

TUUSULAN KUNTA

MAININKI, KLAAVONKALLION PÄIVÄKOTI KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN TUTKIMUS

15.3.2021



315150



Sisällysluettelo

1. Kohde- ja lähtötiedot	4
1.1. Yleistiedot.....	4
1.2. Kohteen yleiskuvaus.....	4
1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus	5
1.4. Tutkimuksen rajaus.....	5
2. Aluerakenteet ja perustukset	6
2.1. Havainnot	6
3. Havainnot ja mittaustulokset	7
3.1. Havainnot	7
3.2. Kosteusmittaukset	9
3.3. Lattiapinnoitteen bulk-VOC mittaukset.....	10
3.4. Rakenteiden tiiviystarkastelu	11
3.5. Mikrobit rakennusmateriaaleista	14
3.6. Teolliset mineraalivillakuidut	14
3.7. Paine-eromittaukset.....	15
3.8. Olosuhdemittaukset (hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus).....	15
3.8.1. Sisäilman lämpötila.....	15
3.8.2. Sisäilman hiilidioksidi	16
3.8.3. Sisäilman kosteus.....	17
3.9. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	17
Liitteet	18

15.3.2021

Tiivistelmä

Tutkimuksen kohteena oli Maininki Klaavonkallion päiväkodin tilat. Tutkimus on toteutettu laaditun tutkimussuunnitelman mukaan.

Päiväkodin lattian kosteuspitoisuuksia selvitettiin kosteuskartoituksella sekä viiltomittausmenetelmällä muovimattojen alta. Tutkimuksessa käytiin läpi kaikki oleskelutilat ja käytävät rakennuksen kellari- sekä yläkerroksessa. Viiltomittauksen yhteydessä tarkasteltiin maton liimauksen kuntoa ja kiinnitystä. Viiltomittauskohdista otettiin myös matosta näytepalat materiaali-VOC-mittauksia varten. Rakenneaivausten yhteydessä otettiin materiaalinäytteitä ulkoseinien lämmöneristeistä mikrobiutkimuksia varten. Lisäksi rakenteiden liittymien tiiveyttä tarkasteltiin pistokokein merkkiaineen avulla. Päiväkodin sisäilman laatua tutkittiin kuitunäytteiden avulla.

Tulokset

Rakennuksessa todennettiin merkkiainekokeella ilmavuotoja, joista rakennukseen voi päästä tulemaan epäpuhtauksia. Vuotoja löydettiin ikkunoiden liittymissä sekä lattia- ja seinärakenteen rajapinnoissa.

Ulkoseinissä ei tutkimuksen perusteella havaittu poikkeavaa. Ulkoseinien eristilasta otetuissa mikrobinäytteissä ei ollut mikrobikasvustoa.

Pintakosteuden kartoituksessa ei havaittu poikkeavaa kosteutta lattian alueilla eikä maanvastaisilla seinillä. Muutamassa tiloissa paikoin mitattiin hieman kohonneita kosteusarvoja. Näistä tiloista mitattiin viiltomittauksin maton ja lattian välistä kosteutta. Tuloksissa kosteudet olivat tavanomaiset eikä poikkeuksia esiintynyt.

Viiltomittauskohdista otettiin muovimatoista VOC-materiaalinäytteet, joilla selvitettiin muovimattojen kuntoa.

Ryhmähuoneen 003 materiaali-VOC näytteessä pitoisuudet ylittivät TTL:n viitearvot. Näytteenotokohdassa havaittiin aistinvaraisessa arvioissa lievää liiman hajua. Näytteessä on heikko viite vauriosta.

Kuitulaskeumanäytteissä havaittiin poikkeama toimistohuoneessa 117. Kuitupitoisuus ylitti Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan, joka on 0,2 kpl/cm². Muissa näytteissä ei todettu toimenpiderajan ylittäviä määriä mineraalikuituja sisäilmassa. Rakennuksessa on kuitenkin kuitulähteitä, jotka on suositeltavaa poistaa.

Toimenpide-ehdotukset

Suosittelavaa on seurata muovimattojen kuntoa aistinvaraisin havainnoin ja VOC-pintaemissionäytteillä. Korjaavana toimenpiteenä voidaan suositella ilmanvaihdon lisäämistä ryhmätilassa 003.

Suosittelomme avointen kuitulähteiden poistoa tai käsittelyä pölynsidonta-aineilla.

Ensisijaisesti tehdään edellä mainitut toimenpiteet ensin ja jos oireilu jatkuu, sitten suositellaan tiivistyskorjauksia tehtäväksi.

15.3.2021

1. Kohde- ja lähtötiedot

1.1. Yleistiedot

Tilaaaja: Tuusulan kunta
Osoite: Kotorannankuja 10, 04300 Tuusula
Yhteyshenkilö: Pertti Elg
Puhelinnumero: 040 314 555
Sähköposti: pertti.elg@tuusula.fi

Tutkija: WSP Finland Oy
Osoite: Pasilan asema-aukio 1, 00520 Helsinki
Yhteyshenkilö: Peter Mandelin
Puhelinnumero: 050 343 0967
Sähköposti: peter.mandelin@wsp.com

Kohde: Maininki, Klaavokallion päiväkot
Osoite: Purjekuja 1, Tuusula
Tutkimuspäivä: 03. ja 17.02.2021

Rakennusvuosi: 2010
Rakennusten määrä: 1
Kerroksia: 2 + kellari

Ilmanvaihto: Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla

1.2. Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuksen kohteena oli vuonna 2010 rakennettu Maininki Klaavonkallion päiväkot, joka sijaitsee Tuusulassa osoitteessa Purjekuja 1.

Rakennuksessa on yksi osittain maanalainen kellarikerros ja kaksi maanpäällistä kerrosta. Kellarissa on päiväkodin ja perhekeskuksen ryhmähuoneita, pesu- ja keittiötiloja sekä henkilökunnan pukuhuoneet. Rakennuksen kellarin koillispäässä on entinen väestönsuoja ja varastotilat, jotka on muutettu päiväkodin leikkitiloiksi.

Ylemmässä kerroksessa on ryhmätiloja, liikuntasali ja toimistohuoneita. Kolmannessa kerroksessa on ilmavaihtohuone.

Rakennuksen alapohja on maavarainen betonilaatta. Rakennus on osin betonirakenteinen ja osin puurakenteinen, jossa on rapattu tiiliverhous. Kattomuoto on harjakatto, vesikatteena on peltikate.

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto.

Tehdyistä korjauksista ja remonteista ei ole tarkempaa tietoa.

Tutkimukset kohdistuivat päiväkodin seuraaviin tiloihin:

- Perhekeskuksen ryhmähuone 002/003
- Perhekeskuksen toimisto 005
- Perhekeskuksen ryhmähuone 004

15.3.2021

-
- Mustekalojen ryhmähuone 010
 - Delfiinien lepohuone 019
 - Vaalan ryhmähuone 049
 - Ryhmähuone 104
 - Ryhmähuone 111
 - Toimistohuone 117

1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus

Tuusulan kunnan tilapalvelut on tilannut Maininki Klaavonkallion päiväkodin sisäilmatutkimuksen. Päiväkodin käyttäjät ovat oireilleet tiloissa.

Oireina ovat olleet muun muassa silmien ja hengitysteiden ärsytysoireita sekä äänenkäytön ongelmia.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tilojen rakenneliittymien tiivyyttä, kuitulähteitä sekä lattiarakenteiden kosteuspitoisuuksia sekä mahdollisia muita sisäilman laatuun vaikuttavia riskitekijöitä

Tutkimus toteutetaan kohteesta laaditun tutkimussuunnitelman mukaisesti, joka on tehty 9.12.2020.

1.4. Tutkimuksen rajaus

Kohteella tehdyn katselmuksen perusteella laadittiin tutkimussuunnitelma WSP Finland Oy:n toimesta. Tutkimukset on suoritettu ajalla 03 - 17.02 2021 tilaajan hyväksymän tutkimussuunnitelman mukaisesti.

Sisäilmatutkimuksessa kartoitettiin aluksi mahdollisia ongelmakohtia aistinvaraisesti havainnoiden tutkittavia tiloja. Sisäpuolisten tarkastuksien yhteydessä lattiapinnat käytiin läpi pintakosteusmittauksin. Alakatto- sekä muita tekniikkatiloja tarkastettiin pistokoeluntuotuksella. Lattian muovimattopinnoitteen kuntoa tutkittiin viiltomittauksien avulla sekä muovimattopinnoitteesta otettiin VOC-materiaalinäytteitä mahdollisten materiaali- vaurioiden selvittämiseksi.

Päiväkodissa mitattiin lisäksi sisäilman mineraalikuitupitoisuutta laskeumamaljojen avulla ja seurattiin sisäilmaolosuhteita.

Sisäilmaolosuhteita (hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus) seurattiin rakennuksessa olevan FREESI-järjestelmän avulla. Tarkastelujakso oli neljä viikkoa 03 –17.02.2021

Rakenneaavusten yhteydessä otettiin materiaalinäytteitä mikrobitutkimuksiin mahdollisten vaurioiden selvittämiseksi. Rakenteiden liitoskohtien tiiveyttä tarkastettiin merkkiainetutkimusten avulla.

Tutkimuksiin ei sisällynyt ilmanvaihdon tutkimuksia.

Kenttätutkimukset kohteella tehtiin helmikuussa 2021. Tutkimukset teki sisäilma-asiantuntija (MTT) Beata Kluczek-Turpeinen ja projekti-insinööri (AMK) Tomi Puukka WSP Finland Oy:stä.

Käytetyt tutkimusmenetelmät, epävarmuustarkastelu, tulosten tulkinnat ja mittalaitteet on kuvattu raportin liitteessä.

15.3.2021

2. Aluerakenteet ja perustukset

Rakennuksen vierustat tarkastettiin tutkimusten yhteydessä aistinvaraisesti. Tarkastus tehtiin rakenteisiin mahdollisesti vaikuttavien tavanomaisesta poikkeavien kosteusrasitteiden varalta.

2.1. Havainnot

Rakennus sijoittuu tasamaalle. Rakennuksen vierustan maanpinnat ovat melko tasaiset ja paikoin (lounaispääty) kallistuvat loivasti pois päin rakennusta. Päiväkodin piha-alue oli lumen peitossa, jonka vuoksi tarkastusta ei voitu täysin suorittaa. Rakennuksen vierustalla on kellarin tasolla sorakaista.

Rakennuksen julkisivut ovat osin tiiliverhoiltuja ja osin rapattua betonia. Ikkunapellitysten kallistus on melko loiva. Se muodostaa riskin sille, että sadevesi voi kulkeutua rakennukseen päin ja päästä peltien epätiivelyskohdista rakenteisiin.

Katon sadevedet ohjataan sadevesijärjestelmään ja pihan vedet kaivoihin. Lumipeite vaikeutti sadevesijärjestelmän tutkimista.



Kuva 1 Kiinteistössä osa ulkoseinistä tiiliverhoiltuja



Kuva 2 Rakennuksen kaakkoissivun ulkoseinät ovat rapattua.



Kuva 3 Rakennuksen vierustan maanpinnat paikoin kallistuvat loivasti pois päin rakennusta.



Kuva 4 Rakennuksen vierustalla on sorakaista.

15.3.2021



Kuva 5 Ikkunapellitysten kallistus on melko loiva.

3. Havainnot ja mittaustulokset

3.1. Havainnot

Tutkimushetkellä päiväkodin tilat olivat normaalikäytössä. Tilojen ilmanvaihto oli kiinteistönhoitajan mukaan normaalissa käyttötilassa. Tutkittujen tilojen sisäpinnat olivat pääosin hyväkuntoisia. Aistinvaraisesti tarkasteltuna kellarin- ja 2. kerroksen tutkittavalla alueella ei havaittu merkkejä vesivuodoista tai kosteusvaurioista. Delfiinien lepohuoneessa 019 väliseinällä havaittiin seinätapetin irtoamista. Väliseinän pintakosteuskartoituksessa ei kuitenkaan havaittu poikkeamia.

Lähtötietojen mukaan viime syksyllä perhekeskuksen eteisen lattialle oli päässyt vuotamaan vettä vaurioituneesta putkesta. Lattia on kuivattu ja vika on korjattu. Pintakosteuden mittauservot olivat normaalit.

Akustolevyissä oli paikoittain havaittavissa pieniä vaurioita. Alakattotilassa oli paikoin paljaana mineraalivillaputkieristeitä ja avonaisia läpivientejä väliseiniin.

Ulkoseinä- ja väliseinäliittymissä havaittiin halkeamia eikä rakenneliittymät näyttäneet tiiviiltä. Myös ikkuna- ja ulkoseinäliittymän tiivistys oli listan takana puutteellinen (tila 004).

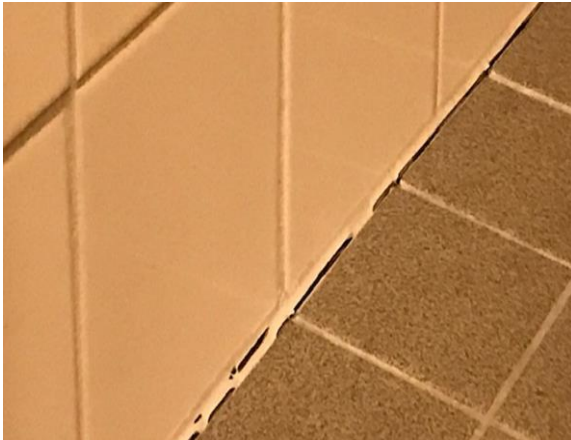


Kuva 6 Delfiiniin lepohuoneen ja keittiön välisellä väliseinällä havaittiin seinätapetin irtoamista



Kuva 7 Paikoin seinäliittymissä on halkeamaa

15.3.2021



Kuva 8 Kellarikerroksen pesulassa seinän ja lattian silikonisauma epätiivis



Kuva 9 Kellarikerroksen käytävällä lattiamatossa halkeamia



Kuva 10 Kahden eri lattiamateriaalin epätiivis saumaus



Kuva 11 Alakattolevyssä havaittiin pieniä vaurioita



Kuva 12 Käytävän alaslaskettujen kattojen tekniikkatiloissa pölyjä iv-putkien päällä.



Kuva 13 Paikoin alakattotilassa oli paljaana mineraalivill-eristeitä

15.3.2021



Kuva 24 Käytävän alakattotilassa paljaita mineraalivillapintoja

3.2. Kosteusmittaukset

Pintakosteuskartoituksessa tutkittiin kellarikerroksen kaikki lattiat ja maanvastaiset ulkoseinät sekä toisen kerroksen lattiat.

Rakennuksen lattiapinnoitteena on käytetty muovimattoa. Lattioissa ei esiintynyt viitteitä rakenteen epätasaisesta painumisesta tai muodonmuutoksista.

Lattiapintojen pintakosteusarvot olivat pääosin tavanomaisina pidettäviä. Kellarikerroksen tilojen ja käytävien lattioiden pintakosteuslukemat olivat välillä 70 ... 77 ja toisen kerroksen 60...70. Mittaustulosten tulkinta on esitetty liitteessä 6.

Muutamassa tiloissa oli pienillä alueilla korkeampia lukemia. Näihin kohtiin tehtiin tarkentava mittaus viiltomittausmenetelmällä.

Mittaustulokset on esitetty taulukossa 1. Tutkimushetkellä tutkituissa tiloissa mitatut kosteuspitoisuudet alittivat päälylystämisojheen raja-arvon, joka on 85% RH.

Mittauspisteiden tarkemmat sijainnit on esitetty liitteenä olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 1: Viiltomittauksen tulokset. Kosteusmittaukset tehtiin 03 ja 17.2.2021.

Mittaus-piste	Sijainti	T [°C]	RH [%]	abs [g/m ³]	Pinta - kosteus	Maton kunto, liiman kiinnitys	BULK-VOC
VM1	Ryhmähuone 003	21,9	73,3	14,0	95	tydyttävä, lievä, kemiallinen haju	VOC 1
VM2	Toimisto 005	21,6	65,4	12,4	85	hyvä, ei hajua	--
VM3	Ryhmähuone 010	21,1	72,2	13,3	96	hyvä, ei hajua	--
VM4	Ryhmähuone 049	19,3	71,5	11,9	86	hyvä, ei hajua	--
VM5	Ryhmähuone 111	21,6	50,6	9,6	78	hyvä, ei hajua	--

15.3.2021

Mittaus-piste	Sijainti	T [°C]	RH [%]	abs [g/m³]	Pinta -kosteus	Maton kunto, liiman kiinnitys	BULK-VOC
VM6	Toimistotila 117	20,5	59,6	9,9	79	hyvä, ei hajua	VOC 2
Ulkoilma	---	- 8,0	79,0	--	--	--	--
Sisäilma	Ryhmätila 003	22,1	19,1	3,7	--	--	--
Sisäilma	Toimisto 117	21,6	23,5	4,5	--	--	--

Viiltomittauskohdassa 1 (ryhmähuone 003) liiman kunto ja kiinnitys olivat tyydyttävät ja aistittiin lievää vaurioitumiseen viittaavaa hajua. Sisäilmassa epätavallista hajua ei havaittu.

Muiden kerättyjen näytteiden kunto oli näytteenottohetkellä hyvä. Näytteissä ei havaittu aistinvaraisesti poikkeavaa kemiallista hajua tai värimuutoksia.

Kahdesta viiltomittauskohdilta otettiin VOC-materiaalinäytteet, joilla haluttiin tietoa mahdollisesta muovimaton ja liiman kemiallisesta vaurioitumisesta.



Kuva 15 Viiltomittauskohta 1



Kuva 16 Viiltomittauskohta 6



Kuva 17 Perhekeskuksen ryhmätalassa 003 VOC- materiaalinäytteessä on viite vauriosta.



Kuva 18 Toimiston 117 VOC-materiaalinäytteessä ei havaittu poikkeavia VOC-pitoisuuksia.

3.3. Lattiapinnoitteen bulk-VOC mittaukset

Näytteistä tutkittiin haihtuvat orgaaniset yhdisteet, joista pyrittiin selvittämään lattiamaton mahdollinen hajoaminen sekä hajoamisesta aiheutuvat haihtuvat orgaaniset yhdisteet.

15.3.2021

Näytteiden emissiot tutkitaan mikrokammiomenetelmällä ja analysoidaan kaasukromatografisesti. Menetelmä ei ole kvantitatiivinen, vaan kertoo ainoastaan mitä aineita ja missä suhteessa niitä emittoituu käytetyissä koeolosuhteissa.

Jos yksittäisen yhdisteen pitoisuus ylittää 10 % kokonais-VOC-pitoisuudesta, sitä voidaan pitää epätavanomaisena.

Näyte otetaan muovimatosta leikkaamalla pala mattoveitsellä siten, että alla olevaa liima saadaan myös näytteen mukaan. Näytteet analysoidaan WSP Finland Oy:n Finas akreditoitussa laboratorioissa.

Viiltomittauksen yhteydessä otettiin tilojen lattiapinnoitteista 2 kpl materiaalinäytteitä VOC-analyysiin (haihtuvat orgaaniset yhdisteet). Näytteenottokohdat on merkitty liitteenä olevaan pohjakarttaan. Analyysilausunto on raportin liitteenä 2.

Näytteet otettiin 3.2.2021. Taulukkoon 2 on koottu yhdisteet, joiden osuudet ovat yli 10% TVOC-pitoisuudesta.

Taulukko 2. Bulk-VOC-materiaalinäytteen tulokset. Suluissa on yhdisteen suhteellinen osuus kokonais-VOC-pitoisuudesta.

Näyte	Tila	TVOC viitearvo 500 µg/m ³ g	C9-alkoholit viitearvo 320 µg/m ³ g	2-etyyli-1-heksanoli Viitearvo 50 µg/m ³ g	1-butanoli ei viitearvoa	6-metyyli-1-oktanoli ei viitearvoa
VOC 1	Ryhmähuone 003	630	250 (39%)	58 (9%)	31 (4%)	100 (15%)
VOC 2	Toimistotila 117	180	68 (37%)	3,3 (2%)	-	26 (14%)

VOC-materiaalinäytteen tuloksen perusteella perhekeskuksen ryhmähuoneen 003 muovimatonäytteen kokonais-VOC pitoisuus oli 630 µg/m³g ja ylitti lattiapäällysteille määritellyn viitearvon, joka on 500 µg/ m³g.

Näytteessä esiintyi 2-etyyli-1-heksanolia (58 µg/m³g) hieman yli Työterveyslaitoksen viitearvon (50 µg/m³g). 2-etyyli-1-heksanoli muodostaa näytteissä noin 9 %:n osuuden TVOC päästöjen kokonaisemissiosta. Kyseinen yhdiste sisäilmassa saattaa yksittäisenä yhdisteenä aiheuttaa terveyshaittaa, vaikka se ei muodostakaan suurinta osuutta TVOC-pitoisuudesta.

Näytteissä havaittiin C9-alkoholia ja 6-Metyyli-1-oktanolia yli 10 % kokonais-VOC-pitoisuudesta. Kuitenkin niiden pitoisuudet olivat alle Työterveyslaitoksen antaman viitearvon. Näytteessä esiintyi myös vähäisissä määrin 1- Butanolia, joka voi viitata esim. liiman vaurioitumiseen.

Näytteen VOC 2 laboratoriotulokset olivat tavanomaisia eikä viitteitä vaurioitumisesta havaittu. Muovimaton ja liiman kosteusvaurioitumiseen viittaavan 2-etyyli-1-heksanolin ja C9-alkoholien pitoisuudet olivat alle Työterveyslaitoksen antaman viitearvon.

3.4. Rakenteiden tiiviystarkastelu

Lattioiden ja seinien liitoskohtien tiiveyttä tarkasteltiin merkkiainetutkimusten sekä aistinvaraisten havaintojen avulla. Tutkimushetkellä sisätilojen paine-ero ulkoilmaan nähden oli -5 ... -6 Pa.

15.3.2021

Merkkiainekokeessa käytetään kaasua, joka on vedyn ja typen seosta (H₂ 5 % / N₂ 85%). Tiiveysmittaus tehtiin ohjekortin mukaan -10 Pa alipaineessa. Tutkittava tila alipaineistettiin Retrotec tiiveysmittauslaitteistolla. Kokeessa ulkoseinän eristetilaa syötettiin merkki-kaasua, jonka annettiin tasaantua eristetilassa ennen kartoitusta. Alipaineisuutta ylläpidettiin koko mittauksen ajan. Tilan ikkunoiden liittymät, lattian ja katon liityntäpinnat sekä läpivientien tiiveydet tutkittiin merkkiaineanturilla.

Kellarikerroksen seinät ovat betonirakenteisia ja rakennuksen 2. kerroksessa on puurakenteisia ulkoseiniä, joissa on eristevillaa. Merkkiainekokeilla tutkittiin betoni- sekä puurakenteisia seiniä.

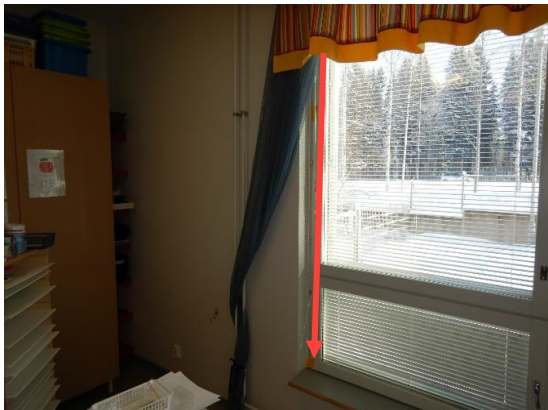
Tutkitut huonetilat: 002/003, 004, 019, 111 ja 117.

Kellarikerros

Perhekeskuksen ryhmähuoneet 002/003

Perhekeskuksen ryhmätiloissa 002/003 havaittiin ilmanvuotokohtia lattian ja seinän liittymäkohdissa, ikkunoiden karmiliittymissä sekä pistorasioista.

Vuotokohdat on merkitty punaisilla nuolilla kuvissa 19-22.



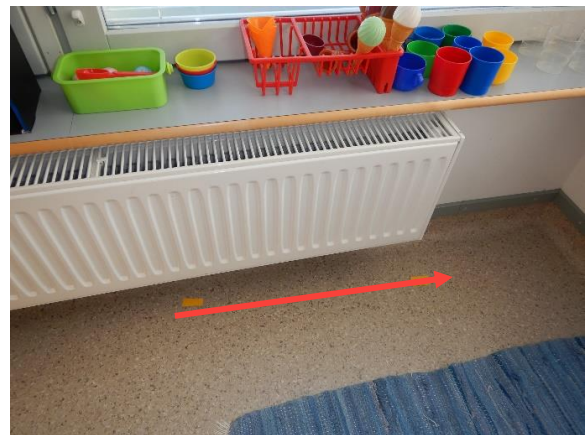
Kuva 19 Ulkoseinien ja ikkunoiden liittymistä runsasta ilmavuotoa.



Kuva 20 Ikkunoiden liittymien kulmissa havaittiin ilmavuotoa.



Kuva 21 Merkkiaineella voimakas merkkiainevuoto sähkörsiassa.



Kuva 22 Lattian ja ulkoseinän liittymissä havaittu ilmavuotoa merkkiainekokeessa.

15.3.2021

Perhekeskuksen ryhmähuone 004

Ryhmätallassa 004 havaittiin selviä vuotoja ikkunaliittymistä, jotka ovat puulistoitusten alla tiivistämättä. Lisäksi ikkunan puitteen ja karmin välissä on pieni rako. Rakenneliittymistä ja raosta on suora ilmayhteys ulkoilmaan.



Kuva 23 Rungon ja ikkunan välillä on suora ilmayhteys ulkoilmaan.

Delfiiniin lepo huone 019

Delfiiniin lepo huoneen 019 ulkoseinärakenteesta havaittiin merkkiaine vuotoa ikkuna- ja seinäliittymistä. Vuotokohdat on merkitty punaisilla nuolilla kuvissa 24-25.



Kuva 24 Merkkiainetutkimuksessa ilmavuotoa ikkuna- ja seinäliittymistä.



Kuva 25 Ulkoseinien ja ikkunoiden liittymistä ja ikkunalaudasta runsasta ilmavuotoa.

2 kerros

Pienryhmähuone 111

15.3.2021

Pienryhmähuoneen 111 ikkunaliittymien kulmakohdissa havaittiin vähäistä ilmavuotoa. Vähäisellä ilmavuodolla ei ole merkitystä sisäilman laatuun.



Kuva 26 Pistemäinen pieni ilmavuoto ikkunan nurkassa.

Toimistohuone 117

Toimistohuoneen 117 kartoituksessa ei havaittu merkkiaineella vuotoja

3.5. Mikrobit rakennusmateriaaleista

Rakenneausten yhteydessä otettiin ulkoseinärakenteiden eristetiloista kuusi materiaalinäytettä mikrobi tutkimukseen laimennusviljelyä. Näytteet otettiin tiloista 003 (M1), 018 (M2), 049 (M3), 111 (M4) 104 (M5) ja 117 (M6).

Mikrobinäytteiden sijainti on merkitty liitteen tutkimuskarttaan ja mikrobianalyysin tulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 4- 5.

Ulkoseinissä ei tutkimuksen perusteella havaittu poikkeavaa. Missään näytteessä ei ollut viitettä mikrobivauriosta.

3.6. Teolliset mineraalivillakuidut

Rakennuksen tiloista otettiin 14 vrk pölykertymästä mineraalikuitunäytteitä viisi kappaletta. Näytteenotto paikat on merkitty tutkimuskarttaan (Liite 1).

Näytteenotto suoritettiin Työterveyslaitoksen ohjeiden mukaan. Keräysajankohta oli 03.–17.2.2021. Näytteenottotasolta kerättiin pölylaskeuma keräysajan jälkeen geeliteippiin, josta mineraalivillakuitujen määrä laskettiin valomikroskooppia käyttäen. Näytteet analysoitiin WSP Finland Oy laboratoriossa Jyväskylässä.

Analyysivastaus on tämän raportin liitteenä 3 ja näytteiden tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

15.3.2021

Taulukko 2: Mineraalikuitunäytteiden tulosten tulkinta. Laskeuma-aika 03.02 – 17.2.2021.

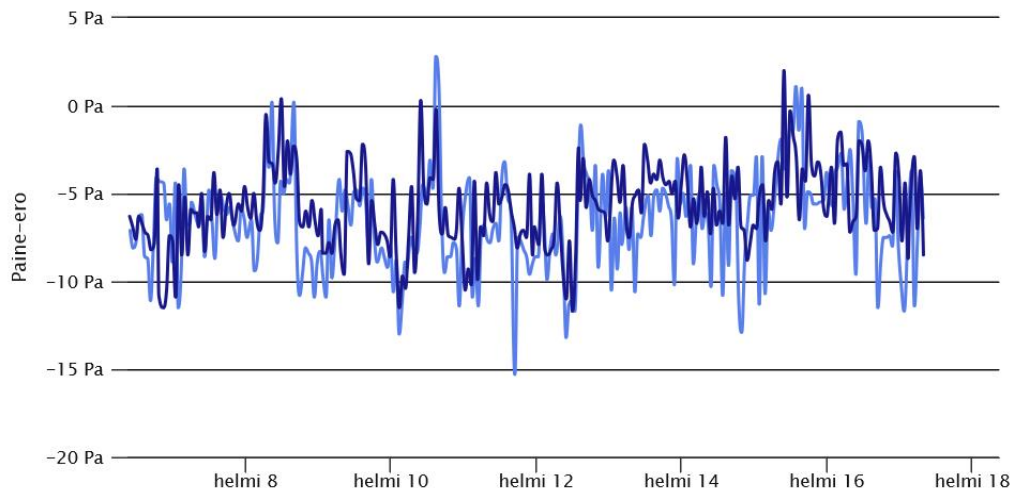
Näyte	Tila	Kuitupitoisuus, kpl/cm ²	Pölykertymä	Tulkinta
K1	Toimisto 005	0,1	14 vrk	tavanomainen
K2	Ryhmähuone 019	0,14	14 vrk	tavanomainen
K3	Ryhmähuone 049	<0,1	14 vrk	tavanomainen
K4	Toimisto 117	1,1	14 vrk	poikkeava
K5	Ryhmähuone 104	0,14	14 vrk	tavanomainen

Toimistohuoneessa 117 kuitupitoisuus 1,1 kpl/cm² ylitti Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan, joka on 0,2 kpl/cm². Muissa näytteissä kuitumäärät olivat alle Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ja Työterveyslaitoksen viitearvon.

3.7. Paine-eromittaukset

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-erovaihtelua seurattiin kahdesta kellarikerroksen mittauspisteestä (tilat 018 ja 049) rakennuksessa olevan FREESI-järjestelmän avulla. Tarkastelujakso oli kaksi viikkoa välillä 03. – 17.2.2021.

Paine-eron on suositeltavaa olla lähellä tasapainoa ~0 ... -5 Pa. Tilojen paine-erot vaihtelivat -9 ... 2 Pa välillä ja paine-erojen vaihtelu seurantajakson aikana on hyvin vähäistä. Paine-ero pysyttelee suurimmaksi osaksi alle -5...-10 Pa. Muutamia alipaineisuuspiikkejä tulee, mutta ne ovat hyvin lyhyitä kestoiltaan. Vaihtelua tuloksiin aiheuttavat ilmanvaihdon lisäksi sääolosuhteet (tuulisuus, lämpötila) ja ovien avaaminen.



Kuva 27 Sisä- ja ulkoilman väliset paine-erot Klaavonkallion päiväkodin tiloissa mittausjakso 03. – 17.2.2021. Freesi -järjestelmästä. Tila 018 tummansininen ja tila 049 vaaleasininen.

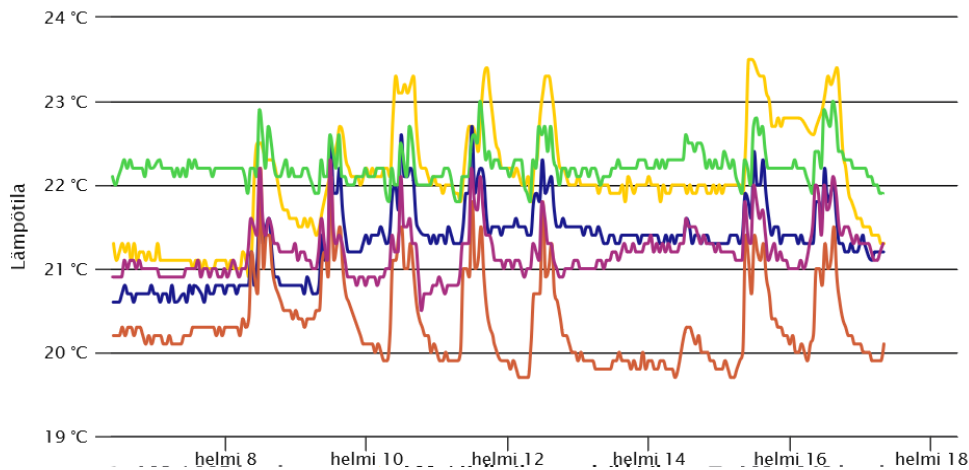
3.8. Olosuhdemittaukset (hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus)

3.8.1. Sisäilman lämpötila

Sisäilman olosuhteita (hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus) seurattiin rakennuksessa olevan FREESI-järjestelmän avulla. Tarkastelujakso oli kaksi viikkoa 3. – 17.2.2021.

15.3.2021

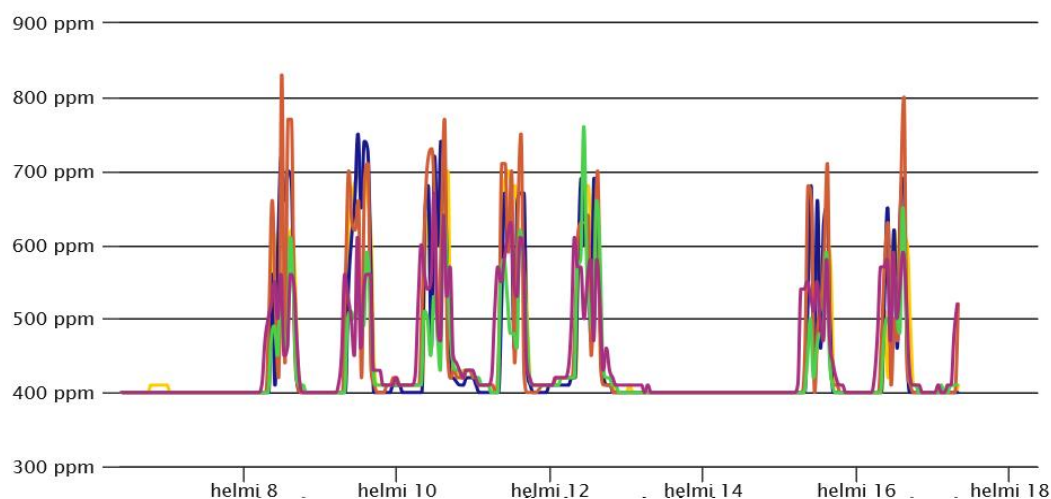
Sisäilman lämpötila vaihteli noin +19 ... +23 °C. Tulokset on esitetty alla kuvaajassa. Lasten päivähoitopaikoissa Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksen (2015) mukaan sisäilman lämpötilojen toimenpiderajoina lämmityskaudella pidetään alle +20 ja yli 26°C. Ryhmätalassa 018 lämpötilat olivat alle ajoittain 19-20°C ilta- ja yöaikana. Tilassa lämpötila nouse päivän aikana hieman yli 21 °C. Tilan 018 lämpöolosuhteita on suositeltavaa parantaa.



Kuva 28 Sisäilman lämpötilat Klaavonkallion päiväkodin tiloissa, mittausjakso 03. – 17.2.2021. Freesi -järjestelmästä. Tila 010 tummansininen, tila 018 oranssi, tila 104 vihreä, tila 111 violetti ja tila 049 keltainen.

3.8.2. Sisäilman hiilidioksidi

Hiilidioksidipitoisuudet vaihtelivat välillä 400 ... 830 ppm. Hiilidioksiditasot vaihtelivat vuorokauden aikana. Mitattujen tilojen CO₂ -pitoisuus nousee peruspitoisuudesta henkilökuorman vaikutuksesta. Mittausjakson aikana hiilidioksidipitoisuudet eivät ylitä Asumisterveysasetuksen toimenpiderajaa. Tulokset on esitetty alla kuvaajassa.

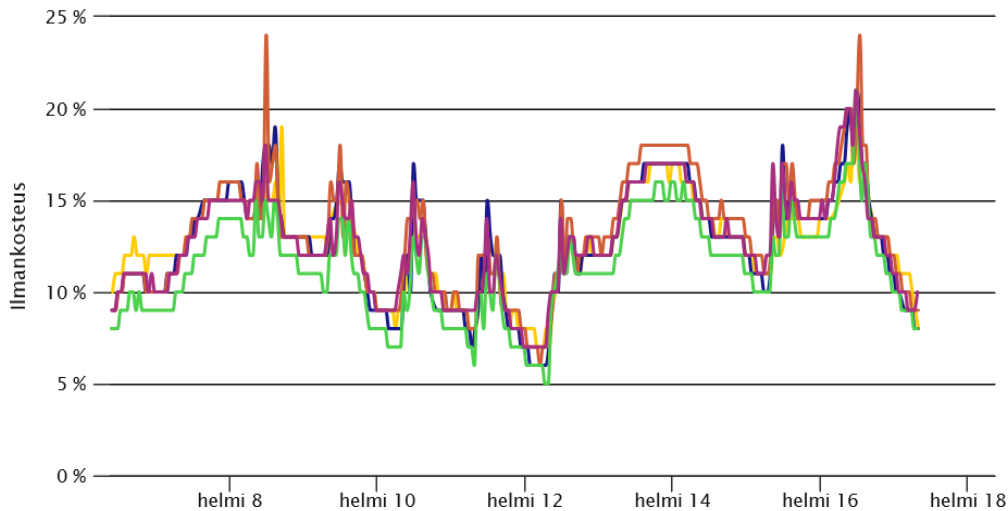


Kuva 29 Sisäilman hiilidioksidipitoisuudet Klaavonkallion päiväkodin tiloissa, mittausjakso 03. – 17.2.2021. Freesi -järjestelmästä. Tila 010 tummansininen, tila 018 oranssi, tila 104 vihreä, tila 111 violetti ja tila 049 keltainen.

15.3.2021

3.8.3. Sisäilman kosteus

Sisäilman suhteellinen kosteus on seurantamittausjakson aikana vaihdellut välillä 6 - 24 %, joka on tyypillistä kylmänä ajanjaksona.



Kuva 30 Sisäilman kosteudet Klaavonkallion päiväkodin tiloissa, mittausjakso 03. – 17.2.2021. Freesi-järjestelmästä. Tila 010 tummansininen, tila 018 oranssi, tila 104 vihreä, tila 111 violetti ja tila 049 keltainen.

3.9. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tutkimuksessa havaittiin päiväkodin sisäilmaa heikentävinä tekijöinä rakenneliittymissä olevia epätiiveyksiä, jolloin rakenteissa mahdollisesti olevia epäpuhtauksia on mahdollista päästä sisäilmaan. Merkkiainekokeissa todettiin selkeät ilmavuodot seinärakenteesta sisätiloihin ikkunaliittymistä sekä lattia-seiniliittymistä.

Ulkoseinissä ei tutkimuksen perusteella havaittu poikkeavaa. Rakennuksen ulkoseinien eristetilasta otetuissa näytteissä ei ollut viitettä mikrobivauriosta.

Pintakosteuskartoituksessa ei havaittu poikkeavaa kosteutta lattian alueilla eikä maanvastaisilla seinillä. Muutamassa tiloissa mitattiin hieman kohonneita kosteusarvoja. Näistä tiloista mitattiin viiltomittauksilla maton alla olevia kosteuksia. Tuloksissa kosteudet olivat tavanomaiset eikä poikkeavaa esiintynyt.

Materiaali VOC-näytteenottokohdat valittiin viiltomittausten perustella. Perhekeskuksen ryhmähuoneen 003 muovimaton päästöt ylittävät hieman Työterveyslaitoksen viitearvot. Näytteenottokohdassa havaittiin aistinvaraisessa arviossa lievää liiman hajua. Näytteessä havaittiin heikko viite vauriosta.

Mineraalikulitujen laskeumamittauksissa oli kohonneita kuitupitoisuuksia toimistossa 117. Muissa näytteissä kuitumäärät olivat alle työterveyslaitoksen viitearvon. Vaikka niiden kuitulaskeumatulos oli alle toimenpiderajan, on rakennuksessa kuitenkin paljon kuitulähteitä, jotka suositeltavaa poistaa.

Alakattojen tekniikkatiloissa on paikoin pölyä ja putkien ympärillä pinnoittamatonta villaa. Alaslasketuista kattotiloista on mahdollista kulkeutua pölyä ja epäpuhtauksia sisäilmaan. Pölyt ja mineraaliviilakulitujen esiintyminen saattaa aiheuttaa oireilua.

15.3.2021

Sisäilman olosuhteet (lämpötila, kosteus ja hiilidioksidi) eivät ylitä toimenpiderajoja. Ilmanvaihto on riittävä tiloissa oleviin henkilömääriin nähden. Päiväkodin tilan 018 huonelämpötilat olivat hieman matalat. Lämpöolot vaikuttavat viihtyvyyteen. Pitkäaikainen viileys saattaa aiheuttaa terveyshaittaa.

FREESI-järjestelmän paine-eromittauksissa tulokset olivat suosituksiin nähden.

Ensisijaiset toimenpiteet:

- Sisäilman aistinvaraisissa havainnoissa tilassa hajua ei todettu eikä sen vuoksi otettu sisäilman VOC-näytettä. Toimenpiteenä suositellaan mittavaksi Flec-pintaemissioitoisuuksia tarkistusmittauksena. Flec-mittauksen avulla pystytään määrittämään, aiheuttaako lattiamateriaalin emissiot mahdollisesti haitallisia aineyhdisteitä sisäilmaan.
- Korjaavana toimenpiteenä voidaan suositella ilmanvaihdon lisäämistä ryhmätilassa 003.
- Avointen kuitulähteiden poisto tai käsittely pölynsidonta-aineilla on suositeltavaa. Myös rikkoutuneet alakattolevyt on suositeltavaa uusida.
- Ikkunapeltien kaltevuus on suositeltavaa tarkastaa ja korjata.
- sisäilman lämpöolosuhteiden parantaminen tilassa 018 on suositeltavaa.

Suosittellaan ensin tekemään em. toimenpiteet ja jos oireilu jatkuu, sitten suositellaan tiivistyskorjauksia tehtäväksi.

Helsinki 15.3.2021

WSP Finland Oy

Laatinut:



Beata Kluczek-Turpeinen
Sisäilma-asiantuntija, MMT
Korjausrakentamisen palvelut

Tarkastanut:



Peter Mandelin
sisäilma-asiantuntija, RTA ins.
Korjausrakentamisen palvelut

Liitteet

- 1) Pohjakuvat
- 2) VOC-materiaalinäytteiden analyysivastaus 2102051116JL
- 3) Geeliteippinäytteiden kuituanalyysi 2102180924JL
- 4) Materiaalinäytteen mikrobianalyysi 2102180958SS
- 5) Materiaalinäytteen mikrobianalyysi 2102051008SS
- 6) Tutkimusmenetelmät, tulosten tulkinta, viitearvot ja epävarmuustarkastelu

8.2.2021

Tilaaaja

WSP Finland Oy
Beata Kluczek-Turpeinen
Pasilan asema-aukio 1
00510 Helsinki

**VOC-analyysi materiaalinäytteestä**

Näytteenottaja Beata Kluczek-Turpeinen
Näytteenottoaika Maininki, Klaavokallion päiväkot
Näytteenottopäivämäärä 3.2.2021
Vastaanottopäivämäärä 5.2.2021
Näytemäärä 2 kpl
Analyysin suorituspaikka WSP Sisäilmalaboratorio, Kympinkatu 3 B, Jyväskylä

Näytteenotto- ja analyysimenetelmä

Materiaalin pinnoilta kerättiin ilmanäyte VOC-analyysiä varten Markes μ CTE-250-mikrokammoliattella adsorptioputkeen (Tenax-TA). Kaasuna oli instrumenttityppi. Näyte analysoitiin TD-GC-MS – laitteistolla (Markes Unity 2, Agilent GC-MS (7890A/5975C) standardin ISO 16000-6:2011 (muunneltu) mukaisesti. Yhdisteet tunnistettiin puhtaiden vertailuaineiden / massaspektirikjaston (NIST) avulla. Kvantitointiin käytettiin puhtaiden vertailuaineiden vastetta tai tolueenivastetta. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) on määritetty tolueeniekvivalentteina väliltä n-heksaani-heksadekaani (C6-C16) nämä mukaan lukien. Analyysimenetelmän laajennettu kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 22- 55 % yhdisteistä riippuen ollen keskimäärin 30 % pitoisuusalueella 5-68 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$. Pitoisuusalueella 1-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$ kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 22- 74 % yhdisteistä riippuen. Määrittämissuhteet (LOQ) on yhdistekohtainen ollen keskimäärin 3,0 ng/näyte eli 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ g laskettuna 2,0 gramman ja 2,0 litran näytteelle. Tulosten ilmoittamisraja on 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ g. Yhdistekohtaiset määrittämissuhteet ja mittausepävarmuudet on tarvittaessa saatavissa laboratorion sivustalta. Tunnistettujen yhdisteiden CAS-numerot voidaan myös tarvittaessa toimittaa laboratorion sivustalta. Näytteistä voidaan määrittää myös TVOC-alueen ulkopuolella olevien yhdisteiden pitoisuuksia, mikäli niiden pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Analyysi kertoo, mitä yhdisteitä ja missä suhteessa niitä emittoituu koeolosuhteissa. Tällä menetelmällä analysoitujen näytteiden tulokset eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

8.2.2021

Tulokset

Näyte/mittauskohde:	Näyte 1, Tila 003, 1. krs ryhmätila, Maininki, Klaavokallion päiväkoti	
Materiaali:	Muovimatto	
Analysointipvm:	8.2.2021	
Keräin:	186605	
Näytepalan koko:	1,96 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	2,02 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m ³ g)
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)*	140
Aromaattiset hiilivedyt	Tolueeni	6,3
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	58
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	30
	1-butanoli*	31
	6-metyyli-1-oktanoli (C9-alkoholi)*	100
	Muut C9-alkoholit (seos, yht.)*	250
Glykolit	2-butoksietanoli	1,8
Orgaaniset piiyhdisteet	Heksametyylisyklotrisiloksaani*	1,2
TVOC _{MS} *		630

*Tolueenivaste

Näyte/mittauskohde:	Näyte 2, Tila 117, 2. krs toimisto, Maininki, Klaavokallion päiväkoti	
Materiaali:	Muovimatto	
Analysointipvm:	8.2.2021	
Keräin:	277167	
Näytepalan koko:	1,93 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	2,03 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m ³ g)
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)*	40
Aromaattiset hiilivedyt	Tolueeni	16
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	3,3
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	3,5
	6-metyyli-1-oktanoli (C9-alkoholi)*	26
	Muut C9-alkoholit (seos, yht.)*	68
Terpeenit ja terpenoidit	Longifoleeni*	6,8
TVOC _{MS} *		180

*Tolueenivaste



8.2.2021

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Sisäilmalaboratorio

Julia Laurén
laboratorioanalyytikko

WSP Finland Oy Laboratoriopalvelut on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T269, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta ja toimipaikat ovat nähtävissä verkkosivuilta www.finas.fi. Akkreditointi ei koske tulosten tulkintaa. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Näytteenottoa ei ole akkreditoitu. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain vastaanotettuja ja testattuja näytteitä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa

Yhtiön toiminimi
WSP Finland Oy

Puhelin
0207 864 11

URL
www.wspgroup.fi

E-mail
etunimi.sukunimi@wsp.com

Y-tunnus
0875416-5

Posti- ja käyntiosoite
Kympinkatu 3 B
40320 JYVÄSKYLÄ

Tilaja

WSP Finland Oy
Pasilan asema-aukio 1
00520 Helsinki

Geeliteippinäytteen kuituanalyysi

Näytteenottokohde Maininki, Klaavakallion päiväkoti
Näytteenottaja Beata Kluczek-Turpeinen
Näytteenottopäivä 17.2.2021
Vastaanottopäivä 18.2.2021

1 Näytteenotto ja analysointi

Pinnoilta geeliteipeille otetut näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n laboratoriossa (Kympinkatu 3 B, Jyväskylä). Laboratoriossa näytteistä on analysoitu mineraalikuidut (lasikuidut sekä lasi- ja kivi-villakuidut) polarisaatiomikroskoopilla tai valomikroskoopilla kuitunäytteiden analysointiohjeen mukaisesti. Kuidut on analysoitu teipin koko pinta-alalta (14 cm²) 100 x suurennoksella.

2 Viitearvot ja tulokset

Geeliteippinäytteiden näytteenottokohdat ja näytteiden kuitupitoisuus on esitetty taulukossa 1. Analyysin alin ilmoitettava pitoisuus (määritysraja) on 0,1 kpl/cm². Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

Asumisterveysasetuksen Soveltamisohjeessa (Osa III, Asumisterveysasetus § 14-19) teollisten mineraalikuitujen toimenpiderajaksi on määritetty kahden viikon pölykertymästä otetuissa näytteissä 0,2 kuitua/cm². Näytteitä tulisi ottaa vähintään kolme rinnakkaista (= 3 kpl näytteitä samasta tilasta). Toimenpide raja ylittyy, mikäli näytteen kuitupitoisuus ylittää annetun viitearvon mittausepävarmuus huomioiden.

Säännöllisesti siivotuilla pinnoilla kuitupitoisuudet < 0,2 kpl/cm² ja harvoin siivotuilla pinnoilla < 3 kpl/cm² eivät todennäköisesti aiheuta ongelmaa (Schneider, 2000). Jos pitoisuudet harvoin siivotuilla pinnoilla ovat >10 kpl/cm², tulee siivousta tehostaa tai muuttaa menetelmiä sekä selvittää kuitulähteet.

Työterveyslaitoksen tekemän koosteen mukaan toimistotyypisillä työpaikoilla tuloilmakanavan pinnalla saa kuituja esiintyä keskimäärin 10-30 kpl/cm² (Työterveyslaitos, 2019).

Taulukko 1. Näytteenottoaikat ja mineraalikuitujen pitoisuus geelitteippinäytteissä.

Näytteenottoaikka	Kuitupitoisuus, kpl/cm ²	Pölykertymä, vrk
1. 1. krs, toimisto/ryhmähuone 005, työpöydältä	0,1	14
2. 1. krs, ryhmähuone 019, kaapin päältä	0,14	14
3. 1. krs, ryhmähuone 049, kaapin päältä	< 0,1	14
4. 2. krs, toimisto 117, sähkökotelon päältä	1,1	14
5. 2. krs, ryhmähuone 104, hyllyn päältä	0,14	14

<0,1 = alle määrittämissärajat, mineraalikuituja ei esiintynyt

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut



Outi Tolvanen
Erikoisasiantuntija, FT

Kirjallisuusviitteet

Valvira. Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto (2016, päivitetty 21.12.2020) Asumisterveysasetuksen Soveltamisohje, Osa III. Asumisterveysasetus §14-19. Ohje 8/2016.

Schneider, T. (2000) Synthetic vitreous Fibres. Teoksessa: Indoor Air Quality Handbook, McGraw-Hill, New York 2000, chapter 39.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. 23.4.2015, Helsinki.

Työterveyslaitos (2019). Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla. Päivitetty 19.3.2019. <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf>

Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain vastaanotettuja ja testattuja näytteitä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

Tilaja
WSP Finland Oy
Pasilan asema-aukio 1
00510 Helsinki

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottokohde	Maininki, Klaavakallion päiväkot (315150)
Näytteenottaja	Beata Kluczek-Turpeinen
Näytteenottopäivä	17.2.2021
Vastaanottopäivä	18.2.2021
Viljelypäivä	18.2.2021
Analyysimenetelmä	Rakennusmateriaalinäytteen mikrobiologinen analysointi laimennosviljelymenetelmällä

1 Näytteenotto

Näytteenotto on suoritettu tilaajan toimesta. Näytteenotto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

2 Analysointi

WSP:n sisäilmalaboratorioon (Kympinkatu 3 B, 40320 Jyväskylä) toimitetut materiaalinäytteet on analysoitu materiaalinäytteiden laimennossarjaviiljelyn menetelmäohjeen mukaisesti (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, 2016). Näytteet on viljelty 2% mallasagarille (sienet, yleisalusta), DG18-agarille (sienet, kserofiiliset) ja THG (Tryptoni-hiiva-uute) –agarille (bakteerit, aktinomykeetit). Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Tavanomaiset kasvatusajat ovat 7 vrk:tta (sienet ja kokonaisbakteerit) ja 14 vrk:tta (aktinomykeetit). Aktinomykeettien pituus voidaan raportoida jo 7 vrk:n kasvatuksen jälkeen, mikäli löydökset jo tällöin viittaavat vaurioon. Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla. Mikäli viljelyssä ei esiinny kasvustoa, näyte suoramikroskopoidaan mahdollisuuksien mukaan. Mikroskopoitavaksi soveltuvia materiaaleja ovat mm. erilaiset rakennuslevyt, puun palaset, muovimatot jne. Jauhemaisia materiaaleja kuten esim. hienoa purua, hiekkaa ja muita vastaavia materiaaleja ei voi suoramikroskopoida.

3 Viitearvot

Viitearvot ja tulosten tulkinta on esitetty taulukossa 1, joka on laadittu noudattaen Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (Osa IV, 2016) ja Laboratoriooppaan (Pessi & Jalkanen 2018) ohjeita.

Taulukossa mainitulla poikkeavalla mikrobikasvulla tarkoitetaan poikkeavaa sienikasvustoa, joka materiaalissa viittaa kosteus- ja mikrobivaurioon. Poikkeava bakteeripitoisuus viittaa bakteerikasvuun materiaalissa. Pelkän bakteerikasvun perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta.

Indikaattorimikrobeiksi laboratorio katsoo Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa ja Laboratorio-oppaassa mainitut indikaattorimikrobit. Usean indikaattorin esiintyminen pieninä pitoisuuksina voi viitata itiöiden kerääntymiseen ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon. Yksittäisten sienipesäkkeiden esiintyminen on tavanomaista. Suoraan maaperän tai ulkoilman kanssa kosketuksessa oleviin materiaaleihin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia itiöitä, jotka eivät ole muodostaneet varsinaista kasvustoa materiaalissa. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, 2016; Pessi & Jalkanen 2018).

Taulukko 1. Tulosten tulkinta.

Tulkinta	Löydökset
esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua	sieni-itiöt $\geq 10\ 000$ pmy/g ja/tai aktinomykeetit ≥ 3000 pmy/g, bakteeripitoisuus voi olla yli tai alle viitearvon $100\ 000$ pmy/g
epäily poikkeavasta mikrobikasvusta	sieni-itiöt $5000-10\ 000$ pmy/g, yksipuolinen sienisuvusto (1-2 lajia) ja/tai kosteusvauriosieniä, bakteerit $< 100\ 000$ pmy/g
ei poikkeavaa mikrobikasvua	sieni-itiöt $< 10\ 000$ pmy/g, ei kosteusvauriosieniä ja lajisto monipuolinen tai sieni-itiöt < 5000 pmy/g, lisäksi aktinomykeetit < 3000 pmy/g ja bakteerit $< 100\ 000$ pmy/g
esiintyy poikkeavaa bakteerikasvua	bakteerit $\geq 100\ 000$ pmy/g, sieni-itiö- ja aktinomykeettipitoisuudet eivät poikkeavia

pmy = pesäkkeen muodostava yksikkö

4 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Näytteenottopaikat, näytteiden materiaali, materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet ja -lajit sekä tulosten tulkinta on esitetty taulukossa 2 yksikössä pmy/g. Mikrobikohtaiset tulokset esitetään kahden merkitsevän numeron tarkkuudella. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Mikäli näyte on suoramikroskoipoitu, on siitä erillinen taulukko.

Tulkinta poikkeavasta kasvustosta annetaan vain siinä tapauksessa, että tulos ylittää annetut viitearvot mittausepävarmuus huomioiden. Menetelmän laajennettu, tekninen mittausepävarmuus (U) 95% luottamustasolla on bakteereille 6% ja sienille 6%. Sienitunnistuksen epävarmuus on 10%.

Taulukko 2. Materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet ja sienilajisto, pmy/g.

Näyte 1. Ryhmätila 003 ulkoseinä, styroksi			
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta
		aktinomykeetit <45 muut bakteerit 45	ei poikkeavaa mikrobikasvua
sieni-itiöt yhteensä <45	sieni-itiöt yhteensä <45	bakteerit yhteensä 45	
Näyte 2. Ryhmätila 018 ulkoseinä, styroksi			
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta
		aktinomykeetit <45 muut bakteerit 45	ei poikkeavaa mikrobikasvua
sieni-itiöt yhteensä <45	sieni-itiöt yhteensä <45	bakteerit yhteensä 45	

Näyte 3. Ryhmätila 049 ulkoseinä, styroksi			
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta
	<i>Aspergillus versicolores*</i> 45	aktinomykeetit <45 muut bakteerit <45	ei poikkeavaa mikrobikasvua
sieni-itiöt yhteensä <45	sieni-itiöt yhteensä 45	bakteerit yhteensä <45	
Näyte 4. Ryhmätila 111 ulkoseinä, villa			
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta
		aktinomykeetit <45 muut bakteerit <45	ei poikkeavaa mikrobikasvua
sieni-itiöt yhteensä <45	sieni-itiöt yhteensä <45	bakteerit yhteensä <45	
Näyte 5. Ryhmätila 104 ulkoseinä, villa			
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta
		aktinomykeetit <45 muut bakteerit 410	ei poikkeavaa mikrobikasvua
sieni-itiöt yhteensä <45	sieni-itiöt yhteensä <45	bakteerit yhteensä 410	

<45 = alle määritysrajan, kasvustoa ei esiintynyt

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi

steriilit = pesäkkeitä, jotka eivät käytettävillä kasvualustoilla muodosta itiöitä

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Sisäilmalaboratorio

Salla Sovelius
Tutkija, FM

Kirjallisuusviitteet

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa I. Asumisterveysasetus § 1-10, Ohje 8/2016

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

Liukkonen, A.-M. (2008) Mittausepävarmuus. Mikrobiologiset kvantitatiiviset mittaukset. Opinnäyte-työ, marraskuu 2008. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikka ja liikenne, laboratorioalan koulutusohjelma.

Niemelä, S.I. (2001) Mikrobiologian kvantitatiivisten viljelymääritysten mittausepävarmuus. Metrologian neuvottelukunta, kemian jaosto, mikrobiologinen työryhmä. Mittatekniikan keskus, Helsinki. 70 s.

Pessi, A-M. & Jalkanen, K. (2018) Laboratorio-opas – Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy. 76 s.



4.3.2021

WSP Finland Oy Laboratoriopalvelut on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T269, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta ja toimipaikat ovat nähtävissä verkkosivuilta www.finas.fi. Akkreditointi ei koske tulosten tulkintaa. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Näytteenottoa ei ole akkreditoitu. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain vastaanotettuja ja testattuja näytteitä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

Yhtiön toiminimi
WSP Finland Oy

Puhelin
0207 864 11

E-mail
etunimi.sukunimi@wsp.com

Posti- ja käyntiosoite
Kympinkatu 3 B
40320 JYVÄSKYLÄ

URL
www.wspgroup.fi

Y-tunnus
0875416-5

Tilaja
WSP Finland Oy
Pasilan asema-aukio 1
00510 Helsinki

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottokohde Maininki, Klaavakallion päiväkot
Näytteenottaja Beata Kluczek-Turpeinen
Näytteenottopäivä 3.2.2021
Vastaanottopäivä 5.2.2021
Viljelypäivä

Analyysimenetelmä Rakennusmateriaalinäytteen mikrobiologinen analysointi laimennos-
viljelymenetelmällä

1 Näytteenotto

Näytteenotto on suoritettu tilaajan toimesta. Näytteenotto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

2 Analysointi

WSP:n sisäilmalaboratorioon (Kympinkatu 3 B, 40320 Jyväskylä) toimitetut materiaalinäytteet on analysoitu materiaalinäytteiden laimennossarjaviiljelyn menetelmäohjeen mukaisesti (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, 2016). Näytteet on viljelty 2% mallasagarille (sienet, yleis-alusta), DG18-agarille (sienet, kserofiiliset) ja THG (Tryptoni-hiiva-uute) –agarille (bakteerit, aktinomykeetit). Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Tavanomaiset kasvatusajat ovat 7 vrk:tta (sienet ja kokonaisbakteerit) ja 14 vrk:tta (aktinomykeetit). Aktinomykeettien pituus voidaan raportoida jo 7 vrk:n kasvatuksen jälkeen, mikäli löydökset jo tällöin viittaavat vaurioon. Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla. Mikäli viljelyssä ei esiinny kasvustoa, näyte suoramikroskopoidaan mahdollisuuksien mukaan. Mikroskopoitavaksi soveltuvia materiaaleja ovat mm. erilaiset rakennuslevyt, puun palaset, muovimatot jne. Jauhemaisia materiaaleja kuten esim. hienoa purua, hiekkaa ja muita vastaavia materiaaleja ei voi suoramikroskopoida.

3 Viitearvot

Viitearvot ja tulosten tulkinta on esitetty taulukossa 1, joka on laadittu noudattaen Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (Osa IV, 2016) ja Laboratorio-oppaan (Pessi & Jalkanen 2018) ohjeita.

Taulukossa mainitulla poikkeavalla mikrobikasvulla tarkoitetaan poikkeavaa sienikasvustoa, joka materiaalissa viittaa kosteus- ja mikrobivaurioon. Poikkeava bakteeripitoisuus viittaa bakteerikasvuun materiaalissa. Pelkän bakteerikasvun perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta.

Indikaattorimikrobeiksi laboratorio katsoo Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa ja Laboratorio-oppaassa mainitut indikaattorimikrobit. Usean indikaattorin esiintyminen pieninä pitoisuuksina voi viitata itiöiden kerääntymiseen ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon. Yksittäisten sienipesäkkeiden esiintyminen on tavanomaista. Suoraan maaperän tai ulkoilman kanssa kosketuksessa oleviin materiaaleihin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia itiöitä, jotka eivät ole muodostaneet varsinaista kasvustoa materiaalissa. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, 2016; Pessi & Jalkanen 2018).

Taulukko 1. Tulosten tulkinta.

Tulkinta	Löydökset
esiintyy poikkeavaa mikrobikasvua	sieni-itiöt $\geq 10\ 000$ pmy/g ja/tai aktinomykeetit ≥ 3000 pmy/g, bakteeripitoisuus voi olla yli tai alle viitearvon $100\ 000$ pmy/g
epäily poikkeavasta mikrobikasvusta	sieni-itiöt $5000-10\ 000$ pmy/g, yksipuolinen sienisuvusto (1-2 lajia) ja/tai kosteusvauriosieniä, bakteerit $< 100\ 000$ pmy/g
ei poikkeavaa mikrobikasvua	sieni-itiöt $< 10\ 000$ pmy/g, ei kosteusvauriosieniä ja lajisto monipuolinen tai sieni-itiöt < 5000 pmy/g, lisäksi aktinomykeetit < 3000 pmy/g ja bakteerit $< 100\ 000$ pmy/g
esiintyy poikkeavaa bakteerikasvua	bakteerit $\geq 100\ 000$ pmy/g, sieni-itiö- ja aktinomykeettipitoisuudet eivät poikkeavia

pmy = pesäkkeen muodostava yksikkö

4 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Näytteenottopaikat, näytteiden materiaali, materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet ja -lajit sekä tulosten tulkinta on esitetty taulukossa 2 yksikössä pmy/g. Mikrobikohtaiset tulokset esitetään kahden merkitsevän numeron tarkkuudella. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Mikäli näyte on suoramikroskoipoitu, on siitä erillinen taulukko.

Tulkinta poikkeavasta kasvustosta annetaan vain siinä tapauksessa, että tulos ylittää annetut viitearvot mittausepävarmuus huomioiden. Menetelmän laajennettu, tekninen mittausepävarmuus (U) 95% luottamustasolla on bakteereille 6% ja sienille 6%. Sienitunnistuksen epävarmuus on 10%.

Taulukko 2. Materiaalinäytteiden mikrobipitoisuudet ja sienilajisto, pmy/g.

Näyte 6. Toimisto 117, 2. krs, ulkoseinän mineraalivilla			
2 % mallasagar	DG-18 agar	THG-agar	Tulkinta
		aktinomykeetit <45 muut bakteerit 860	ei poikkeavaa mikrobikasvua
sieni-itiöt yhteensä <45	sieni-itiöt yhteensä <45	bakteerit yhteensä 860	

<45 = alle määritysrajan, kasvustoa ei esiintynyt



19.2.2021

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Sisäilmalaboratorio

Outi Tolvanen
Erikosisiantuntija, FT

Kirjallisuusviitteet

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa I. Asumisterveysasetus § 1-10, Ohje 8/2016

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

Liukkonen, A.-M. (2008) Mittausepävarmuus. Mikrobiologiset kvantitatiiviset mittaukset. Opinnäyte-työ, marraskuu 2008. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikka ja liikenne, laboratorioalan koulu-tusohjelma.

Niemelä, S.I. (2001) Mikrobiologian kvantitatiivisten viljelymääritysten mittausepävarmuus. Metrolo-gian neuvottelukunta, kemian jaosto, mikrobiologinen työryhmä. Mittatekniikan keskus, Helsinki. 70 s.

Pessi, A-M. & Jalkanen, K. (2018) Laboratorio-opas – Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy. 76 s.

WSP Finland Oy Laboratoriopalvelut on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T269, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta ja toimipaikat ovat nähtävissä verkkosivuilta www.finas.fi. Akkreditointi ei koske tulosten tulkintaa. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Näytteenottoa ei ole akkreditoitu. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain vastaanotettuja ja testattuja näytteitä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

Yhtiön toiminimi
WSP Finland Oy

Puhelin
0207 864 11

E-mail
etunimi.sukunimi@wsp.com

Posti- ja käyntiosoite
Kympinkatu 3 B
40320 JYVÄSKYLÄ

URL
www.wspgroup.fi

Y-tunnus
0875416-5

TUTKIMUSMENETELMÄT, TULOSTEN TULKINTA, VIITEARVOT JA EPÄVARMUUSTAR- KASTELU

Sisällysluettelo

1. Mikrobit	3
1.1.1. Epävarmuustarkastelu	4
2. VOC-näytteet (volatile organic compounds)	4
2.1. VOC-ilmanäytteet	4
2.1.1. Epävarmuustarkastelu	5
2.2. VOC-materiaalinäytteet	6
2.2.1. Epävarmuustarkastelu	6
3. Olosuhdemittaukset	7
3.1. Sisäilman lämpötila	7
3.2. Sisäilman suhteellinen kosteus	8
3.3. Sisäilman hiilidioksidi	9
4. Paine-ero	9
5. Teolliset mineraalivillakuidut	10
6. Kosteusmittaukset	10
6.1. Pintakosteuskartoitus	10
6.2. Viiltokosteusmittaus	11
6.2.1. Epävarmuustarkastelu	11
7. Rakenteiden tiiveys merkkiainemittauksella	11
7.1.1. Epävarmuustarkastelu	12
8. Käytetyt mittalaitteet	12
8.1. Mittalaitteiden tarkkuus	12
Viitteet	13

1. Mikrobit

Mikrobikasvusto todetaan ensisijaisesti rakennusmateriaalista mikrobien kasvatukseen perustuvalla laimennossarja- tai suoraviljelymenetelmällä ja mikroskopoimalla tehdyllä analyysillä. Mikrobiahaitta voidaan todeta myös 6-vaiheimpaktorilla otetun ilmanäytteen tai pintasivelynäytteen laimennossarjamenetelmällä tehdyllä analyysillä. Ilman mikrobipitoisuuden lisäksi on oltava myös muuta näyttöä toimenpiderajan ylittymisestä.

Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyysillä varmistettua mikrobikasvua rakennuksen sisäpinnalla, sisäpuolisessa rakenteessa tai lämmöneristeessä silloin, kun lämmöneriste ei ole kosketuksessa ulkoilman tai maaperän kanssa, taikka mikrobikasvua muussa rakenteessa tai tilassa, jos sisätiloissa oleva voi sille altistua.

Rakennuksen mikrobikasvun arviointiin voidaan käyttää laimennossarja- tai suoraviljelymenetelmän lisäksi myös muuta menetelmää, jos menetelmän luotettavuus on osoitettu Asumisterveysasetuksen 4 §:n 4 momentissa tarkoitetulla tavalla tai menetelmällä saatujen tulosten yhtenevyys laimennossarjamenetelmällä saatuihin tuloksiin on varmistettu (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016).

Taulukko 1. Tärkeimmät home- ja kosteusvaurioindikaattorimikrobit (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016).

<i>Acremonium</i>	<i>Fusarium</i>
Aktinomykeetit	<i>Geomyces</i>
<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Oidiodendron</i>
<i>Aspergillus ochraceus</i>	<i>Paecilomyces</i>
<i>Aspergillus penicillioides/</i>	<i>Phialophora sensu lato</i>
<i>Aspergillus restrictus</i>	<i>Scopulariopsis</i>
<i>Aspergillus sydowii</i>	<i>Sporobolomyces</i>
<i>Aspergillus terreus</i>	<i>Sphaeropsidales</i>
<i>Aspergillus ustus</i>	<i>Stachybotrys</i>
<i>Aspergillus versicolor</i>	<i>Trichoderma</i>
<i>Chaetomium</i>	<i>Tritirachium / Engyodontium</i>
<i>Eurotium</i>	<i>Ulocladium</i>
<i>Exophiala</i>	<i>Wallemia</i>

Laimennossarjaviljely

Näytteet otettiin desinfioiduilla välineillä puhtaaseen pussiin (esim. minigrip).

Laboratoriossa näytteet on viljelty 2% mallasagarille (sienet), DG18-agarille (sienet) ja THG (Tryptoni-hiiva-uute) –agarille (bakteerit, sädesienet). Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Tavanomaiset kasvatusajat ovat 7 vrk:tta (sienet ja

kokonaisbakteerit) ja 14 vrk:tta (aktinobakteerit). Aktinobakteerien pitoisuus voidaan raportoida jo 7 vrk:n kasvatuksen jälkeen, mikäli löydökset jo tällöin viittaavat vaurioon. Inkuoboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

Näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on Finasin akkreditoima testauslaboratorio T283.

Materiaalinäytteen laimennossarjaviiljelyssä sieni-itiöpitoisuus $\geq 10\,000$ pmy/g tai aktinobakteeripitoisuus $\geq 3\,000$ pmy/g viittaavat mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa. Sienikasvusto materiaalissa viittaa kosteus- ja mikrobivaurioon. Näytteen bakteeripitoisuus $\geq 100\,000$ pmy/g viittaa bakteerikasvuun materiaalissa. Pelkän bakteerikasvun perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV, 2016; Laboratorio-opas 2018).

Mikäli näytteen sieni-itiöpitoisuus on 5000 - 10 000 pmy/g ja näytteessä esiintyy kosteusvaurioindikaattorimikrobeja, voivat löydökset viitata mikrobikasvustoon. Myös yksipuolinen sienisuvusto (1-2 lajia) ja sieni-itiöpitoisuus >5000 pmy/g voivat viitata mikrobikasvustoon. Usean indikaattorin esiintyminen pieninä pitoisuuksina voi viitata itiöiden kerääntymiseen ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon. Yksittäisten sienipesäkkeiden esiintyminen on tavanomaista. Suoraan maaperän tai ulkoilman kanssa kosketuksessa oleviin materiaaleihin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia itiöitä, jotka eivät ole muodostaneet varsinaista kasvustoa materiaalissa. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, 2016; Laboratorio-opas 2018).

1.1.1. Epävarmuustarkastelu

Tutkijan on huomioitava näytteenotossa, että ei omalla toiminnallaan kontaminoi näytteitä. Materiaalinäyte voi kontaminoitua näytteenottajan vaatteista, käsistä tai välineistä. Myös näytteenottojärjestyksen on oltava oikea eli mennään oletetusta puhtaammasta näytteenottokohdasta vaurioituneempaan päin. Lisäksi tutkimuksen on oltava edustava, joten on otettava useita näytteitä.

Materiaalinäytteen tulosten tulkinnassa on huomioitava, että esim. eristemateriaalissa ei itsessään välttämättä ole mikrobivauriota, vaan materiaalin on ajan saatossa kertynyt ulkoilman mikrobeja. Eristemateriaaleissa todettua mikrobikasvua pidetään toimenpiderajan ylityksenä vain, jos rakenteesta on varmistettu ilmayhteys sisätiloihin (Laboratorio-opas 2019, Kallio 2017, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016, Asumisterveysopas 2009).

Laboratorion mittausepävarmuutta on käsitelty analyysivastauksessa.

2. VOC-näytteet (volatile organic compounds)

2.1. VOC-ilmanäytteet

VOC-ilmanäytteet (volatile organic compounds = haihtuvat orgaaniset yhdisteet) kerättiin pumpun avulla Tenax-TA adsorptioputkeen. Näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n Finas akkreditoitussa (T283) laboratoriossa TD-GC-MS -laitteistolla.

Asunnot

Sisäilman haihtuvien yhdisteiden kokonaismäärää ilmoitetaan termillä TVOC (Total Volatile Organic Compounds). TVOC arvoa ei voida käyttää sellaisenaan terveyshaitan arvioinnissa. Tulosten tulkinta perustuu Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetukseen 545/2015 sekä Valviran ohjeeseen 8/2016. Asiakirjojen mukaisesti TVOC-pitoisuus yli 400 µg/m³ (tolueenivasteella laskettuna) on osoitus kemiallisten aineiden epätavallisen suuresta määrästä sisäilmassa, ja lisäselvitykset ovat tarpeen. Yksittäisten yhdisteiden osalta yli 50 µg/m³ (tolueenivasteella laskettuna) olevat pitoisuudet tulee tarkastella, ja yhdisteen haitallisuus ja sen lähde tulee selvittää.

Asumisterveysasetuksessa 545/2015 sekä Valviran soveltamisohjeessa 8/2016 on määritelty muutamille yksittäisille yhdisteille toimenpiderajat. Toimenpiderajat on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2: VOC-ilmanäytteiden toimenpiderajat.

Yhdiste	TVOC [µg/m ³]	Styreeni [µg/m ³]	2-etyyli-1- heksanoli [µg/m ³]	TXIB [µg/m ³]	Naftaleeni [µg/m ³]
Viitearvo (µg/m³) tolueenivasteella las- kettuna	400	40	10	10	10 ei saa esiin- tyä hajua
Viitearvo (µg/m³) yhdisteen omalla vas- teella laskettuna		-	15	16	-

Toimistot

Työterveyslaitos on esittänyt viitearvoja toimistoympäristöjen sisäilman VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuudelle (TVOC 100 µg/m³) sekä yksittäisten yhdisteiden pitoisuuksille (1 – 15 µg/m³ yhdisteestä riippuen).

Teolliset työympäristöt

Teollisten työympäristöjen yleisilmalle on ehdotettu TVOC-pitoisuudelle tavoitetasoksi 300 µg/m³ ja viitearvoa 3 000 µg/m³ (Tuomi ym, 2012).

2.1.1. Epävarmuustarkastelu

VOC-yhdisteiden ilmanäytteenottoon liittyy lukuisia epävarmuustekijöitä. VOC-ilmanäytteenottoon liittyviä epävarmuustekijöitä ovat: ilmanvaihdon toiminta, näyteen otteen sijainti tuloilmapäätelaitteeseen nähden, rakennuksen paine-erot, mittausajankohta, sisäilman olosuhteet, ulkoinen kontaminaatio, näyteen otteen valinta sekä näytteen edustavuus ja säilytys. Lisäksi tilan käyttäjien toiminta, edellisen siivouksen ja lattiavahauksen ajankohta sekä rakennuksen ja materiaalien ikä voivat vaikuttaa tuloksiin.

Kaikista rakennusmateriaaleista vapautuu VOC-päästöjä. Noin puolet asuntojen VOC-päästöistä aiheutuu rakennusmateriaaleista ja toinen puoli mm. huonekaluista, tekstiileistä, siivousaineista, kosmetikasta sekä asukkaiden ja kotieläinten aineenvaihdunnasta. Virheettömistä rakennusmateriaaleista VOC-päästöt pienenevät yleisesti ajan mittaan. Jos rakennusmateriaali on kosteusvaurioitunut, VOC-päästöt voivat nousta tai niiden koostumus muuttua.

Yllä mainitut asiat on huomioitava ennen näytteenottoa niin, että ne vaikuttavat mahdollisimman vähän tuloksiin. Näytteiden edustavuus on myös arvioitava mittauksia suunniteltaessa: otetaan useita näytteitä ja otetaan mahdollisimman pitkä näyte näytteenottomenetelmä huomioiden (Laboratorio-opas 2019, Kallio 2017, Asumisterveysasetuksen soveltamishje 2016, Asumisterveysopas 2009).

Laboratorion mittauserpävarmuutta on käsitelty analyysivastauksessa.

2.2. VOC-materiaalinäytteet

Näytteet pakattiin tiiviisti alumiinifolioon ja uudelleensuljettavaan pussiin. Laboratoriossa näytteet analysoitiin käyttäen mikrokammio- (Micro-Chamber/Thermal Extractor, μ -CTE) ja TD-GC-MS -laitteistolla.

Näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on Finasin akreditoima testauslaboratorio T283.

Materiaalinäytetulosten arviointiin on olemassa viitearvot Työterveyslaitoksen julkaisussa ”Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin”. Julkaisu on päivitetty 19.03.2019. Näytteet on analysoitu WSP Finland Oy:n laboratoriossa ja laboratorion referenssikirjaston perusteella viitearvot ovat saman suuntaisia.

Taulukko 1: VOC-materiaalinäytteiden viitearvot (Työterveyslaitos 2019).

Materiaali	TVOC [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	2-etyyli-1-hek- sanoli [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	C9-alkoholit [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	Propaanii- happo [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]
PVC, pehmitin DEHP	200	70	---	---
PVC; pehmitin DINCH, DINP tai DIDP	500 ¹⁾	50	320 ¹⁾	---
Tasoiitteet ja betoni	50	40	---	---
Linoleum	650	---	---	100

1) = Työterveyslaitos on asettanut osalle materiaaleista viitearvot palvelunäytteiden bulk-emissiotulosten perusteella. Näitä viitearvoja voidaan hyödyntää bulk-emissiomenetelmällä saatujen tulosten arvioinnissa. Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eivätkä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

2.2.1. Epävarmuustarkastelu

Materiaaleissa on ns. primääriemissioita eli materiaalille tyypillisiä ominaispäästöjä sekä sekundääriemissioita, joita vapautuu vaurioitumisen yhteydessä. Materiaalinäytteenotossa tutkijan on varmistuttava materiaalien primääri- ja sekundääriemissioista ottamalla näytteitä niin oletetulta vauriokohdalta kuin vertailupinnalta.

Kaikista rakennusmateriaaleista vapautuu VOC-päästöjä. Virheettömistä rakennusmateriaaleista VOC-päästöt pienenevät yleisesti ajan mittaan. Jos rakennusmateriaali on kosketusvaurioitunut, VOC-päästöt voivat nousta tai niiden koostumus muuttua.

Materiaalien voivat kontaminoitua ulkoisen tekijän seurauksena ja tämä on myös huomioitava tuloksia tarkasteltaessa ja mahdollisuuksien mukaan poissuljettava ennen näytteenottoa (edellinen siivous, lattiavahaus, näytteen likaantuminen) (Laboratorio-opas 2019, Kallio 2017, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016, Asumisterveysopas 2009).

Laboratorion mittauserpävarmuutta on käsitelty analyysivastauksessa.

3. Olosuhdemittaukset

Sisäilman olosuhteet (sisäilman hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus) mitattiin Tinytag tallentavilla mittalaitteilla. Tulokset tallennettiin yhden minuutin välein.

Tulosten tulkinta perustuu Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetukseen 545/2015 sekä Valviran ohjeeseen 8/2016. Lisäksi tuloksia verrataan rakennuksen suunnittelun aikana voimassa olleisiin sisäilmastoluokituksen viitearvoihin (sisäilmastoluokitukset ovat ilmestyneet: 1995, 2001, 2008, 2018).

3.1. Sisäilman lämpötila

Palvelutalojen, oppilaitosten ja lasten päivähoitopaikkojen huoneilman lämpötilan toimenpiderajat lämmityskaudella ovat välillä +20...+26 °C ja lämmityskauden ulkopuolella välillä +20...+32 °C. Asunnossa vastaavat arvot ovat lämmityskaudella +18...+26 °C ja lämmityskauden ulkopuolella +18...+32 °C (Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetus 545/2015, Valviran soveltamisohjeeseen 8/2016).

Lisäksi viitearvoja on annettu Sisäilmastoluokituksissa. Luokitus on tarkoitettu käytettäväksi rakennuksen- ja taloteknisen suunnittelun ja urakoinnin avuksi sisäympäristön tavoite- ja suunnitteluarvojen valitsemiseksi ja toteuttamiseksi. Luokitusta voidaan käyttää myös korjausrakentamisessa. Sisäilmastoluokitus on kolmitasoinen: laatuluokat S1, S2 ja S3. Mitattuja olosuhteita on verrattava rakennuksen suunnittelussa määriteltyyn sisäilmastoluokitukseen ja siinä on huomioitava rakennuksen valmistumisajankohtana voimassa ollut sisäilmastoluokitus.

Taulukko 2: VOC-materiaalinäytteiden viitearvot (Työterveyslaitos 2019).

	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila t_{op} [°C]			21
$t_u \leq 0$ °C	21,5	21,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$21,5 + 0,15 \times t_u$ ¹⁾	$21,5 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	24,5 ¹⁾	25,5	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama ylöspäin			
$t_u \leq 0$ °C	< 22,5	< 23	
$0 < t_u \leq 15$ °C	< $22,5 + 0,166 \times t_u$	< $23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 25	< 26	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama alaspäin			
$t_u \leq 0$ °C	> 20,5	> 20,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	> $20,5 + 0,075 \times t_u$	> $20,5 + 0,025 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	> 22	> 21	

	S1	S2	S3
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]			
$t_u \leq 0 \text{ °C}$	< 23	< 23	
$0 < t_u \leq 20 \text{ °C}$	< $23 + 0,2 \times t_u$	< $23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15 \text{ °C}$	< 27	< 27	
$t_u \leq 10 \text{ °C}$			< 25 (26) ²⁾
$t_u > 10 \text{ °C}$			< 27 (32) ²⁾
Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo [°C]	> 20	> 20	> 20 (18) ²⁾
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	
asunnot	90 %	80 %	

1) S1-luokassa operatiivisen lämpötilan on oltava tila/huoneistokohtaisesti aseteltavissa välillä $t_{op} \pm 1,5 \text{ °C}$. Jos samassa huoneessa on useita henkilöitä, käytetään lämpötilan tavoitetasona taulukossa esitettyjä tavoitearvoja

2) Suluisissa asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat

HUOM 1. Ulkolämpötilalla t_u tarkoitetaan ulkoilman 24 tunnin liukuvaa keskiarvoa lähimmällä säähavaintopaikalla. Tilan käyttäjän toivomuksesta voidaan sisälämpötilan antaa laskea alle tavoitetason tai antaa kesällä nousta yli tavoitetason.

HUOM 2. Operatiivisen lämpötilan tulee olla tavoitearvon sallitun vaihteluvälän alueella olosuhteiden pysyvyyden edellyttämä aika laskettuna rakennuksen suunnitellusta käyttöajasta. Lämpötilan yhden tunnin liukuva keskiarvo ei saa suunnitellulla käytöllä (mitoitussäällä tarkasteluna käyttöaikana) alittaa vähimmäis- tai ylittää enimmäisarvoja.

HUOM 3. Operatiivinen lämpötila mitataan esimerkiksi neste- patsaslämpömittarilla tai sähköisellä anturilla oleskeluvyöhykkeeltä 1,1 metrin (työpisteessä 0,6 m) korkeudelta standardin SFS EN 12599 mukaisesti. Operatiivisen lämpötilan asemasta voidaan usein tarkastella huonelämpötilaa. Kuitenkin, jos pintojen lämpötilat poikkeavat selvästi ilman lämpötilasta (esim. huonosti eristetty vaippa, 2-lasiset ikkunat, suuret ikkunat, useita ulkoseiniä, lattian alla lämmittämätön tila, auringonsäteily, lattialämmitys, kattolämmitys, jäähdytyskatto), määritetään operatiivinen lämpötila laskeamalla se ilman ja pintojen lämpötiloista tai mittaamalla esimerkiksi pallolämpömittarilla standardin SFS EN 12599 mukaisesti.

3.2. Sisäilman suhteellinen kosteus

Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä.

Suosittelavana huoneilman suhteellisena kosteutena on aiemmin ollut 20...60 %. Tämän saavuttaminen ei ilmastollisista syistä ole aina mahdollista ja näistä arvoista poikkeamista ei voida pitää terveyshaittana, jos muut terveydelliset edellytykset täyttyvät. Sisäilman kosteutta tuleekin arvioida suhteellisen kosteuden lisäksi myös kosteuslisänä, jonka ollessa enemmän kuin 3 – 4 g/m³ ulkoilmaan nähden, nousee mikrobikasvun riski rakenteissa ja niiden pinnoilla (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa 1, 2016).

3.3. Sisäilman hiilidioksidi

Hiilidioksidipitoisuuden (CO₂) toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 1150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden arvona voidaan käyttää 400 ppm, jos ulkoilman hiilidioksidipitoisuutta ei mitata. Tällöin toimenpideraja sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle on 1550 ppm (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa 1, 2016).

Hiilidioksidin tavoitearvot ovat sisäilmastoluokituksessa (2018): S1 <350 ppm, S2 <550 ppm ja S3 <800 ppm (suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus).

4. Paine-ero

Sisä- ja ulkoilman / eri tilojen välistä paine-eroa mitattiin Tinytag tallentavilla mittalaitteilla. Tulokset tallennettiin 30 s välein.

Seuraavassa taulukossa on esitetty tavoitteelliset paine-erot eri ilmanvaihtojärjestelmissä Asumisterveysoppaan (Aurola ja Välikylä, 2009) mukaisesti.

Taulukko 3: Tavoitteelliset paine-erot eri ilmanvaihtojärjestelmissä (Asumisterveysopas, 2009).

Ilmanvaihtotapa	Paine-ero	Huomautuksia
Painovoimainen ilmanvaihto	0 ... -5 Pa ulkoilmaan ± 0 Pa porraskäytävään	Paine-erot vaihtelevat voimakkaasti sään mukaan
Koneellinen poistoilmanvaihto	-5 Pa ... -20 Pa ulkoilmaan 0 ... -5 Pa porraskäytävään	Paine-erot vaihtelevat sään mukaan
Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto	0 ... -2 Pa ulkoilmaan ± 0 Pa porraskäytävään	Paine-erot vaihtelevat sään mukaan

Jos alipaine on suurempi kuin 15 Pa, tulee alipaineen syy selvittää ja alipainetta mahdollisuuksien mukaan pienentää (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, 2016).

A-Insinöörien 2019 tekemässä rakennusten paine-erojen mittausohjeessa on ehdotus tiiviiden rakennusten paine-erojen tavoitetasoista. Tavoitetasot on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 4: Ilmanvaihtojärjestelmän aikaansaaman sisä- ja ulkoilman välisen paine-eron tavoitetaso (Rakennusten paine-erojen mittausohje -projektin loppuraportti, 2019).

Rakennuksen tyyppi	Normaali käyttötilanne	Maksimiarvo	Lisätieto
Asuinpienitalo	0 ... -2 Pa	+2 ... -15 Pa (tehostus)	Pieni mitoitusilmavirta suhteessa ulkovaipan pinta-alaan tehostusratkaisut, esim. liesituuletin ja keskuspoilynimuri, huomioitava suunnittelussa lyhytaikainen ylipaine sallittua (ns. takkakytkintoiminto)
Asuinkerrostalo	0 ... -10 Pa	0 ... -15 Pa (tehostus)	Pienissä huoneistoissa suuri mitoitusilmavirta suhteessa ulkovaipan pinta-alaan

Rakennuksen tyyppi	Normaali käyttötilanne	Maksimiarvo	Lisätieto
			tehostusratkaisut, esim. tehossäätöinen liesikupu, huomiotava suunnittelussa
Toimisto-, liike- tai opetusrakennus, perustapaus	+5 ... -5 Pa	+5 ... -10 Pa	Ei erillispoistoja, mitoitusilmavirta noin 2 l/(s·m ²) vähäinen kosteuslisä
Paine-erojen hallinnan kannalta vaativa kohde	+5 ... -15 Pa	määritetään tapauskohtaisesti	Muuttuvilmavirtaiset ja siirtoilman käyttöön perustuvat järjestelmät, suuret mitoitusilmavirrat, poikkeuksellisen tiivis ulkovaippa, erillis- tai kohdepoistoja yli 25 m korkuinen rakennus

5. Teolliset mineraalivillakuidut

Näyte otettiin geeliteipille ilmanvaihtokanavan pinnalta tai huonepinnalle laskeutuneesta 14 vrk pölykertymästä.

Laboratoriossa geeliteippinäytteistä laskettiin valomikroskoopilla > 20 µm pituiset teolliset mineraalikuidut.

Näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n laboratoriossa.

Tulosten tulkinta perustuu Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetukseen 545/2015 sekä Valviran ohjeeseen 8/2016. Asiakirjojen mukaisesti toimenpideraja kahden viikon kuitulaskeumalle on 0,2 kpl/cm².

Työterveyslaitoksen viitearvo kahden viikon kuitulaskeumalle toimistoympäristöissä on 0,2 kpl/cm².

Tuloilmakanavan tavanomaisena kuitumääränä pidetään 10 – 30 kuitua/cm² (Työterveyslaitos 2019).

Toimenpiderajan/viitearvon ylittyessä tulee selvittää kuitulähteet ja ryhtyä toimenpiteisiin kuitukertymän pienentämiseksi.

6. Kosteusmittaukset

6.1. Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoitukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, joissa saman rakenteen eri kohdista havaittuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua arvoiltaan poikkeavat alueet. Epäilyt poikkeavasta kosteudesta tarkastetaan rakennekosteusmittauksin.

Pintakosteusmittalaitteen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttaa mm. rakenteiden sisässä olevat vesiputket, teräkset, lämmityskaapelit sekä mitattavan materiaalin koostumus ja rakenteiden pintaosien vaihtelut. Mittaustuloksia voidaan käyttää suuntaa-antavina ja eri mittauskohtien vertailussa (Ympäristöopas 2016).

Mittalaitteena käytettiin Gann LG1 pintakosteusmittalaitetta ja LB70 anturia. Mittalaittevalmistajan mukaan lukema-arvot tarkoittavat seuraavaa:

Betoni sisätiloissa:

- alle 70 → kuiva
- 70 – 110 → kostea
- yli 110 → märkä

6.2. Viiltokosteusmittaus

Viiltomittauksella voidaan selvittää liimattavan lattiapäälysteen alapintaan ja liimakerrokseen kohdistuva todellinen kosteusrasitus. Viiltomittauksessa tehdään viilto lattiapäälysteeseen tutkittavalle kohdalle. Viiltoon asennetaan heti viillon teon jälkeen kosteusmittausanturi ja viiltokohta tiivistetään hyvin vesihöyrytiiviksi.

Liimojen ja mattojen kriittisenä kosteuspitoisuutena pidetään 85 %RH päälystämisen jälkeen, jos materiaalitiedoissa ei muuta mainita. Vanhoissa rakenteissa saatuja kosteuspitoisuuksia on arvioitava erikseen, jolloin on huomioitava kosteusrasituksen kesto ja käytetty materiaali (kestääkö materiaali 75-80 %RH kosteuspitoisuutta pitkällä aikavälillä). Vanhoissa lattiarakenteissa voi olla tasoitteita, jotka eivät kestä yli 75 %RH kosteuspitoisuutta, koska ne sisältävät orgaanisia ainesosia, kuten kaseiinia. Arvioitaessa rakennekosteuden vaikutusta tilanteissa, joissa rakenne on kuivunut jo pitkään, tulee ottaa huomioon alhaisemmassa kosteuspitoisuudessa myös vähäisemmätkin kosteuspitoisuuserot (Keinänen, H. 2013).

6.2.1. Epävarmuustarkastelu

Lattiapäälysteen ja tasoitteen välistä on tehtävä useita kosteusmittauksia, joilla saadaan varmistettua pintakosteusmittauksia vastaavat todelliset kosteuskokemat. Viiltomittauksia on tehtävä siinä laajuudessa, että saadaan rajattua ns. tavanomaisen ja poikkeavan kosteuden alueet.

Viiltomittaus on tarkimmillaan +20 °C lämpötilassa. Oikean mittaustuloksen saamiseksi anturi on tiivistettävä huolellisesti kitillä. Luotettavan mittaustuloksen kannalta on myös huomioitava riittävä anturin tasaantuminen (noin 15 – 20 min). Mittausta ei saa tehdä ns. vanhaan viiltoon, vaan mittaussaukko (viilto) on tehtävä juuri ennen mittausta.

7. Rakenteiden tiiveys merkkiainemittauksella

Merkkiainetutkimuksella selvitettiin eri rakenneliittymien tiiveyttä (ulkoseinä-, alapohja-, yläpohja- ja välipohjarakenteet). Merkkiainetutkimuksen avulla tutkittiin rakenteissa mahdollisesti olevien epäpuhtauksien kulkeutumista sisätiloihin. Merkkiainetutkimus tehtiin RT-kortin 14-11197 mukaisesti.

Merkkiainetutkimus tehtiin ensiksi tilojen normaalissa käyttöolosuhteessa ja toinen mittaus noin -10 Pa tilanteessa. Alipaineen aikaansaamiseksi tilaan voidaan asentaa ovipuhallinlaitteisto, muu alipainepuhallin tai alipaine luodaan rakennuksen omilla ilmanvaihtolaitteistoilla.

Merkkiainetutkimuksessa merkkiaineikaasua (5 % vetyä ja 95 % typpeä) johdettiin tutkittavaan rakenneosaan ja merkkiaineen kulkeutumista sisäilmaan tutkittiin kaasuanalysointin avulla. Ilmavuotokohdat merkittiin, valokuvattiin ja kirjattiin ylös.

Merkkiainetutkimuksessa käytettiin Trotec TS 800 SDI -vetyanturajä ja Trotec T 2000 E -mittalaitetta.

Ilmavuotojen merkittävyys on arvioitu raportissa.

7.1.1. Epävarmuustarkastelu

Merkkiainekokeissa tärkeimmät kokeen luottavuuteen vaikuttavat tekijät ovat paine-ero, merkkiaineen leviäminen rakenteeseen ja mahdolliset havaintovirheet.

Tutkimuksessa on oltava sopiva ja jatkuva paine-ero sisäilman ja tutkittavan rakenteen välillä. Liiallinen paine-ero (yli 20 Pa) korostaa vuotohavaintoja ja voi johtaa virheellisiin havaintoihin. Jos alipainetta ei ole, tutkimusta ei voi tehdä. Paine-eroa on seurattava koko tutkimuksen ajan. Paine-eron vaihtelut muuttavat havaintokynnystä tehden tutkimuksista epäluotettavia.

Merkkiaineikaasun syöttömäärä vaikuttaa tehtäviin havaintoihin. Rakenteen liian pienellä merkkiaineikaasun määrällä ei saada ilmavuotoja esille. Kun taas liian suurella kaasumäärällä pienetkin vuodot korostuvat tarpeettomasti.

Eriolaiset materiaaliominaisuudet on otettava huomioon merkkiainetutkimusten havainnoimisessa. Vety pystyy tunkeutumaan joidenkin materiaalien läpi (vrt. maalaamaton / maalattu) pinta. Suuret ilmavuodot voivat levittää merkkiainetta laajalle alueelle, jolloin tarkempien havaintojen teko on keskeytettävä (RT 14-11197).

8. Käytetyt mittalaitteet

8.1. Mittalaitteiden tarkkuus

Vaisala HMI41-näyttölaite

Mittausalue - 20...+ 60 °C: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,1 °C

Mittausalue % RH kosteus: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,1 % RH

Vaisala HMP42- ja HMP46-mittapää

Mittausalue - 40 ... + 100 °C tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,2 °C

Mittausalue 0 ... 90 % RH: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 2 % RH

Mittausalue 90 ... 100 % RH: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 3 % RH

Kalibrointi: marraskuu 2018

GANN Hydromette RTU 600, mittapää B 50

Tiili / höyrykarkaistu kevytbetoni: < 50 = normaali kosteus; > 50 = kohonnut kosteus

Betoni: < 80 = normaali kosteus; > 80 = kohonnut kosteus

Levyrakente / puu: < 40 = normaali kosteus; > 40 = kohonnut kosteus

Trotec TS 800 SDI -vetyanturi ja Trotec T 2000 E -mittalaite

Käytetty kaasuseos: Formier 5

Viitteet

- 1) A-Insinöörit, 2019. Rakennusten paine-erojen mittausohje -projektin loppuraportti.
- 2) HTP-arvot, 2018. Haitalliseksi tunnetut pitoisuudet. Sosiaali- ja terveysministeriö.
- 3) Järnström Helena, 2005. Muovimattopinnoitteisen lattiarakenteen VOC-emissioiden sisäongelmatapauksissa. VTT julkaisu 571.
- 4) Järnström Helena, 2007. Reference values for building material emissions and indoor air quality in residential buildings. VTT Publications 672.
- 5) Kallio Sanna, 2017. Sisäilmastutkimusten mittaus- ja näytteenottotapahtuman sanallinen epävarmuustarkastelu. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikan ja liikenteen ala.
- 6) Keinänen Hanna, 2013. Hyvät tutkimustavat betonirakenteiden lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin. Opinnäytetyö. Itä-Suomen yliopisto, koulutus- ja kehittämiskeskus Aducate.
- 7) Rakennustietosäätiö RTS ja Talonrakennusteollisuus ry, 2011. Ratu 82-0383. Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku.
- 8) Rakennustietosäätiö RTS, 1999. RT 80-10712. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot.
- 9) Rakennustietosäätiö RTS, 2010. RT 14-10984. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus.
- 10) Rakennustietosäätiö RTS, 2015. RT 14-11197. Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein.
- 11) Rakennustietosäätiö RTS, 2018. RT 07-11299. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset.
- 12) RakMK D2-2012. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet. 2012. Ympäristöministeriö.
- 13) Suomen säädöskokoelma, asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017, Ympäristöministeriö.
- 14) Suomen säädöskokoelma, asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta, 1009/2017, Ympäristöministeriö.
- 15) 1994/763 Terveydensuojelulaki.
- 16) 2002/738. Työturvallisuuslaki.
- 17) STMa 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Annettu Helsingissä 23 päivänä huhtikuuta 2015 sekä Valviran soveltamisohjeet 2016.
- 18) Asumisterveysopas, 2009. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö- ja terveys -lehti.
- 19) Ympäristöministeriö, toim. Miia Pitkäranta, 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus.
- 20) Pessi & Jalkanen, 2018. Laboratorio-opas – Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy.
- 21) <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot> (luettu 28.8.2019).
- 22) Salonen Heidi (ym.), 2011. Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Työterveyslaitos.
- 23) Suomen Betonitieto Oy, 2008. Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet.
- 24) Suomen betonitieto Oy ja lattian- ja seinäpäällysteliitto ry, 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen.
- 25) Työterveyslaitos, 2012. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden tavoitetasot teollisten työympäristöjen yleisilmassa, tavoitetaso TY-01-2012, www.ttl.fi/tavoitetasot
- 26) Työterveyslaitos, 2010. Mineraalikuitujen siivousohje.
- 27) Työterveyslaitos, 2016. Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen. Yhteistyössä Kosteus- ja hometalkoot ja Suomen JVT- ja Kuivausliikkeiden Liitto ry.
- 28) Työterveyslaitos, 2017. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen.
- 29) Työterveyslaitos, 2019. Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla. Päivitetty 19.3.2019.