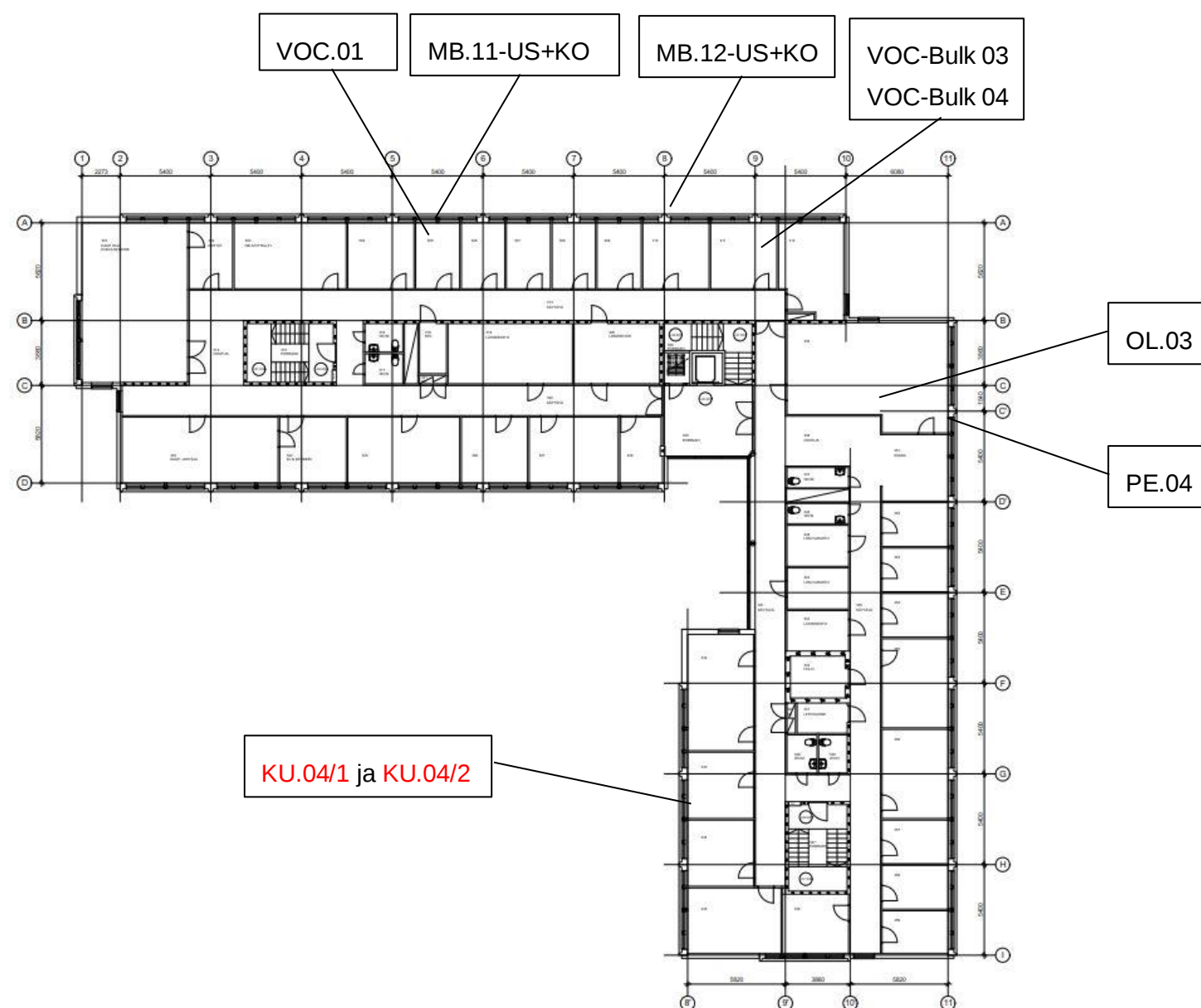
ME = merkkiainekoe

OL = olosuhde

PE = paine-ero

US = ulkoseinärakenne

VOC-Bulk = VOC-analyysi materiaalinäytteestä



MIKROBIVILJELY MATERIAALINÄYTTEESTÄ, SUORAVILJELY

Tilaaaja:	Sitowise Oy Miia Virolainen, miia.virolainen@sitowise.com	Tilauspäivä:	15.6.2022
Kohde:	Heinolan kaupungintalo, Rauhankatu 3, Heinola	Laboratorio:	Kuopio
Projektinnumero:	K22971	Vastaanottopäivä:	20.6.2022
Näytteenottaja:	Sitowise Oy, Miia Virolainen, Kari Teräväinen, Matti Saikko	Viljelypäivät:	20.6.22, MB.11-US: 23.6.22
Näytteenottopäivät:	15.6.2022, MB.11-US: 22.6.2022		

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä.

YHTEENVETO TULOKSISTA

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
	MB.02-US, Mineraalivilla, Huone 102, 1. krs.	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MB.03-US, Mineraalivilla, Huone 112, 1. krs.	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MB.04-US, Mineraalivilla, Huone 137, kadun puoli, 1. krs.	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MB.05-US, Mineraalivilla, Huone 137, sisäpihan puoli, 1. krs.	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MB.06-US, Mineraalivilla, Huone 113, 1. krs.	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MB.07-US, Mineraalivilla, Huone 204, 2 krs.	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MB.08-US, Mineraalivilla, Huone 224, neuvotteluhuone, 2.krs	homeet alle määritysrajan, paljon bakteereita (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	MB.09-US, Mineraalivilla, Huone 251, 2. krs.	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa

	MB.10-US, Mineraalivilla, Huone 228, 2. krs	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MB.11-US, Mineraalivilla, Huone 306, 3. krs, ulkoseinän mineraalivillaeriste	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MB.12-US, Mineraalivilla, Huone 310, 3. krs.	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MB.13-US, Mineraalivilla, Huone 201, 2. krs.	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MB.01-US, Mineraalivilla, Huone 123, 1.krs	homeet alle määritysrajan, paljon bakteereita (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa

LISÄTIEDOT

Yksinomaan suuren bakteeri-määrän perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä mikrobikasvusta materiaalissa. Suuret bakteerimäärät näytteissä MB.08-US ja MB.01-US voivat olla myös tavanomaista taustakontaminaatiota, jota on kertynyt materiaaliin esimerkiksi likaantumisen seurauksena tai esimerkiksi mahdollisesta maaperäkontaktista.

Ulkoilman tai maaperän kanssa kosketuksissa olevissa materiaaleissa voi esiintyä huomattavia määriä mikrobeja, mikä ei aina ole seurausta materiaalien kastumisesta ja sitä seuranneesta mikrobikasvusta, vaan esimerkiksi ilmavirtojen mukana kertyneistä ulkoilman mikrobeista tai materiaalin maaperäkontaktista aiheutuneesta kontaminaatiosta. Vaurio- ja korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

ANALYYSITULOKSET

Näyte: MB.02-US, Mineraalivilla, Huone 102, 1. krs.

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	<mr	Kokonaismäärä	+
Cladosporium sp.	+		muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	<mr

Näyte: MB.03-US, Mineraalivilla, Huone 112, 1. krs.

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	<mr	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+		muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	<mr

Näyte: MB.04-US, Mineraalivilla, Huone 137, kadun puoli, 1. krs.

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+
			muut bakteerit	+(YK)
			*aktinomykeetit	<mr

Näyte: MB.05-US, Mineraalivilla, Huone 137, sisäpihan puoli, 1. krs.

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+
			muut bakteerit	+(YK)
			*aktinomykeetit	<mr

Näyte: MB.06-US, Mineraalivilla, Huone 113, 1. krs.

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	<mr

Näyte: MB.07-US, Mineraalivilla, Huone 204, 2 krs.

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+
			muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	<mr

Näyte: MB.08-US, Mineraalivilla, Huone 224, neuvotteluhuone, 2.krs

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+++
			muut bakteerit	+++
			*aktinomykeetit	<mr

Näyte: MB.09-US, Mineraalivilla, Huone 251, 2. krs.

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	<mr

Näyte: MB.10-US, Mineraalivilla, Huone 228, 2. krs

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+
			muut bakteerit	+(YK)
			*aktinomykeetit	<mr

Näyte: MB.11-US, Mineraalivilla, Huone 306, 3. krs, ulkoseinän mineraalivillaeriste

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	+	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.		+	muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	<mr

Näyte: MB.12-US, Mineraalivilla, Huone 310, 3. krs.

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+
			muut bakteerit	+
			*aktinomykeetit	<mr

Näyte: MB.13-US, Mineraalivilla, Huone 201, 2. krs.

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	<mr

Näyte: MB.01-US, Mineraalivilla, Huone 123, 1.krs

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+++
			muut bakteerit	+++
			*aktinomykeetit	<mr

Tulostaulukon merkintöjen selitykset:

Merkintä	M2 ja DG18 (sienet)	THG (aktinomykeetit)	THG (kokonaismäärä)
+	alle 30	alle 20	alle 75
++	30-49	----	----
+++	50 tai yli	20 tai yli	75 tai yli

< mr = alle määritysrajan

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen mikrobi, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut mahdolliset pesäkkeet helposti alleen

T = maljat täynnä pesäkkeitä, tarkkaa pesäkemäärää ei voitu laskea.

* = kosteusvaurioindikaattori.

sr = sukuryhmä

lr= lajiryhmä

Kosteusvaurioindikaattorimikrobien osalta on myös ilmoitettu pesäkemäärä.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.



Pinja Tegelberg, Tutkija, Biologi
 p. 044 776 0476, pinja.tegelberg@labroc.fi

ANALYYSIT

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä suoraviljelymenetelmällä. Hienonnettua materiaalia siirrettiin noin 0,5 ml suoraan elatusalustoille. Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta aktinomykeettien määrittämiseksi. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin aktinomykeetit. Mikäli kasvustoa ei saatu viljelymenetelmällä esille, kovilla materiaaleilla käytettiin viljelyn tueksi suoramikroskopointia.

MÄÄRITYSRAJA

Menetelmän määritysraja on 1 pmy/0,5 ml.

MITTAUSEPÄVARMUUS

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä (luottamusvälillä) katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 10 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä THG:llä aktinomykeeteille 29 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi suoramikroskopoinnista tai näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

TULOKSEN TULKINTA

Tulokset tulkitaan käyttäen Labroc Oy:n omaa validointiaineistoa.

Tulkinta	Tulos elatusalustalla
ei mikrobikasvua materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: + JA - bakteerien pesäkemäärä: + JA - korkeintaan 2 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien aktinomykeetit)
epäily mikrobikasvusta materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: ++ TAI - vähintään 3 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien aktinomykeetit) TAI - bakteerien pesäkemäärä: +++
selvä mikrobikasvu materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: +++ TAI - aktinomykeettipesäkemäärä: +++

Vaurio- ja korjausjohtopäätöksen tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

VIITTEET

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV Asumisterveysasetus § 20. Valvira ohje 8/2016.

Reiman M, Haatainen S, Kallunki H, Kujanpää L, Laitinen S, Rautiala S. Laimennossarja ja suoraviljelymenetelmien käyttö rakennusmateriaalinäytteiden mikrobipitoisuuksien ja mikrobiston määrittämisessä. Sisäilmastoseminaari, Sisäilmayhdistyksen raportti 13, s. 337-342.

Saaja:

Sitowise Oy

Miia Virolainen

Askonkatu 9

15100 LAHTI

Analyysi: Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus teippinäytteessä
Näytteenottaja: Miia Virolainen
Viite: Heinolan kaupungintalo 1.-3. kerros, projektinumero K22971
Vastaanottopvm: 23.6.2022
Käsittelijä(t): Leppäniemi Elina

Menetelmä(t):

AERO-TY-077 Geeliteipille kerätystä laskeumanäytteestä laskettiin valomikroskooppia käyttäen vähintään 3 µm paksujen teollisten mineraalikuitujen määrä pinta-alayksikköä kohti.

Työterveyslaitoksen käyttämä viitearvo teollisten mineraalikuitujen kahden viikon laskeumalle on 0,2 kuitua/cm². Jos tämä arvo työtiloissa ylittyy, tulee arvioida lisäselvitysten tai toimenpiteiden tarve kuitukertymän pienentämiseksi. Mahdollisia toimenpiteitä voivat olla rikkoontuneiden tai pinnoittamattomien kuitumateriaalien vaihtaminen, siivouksen tehostaminen, ilmanvaihtokanavien puhdistaminen ja tuloilmajärjestelmän kuitupäästöjen vähentäminen. Asuintiloissa teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on niin ikään 0,2 kuitua/cm² (STM:n asetus 545/2015). Jos analyysin tulokseksi saadaan tämä arvo tai se ylittyy, tulee ryhtyä terveydensuojelulain mukaisiin toimenpiteisiin terveyshaitan selvittämiseksi ja tarvittaessa sen poistamiseksi tai rajoittamiseksi.

Analyysitulosten tulkinnassa tulee huomioida otettujen näytteiden lukumäärä ja viitearvon ja toimenpiderajan ylittyminen niissä. Analyysituloksia arvioidaan aina rinnakkain rakennus- ja taloteknisten havaintojen sekä käyttäjätietojen kanssa.

Toimistorakennusten tuloilmakanavien pinnoilla teollisten mineraalikuitujen keskimääräinen pitoisuus on Työterveyslaitoksen tutkimus- ja palvelumittausaineistossa ollut 10-30 kuitua/cm².

Lisätietoja tulosten tulkinnasta antaa Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen osoitteessa

www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/131872/Ohje%20ty%C3%B6paikoille%20sis%C3%A4ilmasto-ongelmien%20selvitt%C3%A4miseen.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Standardissa ISO 16000-27:2014 (E) sekä Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen osassa 3 suositellaan otettavan jokaisesta tutkitusta tilasta vähintään kolme näytettä. Tulokset ilmoitetaan vastauksissa yksittäisten näytteiden tuloksena sekä lisäksi kunkin tilan keskiarvona. Keskiarvolle ilmoitetaan lisäksi vaihteluväli, jos tilasta on otettu vähintään kolme näytettä. Jos näytteitä on otettu tilasta vain 1-2, vaihteluväli on suuri suhteessa tulokseen asumisterveysasetuksen toimenpiderajan (0,2 kuitua/cm²) läheisyydessä ja tuloksen mittausepävarmuus on ± 14 %.

Tulokset:

TTL22-01004-001 KU.01/1
Mittauskohde: Heinolan kaupungintalo, 1.-3. krs
Mittauspiste: Huone 127, 1.kerros
Näytteen keräysaika 2vko laskeuma

Altiste	Tulos
Teolliset mineraalikuidut (vähintään 3 µm paksut)	0,21 kpl/cm ²

TTL22-01004-002 KU.01/2
Mittauskohde: Heinolan kaupungintalo, 1.-3. krs
Mittauspiste: Huone 127, 1.kerros
Näytteen keräysaika 2vko laskeuma

Altiste	Tulos
Teolliset mineraalikuidut (vähintään 3 µm paksut)	0,21 kpl/cm ²

TTL22-01004-003 KU.02/1
Mittauskohde: Heinolan kaupungintalo, 1.-3. krs
Mittauspiste: Käytävä, huoneen 251 edessä, 2.kerros
Näytteen keräysaika 2vko laskeuma

Altiste	Tulos
Teolliset mineraalikuidut (vähintään 3 µm paksut)	0,21 kpl/cm ²

TTL22-01004-004 KU.02/2
Mittauskohde: Heinolan kaupungintalo, 1.-3. krs
Mittauspiste: Käytävä, huoneen 251 edessä, 2.kerros
Näytteen keräysaika 2vko laskeuma

Altiste	Tulos
Teolliset mineraalikuidut (vähintään 3 µm paksut)	0,21 kpl/cm ²

TTL22-01004-005 KU.03/1
Mittauskohde: Heinolan kaupungintalo, 1.-3. krs
Mittauspiste: Huone 214, 2.kerros
Näytteen keräysaika 2vko laskeuma

Altiste	Tulos
Teolliset mineraalikuidut (vähintään 3 µm paksut)	<0,10 kpl/cm ²

TTL22-01004-006 KU.04/1
Mittauskohde: Heinolan kaupungintalo, 1.-3. krs
Mittauspiste: Huone 323, 3.kerros
Näytteen keräysaika 2vko laskeuma

Altiste	Tulos
Teolliset mineraalikuidut (vähintään 3 µm paksut)	1,0 kpl/cm ²

TTL22-01004-007 KU.04/2
Mittauskohde: Heinolan kaupungintalo, 1.-3. krs
Mittauspiste: Huone 323, 3.kerros
Näytteen keräysaika 2vko laskeuma

Altiste	Tulos
Teolliset mineraalikuidut (vähintään 3 µm paksut)	0,71 kpl/cm ²

Työympäristölaboratoriot

13.7.2022



Nurkki Annika
erityisasiantuntija
Helsinki



Leppäniemi Elina
erityisasiantuntija
Helsinki

Saaja:

Sitowise Oy
Miia Virolainen
Askonkatu 9
15100 LAHTI



Analyysi: VOC-yhdisteet ja TVOC sisäilmasta
Näytteenottaja: Sitowise Oy, Miia Virolainen
Viite: Miia Virolainen / Heinolan kaupungintalo 1-3 krs.
Näytteenottopvm: 9.6.2022 - 9.6.2022
Vastaanottopvm: 10.6.2022
Käsittelijä(t): Tillander Sari

Menetelmä(t):

KEMIA-TY-031*

VOC-määrittäminen ilmanäytteestä

Näytteet on kerätty Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD -adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS), ISO 16000-6:2021 -standardiin perustuvalla menetelmällä KEMIA-TY-031.

Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektritietokannan avulla. Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin(C₆) ja n-heksadekaanin(C₁₆) väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina. Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 1-40 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty. Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset (µg/m³) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Laboratorio ei ole vastuussa näytteenotosta mittauskohteessa. Tulokset koskevat vain laboratorioon toimitettua näytettä. Analyysimenetelmän mittausepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 15-40 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 30 %. Passiivinäytteille mittausepävarmuus on vastaavasti 20-50 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 35 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Menetelmän määrittämisraja on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli 0,4 µg/m³ 10 dm³:n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle.

* Menetelmä on akkreditoitu

Tulokset:

TTL22-00511-001 237631
Mittauskohde: Heinolan kaupungintalo 2. ja 3. krs
Mittauspiste: Huone 306, 3. krs
Näytteenottoaika: 9.6.2022 15:03 - 9.6.2022 15:48
Ilmamäärä 8,87 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		40 µg/m ³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
α-Pineeni	80-56-8	0,8 µg/m ³
Yksiarvoiset alkoholit		
1-Butanoli	71-36-3	1 µg/m ³
2-Etyyli-1-heksanoli	104-76-7	0,6 µg/m ³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	0,9 µg/m ³
Dekanaali	112-31-2	1 µg/m ³
Heksanaali	66-25-4	0,7 µg/m ³
Nonanaali	124-19-6	2 µg/m ³
Oktanaali	124-13-0	0,7 µg/m ³
Ketonit		
Asetoni ¹	67-64-1	5 µg/m ³
Hapot		
Etikkahappo ²	64-19-7	25 µg/m ³
Propaanihappo	79-09-4	1 µg/m ³
Piiyhdisteet		
Oktametyylisyklotetrasiloksaani	556-67-2	10 µg/m ³
Dodekametyylisykloheksasiloksaani	540-97-6	4 µg/m ³ **
Tetradekametyylisykloheptasiloksaani	107-50-6	1 µg/m ³ **
Dekametyylisyklopentasiloksaani	541-02-6	5 µg/m ³

¹ TVOC-alueen ulkopuolella, pitoisuus suuntaa antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.

² TVOC-alueen ulkopuolella, pitoisuus suuntaa antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti. Pitoisuus on kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavanomaista suurempi mittausepätarkuus.

TTL22-00511-002 255051
Mittauskohde: Heinolan kaupungintalo 2. ja 3. krs
Mittauspiste: Huone 204, 2. krs
Näytteenottoaika: 9.6.2022 15:14 - 9.6.2022 15:59
Ilmamäärä 8,62 dm³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet		
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (TVOC)		40 µg/m ³
Aromaattiset hiilivedyt		
Tolueeni	108-88-3	0,8 µg/m ³
Terpeenit ja niiden johdannaiset		
α-Pineeni	80-56-8	0,8 µg/m ³
Yksiarvoiset alkoholit		
1-Butanoli	71-36-3	2 µg/m ³
C12-C13-alkoholit		20 µg/m ³ **
2-Etyyli-1-heksanoli	104-76-7	1 µg/m ³
2-Metyyli-1-propanoli	78-83-1	0,8 µg/m ³
Aldehydit		
Bentsaldehydi	100-52-7	1 µg/m ³
Dekanaali	112-31-2	2 µg/m ³
Heksanaali	66-25-4	2 µg/m ³
Heptanaali	111-71-7	0,5 µg/m ³
Nonanaali	124-19-6	4 µg/m ³
Pentanaali	110-62-3	0,8 µg/m ³
Ketonit		
Asetofenoni	98-86-2	0,6 µg/m ³
Asetoni ²	67-64-1	7 µg/m ³
Hapot		
Etikkahappo ³	64-19-7	36 µg/m ³
Heksaanihappo eli kapronihappo	142-62-1	3 µg/m ³
Propaanihappo	79-09-4	2 µg/m ³
Esterit ja laktonit		
Alkyylibentsoaatit ¹		70 µg/m ³ **
Halogeeniyhdisteet		
Dikloorimetaani ²	75-09-2	1 µg/m ³
Piiyhdisteet		
Oktametyylisyklotetrasiloksaani	556-67-2	1 µg/m ³

Altiste	CAS-numero	Tulos
Dodekametyylisykloheksasiloksaani	540-97-6	0,8 µg/m ³ **
Dekametyylisyklopentasiloksaani	541-02-6	2 µg/m ³

¹ TVOC-alueen ulkopuolella.

² TVOC-alueen ulkopuolella, pitoisuus suuntaa antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti.

³ TVOC-alueen ulkopuolella, pitoisuus suuntaa antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti. Pitoisuus on kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavanomaista suurempi mittausepävarmuus.

Tulosten tarkastelu

Näyte on kerätty Tenax TA-Carbograph 5TD -adsorptioputkeen.

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

Yhdellä tähdellä (*) merkityt tulokset eivät ole akkreditoituja.

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

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

ISO 16000-6:2021 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Näytteestä ilmoitetaan yhdisteen omalla vasteella lasketun pitoisuuden lisäksi pitoisuus tolueeniekvivalenttina niille yhdisteille, joiden pitoisuus tolueeniekvivalenttina määritettynä on lähellä tai ylittää ns. asumisterveysasetuksen [1] toimenpiderajan.

[1] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista

Työterveyslaitoksen Laboratoriotointi on Finas-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013, SFS-EN ISO/IEC 17025.

Työympäristölaboratoriot

15.6.2022



Viitasaari Susanna
asiantuntija
Helsinki



Kuusisto Kim
laboratorioanalyttikko
Helsinki

Tulokset koskevat vain vastaanotettuja näytteitä. Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittua vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

Työterveyslaitos

PL40, 00032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-Tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

VOC-ANALYYSI MATERIAALINÄYTTEESTÄ

Tilaaaja:	Sitowise Oy	Tilauspäivä:	15.6.2022
Kohde:	Heinolan kaupungintalo, Rauhankatu 3, Heinola	Laboratorio:	Kuopio
Projektinnumero:	K22971	Vastaanottopäivä:	20.6.2022
Näytteenottaja:	Sitowise Oy, Miia Virolainen, Kari Teräväinen, Matti Saikko	Analysointipäivät:	30.6.2022
Näytteenottopäivät:	15.6.2022		

TULOKSEN TULKINTA

Tuloksen tulkintaan ei ole olemassa virallisia ohjearvoja. Alla olevassa taulukossa on esitetty Työterveyslaitoksen määrittämiä viitearvoja, joita voidaan hyödyntää materiaalien VOC tulosten arvioinnissa. Viitearvot perustuvat Työterveyslaitoksen sisäiseen aineistoon. Menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eivätkä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

Materiaalien VOC-emissioiden viitearvot erilaisille materiaalityypeille	
PVC	
pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)	
TVOC	200 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli	70 µg/m ³ g
PVC	
pehmittimenä DINCH (diisononyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)	
TVOC	500 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli	50 µg/m ³ g
C9-alkoholit	320 µg/m ³ g
TASOITTEET JA BETONI	
TVOC	50 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli	40 µg/m ³ g
LINOLEUM	
TVOC	650 µg/m ³ g
propaanihappo	100 µg/m ³ g

ANALYYSITULOKSET

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä. Tulokset on ilmoitettu tolueenivasteella laskettuna. Mikäli yhdisteen pitoisuus näytteessä on alle 1 µg/m³g, sitä ei ole merkitty tulostaulukkoon, mutta se on mukana TVOC-arvossa. Yhdisteiden CAS-numeroita on saatavilla laboratoriosta, tai osoitteesta <https://labroc.fi/wp-content/uploads/2021/04/CAS-numerot-1.pdf>.

Näyte	Näytteenottopaikka	Materiaali	Punnittu (g)	Näytetilavuus (l)
VOC-Bulk 01	Huone 137, 1. krs.	Kvartsivinyylilaatta	5	2,1
Ryhmä	Yhdiste	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³g)		Oma vaste
TVOC	-	360		
TERPEENIT	Longifoleeni	64		
	Longisykleeni	10		
TYYPPIYHDISTEET	2,2'-Atsobis[2-metyyli]-propaaninitriili	4		
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	Heksadekaani	1		
KETONIT	3-Heptanoni	2		
ALDEHYDIT	2-Etyyliheksanaali	3		
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	2-Etyyli-1-heksanoli	200		370
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET		69 (19%)		

Näytekommentit:

Yhdisteen 2-Etyyli-1-heksanoli pitoisuus näytteessä oli yli analyysimenetelmän mittausalueen. Yhdisteen 2-Etyyli-1-heksanoli tuloksen mittausepävarmuutta ja siten myös TVOC-tuloksen mittausepävarmuutta ei ole määritetty mittausalueen ulkopuolella.

Näyte	Näytteenottopaikka	Materiaali	Punnittu (g)	Näytetilavuus (l)
VOC-Bulk 02	Huone 137, 1. krs.	Tasoite (Kvartsivinyylilaatan alta)	5	2,1
Ryhmä	Yhdiste		Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³g)	Oma vaste
TVOC	-		27	
TERPEENIT	Longifoleeni		9	
YKSIVARVOISET ALKOHOLIT	2-Etyyli-1-heksanoli		6	12
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET			12 (44%)	

Näytekomentit:

Koska näytteen TVOC-pitoisuus on lähellä määritysrajaa, havaittujen yhdisteiden pitoisuudet ovat pieniä ja luotettava tunnistaminen vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

Näyte	Näytteenottopaikka	Materiaali	Punnittu (g)	Näytetilavuus (l)
VOC-Bulk 03	Huone 311, 3. krs.	Linoleum	5	2,1
Ryhmä	Yhdiste		Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³g)	Oma vaste
TVOC	-		190	
VVOC	Etikkahappo		20	
PIIYHDISTEET	Oktametyylisyklotetrasiloksaani		8	
KETONIT	2-Heptanoni		2	
	5-Etyylidihydro-2-furanoni		1	
HAPOT	Propaanihappo		19	
	Butaanihappo		5	
	Heksaanihappo		4	
	2-Metyylipropaanihappo		2	
	Pentaanihappo		2	

ALDEHYDIT	Heksanaali	19	
	Oktanaali	15	
	Nonanaali	14	
	Pentanaali	11	
	Heptanaali	7	
	Dekanaali	2	
	2-Dekanaali	1	
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	1-Pentanoli	3	
	1-Heptanoli	3	
	2-Etyyli-1-heksanoli	3	3
	1-Butanoli	1	
	1-Heksanoli	1	
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET		62 (33%)	

Näytekommentit:

VVOC = hyvin haihtuvat orgaaniset yhdisteet. TVOC-alueen ulkopuoliset, heksaania helpommin haihtuvat yhdisteet. Pitoisuus suuntaa antava, koska yhdisteet läpäisevät keräimen helposti. Pitoisuutta ei ole laskettu TVOC-tulokseen.

Näyte sisälsi paljon erilaisia yhdisteitä pienellä pitoisuustasolla, jonka vuoksi kaikkien tunnistaminen riittävällä varmuudella on vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

Näyte	Näytteenottoaika	Materiaali	Punnittu (g)	Näytetilavuus (l)
VOC-Bulk 04	Huone 311, 3. krs.	Tasoite (Linoleumin alta)	2,4	2,2
Ryhmä	Yhdiste		Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³g)	Oma vaste
TVOC	-		35	
PIIYHDISTEET	Oktametyylisyklotetrasiloksaani		1	

ALDEHYDIT	Oktanaali	1	
	Nonanaali	1	
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	1-Etoksi-2-propanoli	11	
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET		21 (60%)	

Näytekommentit:

Koska näytteen TVOC-pitoisuus on lähellä määrittäysrajaa, havaittujen yhdisteiden pitoisuudet ovat pieniä ja luotettava tunnistaminen vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

ANALYYSIT

Emissionäytteet kerättiin mikrokammiolaitteella (Micro-Chamber, μ CTE) Tenax TA adsorbenttiin. Analyysit tehtiin kaasukromatografilaitteistolla, johon oli yhdistetty massaselektiivinen detektori (TD-GC-MS). Yhdisteet tunnistettiin retentioaikojen sekä kirjastohaun perusteella (kirjasto nist02.L).

Styreenin, 2-etyyli-1-heksanolin, naftaleenin ja TXIB:n (2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyaatti) pitoisuus laskettiin oman vertailuaineen avulla. Muiden heksaanin ja heksadekaanin väliseltä kiehumispistealueelta löytyneiden yhdisteiden pitoisuudet laskettiin ns. tolueeniekvivalenttina.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (ns. TVOC) saatiin laskemalla kaikkien heksaanin ja heksadekaanin väliltä löytyneiden yhdisteiden tolueeniekvivalenttina määritetyt pitoisuudet yhteen. Lasketut tulokset ilmoitetaan lopuksi tutkittua näytemäärää kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tällä menetelmällä tehty analyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan se kertoo ainoastaan sen, mitä yhdisteitä ja missä keskinäisessä suhteessa, tutkitusta materiaalista emittoituu käytetyissä olosuhteissa.

MÄÄRITYSRAJA

Menetelmän määrittäysraja on $20 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$

MITTAUSEPÄVARMUUS

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä (luottamusvälillä) katsoa olevan. TVOC-tuloksen mittausepävarmuus on 27 % (luottamusvälillä 95 %). Yksittäisten, oman vertailuaineen avulla määritettävien yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat välillä 23 - 66 % riippuen yhdisteestä. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yhdisteiden pitoisuuden määrittäminen on semikvantitatiivinen.



Arja Asikainen, Tutkija, FT
p. 044 776 0471, arja.asikainen@labroc.fi



Jani Mäkelä, Tutkija, Kemisti
p. 050 560 2975, jani.makela@labroc.fi

VIITTEET

ISO 16000-6, 2021, Indoor air - Part 6: Determination of organic compounds (VVOC, VOC, SVOC) in indoor and test chamber air by active sampling on sorbent tubes, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS FID.

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira ohje 8/2016.

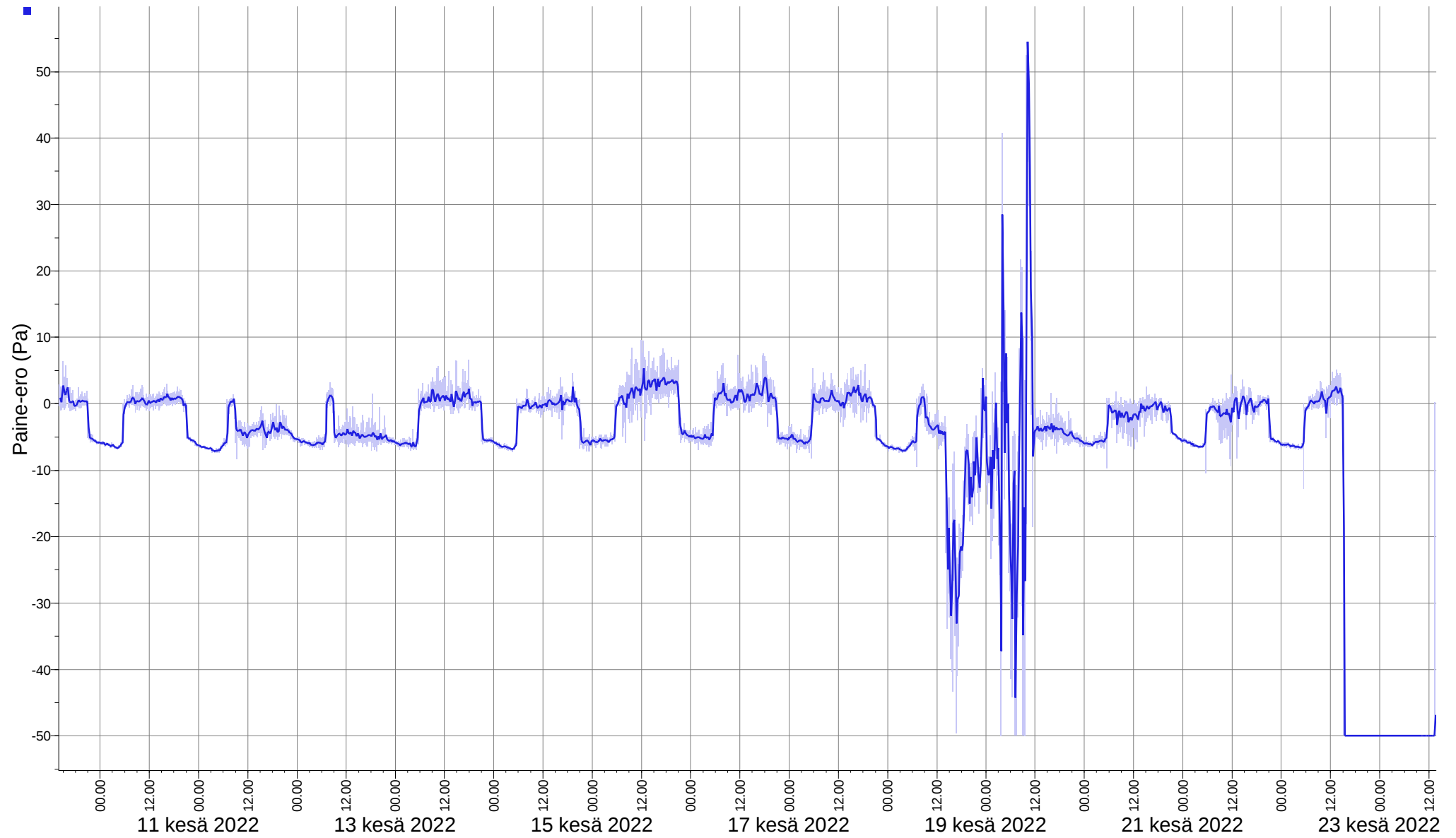
Järnström H., Reference values for building material emissions and indoor air quality in Residential buildings, 2007, VTT publications 672.

Saarela, K., ym., TVOC-haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio ja sen eri Laskentatavat, Sisäilmastoseminaari 2005, Sisäilmayhdistys raportti 23.

Työterveyslaitos. Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin. 2017.

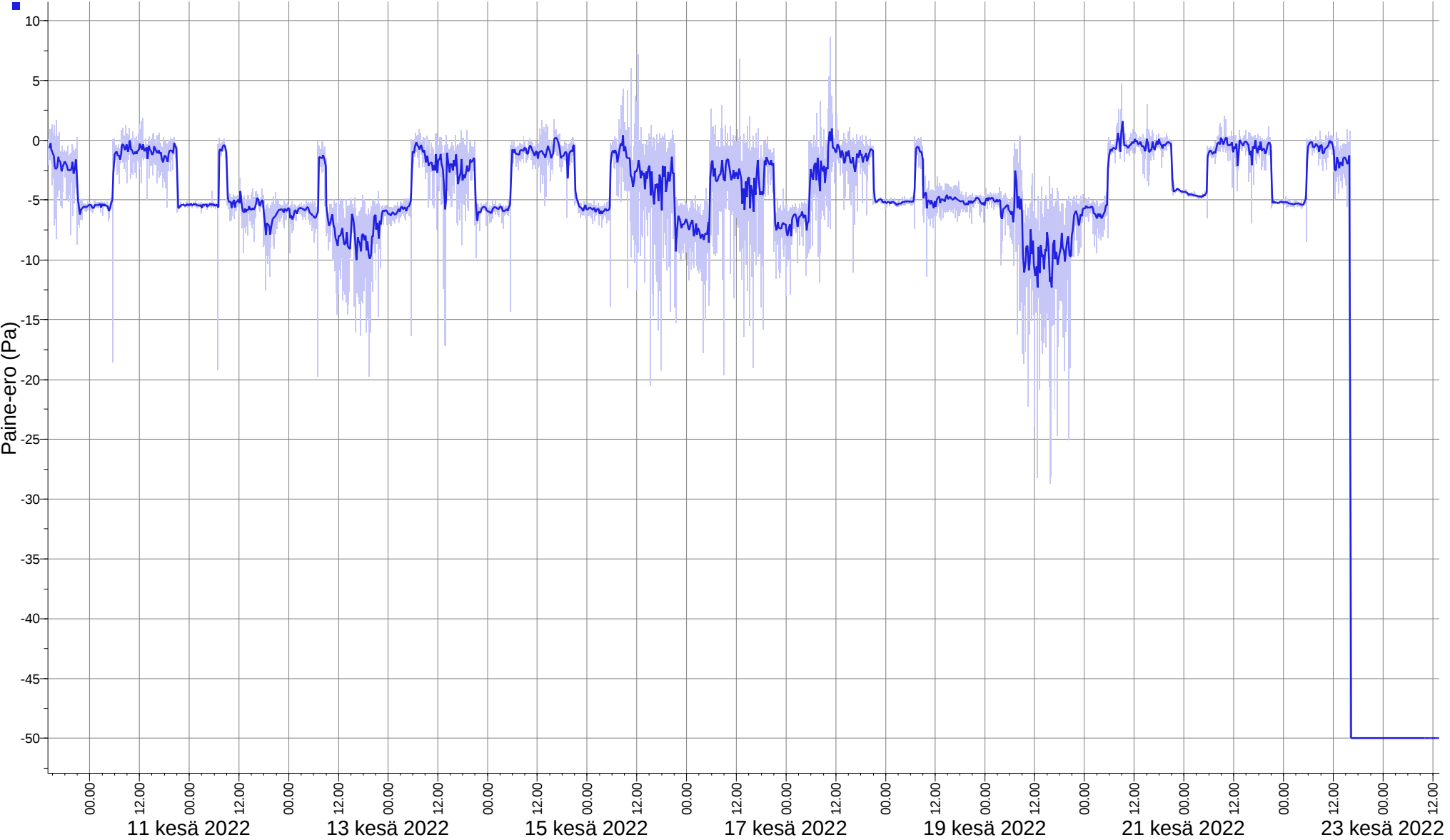
PE.01

■ 828087 Paine-ero PE.01



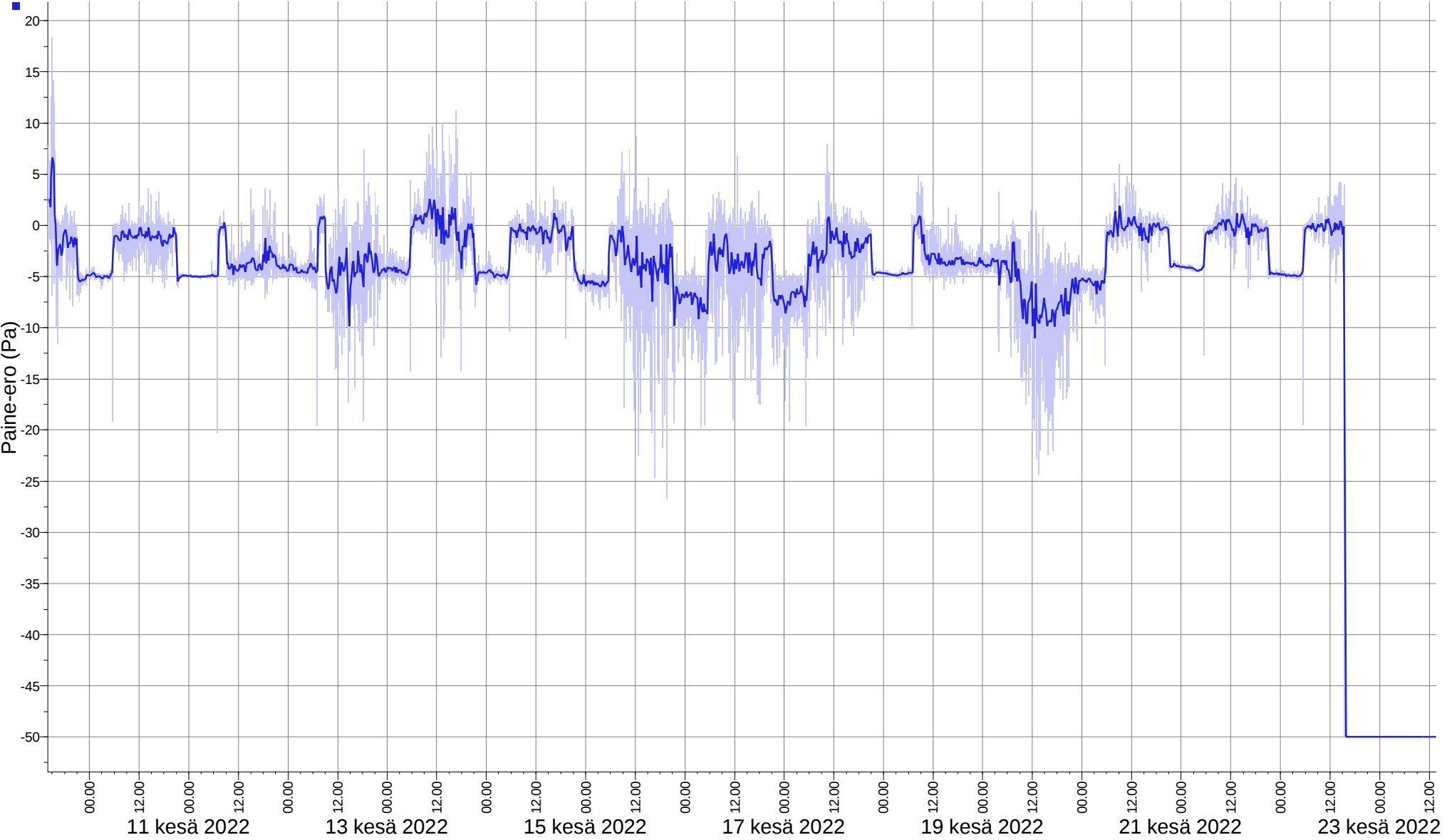
PE.02

793980 Paine-ero PE.02



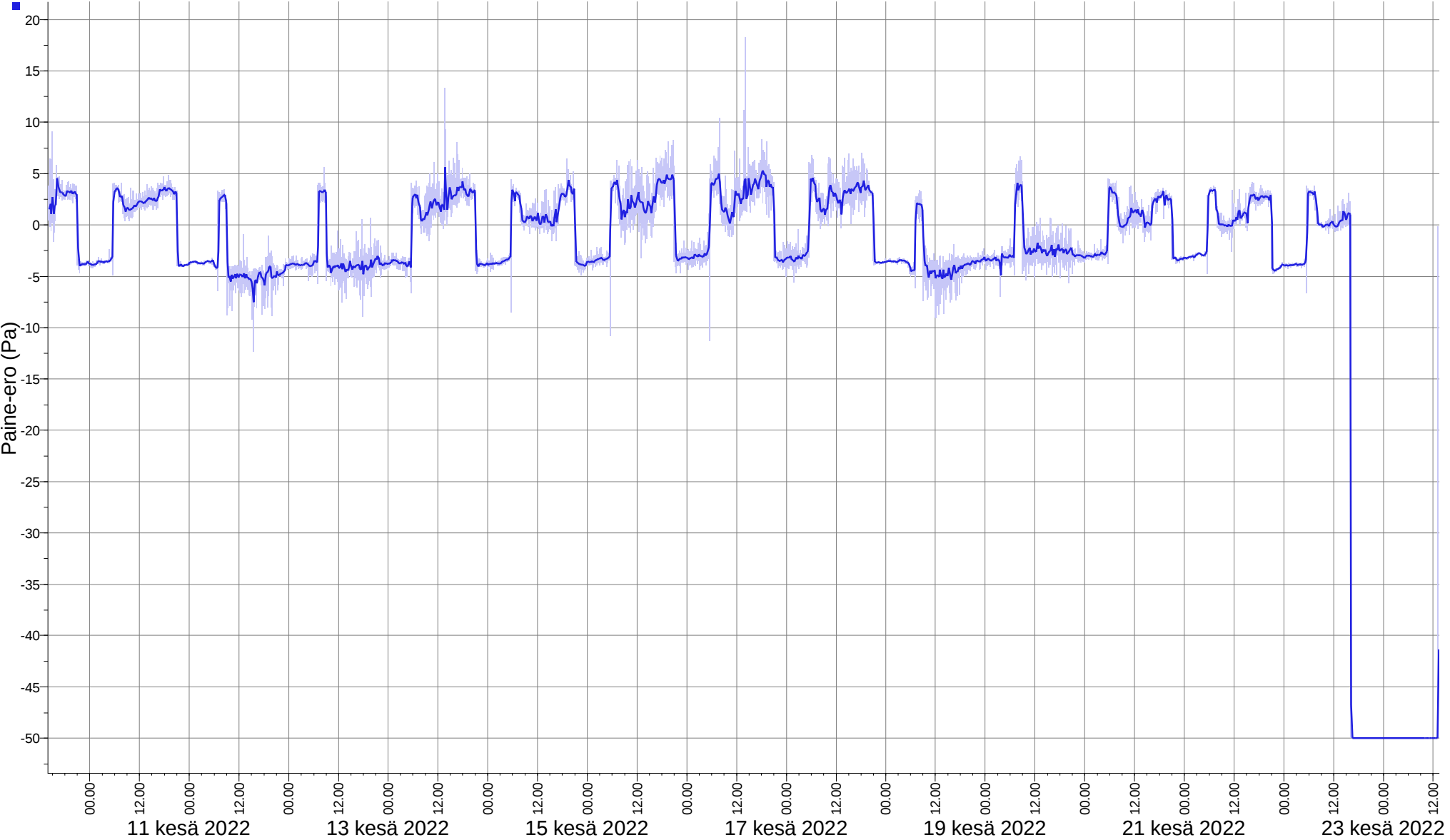
PE.03

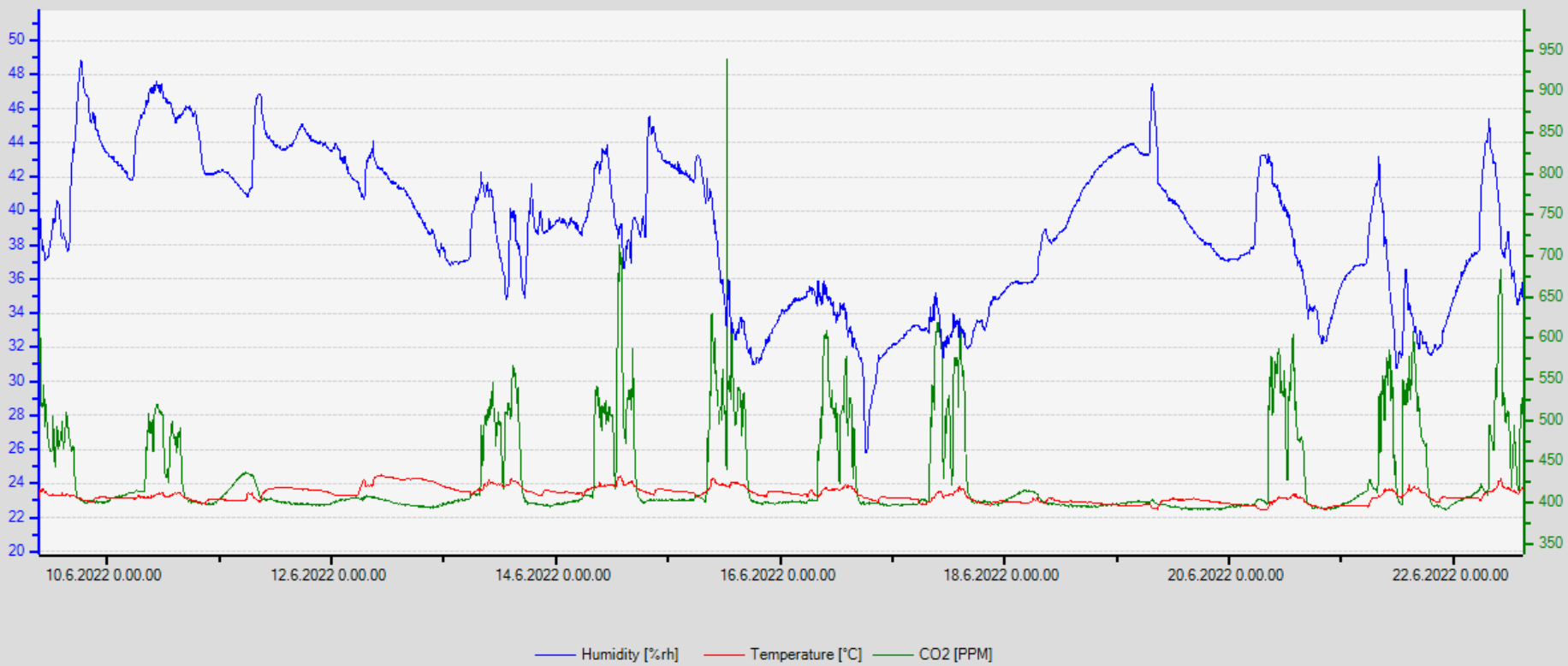
772657 Paine-ero PE.03

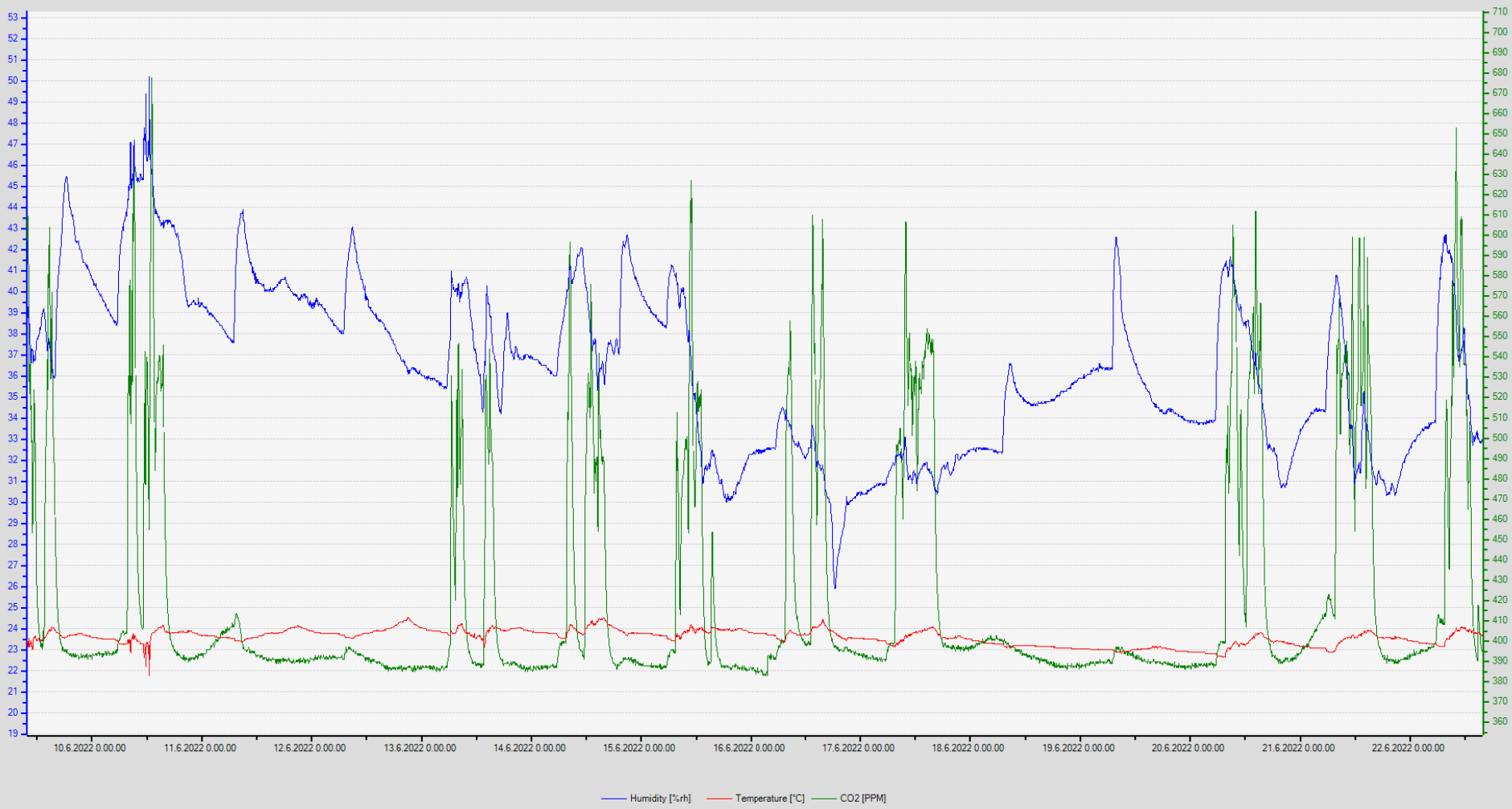


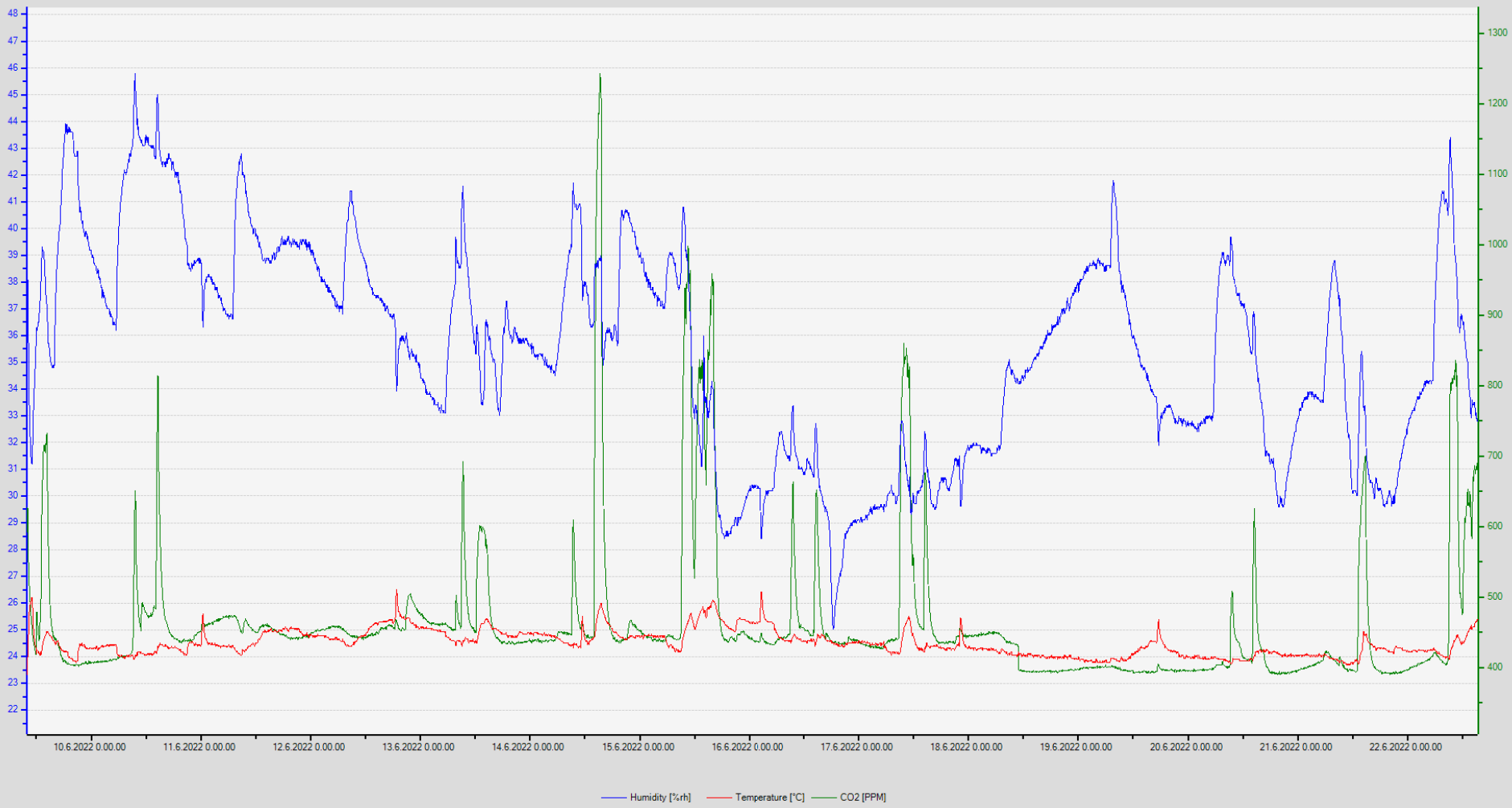
PE.04

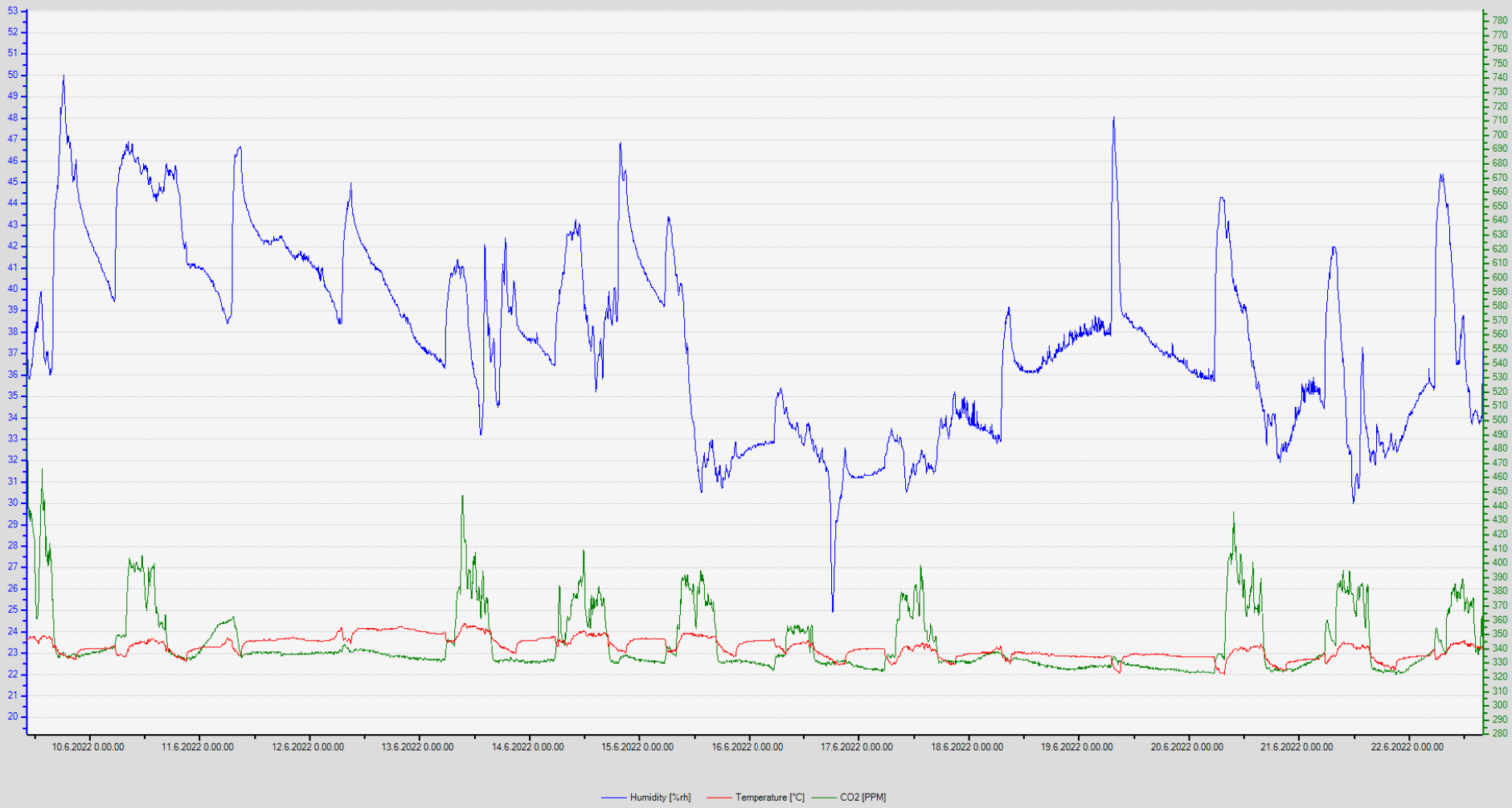
828110 Paine-ero PE.04











Rakennus, Kerros, Tila	Tunnus	Materiaali	Määrä	Laatu	Kunto	Pölyävyys	Toimenpide-ehdotus
kellarikerros, 1.-3. krs.	HA.05	kvartsivinyyllaatta, liima, tasoite (krysotiili)	~ 1200 m ²	V	B	**	7
kellarikerros, arkisto	-	Kovalevytys väliseinä arkisto	~ 12 m ²	V	B	*	4
1. kerros ulkona	-	Kovalevytys sisäänkäynnin katto	~ 25 m ²	V	B	*	4/7
kellarikerros	-	Vanhat palo-ovet	>= 1 kpl	V	A	*	4

Tunnuksien mukaisten asbestinäytteiden sijainnit ovat esitettyinä raportin liitteenä olevissa tutkimuskartoissa.

Massalaskentataulukon lyhenteiden selitykset:

Laatu	V = Vaalea asbesti (antofylliitti, amosiitti, krysotiili) S = Sininen asbesti (krokidoliitti)						
Kunto	A = Hyvä B = Välttävä C = Heikko D = Erittäin heikko Asbestikuidut ovat hyvin sitoutuneita tuotteeseen. Eivät pääse hengitysilmaan normaalikäytössä. Asbestikuituja saattaa päästä hengitysilmaan kohteen huollon tai käytön yhteydessä. Asbestimateriaali on paikoin rikkoutunut ja/tai huonokuntoinen. Tilassa liikuttaessa asbestipölyn altistumisvaara. Asbestimateriaali on erittäin huonokuntoinen ja tilassa on runsaasti pölyä. Tilassa liikuttaessa tai työskenneltäessä suositellaan noudatettavaksi Vna 798/2015 edellyttämiä suojaustoimenpiteitä. Materiaalin kunnon arvio koskee kartoitushetkellä vallinnutta tilannetta. Kuntoluokan ollessa C tai D, tulee toimenpiteisiin ryhtyä välittömästi.						
Pölyävyys	* Asbestialtistumisvaara tarviketta purettaessa ** Suuri asbestialtistumisvaara tarviketta purettaessa *** Asbestialtistumisvaara, jos tarvikkeeseen kohdistuu mekaanista rasitusta ***! Krokidoliittiasbesti, asbestialtistumisvaara aina						
Toimenpide-ehdotus	1 = Ei edellytä toimenpiteitä normaalikäytössä 2 = Asbestipitoisen materiaalin pinnan korjaus ja tilan asbestipölysiivous 3 = Asbestipitoisen materiaalin kotelointi uudella materiaalilla 4 = Kokonaisena irrottaminen 5 = Kohdepoisto 6 = Purkupussimenetelmä 7 = Purku osastointimenetelmällä 8 = Märkäpurku 9 = Asbestipölysiivous osastointia käyttäen						

Asbesti- ja haitta-aine massalaskentataulukon määrääarviot perustuvat kohteessa tehtyihin aistinvaraisiin havaintoihin ja laskentoihin. Määrälaskentaa ei välttämättä kyetä suorittamaan kattavana ennen rakenteiden purkuvaihetta, joten tulokset ja määrälaskennat perustuvat otantaan esim. rakenneavausten suhteen. Asbestipitoisia materiaaleja saattaa jäädä vanhojen rakenteiden alle tai rakenteiden sisään.