



TUTKIMUSSELOSTE

Inarin koulu ja
monitoimikeskus,
jatkotutkimukset

PBM Oy



Sisällysluettelo

1	TIIVISTELMÄ	4
2	YLEISTIEDOT	5
2.1	Työn tilaaja	5
2.2	Tutkimuskohde	5
2.3	Tutkimuksen tekijät	5
2.4	Tutkimusajankohta	5
3	KOHTEEN YLEISKUVAUS	6
3.1	Tiedot rakennuksesta	6
3.2	Paikannuskuvat.....	6
4	TUTKIMUSMENETELMÄT	7
4.1	Tutkimusten tarkoitus ja toteutustapa.....	7
4.2	Tutkimuksessa käytetyt menetelmät	7
4.2.1	Merkkiaiainekoe	7
4.2.2	Pintakosteusmittaukset.....	7
4.2.3	Rakennekosteusmittaukset	8
4.2.4	Teetetyt analyysit	8
5	PATTERIPUTKIEN TUTKIMUKSET	9
5.1	Tutkimukset.....	9
5.2	Mikrobianalyysit	10
5.3	Ilmayhteydet sisätiloihin	11
5.4	Johtopäätökset patteriputkien tutkimuksista	12
6	MERKKIAINEKOKEET.....	13
6.1	Merkkiaiainekokeet.....	13
6.1.1	Koulurakennuksen merkkiaiainekokeet	13
6.1.2	Monitoimikeskuksen merkkiaiainekokeet	15
6.2	Johtopäätökset merkkiaiainekokeiden tuloksista ja havainnoista.....	22
7	PÄIVÄKOTIEN LATTIARAKENTEIDEN TUTKIMUKSET	24
7.1	Lähtökohdat.....	24
7.2	Pintakosteuskartoitus.....	24
7.3	Rakennekosteusmittaukset	26
7.4	VOC-näytteenotto	28
7.5	Johtopäätökset päiväkotien lattiarakenteiden tutkimuksista.....	29

8	MUUT HAVAINNOT	30
8.1	Kuidut	30
8.2	Paine-erot	30
8.3	Korkkieriste sokkelissa	31
8.4	Muuta huomioitavaa	31
9	YHTEENVETO JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	32

LIITELUETTELO

LIITE 1:	MIK7889 Analyysivastaus, Kiwalab 10.7.2019	3s.
LIITE 2:	VOC1077 Analyysivastaus, Kiwalab 4.7.2019	3s.

1 TIIVISTELMÄ

PBM Oy suoritti Inarin koululla ja monitoimikeskuksella tutkimuksia kesä-heinäkuussa 2019. Tutkimuksilla täydennettiin talven 2018-2019 aikana suoritettuja tutkimuksia.

Mahdollisia sokkelin eristetason ja sisäilman välisiä ilmayhteyksiä selvitettiin merkkiainekokeilla. Merkkiainekokeet toteutettiin korostetussa alipaineessa. Tutkimuksissa todettiin kattavasti ilmavuotoja molempien rakennusten 1-kerroksen tiloissa. Valtaosa vuodoista todettiin lattian ja ulkoseinärakenteen liitoksella, mutta vuotoja todettiin myös mm. pattereiden kannakkeilla, sähkörasioilla sekä ikkunoiden puitteilla/karmeilla. Tiloissa, joissa lattian ja ulkoseinän liitos oli tiivis, ikkunoiden ja patterikannakkeiden vuodot korostuivat. Sokkelin eristetasolta todettiin yleisesti ilmayhteyksiä sisäilmaan.

Päiväkotien tiloissa oli koettu kesän aikana hajuhaittoja IV-järjestelmien tasapainotustöiden yhteydessä. Kyseiset hajuhaitat oli yhdistetty lattiamattojen vaurioitumisreaktioon. Koettujen hajuhaittojen aiheuttajaa selvitettiin pintakosteuskartoituksin, rakennekosteusmittauksin sekä VOC-näytteenotoin. Pintakosteuskartoituksilla ei havaittu merkittäviä kohoamia, ja myös rakennekosteusmittauksilla mitatut arvot olivat normaalilla tasolla. VOC-näytteissä ei todettu Työterveyslaitoksen viitearvojen ylityksiä. Nyt suoritetuissa tutkimuksissa ei havaittu viitteitä lattiapinnoitteiden vaurioitumisesta.

Monitoimikeskuksessa oli todettu aiemmin lattiarakenteessa vanhat villaeristeiset patteriputket, joiden eristeissä oli todettu mikrobivaurioita. Nyt suoritetuilla tutkimuksilla haluttiin selvittää, onko koulurakennuksen lattiarakenteissa vastaavanlaiset putket. Lattiarakenne avattiin kahdesta pisteestä, joista molemmilla havaittiin kyseiset patteriputket eristeineen. Eristeistä otettiin näytteet mikrobianalyysiin, näytteissä todettiin vahvat viitteet vaurioista. Pistokoeluonteisesti suoritetuissa merkkiainekokeissa todettiin ilmayhteyksiä putkieristetasolta sisäilmaan nähden.

2 YLEISTIEDOT

2.1 Työn tilaaja	Inarin kunta Tilapalvelu Liikelaitos Piiskuntie 2 99800 Ivalo
2.2 Tutkimuskohde	Inarin koulu ja monitoimikeskus Saarikoskentie 4 99870 Inari Raporttinumero: 2606-001
2.3 Tutkimuksen tekijät	PBM Oy Innokaari 12 96930 Rovaniemi
Yhteyshenkilö	Jani Norvapalo jani.norvapalo@pbm.fi 040-9600313
Projektiryhmä	Jani Norvapalo, RTA, AHA, PKA, Projektipäällikkö, 040-9600313 Virve Ruokamo, Insinööri (amk), kenttätutkimukset ja raportointi, 040-6546970 Tero Maaninka, Insinööri (amk), kenttätutkimukset ja raportointi, 040-6537718 Anna-Kaisa Velakoski, harjoittelija, Insinööri-opiskelija, kenttätutkimusten avustavat työt etunimi.sukunimi@pbm.fi
2.4 Tutkimusajankohta	Kesä-heinäkuu 2019

3 KOHTEEN YLEISKUVAUS

3.1 Tiedot rakennuksesta

Rakennusten rakentamisvuosi: 1965

Käyttötarkoitus: Koulu ja monitoimikeskus

Kerrosluku:

- Entinen asuntolarakennus, eli nykyinen monitoimikeskus 3krs + kellari
- Koulurakennus 2krs + kellari

Pinta-ala:

- Monitoimikeskus 1944 m², kerrosala 2350 m²
- Koulurakennus 2075 m², kerrosala 2389 m²

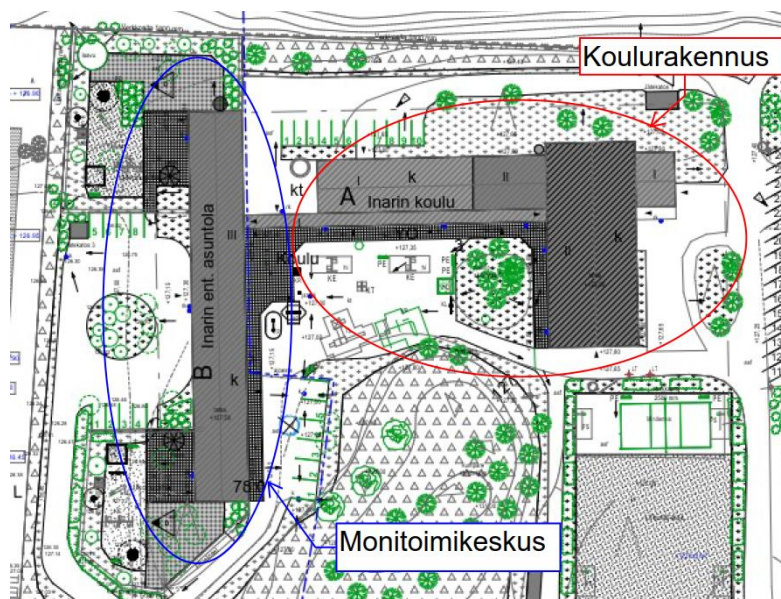
Runkomateriaali: Teräsbetoni

Perustamistapa: Maanvastainen kevytsorabetoni/teräsbetonilaatta, teräsbetoniperustukset

Vesikatemateriaali: Huopa

Ilmanvaihtojärjestelmä: Koneellinen tulo- ja poistojärjestelmä

3.2 Paikannuskuvat



Kuva 1, ote asemakuvasta, koulurakennuksen ja monitoimikeskuksen sijainnit

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

4.1 Tutkimusten tarkoitus ja toteutustapa

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää mahdollisten ilmayhteyksien esiintyminen sokkelitasolta sisäilmaan. Lisäksi haluttiin selvittää, ovatko päiväkotien lattiamatot vaurioituneet, ja esiintyykö koulurakennuksen lattiarakenteessa villaeristeisiä, käytöstä poistettuja patteriputkia.

Tutkimukset koostuivat merkkiainekokeista, pintakosteuskartoituksista, rakennekosteusmittauksista sekä näytteenotoista (VOC- ja mikrobinäytteet).

4.2 Tutkimuksessa käytetyt menetelmät

4.2.1 Merkkiainekoe

Käytetty laite: Inficon Sensistor 9012 XRS -merkkiaineanalysaattori.

Merkkiainekaasu: 5 % H₂ + 95 % N₂

Alipaineistus: Retrotec Q4E

Merkkiainekokeessa rakenteeseen lasketaan vety-typpi kaasuseosta, joka voidaan havaita analysaattorilla epätiivetykskohdista, kun sisäilma on alipaineistettuna. Tällä menetelmällä voidaan tutkia, tuleeko esimerkiksi seinärakenteesta ilmavuotoa sisätiloihin.

4.2.2 Pintakosteusmittaukset

Laite: GANN Hydrotest LG3-kosteusmittari, jossa B50 pinta-anturi.

Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia, suuntaa antavia vertailututkimuksia, joissa samasta rakenteesta eri kohdista saatuja arvoja verrataan keskenään. Näin kartoitetaan alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, kuten teräkset ja eri materiaalien koostumukset.

<u>Materiaali</u>	<u>Kuiva</u>	<u>Kostea</u>	<u>Märkä</u>
Puu	alle 40	40-80	yli 80
Tiili asuintilassa	alle 40	40-80	yli 80
Tiili kellaritiloissa	alle 50	50-70	yli 70
Betoni sisätiloissa	alle 70	70-110	yli 110

Mittalaitteen valmistajan (GANN) viitearvoja pintakosteusmittauksen tulkintaan

4.2.3 Rakennekosteusmittaukset

Mittalaitteet:

Vaisala HM40S

Mittausanturit HMP40S (tarkkuus +0...+40 °C:ssa: RH $\pm 1,5$ % (0...90 % RH); T $\pm 0,2$ °C)

Mittausepävarmuus:

Mittauksia tulkittaessa on otettava huomioon sekä mittauskaluston, että käytetyn mittausmenetelmän vaikutus tarkkuuteen. Kokonaismittausepävarmuus on noin ± 4 %.

Lyhenteiden selitykset:

RH = suhteellinen kosteus; T = lämpötila; Td = kastepistelämpötila;
abs. = absoluuttinen vesimäärä kuutiometrissä ilmaa

4.2.4 Teetetyt analyysit

- Mikrobialyysit materiaalinäytteistä
- VOC-analyysit materiaalinäytteistä

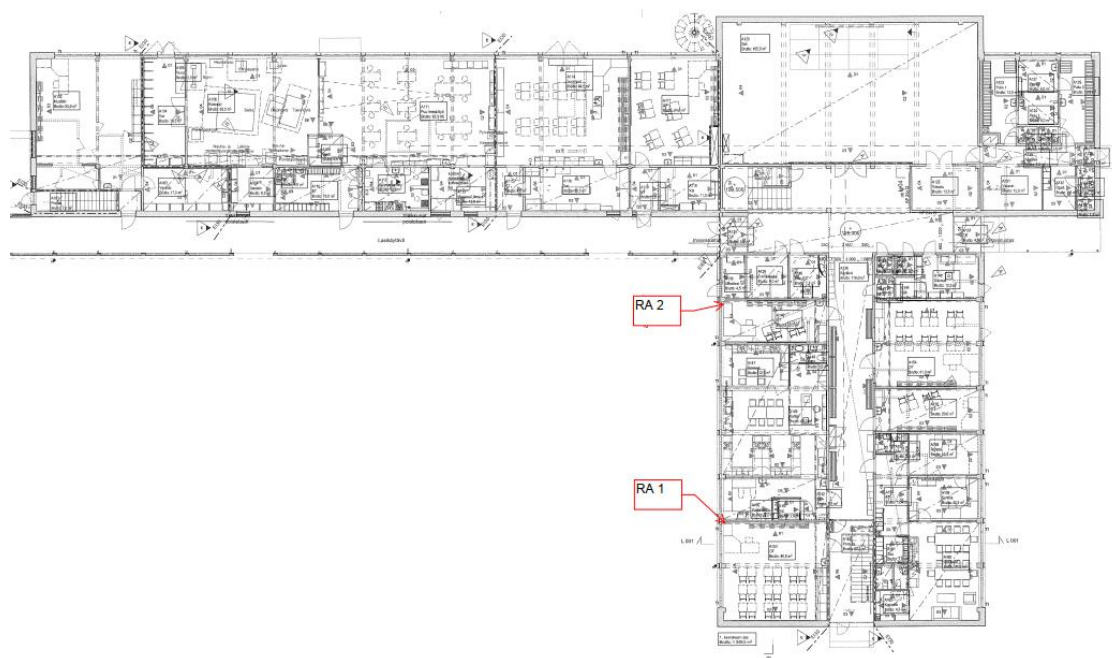
Käytetyt näytteenottomenetelmät, rajoitukset, virhemarginaalit sekä tulkintaperiaatteet on kuvattu menetelmittäin tulosten/analyysivastausten yhteydessä.

5 PATTERIPUTKIEN TUTKIMUKSET

5.1 Tutkimukset

Monitoimikeskuksessa oli todettu aikaisemmissa tutkimuksissa villaeristeiset, käytöstä poistetut patteriputket. Kyseisten putkien eristeistä oli todettu näytteenotolla mikrobivaurioita. Nyt suoritetuilla tutkimuksilla haluttiin selvittää, esiintyykö vastaavanlaisia putkia/vaurioita myös koulurakennuksen puolella.

Patteriputket paikannettiin vanhojen piirustusten pohjalta. Rakenne avattiin kahdelta pisteeltä, joista molemmissa todettiin patteriputket eristeineen. Tutkimuspisteiden viitteelliset sijainnit on esitetty alla olevassa kuvassa.



Kuva 2, koulurakennus, patteriputkien tutkimuspisteiden (RA 1 ja RA 2) viitteelliset sijainnit



Kuva 3, vanha patteriputki villaeristeineen

5.2 Mikrobialanalyysit

Patteriputkien eristeiden kuntoa selvitettiin mikrobinäytteenotoin. Näytteet otettiin molemmilta tutkimuspisteiltä (RA 1=näyte 1, RA 2=näyte 2). Tulokset ovat nähtävillä alla olevissa kuvaotteissa; analyysivastaus kokonaisuudessaan liitteenä 1.

Näytteet:				
Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
1.	Villa	Alapohja	A146	Vahva viite vauriosta
2.	Villa	Alapohja	A153	Vahva viite vauriosta

Tulokset:

Näyte	Sieni-itiöt pmy/g M2-agar			Sieni-itiöt pmy/g DG18-agar			Bakteerit pmy/g THG-agar		
1	Yhteensä	200	+	Yhteensä	800	+	Yhteensä	150000	++++
	Penicillium	200	+	Penicillium	800	+	aktinobakteerit*	64000	+++
							muut bakteerit	86000	+++
2	Yhteensä	24000	+++	Yhteensä	22000	+++	Yhteensä	940000	++++
	Penicillium	23000	+++	Penicillium	22000	+++	aktinobakteerit*	940000	++++
	vaaleat hiivat	300	+						

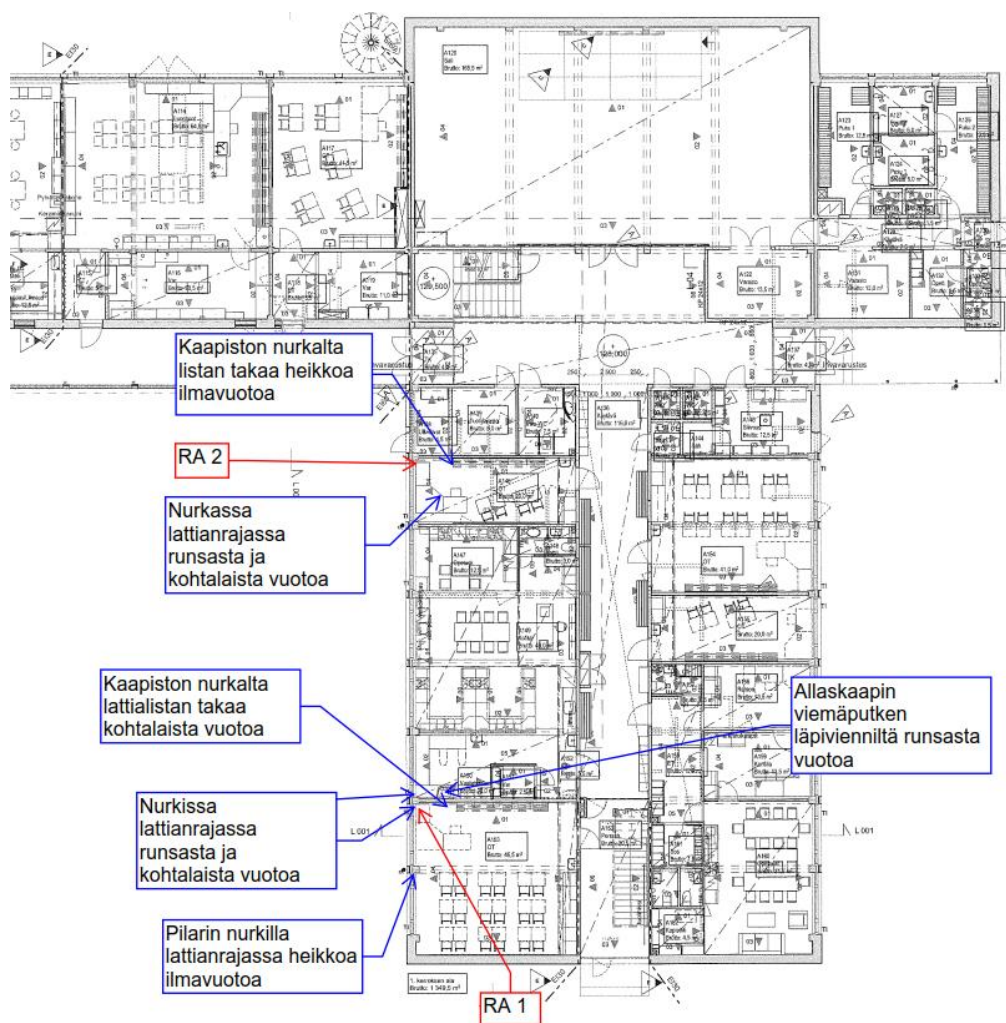
määritysraja 100 pmy/g, A = Aspergillus, * = kosteusvaurioon viittaava mikrobi

Molemmissa näytteissä todettiin vahvat viitteet vauriosta. Vaurioiden voidaan täten todeta olevan vastaavanlaisia aikaisemmin monitoimikeskuksessa todettujen vaurioiden kanssa.

5.3 Ilmayhteydet sisätiloihin

Patteriputkien eristeiden vaurioiden vaikutusta sisäilman laatuun arvioitiin syöttämällä merkkiainekaasua todetun putkieristeen alueelle. Merkkiainekaasutuksella haluttiin myös arvioida, kuinka laajalle alueelle mahdolliset epäpuhtaudet kulkeutuvat.

Kaasua syötettiin tutkimuspisteille RA1 ja RA2. Mittauksissa todettiin ympäröivien tilojen nurkissa kohtalaisia/runsaita vuotoja lattian ja ulkoseinän liitoksilta. Vuotoja todettiin myös viemäriputken läpivienniltä. Tehtyjä havaintoja on kuvattu alla olevassa kuvassa.



Kuva 4, patteriputkien eristeen merkkiainekokeiden havaintoja

Patteriputkien eristeeltä todettiin ilmayhteyksiä sisätiloihin. Osalla vuoto pisteistä oli todettu ilmavuotoa myös sokkelitasolta. Kaasua laskettiin vain kahteen yksittäiseen pisteeseen. Merkkiainekokeet patteriputkien vaikutusalueelta tehtiin korostetussa alipaineessa (sisäilma 12,0...12,8 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden).

5.4 Johtopäätökset patteriputkien tutkimuksista

Vanhat patteriputket eristeineen on jätetty rakenteisiin, eristeessä todettiin vastaavanlaiset vauriot, kuin monitoimikeskuksessakin. Putkien eristetasolta todettiin korostetussa alipaineessa ilmayhteyksiä sisätiloihin.

Kaikkia kohteessa sijaitsevia putkia ei tutkittu, mutta vastaavanlaisten eristeiden voidaan olettaa olevan yleisesti vaurioituneita. Vaurioiden korjaaminen edellyttää vanhojen putkien sekä ympäröivien eristeiden kokonaisvaltaista poistamista alapohjarakenteista.

6 MERKKIAINEKOEET

6.1 Merkkiainekokeet

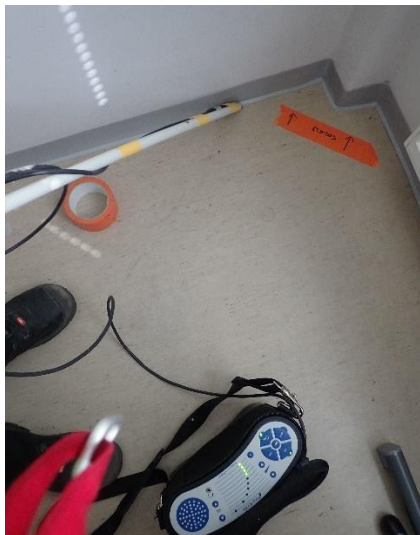
Sokkelin eristetason ilmayhteyksiä sisäilmaan tarkasteltiin merkkiainekoemenetelmällä. Mittauksia suoritettiin sekä koulun että monitoimitalon osalla. Kaikki 1-kerroksen tilat mitattiin, mittauksia suoritettiin myös ylemmissä kerroksissa.

Merkkiainekokeiden raportoinnissa ei esitetty kuvaa kaikista mitatuista tiloista, sillä tehdyt havainnot olivat hyvin yhteneväisiä eri tilojen kesken. Merkkiainekokeiden raportointi tehtiin siis suppeana eli esim. kaikista yksittäisistä tiloista ei ole yleis- ja lähikuvia vuotokohdista. Tarvittaessa merkkiainekokeiden raportointi voidaan tehdä myös laajana, jolloin kaikki havaitut vuotokohdat esitetään esim. valokuvin. Laajaa raportointia ei koettu tarpeelliseksi tutkimuskohteen luonteen vuoksi.

6.1.1 Koulurakennuksen merkkiainekokeet

Koulurakennuksen kaikki tilat mitattiin ja mittauksia varten tilat alipaineistettiin noin 11,0...14,0 Pascalia (yhdyskäytävällä poikkeavasti 12,0...16,5 Pa; alipaineistui teknisen tilan huuvalla) alipaineiseksi ulkoilmaan nähden. Kaasua syötettiin sokkelihalkaisun eristetasolle 6 l/min, 2 minuutin ajan per kaasunsyöttöreikä. Havaitut vuodot merkittiin kohteessa oranssein teipein/selittein.

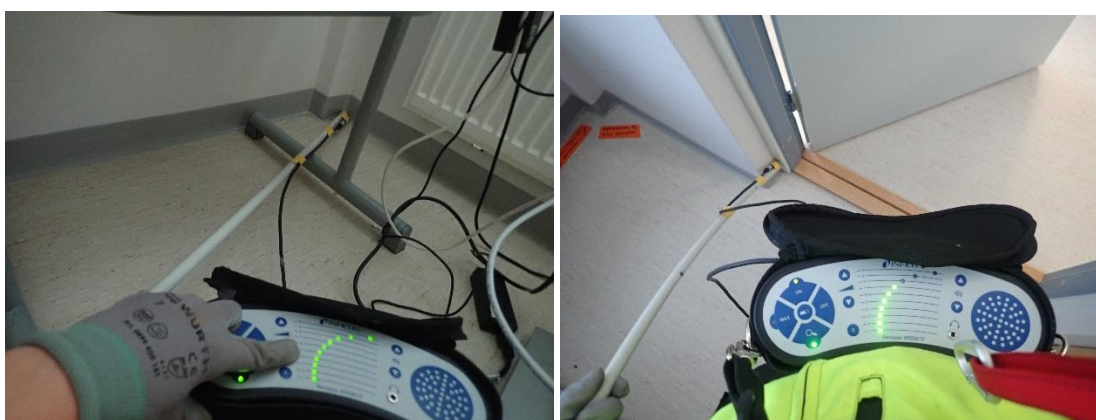
Tehtyjä havaintoja on esitetty alla olevissa kuvissa sekä kuvatekstein.



Kuvat 5 ja 6, tila 154, vuotojen sijainteja kuvattu teipein



Kuvat 7 ja 8, tila 155, ulkoseinällä runsasta ja kohtalaista vuotoa pilareiden nurkilla



Kuvat 9 ja 10, tila 156, ulkoseinälinjalla pilarin nurkalla, sekä väliseinän ovenkarmilla runsasta vuotoa



Kuvat 11 ja 12, tila 160 (opettajien huone), ulkoseinälinjalla lattialistan reunalta kohtalaista ja runsasta vuotoa



Kuvat 13 ja 14, tila 153, ulkoseinälinjalla lattialistan reunalta heikkoo, kohtalaista ja runsasta vuotoa, pistemäisenä koko seinälinjan matkalla



Kuvat 15 ja 16, liikuntasali, heikkoo, kohtalaista ja runsasta vuotoa lattiarajassa

6.1.2 Monitoimikeskuksen merkkiainekokeet

Monitoimikeskuksen kaikki tilat mitattiin ja mittausta varten tilat alipaineistettiin noin 11,0...14,0 Pascalia alipaineiseksi ulkoilmaan nähden. Kaasua syötettiin sokkelihalkaisun eristetasolle 6 l/min, 2 minuutin ajan per kaasunsyöttöreikä. Havaitut vuodot merkittiin kohteessa keltaisin teipein/selittein.

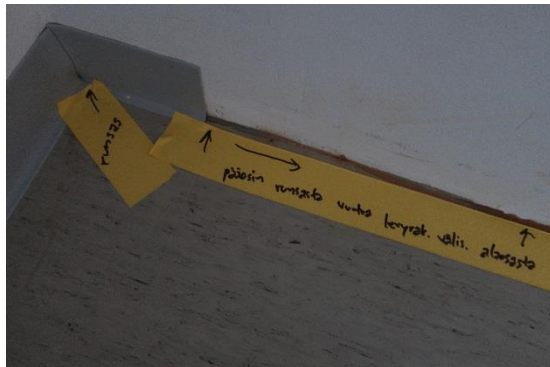
Tehtyjä havaintoja on esitetty alla olevissa kuvissa sekä kuvatekstein.



Kuvat 17 ja 18, tilojen B112 ja B106 patterikannakkeilla poikkeuksellisen paljon vuotokohtia. Lisäksi vuotoja lattia-ulkoseinäliittymässä sekä mm. ikkunapenkissä olevalta halkeamalta



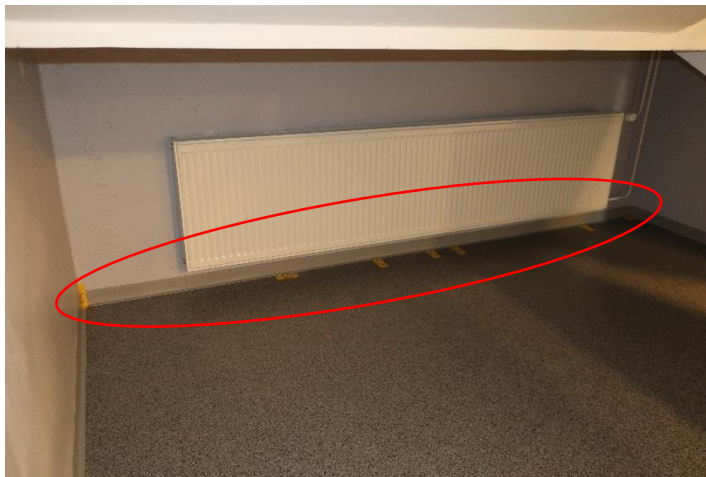
Kuvat 19 ja 20, tilassa B104 kohtalaista vuotoa lattiamaton ylösnoston ja laatoituksen liitoskohdassa molemmissa nurkissa. Oikeanpuoleisessa kuvassa kiintokalusteen alta kuvattuna toinen nurkkaus, johon keskellä lattiaa olevalla teippauksella viitataan. Myös tilan B103 (Kuraet.) nurkissa havaittiin vastaavanlaisia vuotokohtia maton ylösnostolta



Kuva 21, tilassa B107 IV-konehuoneen vastaisen väliseinän alaosassa runsasta vuotoa. Sokkeliin syötetty kaasu kulkeutui siis levyrakenteisen väliseinän alaosassa sisäilmaan



Kuva 22, molempien päiväkotien IV-konehuoneissa havaittiin vuotoja lattiarajassa; siis myös IV-koneen takaa, jonka tiivistyskorjaaminen edellyttäisi IV-koneen poistoa



Kuva 23, tila 114 (porrashuone), vuotohavaintoja lattiarajassa



Kuvat 24 ja 25, tilassa B120 (Kuivaus) poikkeuksellisen laajasti runsaita vuotoja ulkoseinän ja lattian rajapinnasta. Lattiaraja haljennut kuten oikeanpuoleisessa kuvassa näkyy



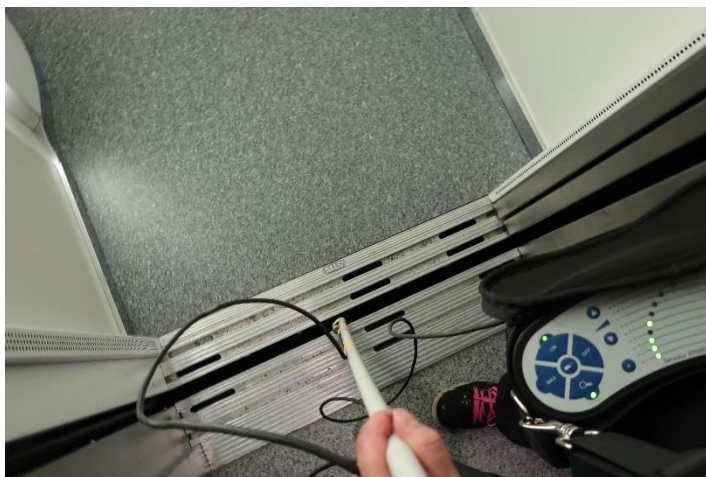
Kuva 26, tilassa B119 ei päästy mittaamaan ulkoseinän vierustaa, koska häkkivarasto lukittuna. Havaittiin kuitenkin, että kaasua kulkeutuu kauaskin ulkoseinältä. Todennäköisesti vuoto tulee lattiarajasta kuten viereisessä kuivaushuoneessa B120



Kuva 27, keittiötiloissa on akryylibetonilattia, joka on rakenteena todella tiivis. Vuotoja ei havaittu lattiarajasta kuin yksi kohtalainen, muutoin kaikki vuodot sijoittuivat ikkunarakenteille, joissa havaittiin pääasiassa vähäisiä vuotoja karmirakenteen ja seinärungon liittymäkohdista



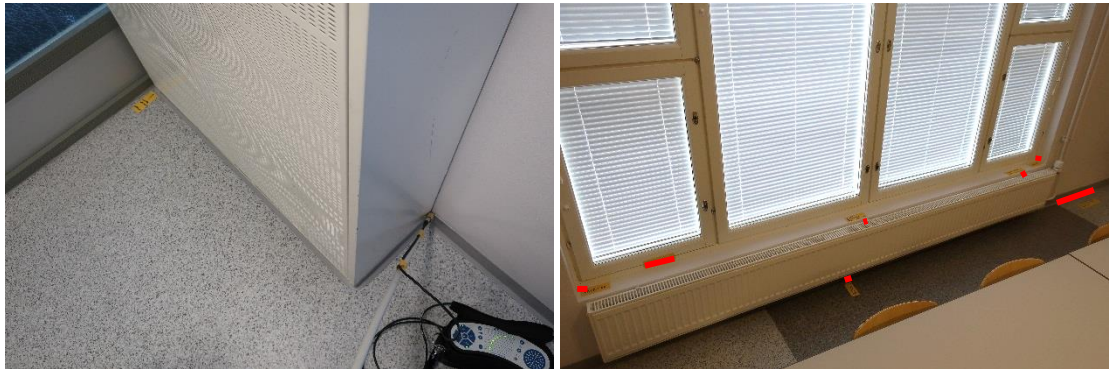
Kuvat 28 ja 29, tilassa B123 (LVI) vasemmassa nurkassa useita putkiläpivientejä, joilta havaittiin tulevan laaja-alaisesti kohtalaista vuotoa, mistä johtuen koko tilassa oli runsaasti kaasua mittausketkellä. Putkiläpiviennit ovat yhteydessä kellaritiloihin



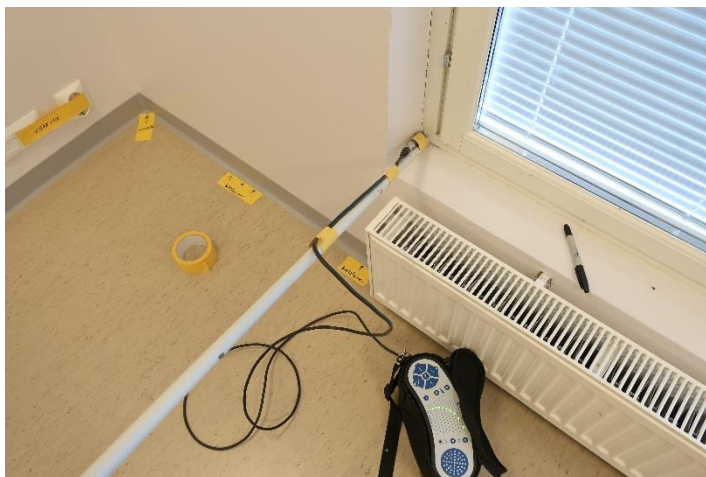
Kuva 30, B127 hissillä havaittiin kaasua hissien sisällä. Tarkempaa vuotokohtaa ei voitu määrittää



Kuva 31, tila B130 (porrashuone), vuotohavaintoja lattiarajassa



Kuvat 32 ja 33, ruokalassa (B122) havaittiin vuotoja lattiarajassa, patterikannakkeilla, ikkunarakenteille sekä väliooven metallilistan takaa. Vuotoja oli sekä runsaita, kohtalaisia että vähäisiä. Oikeanpuoleiseen kuvaan on korostettu punaisella tyypillisiä vuotokohtia ruokalatilan osalta



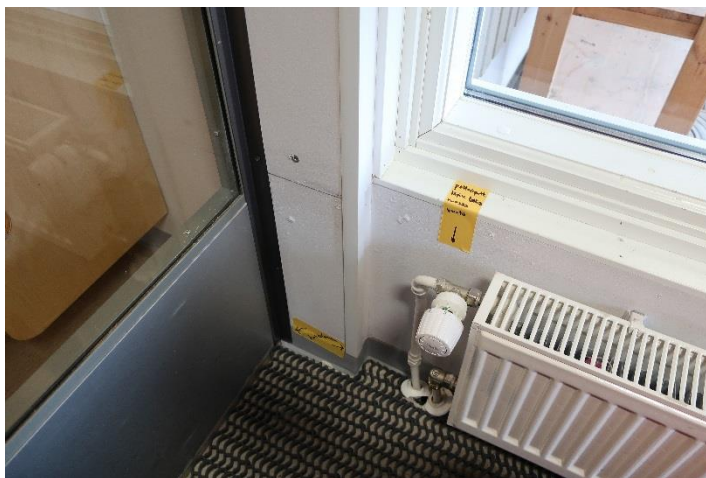
Kuva 34, tila B133, vuotohavaintoja teipattuna sähkörasialla sekä lattiarajassa. Lisäksi vuotokohta havaittiin kuvaushetkellä ikkunan alanurkassa (karmin ja seinärungon välisen osan vuotokohta)



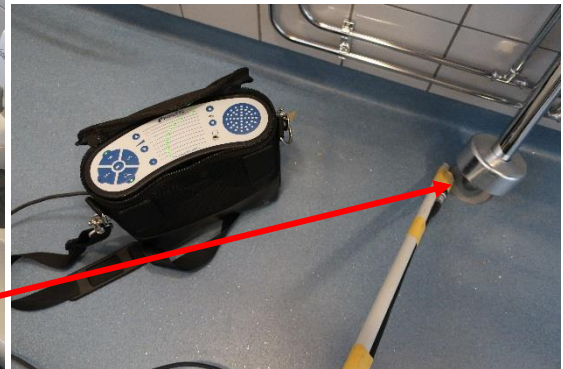
Kuva 35, tilojen B133/B134 levyrakenteisen väliseinän kohdalla vuotoa jopa välioven kynnyksellä saakka; kaasua kulkeutuu väliseinän sisällä/alaosassa. Myös tässä IV-konehuoneessa vuotoa IV-koneen takaa



Kuva 36, tilassa B137 ikkunan kohdalla vuotoja lattiarajassa, sähkörsialla, patterikannakkeella sekä ikkunan alaosassa



Kuva 37, tuulikaapissa (Urbi) vuotoja mm. patteriputkien läpivienniltä lattiaan sekä lasivälioven alaosassa



Kuvat 38 ja 39, päiväkotien märkätiloissa vuotoja havaittiin lattiamaton ylösnostoissa ulkoseinustoilla, mutta poikkeuksellisesti tässä tilassa (B140) sokkeliin syötetty kaasu kulkeutui käsienvesualtaan putkiläpiviennille saakka



Kuva 40, myös tilassa B132 tyypillisiä vuotoja lattiarajasta, sähkörasialta sekä ikkunan alaosa

6.2 Johtopäätökset merkkiainekokeiden tuloksista ja havainnoista

Merkkiainekokeilla todettiin yleisesti ilmayhteyksiä sokkelin eristetasolta sisäilmaan. Näiden ilmayhteyksien kautta sokkelin eristetasolta voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan.

Valtaosa vuodoista todettiin lattian ja ulkoseinän liitoksella. Vuotoja todettiin myös mm. ikkunoiden karmeilla/puitteilla, sähkörasioilla sekä patterin kannakkeilla. Tiloissa, joissa lattianrajat olivat tiiviit, todettiin kattavammin vuotoja ylempänä rakenteissa, ikkunoiden puitteilla ja pattereiden kannakkeilla. Tämä viittaa siihen, että kaasu kulkee ylemmäs rakenteessa, mikäli vuotoreittiä lattianrajasta ei ole.

Todetut vuodot olivat yleisesti paikallisia, vuotoja esiintyi kuitenkin kattavasti. Monitoimikeskuksen lattioiden ja ulkoseinien liitoksilla todettiin säännöllisempää vuotoa. Etenkin päiväkotitiloissa sekä ruokala- ja häkkivarastotiloissa vuotoja todettiin runsaasti sokkelin eristetasolta sisäilmaan.

7 PÄIVÄKOTIEN LATTIARAKENTEIDEN TUTKIMUKSET

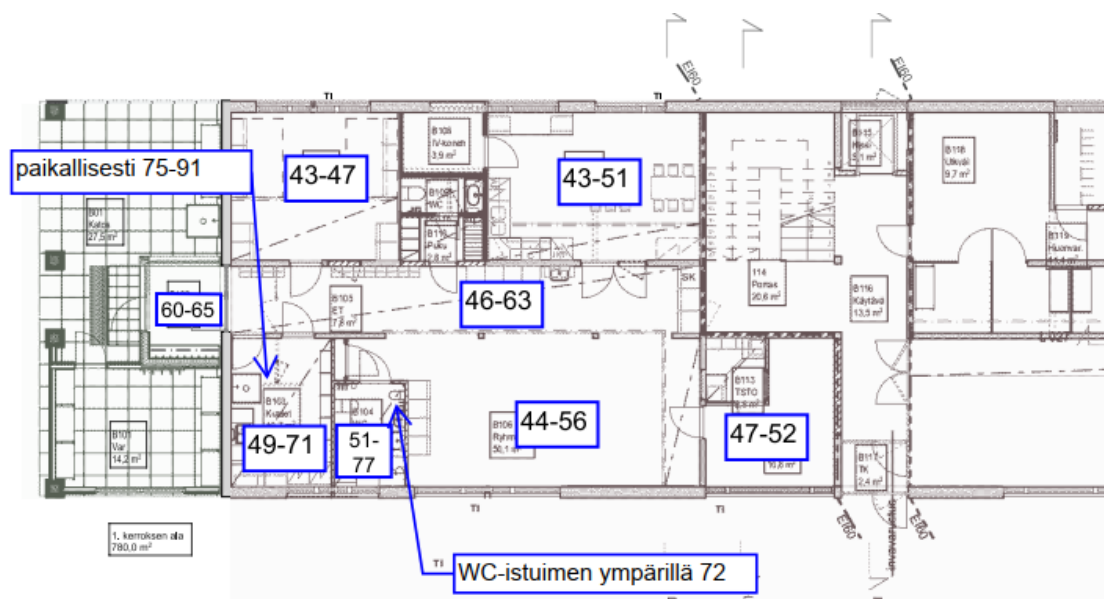
7.1 Lähtökohdat

Päiväkotien tiloissa oli koettu kesän 2019 aikana hajuhaittoja, jotka oli yhdistetty muovimattojen vaurioitumiseen. Nyt suoritetuilla tutkimuksilla haluttiin selvittää, onko lattiarakenteessa ylimääräistä kosteutta, ja esiintyykö lattiamatoissa vaurioita.

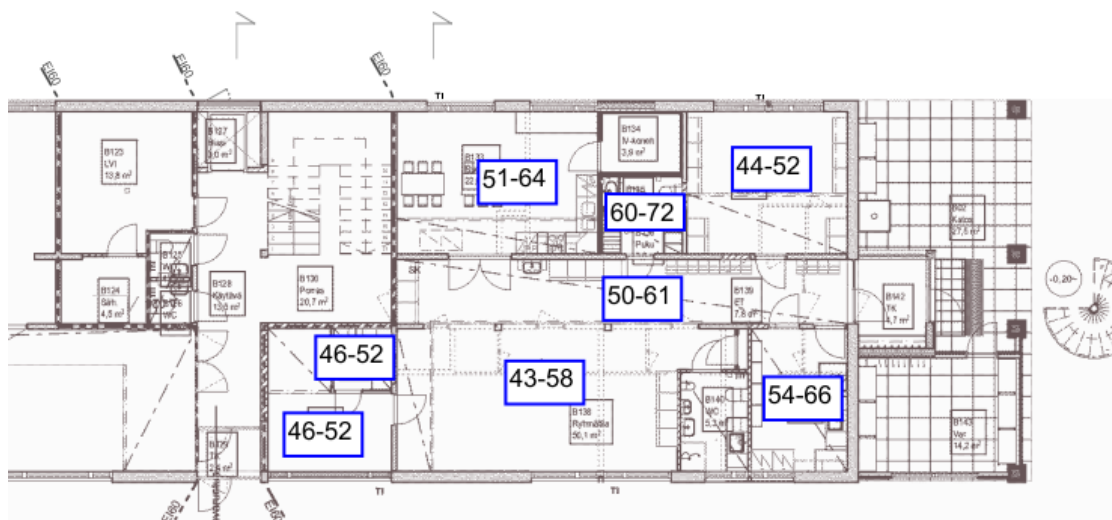
Tutkimukset toteutettiin pintakosteusmittauksin, rakennekosteusmittauksin sekä VOC-näytteenotoin.

7.2 Pintakosteuskartoitus

Kaikki päiväkotien lattiapinnat pintakosteuskartoitettiin. Tilat oli pintakosteuskartoitettu myös talven 2018-2019 talven tutkimusten yhteydessä. Kartoituksessa ei todettu merkittäviä kohoamia, havainnot olivat vastaavanlaisia aikaisemman kartoituksen kanssa. Pintakosteudenilmaisimen arvoja on kuvattu alla olevissa pohjakuvissa.



Kuva 41, Päiväkoti Tammukat, pintakosteudenilmaisimen arvoja

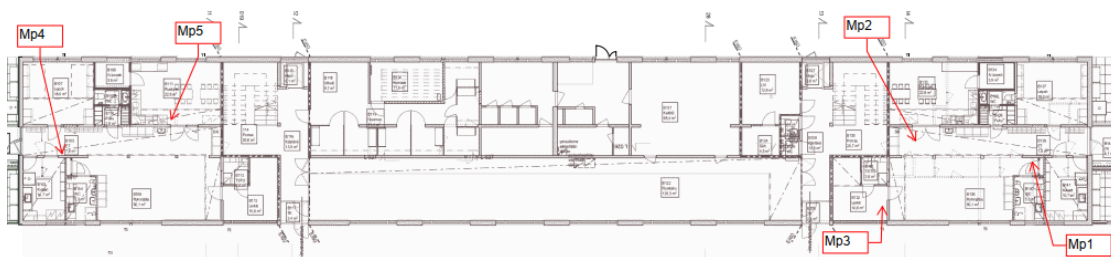


Kuva 42, Päiväkoti Urbi, pintakosteudenilmaisimen arvoja

7.3 Rakennekosteusmittaukset

Päiväkotien alapohjarakenteisiin suoritettiin rakennekosteusmittauksia, joilla haluttiin varmistaa, ettei rakenteessa ole haitallisessa määrin kosteutta. Koska pintakosteusmittauksissa ei havaittu merkittäviä kohoamia, mittapisteet sijoitettiin niin, että osa mittapisteistä sijaitisi alkuperäisen alapohjarakenteen alueella, osa täytetyn kanaalin kohdalla. Rakennekosteusmittapisteet porattiin ja holkitettiin 26.6.2019. Mittaukset suoritettiin 1.7.2019.

Mittapisteiden viitteelliset sijainnit ja mittaustulokset on esitetty alla olevissa kuvissa ja taulukoissa.



Ulko- ja sisäilman olosuhteet mittaushetkellä

Pvm	Sijainti	RH (%)	T (°C)	T _d (°C)	abs. (g)
1.7.2019	ulkoilma	74,8	+11,0	+6,6	7,49
1.7.2019	sisäilma Mp1-Mp3	40,9	+20,2	+6,5	7,17
1.7.2019	sisäilma Mp4 ja Mp5	29,7	+20,8	+2,4	5,39

Mp1.

Pvm	Syvyys	RH (%)	T (°C)	T _d (°C)	abs. (g)
1.7.2019	15 mm	48,4	+19,8	+8,6	8,29
1.7.2019	45 mm	45,3	+19,5	+7,4	7,64
1.7.2019	täyttömaa	51,4	+19,3	+9,0	8,54

Mp2.

Pvm	Syvyys	RH (%)	T (°C)	T _d (°C)	abs. (g)
1.7.2019	15 mm	57,1	+19,6	+10,9	9,70
1.7.2019	45 mm	60,4	+19,5	+11,6	10,19
1.7.2019	täyttömaa	53,1	+17,8	+8,1	8,11

Mp3.					
Pvm	Syvyys	RH (%)	T (°C)	T _d (°C)	abs. (g)
1.7.2019	15 mm	42,9	+19,1	+6,2	7,04
1.7.2019	45 mm	49,7	+18,9	+8,2	8,08
1.7.2019	täyttömaa	52,1	+18,5	+8,5	8,29

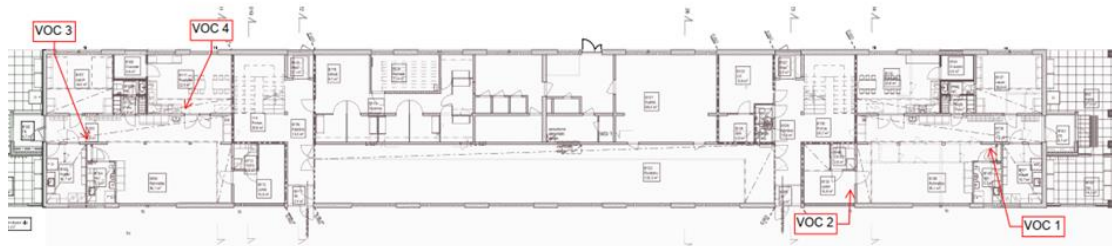
Mp4.					
Pvm	Syvyys	RH (%)	T (°C)	T _d (°C)	abs. (g)
1.7.2019	15 mm	48,4	+19,7	+8,5	8,24
1.7.2019	45 mm	60,2	+19,7	+11,7	10,23
1.7.2019	täyttömaa	66,9	+18,5	+12,2	10,63

Mp5.					
Pvm	Syvyys	RH (%)	T (°C)	T _d (°C)	abs. (g)
1.7.2019	15 mm	30,6	+20,2	+2,3	5,36
1.7.2019	45 mm	33,3	+20,1	+3,4	5,81
1.7.2019	täyttömaa	35,1	+19,8	+3,9	6,02

Rakennekosteuden porareikämittauksissa ei havaittu viitteitä sellaisista määristä rakennekosteutta, mistä voisi olla haittaa rakenteiden toimivuudelle. Myöskään mikrobikasvun edellyttämiä olosuhteita (suhteellinen kosteus ja lämpötila riittävän korkeat) ei rakennekosteusmittauksissa havaittu.

7.4 VOC-näytteenotto

Päiväkotien lattiamatoista otettiin neljä kappaletta VOC-materiaalinäytteitä, näytteenottopisteiden viitteelliset sijainnit alla olevassa pohjakuvaotteessa. Tulokset ovat nähtävillä alla olevissa taulukoissa, analyysivastaus kokonaisuudessaan liitteenä 2.



Kuva 43, VOC-näytteenottopisteiden viitteelliset sijainnit

Näyte	Tila	Rakennusosa	Materiaali
1	Urbi, käytävä	Alapohja	Matto + liima + tasoite
2	Urbi, B132, leikki	Alapohja	Matto + liima + tasoite
3	Tammukat, B111, ruokailu	Alapohja	Matto + liima + tasoite
4	Tammukat, käytävä	Alapohja	Matto + liima + tasoite

Kuva 44, otetut VOC-näytteet, kuvaote analyysivastauksesta

Tulokset				
Näyte	1.	2.	3.	4.
Massa (g)	4,32	4,59	3,33	3,98
Kerätty ilmamäärä (l)	2,22	2,22	2,20	2,25
Suhteellinen kosteus (%)	< 5	< 5	< 5	< 5
Yhdiste ja -ryhmä	µg/m³ g	µg/m³ g	µg/m³ g	µg/m³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT				
Etylibentseeni				2
Styreeni	2			11
ALKOHOLIT				
1-Butanoli	1			
2-Etyyli-1-heksanoli	20	23	12	19
Bentsyylialkoholi	11	6	5	11
C8-C10 -alkoholit ^{1),3)}	53	44	41	69
ALDEHYDIT				
Heksanaali	2	2	2	2
Bentsaldehydi	6	4	5	5
Nonanaali		2		
KETONIT				
3-Heptanoni			2	5
Asetofenoni		1		
ESTERIT JA LAKTONIT				
TXIB**	1	1		
FENOLIT				
Fenoli	4	7	2	
TVOC	90	80	70	130

¹⁾ Yhdisteen pitoisuus laskettu tolueeniekvivalenttina.

³⁾ C8 - C10 -alkoholien summapitoisuus.

Kuva 45, VOC-näytteiden tulokset, kuvaote analyysivastauksesta

Otetuissa VOC-näytteissä ei todettu viitearvojen ylityksiä.

7.5 Johtopäätökset päiväkotien lattiarakenteiden tutkimuksista

Päiväkotien lattiarakenteissa ei todettu pintakosteuskartoituksessa merkittävästi kohonneita pintakosteudenilmaisimen arvoja. Myös rakennekosteusmittauksissa mitatut arvot olivat normaalilla tasolla. Kosteuspitoisuuksia mitattiin myös rakenteen alapuolisesta täytöstä, sekä kanaalin täytöstä. Täytöissä ei todettu poikkeavia kosteuspitoisuuksia.

VOC-näytteissä ei todettu viitteitä vaurioista, mikä tukee kosteusmittaushavaintoja. Tutkituilta osin lattioiden pinnoitemateriaaleissa ei todettu vaurioita. Aiemmin koetuille hajuhaitoille ei täten löydetty syytä / aiheuttajaa. Myöskään poikkeavaa hajuhaittaa ei havaittu nyt suoritettujen lisätutkimusten yhteydessä.

8 MUUT HAVAINNOT

8.1 Kuidut

Kohteessa on todettu toimenpiderajat ylittäviä kuitupitoisuuksia. Kesän aikana on suoritettu kuitukorjauksia sekä tehostettu siivous. Nyt suoritettujen tutkimusten yhteydessä havaittiin vielä kuitulähde tilan B130 välitasanteen alaosaan. Tällainen avovilla on syytä poistaa/kapseloida.



Kuva 46, porrashuoneen (B130) alimman välitasanteen alla putkiläpivienti, jossa avoin villa. Putket nousevat kotelossa ylöspäin porrashuoneen kohdalla

Molemmissa rakennuksissa on syytä suorittaa kuitulaskeumanäytteenotto, jolla voidaan arvioida kuitukorjauksen ja siivouksen vaikutusta sisäilmassa esiintyviin kuitupitoisuuksiin.

8.2 Paine-erot

Lisätutkimusten yhteydessä mitattiin hetkellisesti painesuhteita sisä- ja ulkoilman väliltä käyttöolosuhteissa. Kohteessa oli suoritettu ilmanvaihdon tasapainotus aikaisemmin kesällä 2019.

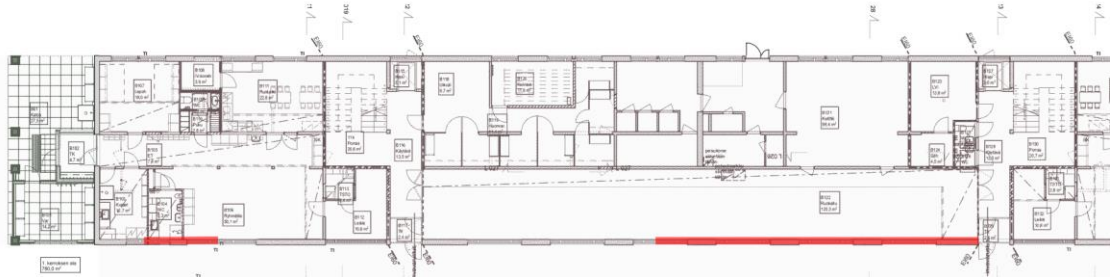
Koulurakennuksen sekä yhdyskäytävän hetkelliset paine-erot olivat yleisesti noin -2...-5 Pa. Tämä on kohtuullisen hyvä taso painesuhteiden osalta sisäilman laadun kannalta.

Monitoimikeskuksen molemmissa päiväkodeissa mitatut hetkelliset paine-erot olivat välillä -4,2...-6,0 Pa. Sen sijaan monitoimikeskuksen keskiosalla sekä kerroksissa paine-erot olivat välillä -8,0...-21,5 Pa. Yli 20 Pa alipaineisuus mitattiin nuorisotilassa B360.

Hetkellisten mittausten perusteella on aiheellista suorittaa pidempikestoinen olosuhteiden seurantamittaus, jolla varmistetaan, että ilmanvaihdon tasapainotus on onnistunut suunnitellusti.

8.3 Korkkieriste sokkelissa

Lisätutkimusten yhteydessä merkkiainekokeiden kaasunsyöttöreikiä poratessa kartoitettiin korkkieristeen esiintyminen sokkelihalkaisussa. Korkkieristeen viitteelliset alueet on merkittynä alla olevaan pohjakuvaotteeseen. Korkkia todettiin vain monitoimikeskuksen ruokalan sekä päiväkotitammukoiden alueella.



Kuva 47, sokkelihalkaisun korkkieristeen arvioitu alue merkittynä punaisella

8.4 Muuta huomioitavaa

Aikaisemmissa tutkimuksissa todettiin monitoimikeskuksen ylemmissä kerroksissa viemärikaasujen vuotoa sisäilmaan, mistä aiheutui hajuhaittaa. Vuodot esitettiin tuolloin korjattavaksi tiivistyksin.

Korjausten/tiivistysten onnistuminen voidaan tarvittaessa varmistaa merkkiainekoemenetelmällä.

9 YHTEENVETO JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Merkkiainekokeilla todettiin kattavasti ilmayhteyksiä sokkelin eristetasolta sisäilmaan. Aikaisemmin suoritettujen tutkimusten yhteydessä on todettu mikrobivaurioita sokkelieristeissä. Ilmayhteyksien kautta pääsee mahdollisesti kulkeutumaan epäpuhtauksia sisäilmaan. Vaurion korjaaminen edellyttää vaurioituneen sokkelieristeen poistamista ja korvaamista nykyaikaisella, laadukkaalla ja rakennetyyppiin soveltuvalla eristeellä. Samassa yhteydessä olisi syytä asentaa asianmukainen patolevytys sekä varmistaa hulevesien hallinta.

Mikäli vaurioitunutta eristettä ei haluta poistaa, epäpuhtauksien kulkeutumista voidaan ehkäistä tiivistyskorjauksin. Laadukkaastikin toteutettuna tiivistyskorjaus on kuitenkin jokseenkin lyhytaikainen korjausmenetelmä. Kattavasti suoritettu tiivistyskorjaus, jolla tulisi estää myös ns. kaukokulkeumat, on suhteellisen vaikea saada toteutettua riittävällä laajuudella.

Koulurakennuksen lattiarakenteissa todettiin villaeristeiset käytöstä poistetut patteriputket, joista todettiin ilmayhteyksiä sisäilmaan. Putkien eristetasolta otetuissa näytteissä todettiin vahvat viitteet vaurioista. Vaurion poistamiseksi lattiarakenteet tulisi avata riittävällä laajuudella sekä poistaa kaikki vanhat putkistot eristeineen.

Päiväkotien alapohjarakenteisiin suoritetuissa tutkimuksissa ei todettu vaurioita. Tältä osin ei koeta tarvetta jatkotoimenpiteille.

Jatkotoimenpiteenä esitetään olosuhteiden, etenkin paine-erojen seurantamittauksia, koska hetkellisissä paine-eromittauksissa todettiin jopa 21 Pa alipaineisuus monitoimikeskuksen nuorisotiloissa. Sisäilman alipaineisuuden kasvaessa korvausilmaa virtaa sisäilmaan myös rakenteiden epätiiveyskohdista.

Rovaniemellä 11.7.2019

PBM Oy

Laatinut:



Virve Ruokamo



Tero Maaninka

Tarkastanut:



Jussi Alaräisänen

Vastuulauseke

PBM Oy:n vastuu raportista noudattaa konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE 2013. Konsultin vastuu raportin tilaajalle on enintään konsulttipalkkion suuruinen (KSE13 kohta 3.2.3.). PBM Oy ei vastaa raportissa esitetyistä tiedoista tai tietojen oikeellisuudesta suhteessa kolmansiin osapuoliin. PBM Oy ei vastaa raportissa esitettyjen tietojen käytöstä aiheutuvista tai käyttöön liittyvistä kolmannelle osapuolelle mahdollisista aiheutuvista vahingoista riippumatta siitä, onko kyseessä välitön tai tahallinen vahinko tai kuinka vahinko on aiheutunut.

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, laimennos

MIK7889

Kiwalab, 10.7.2019



Tilaaaja:	Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy
Yhteyshenkilö:	Virve Ruokamo
Kohde:	Inarin koulu, Saarikoskentie 4
Työmääräin:	WO-00764520
Näytteenottaja:	Virve Ruokamo
Näytteenottopäivä:	24.6.2019
Näytteet vastaanotettu:	26.6.2019

Analyysit:

Materiaalinäyte tehdään asumisterveysasetuksen mukaisen ohjeistuksen viljelymenetelmällä. Näytealustat pidetään +25°C:ssa 7-14 vrk ajan, ja mikrobit tunnistetaan pesäkeulkonäön ja valomikroskoopissa havaittujen rakenteiden perusteella. Mikrobimäärät ilmoitetaan muodossa pmy/g (cfu/g), joka tarkoittaa pesäkkeen muodostavia yksiköitä grammassa näytettä. Laboratoriokohtaiset mittausepävarmuusestimaatit toimitetaan erikseen niin pyydettyäessä. Tulosten tulkinta ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.

Näytealustat:

Homeet 2 % Mallasuuteagar (M2-agar) / Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)
 Bakteerit Tryptoni-hiivauute-glukoosiagar (THG-agar)

Näytteen mikrobipitoisuus ilmoitetaan lukuarvona ja eri vaurioryhmiin luokiteltuna.

- ei kasvua

+ niukka kasvu, alle 1000 pmy/g

++ kohtalainen kasvu, 1000 - 10 000 pmy/g

+++ runsas kasvu, yli 10 000 pmy/g

++++ erittäin runsas kasvu, yli 100 000 pmy/g

Näytteet:

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
1.	Villa	Alapohja	A146	Vahva viite vauriosta
2.	Villa	Alapohja	A153	Vahva viite vauriosta

Näytteisiin liittyvät kommentit:

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab

Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
 Puh. 010 521 600
 kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, laimennos

MIK7889

Kiwalab, 10.7.2019

**Tulokset:**

Näyte	Sieni-itiöt pmy/g M2-agar			Sieni-itiöt pmy/g DG18-agar			Bakteerit pmy/g THG-agar		
1	Yhteensä	200	+	Yhteensä	800	+	Yhteensä	150000	++++
	Penicillium	200	+	Penicillium	800	+	aktinobakteerit*	64000	+++
							muut bakteerit	86000	+++
2	Yhteensä	24000	+++	Yhteensä	22000	+++	Yhteensä	940000	++++
	Penicillium	23000	+++	Penicillium	22000	+++	aktinobakteerit*	940000	++++
	vaaleat hiivat	300	+						

määritysraja 100 pmy/g, A = Aspergillus, * = kosteusvaurioon viittaava mikrobi

Kiwalab

Virpi Lämsä
Asiantuntija, FT

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

KiwalabMyyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu
Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
Puh. 010 521 600
kiwalab@kiwa.com**Inspecta Oy**PL1000
00581 Helsinki
www.inspecta.fi**Y-tunnus**

1787853-0

**Kiwalab**



LIITE: Materiaalinäytetulosten arviointi

1. TULOSTEN TULKINTA

Taulukko 1. Materiaalinäytteen tulkintaa ohjaavat viitearvot (Valvira 2016).

Mikrobien kokonaismäärän viitearvot ¹⁾	Viite materiaalin kostumisesta ja vaurioitumisesta
Sieni-itiöt, kokonaismäärä	yli 10 000 pmy/g
Aktinobakteerit (=Streptomyces, sädesienet)	yli 3000 pmy/g
Bakteerit, kokonaismäärä ²⁾	yli 100 000 pmy/g

- 1) Näyte voidaan tulkita vaurioituneeksi myös jos sen sisältämä sieni-itiölajisto sisältää kosteusvaurioille tyypillisiä sienilajeja tai -sukuja tai lajisto on epätavallisen yksipuolinen, vaikka kokonaismäärät eivät ylittäisikään viitearvoa. Usean eri indikaattorimikrobin esiintyminen näytteessä pieninä pitoisuuksina voi viitata vanhaan kuivuneeseen kasvustoon tai sieni-itiöiden kertymiseen materiaalin pinnalle ajan myötä.
- 2) Näytteen erittäin runsas bakteeripitoisuus voi johtua myös materiaalin likaisuudesta, joten ainoastaan bakteeripitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta.

Jos viljelytulos on alle määritysrajan tai näytteessä esiintyy vain muutamia pesäkkeitä, näytteen pinnalta tehdään suoramikroskopiointi kuolleen, kuivuneen kasvuston havaitsemiseksi. Suoramikroskopiointi voidaan tehdä luotettavasti vain kivilta materiaaleilta. Suoraan maaperän tai ulkoilman kanssa kosketuksissa oleviin materiaaleihin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia mikrobeja, mikä tulee huomioida tulosten merkitystä arvioitaessa.

Mikrobikasvustot ovat yleensä epätasaisesti jakautuneita, joten yksittäinen näyte antaa tiedon vain kyseisen näytteenottopaikan mikrobimäärästä ja -lajistosta. Näytetuloksesta ei voida vetää suoraa johtopäätöstä tilojen sisäilmaongelmaan tai käyttäjien oireisiin. Tulosten merkitys sisäilmaongelmien kannalta arvioituna riippuu tiloissa vietettävästä ajasta, ilmanvaihdon toimivuudesta, vaurioituneen pinta-alan laajuudesta sekä siitä, missä määrin mikrobien itiöt ja niiden aineenvaihduntatuotteet kulkeutuvat sisäilmaan rakenteiden kautta.

Taulukko 2. Esimerkkejä mikrobilajeista (Valvira 2016).

Kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja	<i>Acremonium</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>A. restricti</i> , <i>A. ustus</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>Chaetomium</i> , <i>Eurotium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Geomyces</i> , <i>Oidiodendron</i> , <i>Paecilomyces</i> , <i>Phialophora</i> , <i>Scopulariopsis</i> , <i>Stachybotrys</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Tritirachium</i> , <i>Ulocladium</i> , <i>Wallemia</i> , aktinobakteerit
Tavanomaisia mikrobeja	<i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Penicillium</i> , hiivat, steriilit sienet

A= *Aspergillus*

2. KIRJALLISUUS

Pessi A-M. ja Jalkanen K. (2018) Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveys tutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy. ISBN 978-952-9637-61-4.

Valvira Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV, ohje 8/2016.

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

VOC-analyysi materiaalinäytteestä

VOC1077

Kivalab, 4.7.2019



Tilaja:	Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy
Yhteyshenkilö:	Virve Ruokamo
Kohde:	Saarikoskentie 4, Inarin koulu ja monitoimikeskus
Työmääräin:	WO-00765193
Näytteenottaja:	Virve Ruokamo
Näytteenottopäivä:	24.6.2019
Näytteet vastaanotettu:	27.6.2019

Analyysit:

Materiaalien emissionäytteet kerätään mikrokammio (μ CTE) -laitteistolla johtamalla puhdasta tyypeä testauskammion kautta adsorptiokeräysputkeen (Tenax TA-Carbograph 5TD). Näytteet kerätään $25 \pm 2^\circ\text{C}$ lämpötilassa ilman kosteutusta. Menetelmä tuottaa suuntaa antavaa tietoa materiaalista testausolosuhteissa haihtuvien emissioiden laadusta ja suhteellisista määristä. Näytteet tutkitaan käyttämällä termodesorptioon perustuvaa näytteenottoa, kromatografista erottelua ja massaselektiivistä ilmaisinta. Menetelmä pohjautuu standardiin ISO 16000-6:2011 sekä keräysmenetelmän osalta Työterveyslaitoksen vertailuaineiston julkaisuihin¹⁻². Yhdisteiden pitoisuudet määritetään niiden omilla vasteilla tai semikvantitatiivisesti tolueenivasteina sekä tunnistetaan puhtaiden vertailuaineiden ja/tai NIST-massaspektrikirjaston avulla. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet määritetään kattaen 1-40 kpl yhdisteitä tai vähintään 2/3 TVOC-alueen (n-heksaanista n-heksadekaaniin) kokonaispinta-alasta. TVOC-alueen ohella ilmoitetaan myös VVOC- tai SVOC-alueilla esiintyviä yhdisteitä, kuten etikkahappo ja TXIB. Testauskammion ilmanäytteestä analysoidut pitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ilmoitetaan testattavan näytteen massa (g) nähden vakioituna. Laboratoriokohtaiset mittausepävarmuusestimaatit tutkituille näytteille toimitetaan erikseen niin pyydettyäessä. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.

Näyte	Tila	Rakennusosa	Materiaali
1	Urbi, käytävä	Alapohja	Matto + liima + tasoite
2	Urbi, B132, leikki	Alapohja	Matto + liima + tasoite
3	Tammukat, B111, ruokailu	Alapohja	Matto + liima + tasoite
4	Tammukat, käytävä	Alapohja	Matto + liima + tasoite

Lisätiedot:

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty

Kivalab

Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu
Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
Puh. 010 521 600
kivalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
00581 Helsinki
www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0



Kivalab

VOC-analyysi materiaalinäytteestä

VOC1077

Kiwalab, 4.7.2019



Tulokset

Näyte	1.	2.	3.	4.
Massa (g)	4,32	4,59	3,33	3,98
Kerätty ilmamäärä (l)	2,22	2,22	2,20	2,25
Suhteellinen kosteus (%)	< 5	< 5	< 5	< 5
Yhdiste ja -ryhmä	µg/m ³ g	µg/m ³ g	µg/m ³ g	µg/m ³ g
AROMAATTISET HIILIVEDYT				
Etylibentseeni				2
Styreeni	2			11
ALKOHOLIT				
1-Butanoli	1			
2-Etyyli-1-heksanoli	20	23	12	19
Bentsyylialkoholi	11	6	5	11
C8-C10 -alkoholit ^{1,3}	53	44	41	69
ALDEHYDIT				
Heksanaali	2	2	2	2
Bentsaldehydi	6	4	5	5
Nonanaali		2		
KETONIT				
3-Heptanoni			2	5
Asetofenoni		1		
ESTERIT JA LAKTONIT				
TXIB**	1	1		
FENOLIT				
Fenoli	4	7	2	
TVOC	90	80	70	130

¹⁾ Yhdisteen pitoisuus laskettu tolueeniekvivalenttina.

³⁾ C8 - C10 -alkoholien summapitoisuus.

Kiwalab

Henri Hakala
Asiantuntija, FM

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty

Kiwalab

Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu
Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
Puh. 010 521 600
kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
00581 Helsinki
www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab

LIITE: Bulk-emissiotestaus mikrokammimenetelmällä ja tulosten tulkinta**1. YLEISTÄ**

Bulk-emissiotestaus mallintaa materiaalien VOC-päästöjä niiden käyttöä, ylläpitoa ja elinkaarta vastaavassa tilanteessa. Tulokset eivät ole suoraan verrattavissa muilla bulk-emissiomenetelmillä ja/tai erilaisissa testausolosuhteissa saatuihin tuloksiin². Yksittäisten materiaalien, kuten lattiamattopinnoitteiden bulk-emissiopitoisuuksiin vaikuttavat materiaalityypin ja valmistelaadun ohella mm. materiaalin ikä, käytetyt kiinnitysaineet sekä pinnoitteeseen asennus- tai ylläpitovaiheessa kohdistuneet rasitteet. Bulk-emissiotestausta voidaan hyödyntää kartoitettaessa yksittäisiä sisäilman VOC-lähteitä tai materiaaleja tutkittavan tilan sisäilman riskitekijöinä. Tulokset täydentävät huoneilman hetkittäisten VOC-mittausten ja pintaemissio (FLEC) -testausten avulla saatavaa tietoa. Esim. lattiapinnoitteiden alapuolelta huoneilmaan kulkeutuvia päästöjä säätelevät useat tekijät, kuten pinnoitteen ja reuna-alueiden läpäisevyys/tiiveys sekä tilassa vallitsevat olosuhteet (ilmanvaihdon tehokkuus, suhteellinen kosteus, lämpötila).

2. TULOSTEN TULKINTA

Materiaalinäytteiden kokonaisemissioiden tutkimusmenetelmälle ei ole virallisia viitearvoja, vaan tulkinta pohjautuu Työterveyslaitoksen vastaavalla menetelmällä keräämään vertailuaineistoon^{1,4-5}. Vertailuaineiston emissiotestaukset on tehty lämpötilassa 25 ±2°C ilman kosteutusta. Aineiston pohjalta muodostetut vertailuarvot edustavat materiaaliakohtaisesti mitattujen emissiotasojen jakaumia, joissa 70-90 % tapauksista jää vertailuarvosta riippuen alle sen ilmaisevan tason (ks. taulukko 1). Yksittäinen näytetulos antaa tiedon vain kyseisen näytteenotokohdan suhteellisista päästöistä testausolosuhteissa. Tulokseen vaikuttaa testattavan materiaalin epätasaisuus, kuten liiman ja tasoitteen osuus lattiamattopalassa. Materiaalitestauksen tuloksista ei voida vetää suoraa johtopäätöstä tilojen sisäilmaongelmaan tai käyttäjien oireisiin.

Taulukko 1. Bulk-emissioiden testausmenetelmän vertailuarvot eri materiaaleille (Työterveyslaitos^{4,5}).

Tarkasteltava osatulos	Materiaaliakohtaiset vertailuarvot:			
	PVC (pehmitin DEHP)	PVC (pehmitin DINCH, DINP tai DIDP)	Linoleum	Tasoitteet, betoni
TVOC ¹⁾	200 µg/m ³ g ¹⁾	500 µg/m ³ g ^{#), 2)}	650 µg/m ³ g ⁴⁾	50 µg/m ³ g ²⁾
2-etyyli-1-heksanoli ^{**)}	70 µg/m ³ g ¹⁾	50 µg/m ³ g ¹⁾	-	40 µg/m ³ g ³⁾
C ₉ -alkoholit ¹⁾	-	320 µg/m ³ g ^{#), 4)}	-	-
Propani happo ^{**)}	-	-	100 µg/m ³ g ²⁾	-

¹⁾ Tolueenin vasteella ilmoitettuna. ^{**)} Omalla vasteella ilmoitettuna. ^{#)} Vertailuarvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden mukaan emissiotasot nousevat ajan myötä. Vertailuarvot edustavat TTL:n asiakasnäytteiden ¹⁾ 70 %, ²⁾ 80 %, ³⁾ 85 % tai ⁴⁾ 90 % persenttilejää.

3. VIITTEET

- [1] Härkönen K. (2012) Vaurioitumattomien lattiapintamateriaalien referenssitiedon kartuttaminen bulk-emissiotutkimuksilla, TAMK.
- [2] Backlund P *et al.* (2010) Bulk-emissiotestausmenetelmien vertailua. Sisäilmastoseminaari 10. Sisäilmayhdistys ry, Aalto-yliopisto, TKK, LVI-tekniikka. SIY Raportti 28. s.213-218.
- [3] ISO 16000-6:2011 Determination of volatile organic compounds in indoor air and test chamber air by active sampling on Tenax TA® sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID.
- [4] Työterveyslaitos (2015) Bulk-emissioiden viitearvot eri materiaalityypeille. Päivitetty 9.2.2015. Haettu 10.2.2016: <http://www.ttl.fi/fi/palvelut/turvallisempi-tyoymparisto/kemialliset-analyysit/Sivut/default.aspx>
- [5] Työterveyslaitos (2019) KOOSTE EPÄPUHTAUSTASOISTA, JOIDEN YLITTYMINEN VOI VIITATA SISÄILMASTO-ONGELMIIN TOIMISTOTYYPISILLÄ TYÖPAIKOILLA. Päivitetty 19.3.2019. Haettu 2.6.2019: <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf>

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty

Kiwalab

Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu
Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
Puh. 010 521 600
kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
00581 Helsinki
www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab