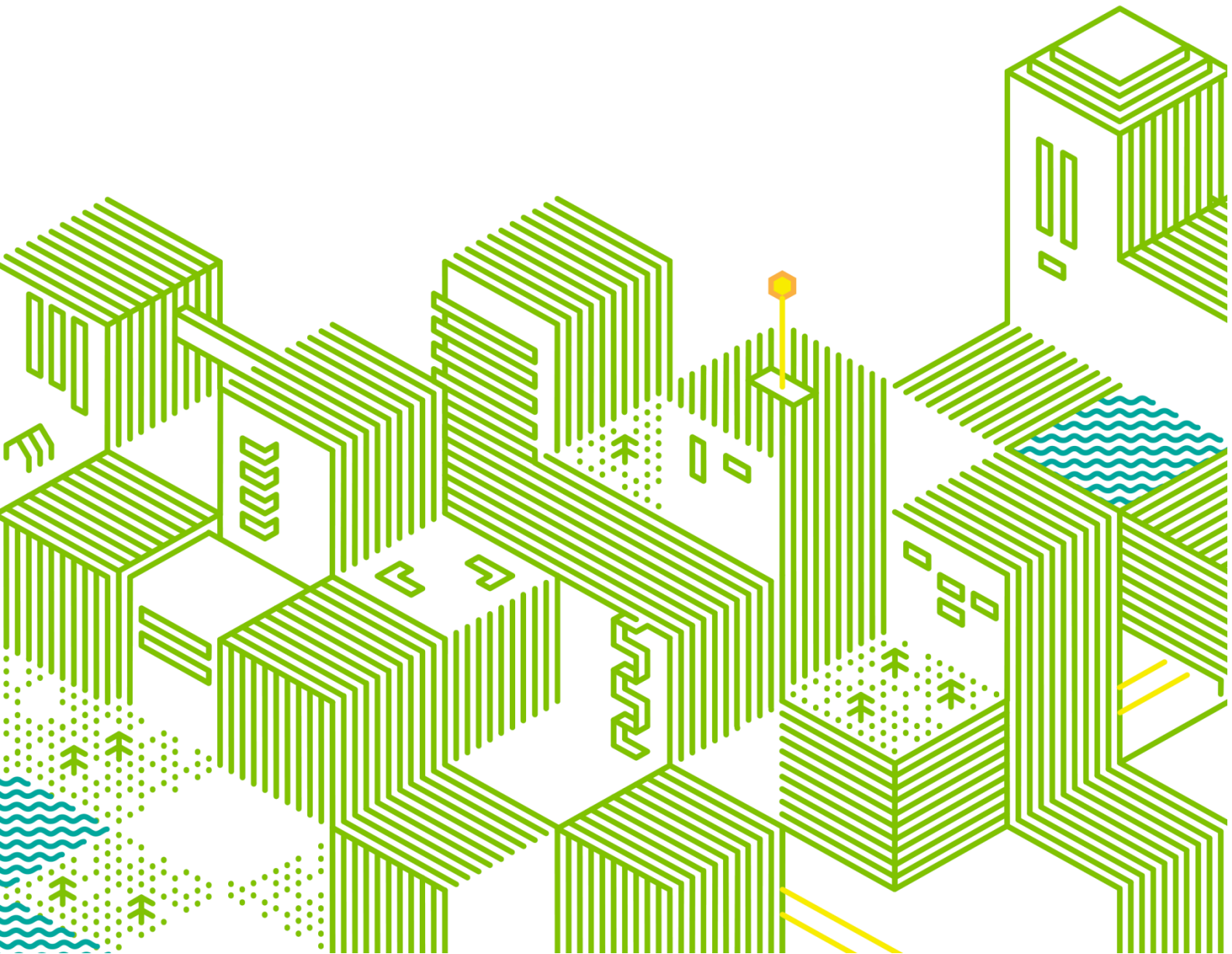


Sisäilmatekninen kuntotutkimus

Päiväys	23.8.2023
Projekti	Sisäilmatekninen kuntotutkimus
Tilaaaja	Mustasaaren kunta
Kohde	Mustasaaren keskuskoulu Koulutie 8, 65610 Mustasaari



Sisältö

1	Yhteystiedot.....	3
1.1	Kohde	3
1.2	Tilaaaja	3
1.3	Tutkimusten suorittajat	3
2	Tutkimuksen perustiedot	4
2.1	Toimeksiannon tausta ja tavoitteet	4
2.2	Kohteen yleistietoja	4
3	Yleistä tutkimuksesta.....	4
3.1	Tutkimusten laajuus.....	4
3.2	Toimeksiantoon sisältyvät tutkimukset ja mittaukset	4
4	Tilojen aistinvarainen tarkastus.....	5
5	VOC-mittaukset	6
5.1	VOC-mittaukset sisäilmasta	6
5.2	VOC-mittaukset lattian betonirakenteesta.....	7
6	Mineraalikulitujen laskeumanäytteenotto.....	8
7	Jatkuva paine-eromittaus	9
8	Rakennetarkastus, sokkelihalkaisun eristemateriaali	10
9	Johtopäätökset	10
10	Toimenpidesuosituksset	11

1 Yhteystiedot

1.1 Kohde

Mustasaaren keskuskoulu
Koulutie 8
65610 Mustasaari

1.2 Tilaaja

Johan Klemets
Korsholms kommun
Centrumvägen 4
65610 Korsholm

1.3 Tutkimusten suorittajat

Sitowise Oy
Wolffintie 36 M 10
65200 Vaasa

Pekka Hintsala, rak. ins. (kenttätyöt, raportointi)
puh: 044 4279183
email: pekka.hintsala@sitowise.com

Jukka Peräkorpi, rak. ins. (raportointi)
puh: 044 427 9159
email: jukka.perakorpi@sitowise.com

2 Tutkimuksen perustiedot

2.1 Toimeksiannon tausta ja tavoitteet

Mustasaaren keskuskoulussa on meneillään hanke, jossa tarkoituksena on purkaa entisiä koulutiloja ja rakentaa uusia. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää tarkemmin v. 1997 ja v.2009/2012 säilytettävien rakennusosien kuntoa suunnittelun lähtötiedoiksi. Tutkimukset toimivat lisäselvityksinä aiemmille Drytec Oy Ab suorittamille kuntotutkimuksille. Tutkimuksissa selvitetään sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä, ja sitä minkälaisia korjaustoimenpiteitä olisi mahdollisesti tarpeen tehdä.

Tarkastelun kohteena olleissa tiloissa on tehty tiivistyskorjauksia, joiden tavoitteena on ollut luokka 2 (merkittävä tiiveyden parantaminen). Tiivistyskorjauksessa on Sitowise Oy:n laatimien korjaussuunnitelmien mukaisesti tiivistetty rakenteiden sisäpuolelta ikkunoiden liittymät, seinä- / ala-, väli-, ja yläpohjaliittymät, ontelolaattasaumat ulkoseinän vierellä sekä vanha ulkoseinä (korjaamattoman tilan vastainen väliseinä). Tilaajan mukaan tutkimusalueen tilojen lattiat molemmissa kerroksissa on käsitelty Florosil -diffuusiosulkuaineella.

2.2 Kohteen yleistietoja

Kuntotutkimusten kohteena oli Mustasaaren keskuskoulun eteläpäädyssä sijaitsevan kaksikerroksisen siipiosan vuosina 2009 ja 2012 käyttöön otetut tilat, sekä niihin liittyvät vuonna 1997 valmistuneet tilat.

3 Yleistä tutkimuksesta

3.1 Tutkimusten laajuus

Tutkimusalue käsittää etelän puoleisen rakennusosan tilat raportin liitteenä olevaan tutkimuskarttaan merkityiltä osin.

3.2 Toimeksiantoon sisältyvät tutkimukset ja mittaukset

Toimeksiantoon sisältyy:

- Tilojen aistinvarainen tarkastus, jolla pyritään selvittämään sisäilmaongelmien aiheuttajia
- VOC-mittaukset sisäilmasta, 3 kpl (1 kpl v. 1997, 1 kpl v. 2009, 1 kpl v. 2012)
- VOC-mittaukset lattian betonirakenteesta (bulk-näytteet), 4 kpl (2 kpl v. 1997, 1 kpl v. 2009, 1 kpl v. 2012)
 - Bulk-näytteet betonilaatasta samoista tiloista kuin sisäilman VOC-mittaukset. Näytteenotto vasta sisäilman VOC-mittausten jälkeen.
- Mineraalikulitujen laskeumanäytteenotto, 4 kpl (1 kpl v. 1997, 1 kpl v. 2009, 2 kpl v. 2012)
- Jatkuva paine-eromittaus 14 vrk 2 kpl mittauspisteitä (ilmanvaihto normaalitilassa).
- Rakennetarkastus: Sokkelihalkaisujen eristemateriaali. Selvitetään rakennuksen ulkopuolelta poraamalla muutama yksittäinen reikä.

4 Tilojen aistinvarainen tarkastus

Tarkastettiin aistinvaraisesti tiloja. Tarkastuksessa huomioitiin ja kirjattiin kaikki sisäilman laatuun liittyvät riskitekijät tai kuitulähteet. Alla on esitetty tarkastuskierroksella tehtyjä havaintoja tiloista.

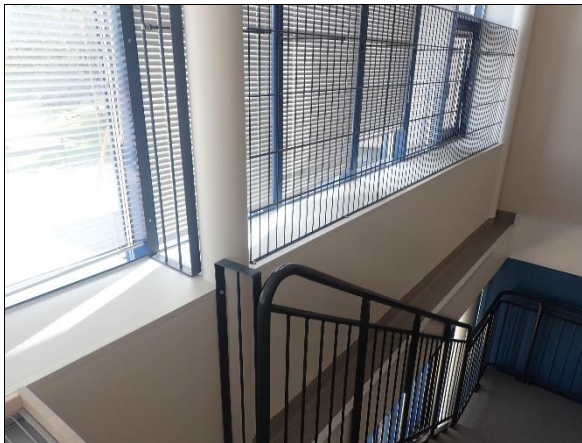
Tilat yleisesti:



Valaisimien, ilmanvaihtokanavien sekä opetuksessa käytettävien audiovisuaalisten laitteiden ja telineiden päälle saattaa kertyä pölyä, joka on suositeltavaa imuroida säännöllisesti.



Kaappien päällä on tasopintoja, jotka keräävät pölyä.



Portaiden vieressä on teräsverkon takana vaikeasti puhdistettavaa tasopintaa.



Muutamassa luokassa on kangassohvia, joiden säännöllinen tomuttaminen/imuroida on suositeltavaa.

5 VOC-mittaukset

5.1 VOC-mittaukset sisäilmasta

Kuntotutkimuksen yhteydessä otettiin sisäilmasta VOC-näytteitä, joista selvitettiin laboratoriossa sisäilman sisältämien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuus. Ilmanäytteitä otettiin kolmesta huonetilasta. Ilmanvaihto vastasi tavanomaista käyttötilannetta. Näytteet otettiin noin 1,2 m:n korkeudelta tilojen keskiosasta. Näytteen keräysaika oli 60 minuuttia. Ilmanäytteiden näytteenottokehtien sijainnit ovat esitetty alla olevassa taulukossa esitetyillä tunnuksilla liitteenä olevassa tutkimuskartassa (Liite 2).

Taulukko 5.1 VOC-analyysit sisäilmasta

Tunnus	Tila	TVOC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2-Etyyli-1 heksanoli [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Tulosten tulkinta
VOC.01-I	Luokka 2014	12	<1,0	Ei ylitä toimenpiderajaa
VOC.02-I	Opettajainhuone	25	<1,0	Ei ylitä toimenpiderajaa
VOC.03-I	Luokka 1092	22	1,4	Ei ylitä toimenpiderajaa

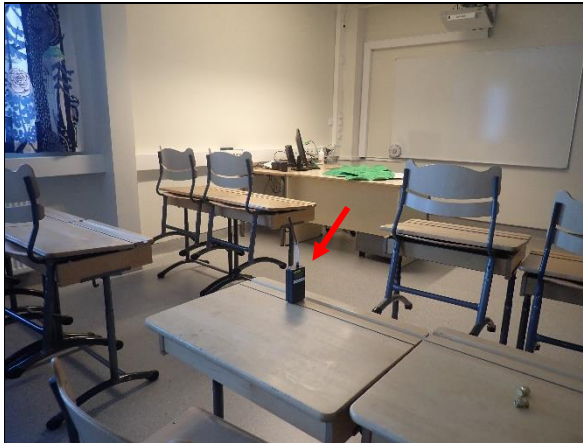
Asumisterveysasetuksen mukaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Lisäksi asumisterveysasetuksessa on mainittu muutamia yhdisteitä, joille on erikseen määritetty toimenpiderajat. 2-Etyyli-1-heksanolin toimenpideraja on $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Analyysivastaus on raportin liitteenä (Liite 4).

Näytteet sisältävät vain vähän yhdisteitä. Nämä esiintyivät vain pieninä pitoisuuksina, eikä mikään aine ylitä toimenpiderajoja.



Sisäilman VOC-mittauspiste 1, luokka 2014

Sisäilman VOC-mittauspiste 2, opettajainhuone



Sisäilman VOC-mittauspiste 3, luokka 1092

5.2 VOC-mittaukset lattian betonirakenteesta

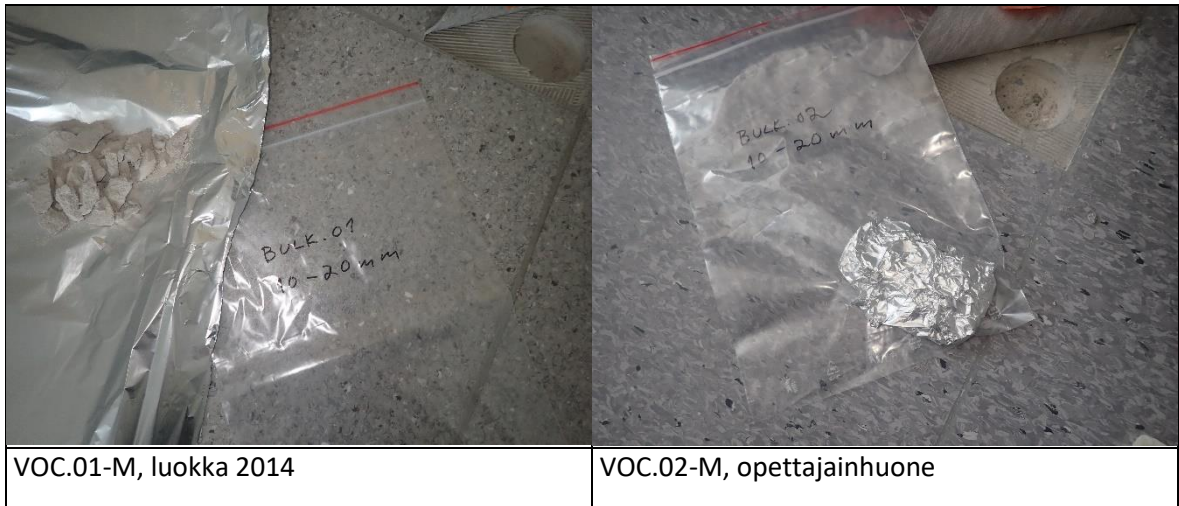
Alapohjan maanvastaisen laatan betonirakenteesta sekä betonirakenteisista välipohjalaatoista otettiin materiaalinäytteitä, joista selvitettiin laboratoriossa VOC-yhdisteiden pitoisuus. Näytteenottoa oli 4 kpl, joista kaikista VOC-pitoisuus selvitettiin 10...20 mm:n syvyydeltä otetusta materiaalista. Tulokset on esitetty taulukossa 5.2 ja laboratorion analyysivastaus on liitteessä 5.

Taulukko 5.2 VOC-analyysit materiaalista

Tunnus	Tila	Näytteen sijainti betonilaatan yläpinnasta	TVOC [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	2-etyyli-1-heksanoli [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	Tulosten tulkinta
VOC.01-M	Luokka 2014	10 - 20 mm	5	0,9	Ei ylitä viitearvoja
VOC.02-M	Opettajainhuone	10 - 20 mm	20	2,6	Ei ylitä viitearvoja
VOC.03-M	Luokka 1092	10 - 20 mm	21	2,3	Ei ylitä viitearvoja
VOC.04-M	Erityisopettajan luokka	10 - 20 mm	21	8,2	Ei ylitä viitearvoja

Kemiallisten, materiaalissa esiintyvien yhdisteiden kokonaismäärää kuvataan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuuksien määrällä ja kaikkia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä termillä TVOC. VOC-materiaalinäytteen tuloksen tulkintaan ei ole olemassa virallisia ohjeita. Työterveyslaitos on määrittänyt viitearvoja, joita voidaan hyödyntää materiaalien VOC-tulosten arvioinnissa. Kyseiset viitearvot perustuvat Työterveyslaitoksen sisäiseen aineistoon. Materiaalinäytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä. Työterveyslaitoksen VOC-emissioiden viitearvot eri materiaaleille: Tasoitteet ja betoni: TVOC **50** $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$, 2-etyyli-1-heksanoli **40** $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$.

Näytteiden TVOC-pitoisuudet ovat alhaisia, eivätkä yksittäiset yhdisteet ylitä Työterveyslaitoksen antamia viitearvoja. TVOCin ulkopuoliset yhdisteet kannattaa kuitenkin huomata. Etanoli ja isopropanoli kuuluvat VVOC-yhdisteisiin (VVOC, erittäin haihtuvat orgaaniset yhdisteet). Ne ilmoitetaan, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta olennaisia. Etanoli ja isopropanoli voivat olla peräisin esim. desinfiointiaineista, liuotinaineista tai kosteus- ja mikrobivaurioista.



6 Mineraalikuitujen laskeumanäytteenotto

Teollisten mineraalikuitujen esiintymistä sisäilmassa tutkittiin geeliteippinäytteellä 2 viikon pölylaskeumasta. Analyysissä ilmoitetaan kuidut, joiden halkaisija on $\geq 3 \mu\text{m}$ ja pituuden suhde halkaisijaan $\geq 3:1$. Menetelmän määrittäjäraja on $0,07$ kuitua/ cm^2 . Menetelmällä on mahdollista selvittää teollisten mineraalikuitujen kokonaismäärä tutkittavalla pinnalla, mutta sillä ei saada selvyttä kuitutyyppistä.

Näytteet otettiin laskeumapölystä 14 vuorokauden ajaksi tasopinnoille asetetuilta petrimaljoilta. Näytteenotto suoritettiin 21.6.-5.7.2023 välisenä aikana. Mittauspaikat on esitetty liitteenä olevassa tutkimuskartassa (liite 1). Näytetulokset on esitetty alla olevassa taulukossa 6.1, ja laboratorion analyysivastaukset ovat raportin liitteenä.

Taulukko 6.1. Mineraalikuittuanalyysin tulokset, 2 viikon laskeumanäyte

Tunnus	Tila	Tulos [teollista mineraalikuittua/cm ²]	Keskiarvo ± mittausepävarmuus kpl/cm ²
TM.01A	Opettajainhuone	0,57	0,32 ± 0,36
TM.01B	Opettajainhuone	0,07	
TM.02A	Luokka 2009	1,43	1 ± 0,24
TM.02B	Luokka 2009	0,57	
TM.03A	Luokka 1092	1,14	1,22 ± 0,24
TM.03B	Luokka 1092	1,29	
TM.04A	Luokka 1098	1	0,97 ± 0,24
TM.04B	Luokka 1098	0,93	
	keskiarvo	0,88 kpl/cm ²	

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukainen toimenpideraja 0,2 kpl/cm² ylittyi tilakohtaisen keskiarvon mittausepävarmuuden alarajalla.

7 Jatkuva paine-eromittaus

Paine-eromittaukset suoritettiin mittaamalla paine-eroa rakennuksen ulkovaipan yli. Mittauksen tarkoituksena oli selvittää ilmanvaihtojärjestelmän toiminta eri vuorokauden aikoina ja ulkoilman ja sisäilman väliset painesuhteet. Paine-eroihin vaikuttavat mm. ilmanvaihtokoneiden käyntiajat, tilojen käyttö ja tuuliolosuhteet. Paine-eroja mitattiin yhdestä mittauspisteestä yläkerrassa (luokka 2003) sekä yhdestä mittauspisteestä alakerrassa (luokka 1098). Loggaavat mittarit keräsivät tietoa 14 vuorokauden ajan. Alla olevassa taulukossa on esitetty paine-eromittausten tulokset tiloittain.

Taulukko 7.2. Rakennuksen paine-eromittausten tulokset.

Mittauspiste	Tila	Paine-ero, Pa (min-max)	Paine-ero, Pa (keskiarvo)
PE.01	Luokka 1098 (alakerta)	-18,4 – 23,3	-6,5
PE.02	Luokka 2003 (yläkerta)	-3,4 – 2,8	-1,8

Tarkastelujakson alussa alakerran luokahuoneen 1098 (PE.01) paine-ero ulkoilmaan nähden oli usean vuorokauden ajan noin -12 Pa alipaineinen. Kesäkuun 19. päivä ilmanvaihtokoneen säätöä

todennäköisesti muutettiin, sillä sen jälkeen tarkastelujakson loppuun asti paine-ero oli verrattain tasaisesti keskimäärin -3,4 Pa alipaineinen. Rakennuksen ilmanvaihto säädettiin n. -10 Pa alipaineiseksi 13.6.2023 merkkiainetutkimuksia varten, joten alipaineisuus johtunee siitä. Koko jaksolla alipaineisuus on ollut keskimäärin -6,5 Pa alipaineinen. Alipaineisuus oli verrattain samaa tasoa vuorokauden kaikkina aikoina, arkipäivinä ja myös viikonlopun aikana.

Yläkerran luokahuoneessa huoneessa 2003 (PE.02) paine-ero tarkastelujaksolla on ollut keskimäärin -1,8 Pa alipaineinen. Alipaineisuus on ollut arkisin ja viikonloppuisin kaikkina vuorokaudenaikoina verrattain samalla tasolla.

8 Rakennetarkastus, sokkelihalkaisun eristemateriaali

Tutkimuksen yhteydessä selvitettiin sokkelihalkaisun eristeenä käytetyn materiaalin tyyppiä kahdesta kohdasta rakennetarkastuksella. Alkuperäisistä suunnitelmista ei selvinnyt sokkelihalkaisun eristemateriaali (villa vai EPS), joten eristemateriaali selvitettiin tulevaa peruskorjausta varten, jotta kaikki rakenteet ovat tiedossa. Porattiin 16 mm:n reiät pohjoisen ja etelän puoleisten ulkoseinien betonisokkeliin. Kummassakin porauksessa havaittiin sokkelihalkaisun eristemateriaalin olevan mineraalivillaa.



9 Johtopäätökset

Kuitulaskeumanäytteissä todettiin asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ylittäviä pitoisuuksia kuituja kaikissa neljässä tutkitussa tilassa. Tilat sijaitsevat eri rakennusosissa ja kerroksissa sekä eri puolella rakennusta. Teolliset mineraalikuidut ovat oleskelutilojen olosuhteita heikentävä tekijä. Teollisia mineraalikuituja ovat mm. keraamiset kuidut, eristevilla- ja lasikuidut. Teollisten mineraalikuitujen lähteitä sisäympäristössä voisivat olla esimerkiksi ilmanvaihtolaitteistojen rikkoutuneet äänenvaimentimet, joka voisi selittää kuinka kuituja havaitaan systemaattisesti eri puolella rakennusta. Syynä voi olla myös puutteellisilla suojaustoimenpiteillä toteutetut korjaukset, mikäli sellaisia on toteutettu. Tiloissa ei ole mineraalivillaisia akustiikkalevyjä, joista kuituja voisi irrota. Ulkovaipparakenteisiin on tehty ilmatiiveyskorjauksia, jolloin kuitujen kulkeutuminen lämmöneristekerroksista on estetty.

Tilojen aistinvaraisessa tarkastuksessa ei havaittu erityistä sisäilmaa heikentävää tekijää. Yleisesti ottaen tilojen puhtaanapidolla voidaan poistaa pölyn kertymistä ja sen aiheuttamaa haittaa. Mineraalikulitujen määrää tasopinnoilla saadaan myös vähennettyä huolellisella siivouksella.

Paine-eromittauksissa todettiin rakennuksen olevan lievästi alipaineinen ulkoilmaan nähden, mikäli tutkimusjakson 1. kerroksen poikkeavan suurta alipaineisuusjaksoa ei oteta huomioon. Oletettavasti tilat ovat myös alipaineisia käytöstä poistettuun v. 1968 rakennusosaan. Lievä alipaineisuus ei aiheuta merkittävää riskiä epäpuhtauksien kulkeutumiselle sisätiloihin, koska rakenteiden tiiveyttä on merkittävästi parannettu.

Sisäilman VOC-mittaustulokset ovat normaalit eikä niissä todettu toimenpiderajojen ylityksiä. Materiaalinäytteissä ei todettu Työterveyslaitoksen antamien viitearvojen ylityksiä. Erittäin haihtuvista yhdisteistä oli tuloksissa nostettu esille etanoli ja isopropanoli, jotka voivat olla peräisin esim. desinfiointiaineista, liuotinaineista tai kosteus- ja mikrobivaurioista. Sisäilman mittauksissa näitä ei havaittu. Nykyisellään rakenteista ei todettu syntyvän merkittäviä VOC-päästöjä sisäilmaan.

10 Toimenpidesuositukset

Ilmanvaihtojärjestelmästä suositellaan tarkastamaan kaikki mahdolliset kuitulähteet (IV-kone, äänenvaimentimet iv-koneessa/kanavistossa, päätelaitteet). Kun kuitulähteet on saatu kartoitettua ja korjattua, on suositeltavaa tehostaa siivoustasoa ja puhdistaa yläpölyt. Kuitumittaukset suositellaan toistettavan korjaavien toimenpiteiden jälkeen laadunvarmistuksena.

Rakennuksen ilmanvaihtoa on suositeltavaa säätää niin, että painesuhteet ovat keskiarvioisesti ja jatkuvasti mahdollisimman lähellä tasapainotilaa.

VOC-yhdisteiden osalta ei ole tarpeen tehdä erikseen korjaavia toimenpiteitä. Mikäli diffuusiosulkujärjestelmään (Florosil) joudutaan rikkomaan, suositellaan alueelle asentamaan uusi vastaava käsittely, jotta diffuusiosulku on jatkossakin yhtenäinen.

Liitteet:

Liite 1, Tutkimuskartat

Liite 2, VOC-analyysi sisäilmasta (BestLab Oy)

Liite 3, VOC-analyysi materiaalista (BestLab Oy)

Liite 4, Teollisten mineraalikulitujen laskeumanäytteiden analyysi (BestLab Oy)

Liite 5, Paine-eromittausten kuvaajat

Liite 6, Tutkimusmenetelmät ja käsitteet

Vaasassa 23.8.2023

Sitowise Oy



Pekka Hintsala rak. ins.

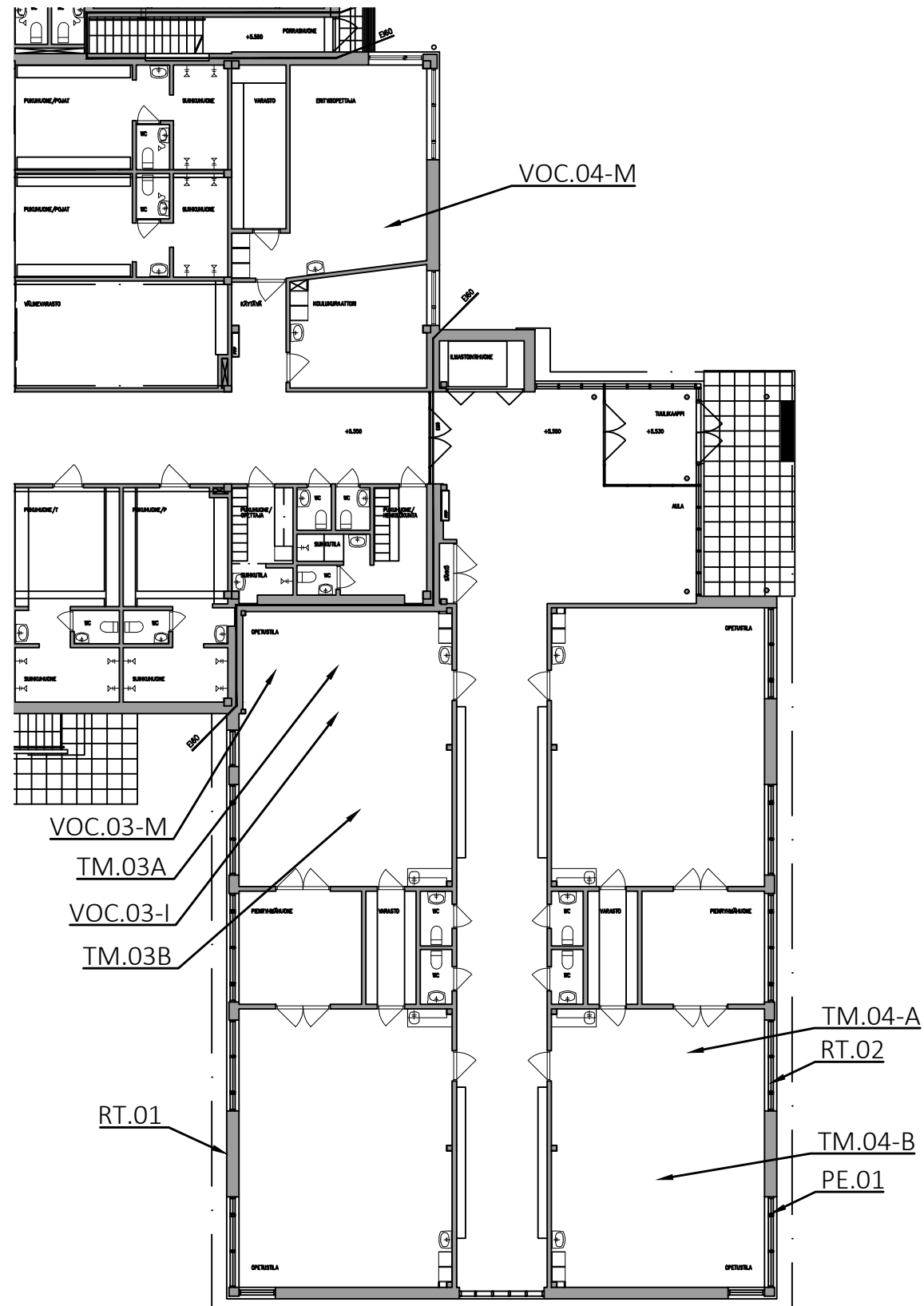


Jukka Peräkorp, Ins. AMK

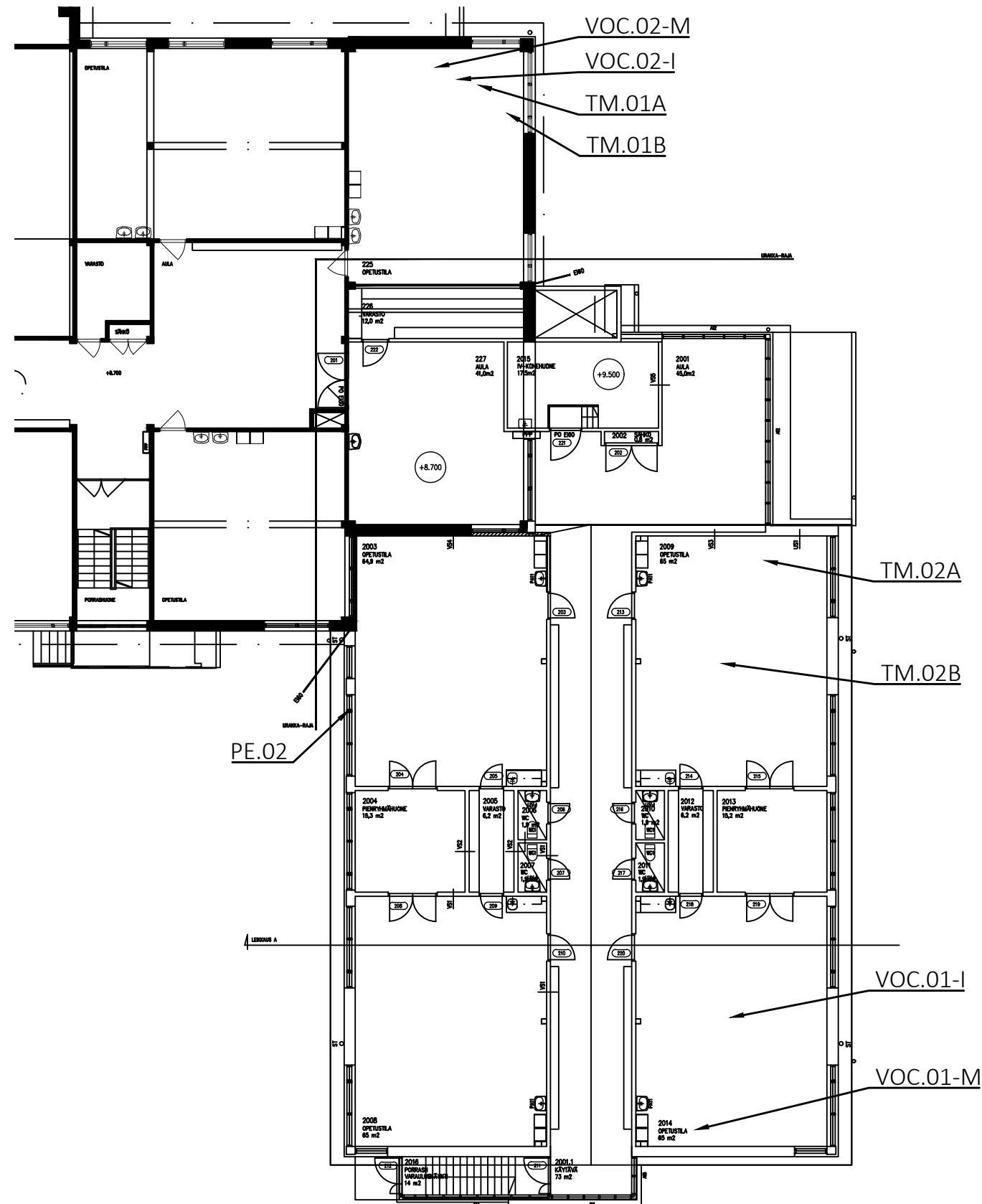
Tarkastanut:



Jussi Erkkilä, Ins. AMK, RTA- C-23650-26-17



VOC.XX-I = VOC-MITTAUS ILMASTA
VOC.XX-M = VOC-MITTAUS MATERIAALISTA
TM.XX = TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN MITTAUS
PE.XX = PAINE-ERON SEURANTAMITTAUS
RT.XX = RAKENNETARKASTUS



VOC.XX-I = VOC-MITTAUS ILMASTA
VOC.XX-M = VOC-MITTAUS MATERIAALISTA
TM.XX = TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN MITTAUS
PE.XX = PAINE-ERON SEURANTAMITTAUS
RT.XX = RAKENNETARKASTUS

Tilaaaja:

Sitowise Oy
Wolffintie 36 M 10
65200 Vaasa

AKTIIVISELLA NÄYTTEENTOTOLLA TEHTY VOC-ANALYYSI HUONEILMASTA

Analyyssi on teetetty alihankintana FINAS akkreditoidussa laboratoriossa. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

Projekti/ kohde: Mustasaaren keskuskoulu, Koulutie 8, Mustasaari
Näytteenottaja: Pekka Hintsala
Näytteenottopäivämäärä: 21.6.2023

Lausunto

Näytteet sisälsivät vain vähän yhdisteitä. Nämä esiintyivät vain pieninä pitoisuuksina, eikä mikään aine ylitä toimenpiderajoja.

Eurofins bestLab Oy

Annika Glader



Analyyysin kuvaus

Ilmanäytteet kerättiin Tenax TA adsorbenttiin ja analyysit tehtiin standardin ISO 16000-6 mukaisesti kaasukromatografi-massaspektrometrilaitteistolla. Yhdisteet tunnistettiin retentioaikojen perusteella MSD ja FID detektorilla ja niiden pitoisuudet laskettiin malliaineilla ja toluenilla. TVOC-pitoisuus määritettiin laskemalla yhteen kaikkien yhdisteiden tolueeniekvivalentteina määritetyt pitoisuudet n-heksaanin ja heksadekaanin väliltä. Tulosraportissa ilmoitetut tulokset perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun näytteen keräysaikaan. Tulosten mittausepävarmuus on 30 %.

Tulosten tulkinta

Jos haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) toimistoissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto, ylittää $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, viittaa se sisäilman epätavanomaisiin lähteisiin, joiden selvittäminen on tarpeellista (Työterveyslaitos 2016).

Asunnoissa yksittäisten VOC-yhdisteiden pitoisuudet ovat tyypillisesti välillä $5\text{--}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja kokonaispitoisuudet (TVOC) $120\text{--}350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Järnström, 2007). Asunnoissa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpideraja on $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja yksittäisen yhdisteen $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tolueeniekvivalentteina laskettuna (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus, 2015). Lisäksi alla olevan taulukon mukaisesti yksittäisille yhdisteille on säädetty erilliset toimenpiderajat.

Yhdiste	Toimenpideraja (tolueeniekvivalentteina)
Kokonaispitoisuus (TVOC)	$400 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti (TXIB)	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2-etyyli-1-heksanoli	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Naftaleeni	Hajua ei saa esiintyä, $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Styreeni	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Yksittäinen haihtuva orgaaninen yhdiste	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Muiden yksittäisten yhdisteiden toimenpiderajan ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittyessä sen haitallisuus ja merkitys sisäilman laatuun on selvitettävä ja ryhdyttävä toimenpiteisiin haitan poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Mikäli toimenpideraja ylittyy yhdisteellä, joka ei ole kyseisessä pitoisuudessa terveydelle haitallinen (esimerkiksi terpeenit, siloksaanit), ylittyminen ei johda toimenpiteisiin. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa III Asumisterveysasetus § 14–19. Valvira ohje 8/2016).



Analyyisin tulokset

Näyte	1			2		
Näytteenottoaikka	Luokka 2014			Opettajainhuone		
Tulokset, µg/m ³	Malli- aineena	Tolueeni- ekvivalenttina	% TVOC:sta	Malli- aineena	Tolueeni- ekvivalenttina	% TVOC:sta
TVOC		12	73		25	80
Alifaattiset hiilivedyt yhteensä		< 1,0	0		5,2	21
C ₆ -C ₈		< 1,0	0		< 1,0	0
>C ₈ -C ₁₂		< 1,0	0		5,2	21
>C ₁₂ -C ₁₆		< 1,0	0		< 1,0	0
Alkoholit yhteensä	< 1	< 1	0	2,6	3,7	15
2-etyyli-1-heksanoli	< 0,60	< 1,0	0	0,7	< 1,0	0
Butanoli	< 0,50	< 1,0	0	1,1	0,4	2
Fenoli	< 1,7	< 1,0	0	0,8	1,4	6
Propyleeniglykoli		< 1,0	0		< 1,0	0
Bentsyylialkoholi		< 1,0	0		< 1,0	0
C ₉ -alkoholit		< 1,0	0		1,9	8
Alkoholeja muita		< 1,0	0		< 1,0	0
Aromaattiset yhteensä	3	2	18	3	2	8
Bentseeni	2,6	2,2	18	2,5	2,1	8
Tolueeni	< 2,3	< 1,0	0	< 2,3	< 1,0	0
Etyylibentseeni	< 0,20	< 1,0	0	< 0,20	< 1,0	0
1,3 + 1,4-ksyleeni	< 0,30	< 1,0	0	< 0,30	< 1,0	0
Styreeni	< 0,30	< 1,0	0	< 0,30	< 1,0	0
1,2-ksyleeni	< 0,30	< 1,0	0	< 0,30	< 1,0	0
Propyylibentseeni	< 0,10	< 1,0	0	< 0,10	< 1,0	0
1,3,5-trimetyylibentseeni	< 0,10	< 1,0	0	< 0,10	< 1,0	0
Naftaleeni	< 0,50	< 1,0	0	< 0,50	< 1,0	0
1-metyylinaftaleeni	< 0,20	< 1,0	0	< 0,20	< 1,0	0
Bifenyyl	< 0,20	< 1,0	0	< 0,20	< 1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		< 1,0	0		< 1,0	0
Esterit yhteensä	< 0,1	< 1	0	< 0,1	< 1	0
Etyyliasettaatti	< 0,10	< 1,0	0	< 0,10	< 1,0	0
Butyyliasettaatti	< 0,10	< 1,0	0	< 0,10	< 1,0	0
Estereitä muita		< 1,0	0		< 1,0	0



Glykolieetterit yhteensä	< 1,0	< 1	0	< 1,0	< 1	0
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	< 5,0	< 5,0	0	< 5,0	< 5,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	< 5,0	< 5,0	0	< 5,0	< 5,0	0
TXIB	< 1,0	< 1,0	0	< 1,0	< 1,0	0
2-butoksietanoli		< 1,0	0		< 1,0	0
2-fenoksietanoli		< 1,0	0		< 1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asetaatti		< 1,0	0		< 1,0	0
Glykolieettereitä muita		< 1,0	0		< 1,0	0
Halogenoidut yhdisteet yhteensä	< 0,2	< 1	0	< 0,2	< 1	0
Tetrakloorieteeni	< 0,20	< 1,0	0	< 0,20	< 1,0	0
1,1,2,2-tetrakloorietaani	< 0,10	< 1,0	0	< 0,10	< 1,0	0
1,4-diklooribentseeni	< 0,10	< 1,0	0	< 0,10	< 1,0	0
Halogenoituja muita		< 1,0	0		< 1,0	0
Karbonyylit yhteensä	< 3,1	4,3	35	< 3,1	4,1	16
Heksanaali	< 1,5	< 1,0	0	< 1,5	< 1,0	0
2-furankarboksaldehydi	< 2,7	< 1,0	0	< 2,7	< 1,0	0
Bentsaldehydi	1,8	2,5	20	1,9	2,7	11
Oktanaali	< 2,3	< 1,0	0	< 2,3	< 1,0	0
Nonanaali	< 3,1	< 1,0	0	< 3,1	< 1,0	0
Pentanaali		< 1,0	0		< 1,0	0
Heptanaali		< 1,0	0		< 1,0	0
Dekanaali		0,7	6		0,5	2
Asetofenoni		1,1	9		0,9	4
Karbonyylejä muita		< 1,0	0		< 1,0	0
Orgaaniset hapot yhteensä		2,4	20		3,6	14
Etikkahappo		2,4	20		3,6	14
Heksaanihappo		< 1,0	0		< 1,0	0
Orgaanisia happoja muita		< 1,0	0		< 1,0	0
Terpeenit yhteensä	1	< 1	0	2	1,3	5
Pineeni	0,5	< 1,0	0	1,2	1,3	5
Delta-3-kareeni	0,3	< 1,0	0	0,7	< 1,0	0
Limoneeni	< 0,80	< 1,0	0	< 0,80	< 1,0	0
Beta-pineeni		< 1,0	0		< 1,0	0
Muut yhdisteet yhteensä		< 1	0		< 1	0
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		< 1,0	0		< 1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		< 1,0	0		< 1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		< 1,0	0		< 1,0	0



TVOC (C ₆ -C ₁₆) ulkopuoliset yhdisteet						
>C ₁₆ karbonyylit yhteensä					15,5	



Näyte	3		
Näytteenottoaikka	Luokka 1092		
Tulokset, µg/m ³	Malli- aineena	Tolueeni- ekvivalenttina	% TVOC:sta
TVOC		22	86
Alifaattiset hiilivedyt yhteensä		< 1,0	0
C ₆ -C ₈		< 1,0	0
>C ₈ -C ₁₂		< 1,0	0
>C ₁₂ -C ₁₆		< 1,0	0
Alkoholit yhteensä	4,7	3,9	18
2-etyyli-1-heksanoli	1,1	1,4	6
Butanoli	2,7	1,1	5
Fenoli	0,8	1,4	6
Propyleeniglykoli		< 1,0	0
Bentsyylialkoholi		< 1,0	0
C ₉ -alkoholit		< 1,0	0
Alkoholeja muita		< 1,0	0
Aromaattiset yhteensä	4	4	17
Bentseeni	3,2	2,7	12
Tolueeni	1,0	1,0	5
Etyylibentseeni	< 0,20	< 1,0	0
1,3 + 1,4-ksyleeni	< 0,30	< 1,0	0
Styreeni	< 0,30	< 1,0	0
1,2-ksyleeni	< 0,30	< 1,0	0
Propyylibentseeni	< 0,10	< 1,0	0
1,3,5-trimetyylibentseeni	< 0,10	< 1,0	0
Naftaleeni	< 0,50	< 1,0	0
1-metyyli-naftaleeni	< 0,20	< 1,0	0
Bifenyylit	< 0,20	< 1,0	0
Alkyylibentseenejä muita		< 1,0	0
Esterit yhteensä	< 0,1	< 1	0
Etyliasetaatti	< 0,10	< 1,0	0
Butyyliasetaatti	< 0,10	< 1,0	0
Estereitä muita		< 1,0	0



Glykolieetterit yhteensä	< 1,0	< 1	0
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri	< 5,0	< 5,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri	< 5,0	< 5,0	0
TXIB	< 1,0	< 1,0	0
2-butoksietanoli		< 1,0	0
2-fenoksietanoli		< 1,0	0
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri asetaatti		< 1,0	0
Glykolieettereitä muita		< 1,0	0
Halogenoidut yhdisteet yhteensä	< 0,2	< 1	0
Tetrakloorieteeni	< 0,20	< 1,0	0
1,1,2,2-tetrakloorietaani	< 0,10	< 1,0	0
1,4-diklooribentseeni	< 0,10	< 1,0	0
Halogenoituja muita		< 1,0	0
Karbonyylit yhteensä	3,4	10,3	47
Heksanaali	0,4	1,0	5
2-furankarboksaldehydi	< 2,7	< 1,0	0
Bentsaldehydi	2,4	3,4	16
Oktanaali	< 2,3	< 1,0	0
Nonanaali	0,7	1,1	5
Pentanaali		< 1,0	0
Heptanaali		< 1,0	0
Dekanaali		0,8	4
Asetofenoni		2,2	10
Karbonyylejä muita		1,8	8
Orgaaniset hapot yhteensä		< 2	0
Etikkahappo		< 1,0	0
Heksaanihappo		< 1,0	0
Orgaanisia happoja muita		< 1,0	0
Terpeenit yhteensä	1	< 1	4
Pineeni	1,0	0,9	4
Delta-3-kareeni	0,4	< 1,0	0
Limoneeni	< 0,80	< 1,0	0
Beta-pineeni		< 1,0	0
Muut yhdisteet yhteensä		< 1	0
Syklotrisiloksaani, heksametyyli		< 1,0	0
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli		< 1,0	0
Syklopentasiloksaani, dekametyyli		< 1,0	0



Tilaaja:

Sitowise Oy
Wolffintie 36 M 10
65200 Vaasa

MATERIAALINÄYTTEIDEN VOC-EMISSION

Analyysi on teetetty alihankintana FINAS akkreditoitussa laboratorioissa. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.

Projekti/ kohde: Mustasaaren keskuskoulu, Koulutie 8, Mustasaari
Näytteenottaja: Pekka Hintsala
Näytteenottopäivämäärä: 21.6.2023

Lausunto

TVOC-nimityksellä tarkoitetaan VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuutta. Näytteiden TVOC-pitoisuudet ovat alhaisia, eivätkä yksittäiset yhdisteet ylitä Työterveyslaitoksen antamia viitearvoja. TVOCin ulkopuoliset yhdisteet kannattaa kuitenkin huomata. Etanoli ja isopropanoli kuuluvat VVOC-yhdisteisiin (VVOC, erittäin haihtuvat orgaaniset yhdisteet). Ne ilmoitetaan, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta olennaisia. Etanoli ja isopropanoli voivat olla peräisin esim. desinfiointiaineista, liuotinaineista tai kosteus- ja mikrobivaurioista.

Eurofins bestLab Oy

Annika Glader



Analyyisin kuvaus

Emissionäytteet kerättiin mikrokammiolaitteella (Micro-Chamber, μ CTE) Tenax TA adsorbenttiin. Analyysit tehtiin kaasukromatografialaitteistolla, johon oli yhdistetty MSD/FID detektori (TD-GC-MSD/FID). Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) saatiin laskemalla kaikkien n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliltä löytyneiden yhdisteiden tolueeniekvivalenttina määritetyt pitoisuudet yhteen. Lasketut tulokset ilmoitetaan lopuksi tutkittua näytemäärää kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

Tulosten tulkinta

Tulosten 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
2-etyyli-1-heksanoli	70 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
PVC / pehmittimenä DINCH (diisononyyliheksahydroftalaatti), DIMP (di-isononyyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)	
TVOC	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
2-etyyli-1-heksanoli	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
C ₉ -alkoholit	320 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
Tasoitteet ja betoni	
TVOC	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
2-etyyli-1-heksanoli	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
Linoleum	
TVOC	650 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$
Propaanihappo	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$



Analyysin tulokset

Näyte	1		2	
Tutkittava materiaali	Betoni 10-20 mm		Betoni 10-20 mm	
Näytteenottoaikka	Luokka 2014		Opettajainhuone	
Näytteen massa, g	4,98		5,00	
TVOC	5		20	
Tulokset, µg/(m ³ g)	Malli- aineena	Tolueeni- ekvivalenttina	Malli- aineena	Tolueeni- ekvivalenttina
Alifaattiset hiilivedyt yhteensä		1,2		3,5
C ₆ -C ₈		< 0,3		< 0,3
>C ₈ -C ₁₂		0,9		3,2
>C ₁₂ -C ₁₆		0,3		0,3
Alkoholit yhteensä		3,2		16,3
2-etyyli-1-heksanoli	0,8	0,9	2,2	2,6
Butanoli		1,1		7,6
Fenoli		0,4		0,3
Bentsyylialkoholi		< 0,3		< 0,3
C ₉ -alkoholit		0,7		1,9
Alkoholeja muita		< 0,3		3,8
Aromaattiset yhteensä		< 0,3		< 0,3
Bentseeni		< 0,3		< 0,3
Tolueeni		< 0,3		< 0,3
Etyylibentseeni		< 0,3		< 0,3
1,3 + 1,4-ksyleeni		< 0,3		< 0,3
Styreeni		< 0,3		< 0,3
1,2-ksyleeni		< 0,3		< 0,3
Propyylibentseeni		< 0,3		< 0,3
1,3,5-trimetyylibentseeni		< 0,3		< 0,3
Naftaleeni		< 0,3		< 0,3
1-metyyli-naftaleeni		< 0,3		< 0,3
Bifenyylit		< 0,3		< 0,3
Alkyylibentseenejä muita		< 0,3		< 0,3
Esterit yhteensä		< 0,3		< 0,3
Etyyliasettaatti		< 0,3		< 0,3
Butyyliasettaatti		< 0,3		< 0,3
Glykolieetterit yhteensä		< 0,3		< 0,3
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri		< 0,3		< 0,3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri		< 0,3		< 0,3
TXIB		< 0,3		< 0,3



2-butoksietanoli	< 0,3	< 0,3
2-fenoksietanoli	< 0,3	< 0,3
Dietyleeniglykoli-monobutyylietteri asetaatti	< 0,3	< 0,3
Glykolieettereitä muita	< 0,3	< 0,3
Halogenoidut yhdisteet yhteensä	< 0,3	< 0,3
Tetrakloorieteeni	< 0,3	< 0,3
1,1,2,2-tetrakloorietaani	< 0,3	< 0,3
1,4-diklooribentseeni	< 0,3	< 0,3
Karboonylit yhteensä	0,9	0,7
Heksanaali	< 0,3	< 0,3
2-furankarboksaldehydi	< 0,3	< 0,3
Bentsaldehydi	< 0,3	< 0,3
Oktanaali	< 0,3	< 0,3
Nonanaali	< 0,3	< 0,3
Pentanaali	< 0,3	< 0,3
Heptanaali	< 0,3	< 0,3
Dekanaali	0,5	< 0,3
Asetofenoni	0,4	< 0,3
Karboonyylejä muita	< 0,3	0,7
Orgaaniset hapot yhteensä	< 0,3	< 0,3
Etikkahappo	< 0,3	< 0,3
Heksaanihappo	< 0,3	< 0,3
Propaanihappo	< 0,3	< 0,3
Orgaanisia happoja muita	< 0,3	< 0,3
Terpeenit yhteensä	< 0,3	< 0,3
Pineeni	< 0,3	< 0,3
Delta-3-kareeni	< 0,3	< 0,3
Limoneeni	< 0,3	< 0,3
Muut yhdisteet yhteensä	< 0,3	< 0,3
Syklotrisiloksaani, heksametyyli	< 0,3	< 0,3
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli	< 0,3	< 0,3
Syklopentasiloksaani, dekametyyli	< 0,3	< 0,3
TVOC (C₆-C₁₆) ulkopuoliset yhdisteet		
Etanoli	5,1	404,0



Näyte	3		4	
Tutkittava materiaali	Betoni 10-20 mm		Betoni 10-20 mm	
Näytteenottoaikka	Luokka 1092		Erytisopettajan luokka	
Näytteen massa, g	5,00		5,00	
TVOC	21		21	
Tulokset, µg/(m ³ g)	Malli- aineena	Tolueeni- ekvivalenttina	Malli- aineena	Tolueeni- ekvivalenttina
Alifaattiset hiilivedyt yhteensä		10,3		0,8
C ₆ -C ₈		< 0,3		< 0,3
>C ₈ -C ₁₂		10,3		< 0,3
>C ₁₂ -C ₁₆		< 0,3		0,8
Alkoholit yhteensä		10,2		16,9
2-etyyli-1-heksanoli	1,9	2,3	6,8	8,2
Butanoli		2,9		2,9
Fenoli		< 0,3		< 0,3
Bentsyylialkoholi		< 0,3		< 0,3
C ₉ -alkoholit		4,7		< 0,3
Alkoholeja muita		0,4		5,8
Aromaattiset yhteensä		< 0,3		< 0,3
Bentseeni		< 0,3		< 0,3
Tolueeni		< 0,3		< 0,3
Etyylibentseeni		< 0,3		< 0,3
1,3 + 1,4-ksyleeni		< 0,3		< 0,3
Styreeni		< 0,3		< 0,3
1,2-ksyleeni		< 0,3		< 0,3
Propyylibentseeni		< 0,3		< 0,3
1,3,5-trimetyylibentseeni		< 0,3		< 0,3
Naftaleeni		< 0,3		< 0,3
1-metyylinaftaleeni		< 0,3		< 0,3
Bifenyyli		< 0,3		< 0,3
Alkyylibentseenejä muita		< 0,3		< 0,3
Esterit yhteensä		< 0,3		< 0,3
Etyyliasettaatti		< 0,3		< 0,3
Butyyliasettaatti		< 0,3		< 0,3
Glykolieetterit yhteensä		< 0,3		2,4
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri		< 0,3		< 0,3
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri		< 0,3		< 0,3
TXIB		< 0,3		< 0,3



2-butoksietanoli	< 0,3	< 0,3
2-fenoksietanoli	< 0,3	1,6
Dietyleeniglykoli-monobutyylietteri asetaatti	< 0,3	< 0,3
Glykolieettereitä muita	< 0,3	0,9
Halogenoidut yhdisteet yhteensä	< 0,3	< 0,3
Tetrakloorieteeni	< 0,3	< 0,3
1,1,2,2-tetrakloorietaani	< 0,3	< 0,3
1,4-diklooribentseeni	< 0,3	< 0,3
Karboonylit yhteensä	0,4	0,6
Heksanaali	< 0,3	< 0,3
2-furankarboksaldehydi	< 0,3	< 0,3
Bentsaldehydi	< 0,3	< 0,3
Oktanaali	< 0,3	< 0,3
Nonanaali	< 0,3	< 0,3
Pentanaali	< 0,3	< 0,3
Heptanaali	< 0,3	< 0,3
Dekanaali	< 0,3	< 0,3
Asetofenoni	< 0,3	< 0,3
Karboonyylejä muita	0,4	0,6
Orgaaniset hapot yhteensä	< 0,3	0,4
Etikkahappo	< 0,3	0,4
Heksaanihappo	< 0,3	< 0,3
Propaanihappo	< 0,3	< 0,3
Orgaanisia happoja muita	< 0,3	< 0,3
Terpeenit yhteensä	< 0,3	< 0,3
Pineeni	< 0,3	< 0,3
Delta-3-kareeni	< 0,3	< 0,3
Limoneeni	< 0,3	< 0,3
Muut yhdisteet yhteensä	< 0,3	< 0,3
Syklotrisiloksaani, heksametyyli	< 0,3	< 0,3
Syklotetrasiloksaani, oktametyyli	< 0,3	< 0,3
Syklopentasiloksaani, dekametyyli	< 0,3	< 0,3
TVOC (C₆-C₁₆) ulkopuoliset yhdisteet		
Etanoli	206,5	43,2
Isopropanoli	11,2	7,8



Testausseloste, 27799
Laskeumapölynäytteen kuituanalyysi
11.7.2023



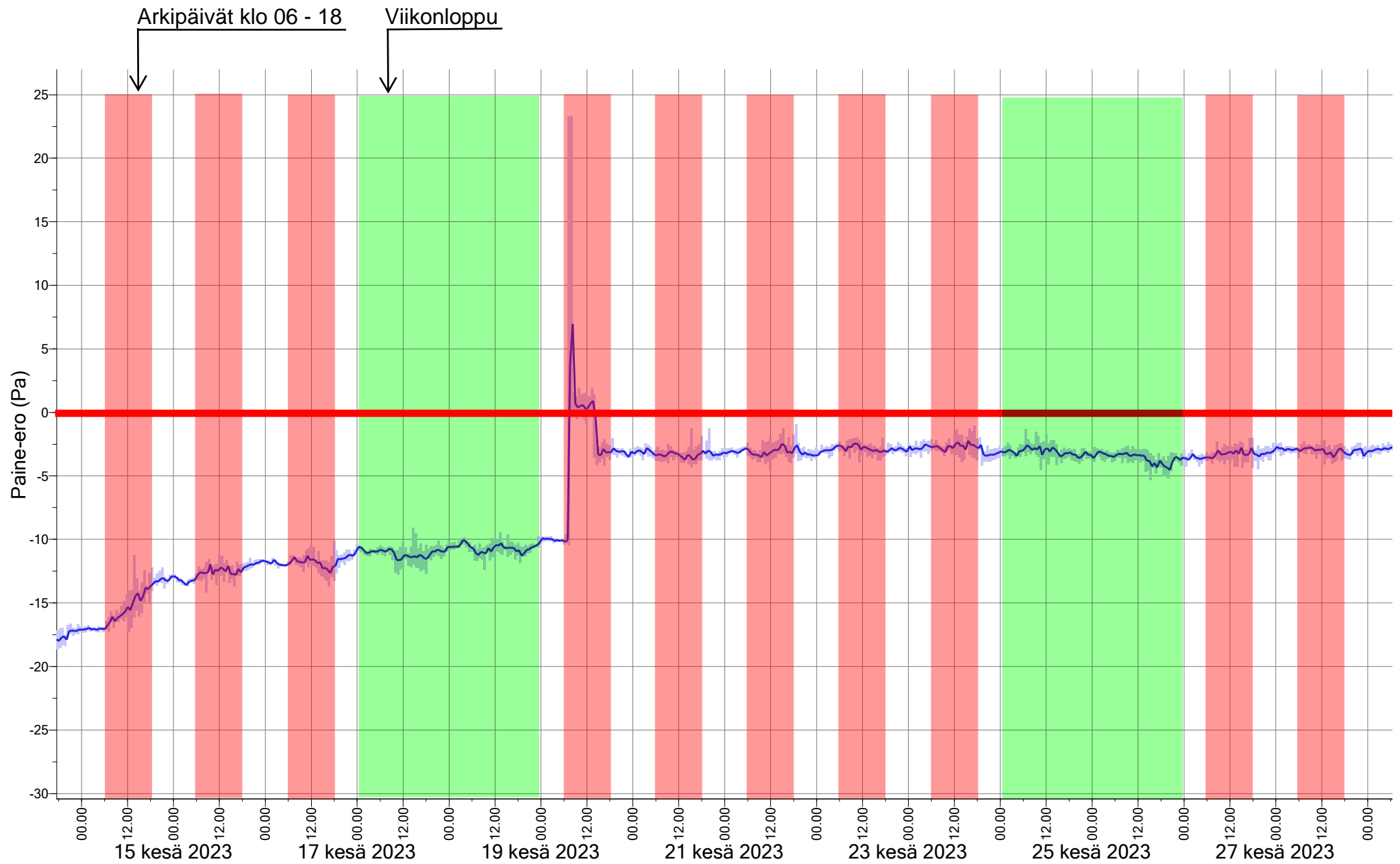
Tilaja:	Sitowise Oy					
Yhteyshenkilö:	Hannu Kankaanpää					
Kohde:	Mustasaaren keskuskoulu					
Näytteenottaja:	Pekka Hintsala / Hannu Kankaanpää					
Näytteenottopäivä:	5.7.2023					
Näytteet vastaanotettu:	6.7.2023					
Analysointi aloitettu:	10.7.2023					
Tutkimusmenetelmä:						
<p>Geeliteipille kerätyn laskeumanäytteen kuitulaskenta suoritetaan valomikroskopiaan pohjautuvalla sisäisellä menetelmällä KLAB.320.03. Laskenta suoritetaan koko teipin (14 cm²) alalta huomioon ottaen kuidun määritelmä Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa. Menetelmä soveltuu erotuskyvyllään parhaiten n. 20 µm ja sitä pidempien kuitujen laskentaan, menetelmä on suuntaa antava alle 20 µm kuitujen osalta. Tulokset raportoidaan laskemalla tilakohtainen keskiarvo ± mittausepävarmuus. Mittausepävarmuus, eli MEV, on vaihteluväli luottamusvälillä 95 %. Yksittäiset tulokset ilmoitetaan yksikössä mineraalivillakuituja kpl/cm², näytteen sisältämän muun polymateriaalin ja orgaanisten kuitujen määrä ilmoitetaan asteikolla niukka, kohtalainen, runsas tai erittäin runsas. Asiakas vastaa näytteenotosta. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.</p> <p>Määritysraja 0,07 kpl/cm², pölykertymäaika 2 vko Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukainen toimenpideraja 0,2 kpl/cm² ylittyy tilakohtaisen keskiarvon mittausepävarmuuden alarajalla.</p>						
Näyte	Näytteenottoaika	Tulos, kpl/cm ²	Keskiarvo ± MEV, kpl/cm ²	Muun polymateriaalin määrä		
				Hieno pöly	Orgaaniset kuidut	Siitepöly
01A	Pohjapiirustuksen mukaan	0,57	0,32 ± 0,36 1)	Niukka	Runsas	Sisältää
01B	Pohjapiirustuksen mukaan	0,07		Niukka	Kohtalainen	Sisältää
02A	Pohjapiirustuksen mukaan	1,43	1 ± 0,24 1)	Niukka	Kohtalainen	Ei sisällä
02B	Pohjapiirustuksen mukaan	0,57		Niukka	Kohtalainen	Sisältää
03A	Pohjapiirustuksen mukaan	1,14	1,22 ± 0,24 1)	Niukka	Kohtalainen	Sisältää
03B	Pohjapiirustuksen mukaan	1,29		Niukka	Runsas	Sisältää
Lisätiedot:						
1) Valviran soveltamisohjeen toimenpideraja koskee tilakohtaista, vähintään kolmen rinnakkaisen tasopinnalta otetun laskeumapölynäytteen, keskiarvon vaihteluvälin (mittausepävarmuuden) alarajaa.						

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

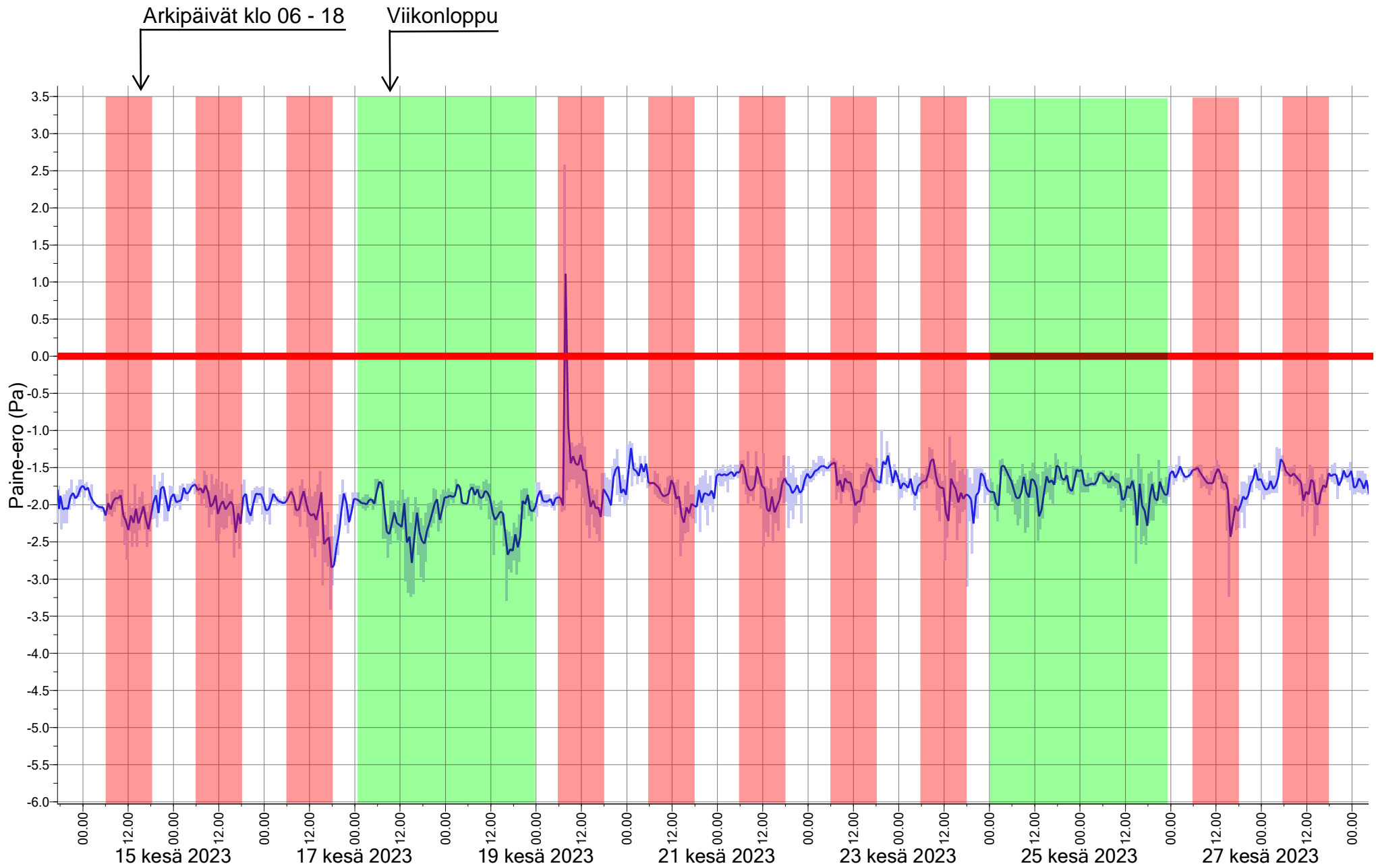
Eurofins bestLab Oy
Professorintie 9, 90440 Kemppele
Perintötie 8 C 4, 01510 Vantaa
Puh. 010 521 600
kiwalab@kiwa.com

Y-tunnus
2758493-1

PE.01, ALAKERRAN LUOKKA 1098



PE.02, YLÄKERRAN LUOKKA 2003



Tutkimusmenetelmät ja -kuvaukset

1 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.

1.1 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 diisobutyyraatti (TXIB)	10 µg/m ³
2-etyyli-1-heksanoli (2-EH)	10 µg/m ³
Naftaleeni	ei saa esiintyä hajua, 10 µg/m ³
Styreeni	40 µg/m ³

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

1.2 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 µg/m³g. Kokonaisemissiotulos auttaa esimerkiksi selvittämään sisäilmassa havaittujen yhdisteiden päästölähteen, mutta analyysitulosta ei voi käyttää sisäilmapitoisuuksien (µg/m³) tai pintaemissioipitoisuuksien (mg/m²h) 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.

2 Teolliset mineraalikuidut

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

Mineraalikuitujen esiintymistä voidaan tutkia joko geeliteippinäytteiden, 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 mineraalikulitujen pintalasteumapitoisuuksille on kahden viikon pöylasteumasta määritettynä 0,2 kuitua/cm². 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.

