

TUUSULAN KUNTA

KOLSAN PÄIVÄKOTI

SISÄILMAAN LIITTYVÄT TUTKIMUKSET

25.8.2020



314359

Sisällysluettelo

1. Kohde- ja lähtötiedot	3
1.1. Yleistiedot.....	3
1.2. Kohteen yleiskuvaus.....	3
1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus	4
1.4. Tutkimuksen rajaus.....	4
2. Havainnot ja mittaustulokset	5
2.1. Havainnot	5
2.2. Kosteusmittaukset	7
2.3. Teolliset mineraalivillakuidut	7
2.4. Rakenteiden tiiviystarkastelu	7
2.5. Paine-eromittaukset.....	10
2.6. Olosuhdemittaukset (hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus).....	11
2.6.1. Sisäilman lämpötila.....	11
2.6.2. Sisäilman hiilidioksidi	11
2.6.3. Sisäilman kosteus.....	12
2.7. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	12
Liitteet	14

25.8.2020

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: Kympinkatu 3 B, 40320 Jyväskylä
Yhteyshenkilö: Sanna Lappi
Puhelinnumero: 040 749 4866
Sähköposti: sanna.lappi@wsp.com

Kohde: Kolsan päiväkot
Osoite: Leikkurinkuja 10, 05400 Jokela
Tutkimuspäivä: 04. - 05.08.2020

Rakennusvuosi: 2001
Rakennusten määrä: 1
Kerroksia: 1

Ilmanvaihto: Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla
Lämmitysmuoto: Kaukolämpö, vesikiertoinen lattialämmitys

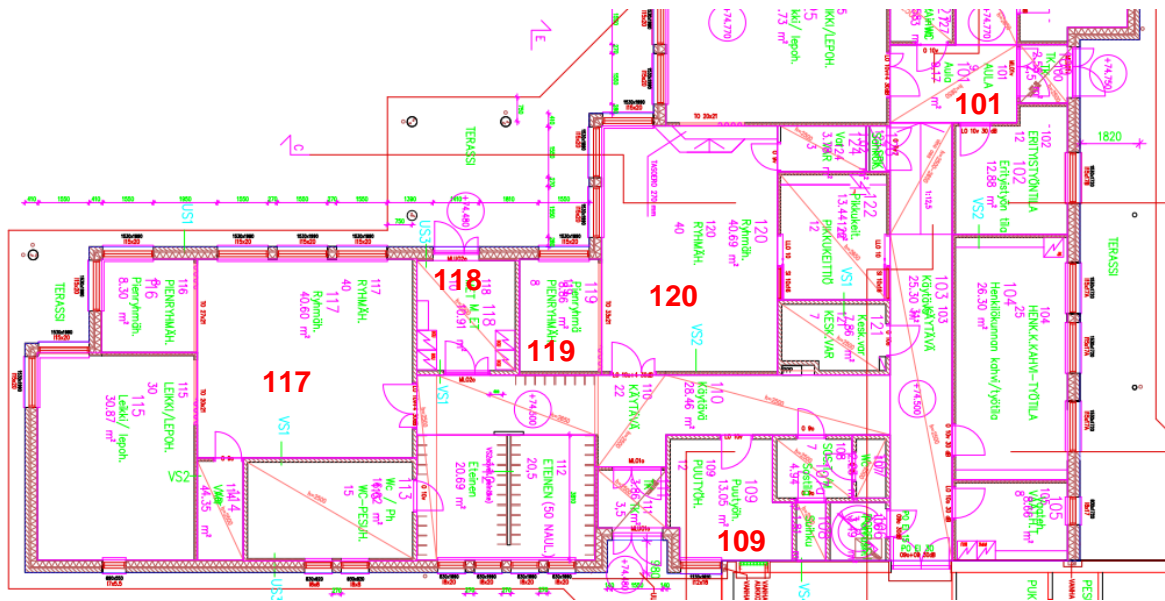
1.2. Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuksen kohteena oli 2001 rakennettu Kolsan päiväkot, joka sijaitsee Jokelassa osoitteessa Leikkurinkuja 10. Tutkimukset kohdistuivat päiväkodin seuraaviin tiloihin:

- Temppuilijat ryhmätila 120
- Pienryhmätila 119
- Ryhmätila 118
- Vipeltäjät-ryhmätila 117
- Ateljee 109
- Käytävät sekä aula 101

Kiinteistön ulkoseinät ovat tiili- ja levyrakenteisia. Ulkoseinässä on valesokkelirakenne. Alapohja on tuulettuva ja betonirakenteinen. Yläpohja on puurakenteinen ja vesikatteena on rivipeltikate.

25.8.2020



Kuva 1: Tutkittavat tilat on numeroitu punaisella.

1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus

Tuusulan kunnan tilapalvelun rakennusmestari Pertti Elg tilasi kohteeseen sisäilmatutkimuksen WSP Finland Oy:n laatiman tutkimussuunnitelman pohjalta. Päiväkodin käyttäjät ovat oireilleet tiloissa. Oireina ovat olleet muun muassa limakalvojen kuivuminen, äänen lähteminen, silmien kutiaminen ja väsymys. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ennalta määritettyjen tilojen rakenneliittymien tiiviyyttä, kuitulähteitä sekä lattiarakenteiden kosteuspitoisuuksia sekä mahdollisia muita sisäilman laatuun vaikuttavia riskitekijöitä. Tutkimuksessa ei selvitetty rakenteiden kuntoa tilaajan esityksen mukaisesti.

1.4. Tutkimuksen rajaus

Kohteella tehdyn katselmuksen perusteella laadittiin tutkimussuunnitelma WSP Finland Oy:n toimesta, joka on päivätty 23.06.2020. Tutkimukset tehtiin tutkimussuunnitelman mukaisesti sekä tutkimusten aikana havaitut seikat huomioon ottaen.

Tutkimuskäynnillä neljään tilaan jätettiin laskeuma-alustat, joilla selvitettiin kahden viikon ajan pinnoille laskeutuvien mineraalivillakuitujen esiintymistä.

Sisäilmatutkimuksessa kartoitettiin aluksi mahdollisia ongelmakohtia aistinvaraisesti havainnoiden tutkituissa tiloissa. Sisäpuolisten tarkastuksien yhteydessä lattiapinnat käytiin läpi pintakosteusmittauksin ja alakatto- sekä muita tekniikkatiloja tarkastettiin pisto-koeluontoisesti. Lattian linoleumpinnoitteen kuntoa tutkittiin viiltomittauksien avulla.

Tilojen rakenteiden rakenneliittymien tiiviyyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti sekä merkkiainemittauksen avulla.

Kenttätutkimukset kohteella tehtiin elokuussa 2020. Tutkimukset teki rakennusterveysasiantuntija (FM) Sanna Lappi ja projekti-insinööri (AMK) Pinja Weiijo WSP Finland Oy:stä.

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

2. Havainnot ja mittaustulokset

2.1. Havainnot

Tutkimushetkellä päiväkodin tilat olivat normaalikäytössä. Tilojen ilmanvaihto oli kiinteistönhoitajan mukaan normaalissa käyttötilassa. Tutkittujen tilojen sisäpinnat olivat pääosin hyväkuntoisia. Käytävän alakattolevyissä oli havaittavissa vanhoja kosteusjälkiä. Ryhmähuoneen 120 allaskaapin ovesa oli havaittavissa kosteusjälkiä. Ulkoseinä- ja kattoliittymissä havaittiin halkeamia ja rakenneliittymät eivät olleet tiiviitä. Lattia- ja ulkoseinäliittymässä oli jalkalistan takana rako. Myös ikkuna- ja ulkoseinäliittymän tiivistys oli listan takana puutteellinen.

Päiväkodin tiloissa oli aistittavissa tunkkaista hajua, joka oli erityisen voimakas inva-wc:ssä 127 ja aulassa 101. Inva-wc:ssä 127 tunkkaista hajua aiheutui lattiakaivosta ja mahdollisesti muovimatosta.

Käytävillä on alaslasketut akustolevykatot. Lähtötietojen mukaan käytävän akustolevyt oltaisiin vaihdettu kohdalta, josta oli päässyt vuotamaan vettä ja akustolevyt olivat vaurioituneet. Tarkastuskäynnillä kuitenkin havaittiin vanhoja akustolevyjä, joissa oli kosteusjälkiä. Akustolevyissä oli paikoittain havaittavissa pieniä nirhaumia, sekä osa akustolevyjen reunoista oli pinnoittamattomia. Paikoin alakattotilassa oli paljaana mineraalivillaputkieristeitä. Alakattotilassa oli avonaisia läpivientejä väliseiniin.

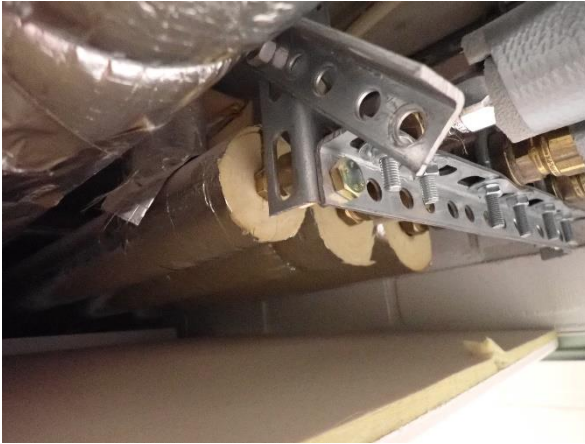


Kuva 2: Käytävän (103 ja 110 risteyskohta) kaikkia kosteusvaurioituneita akustolevyjä ei ole vaihdettu.



Kuva 3: Ryhmähuoneen 120 allaskaapin kosteusjäljet.

25.8.2020



Kuva 4: Osa akustolevyistä pinnoittamatta ja alakatto tilassa paljasta putkieristettä.



Kuva 5: Nirhautuneet akustolevyt on suositeltavaa vaihtaa.



Kuva 6: Seinän ja katon liitoskohdissa, sekä seinien kulmissa on halkeamia.



Kuva 7: Tavaroita säilytetään kaappien päällä, mikä hankaloittaa siivousta.



Kuva 8: Henkilökunnan sisäänkäynnin kohdalla sadevesi syöksytorvi valuttaa vettä ulkoseinään.

25.8.2020

2.2. Kosteusmittaukset

Tilojen lattiapinnoitteena on pääosin linoleumimatto, ainoastaan inva-wc:ssä 127 lattiapinnoitteen on muovimattomatto ja muissa märkätiloissa laattalattia. Lattiapintojen pintakosteus arvot olivat tavanomaisina pidettäviä. Merkittäviä poikkeamia ei havaittu. Lievää poikkeamaa havaittiin tuulikaapissa 100, jossa pintakosteudet olivat paikoittain hieman korkeammat kuin muissa tiloissa.

Lattioiden oleskelutilojen kosteuspitoisuuksia tarkennettiin kahden viiltomittauksen avulla, jossa lattiapinnoitteeseen tehdyn viillon kautta mitattiin suhteellista kosteutta linoleumimatopinnoitteen ja betonilattian rajapinnasta. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 1. Mittaustulokset olivat tavanomaisena pidettäviä. Mittauspisteiden tarkemmat sijainnit on esitetty liitteenä olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 1: Viiltomittauksen tulokset. Kosteusmittaukset tehtiin 5.8.2020.

Mittauspiste	Sijainti	Rakenne	RH [%]	T [°C]	abs [g/m ³]
Ulkoilma	---	---	70	20	12
Sisäilma	---	---	57	21	11
VM1	Ryhmähuone 117	Alapohja	35	23	7
VM2	Ryhmähuone 132	Alapohja	46	22	9

2.3. Teolliset mineraalivillakuidut

Tiloista otettiin 14 vrk pölykertymästä mineraalikuitunäytteitä neljä kappaletta. Analyysivastaus on tämän raportin liitteenä 2 ja näytteiden tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 2: Mineraalikuitunäytteiden tulosten tulkinta. Laskeuma-aika 05.08 – 19.8.2020.

Näyte	Tila	Selite	Tulkinta
PNML1	Huone 101	kaapin päältä, 14 vrk pölykertymä	tavanomainen
PNML2	Huone 117	kaapin päältä, 14 vrk pölykertymä	tavanomainen
PNML3	Huone 120	kaapin päältä, 14 vrk pölykertymä	tavanomainen
PNML4	Huone 125	kiipeilyseinän päältä, 14 vrk pölykertymä	tavanomainen

Huoneiden tasopintojen mineraalikuitupitoisuudet olivat tavanomaisen pieniä (<0,1 – 0,1 kpl/cm²). Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksen toimenpiderajana on 0,2 kpl/cm².

2.4. Rakenteiden tiiviystarkastelu

Rakennuksen tutkituissa tiloissa alapohjarakenne on tuulettuva ja kantavanarakenteena on alapuolelta eristetty betonilaatta. Ulkoseinärakenteet ovat tiloissa tiili-villa-levy-rakenteisia ja väliseinät tiilirakenteisia. Ulkoseinärakenteessa havaittiin höyrynsulkumuovi. Lattia- ja seinäliittymissä, katto- ja seinäliittymissä, sekä ikkuna- ja seinäliittymissä ei havaittu tiivistyksiä, vaan ilma pääsee kulkemaan rakenteiden liitoksissa olevista raoista.

Tilojen alapohja- ja ulkoseinärakenteiden tiiviyttä tarkasteltiin pienryhmähuoneessa 119/120. Lisäksi merkkiainetutkimuksella tarkastettiin sosiaalitalan 108 viemäriälvivientien

25.8.2020

tiiviyys. Tiiviystarkastelua tehtiin aistinvaraisesti sekä merkkiainemittauksin. Merkkiainetutkimus suoritettiin ensin tilojen ilmanvaihdon ollessa normaalissa käyttötilassa, jolloin alapohjan ja sisätilojen paine-ero oli noin +1,5 Pa. Ilmanvaihdon ollessa normaalitilassa ei alapohja- ja ulkoseinärakenteissa eikä viemäriämpivienneissä havaittu ilmapuotoja. Tutkimus suoritettiin vielä uudelleen niin, että sisätilat alipaineistettiin puhaltimella, jolloin alapohjan ja sisätilojen paine-eroksi saatiin -3 Pa. Myöskään -3 Pa paine-erolla ei havaittu ilmapuotoja merkkiainetutkimuksella. Tuulettuvassa alapohjassa oli sepelipohja. Ryömintätilassa oli havaittavissa lievä maaperähaju.

Ulkoseinärakenteen merkkiainetutkimus suoritettiin poraamalla tiilijulkisivun läpi reikä eristetilaan, josta merkkiainetta laskettiin ulkoseinärakenteisiin. Tutkimus tehtiin tiloissa 109 ja 119/120. Merkkiaine kulkeutui sisätiloihin ilmanvaihdon normaalissa käyttötilassa, jolloin paine-ero oli noin -1...+1 Pa. Vuotokohtia olivat ikkunapenkin ja ulkoseinärakenteiden liittymät, ulkoseinä- ja lattialiittymät sekä ulkoseinän ja väliseinän liittymät.

Yläpohjarakenteiden tiiviyttä tarkasteltiin pienryhmähuoneessa 116, jossa oli havaittavissa halkeamia seinän kulmassa sekä seinä- ja kattoliittymässä. Yläpohjan merkkiainetutkimuksessa merkkiainekeasua laskettiin yläpohjan eristetilaan ilmanvaihdon ollessa normaalissa käyttötilassa. Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero oli noin -1...+1 Pa. Yläpohja- ja ulkoseinärakenteiden liittymissä havaittiin ilmapuotoja. Yläpohjassa eristeenä oli puhallus- sekä levyvilla. Eristekerroksen alla havaittiin reilusti limitetty höyrynsulku.



Kuva 9: Tutkittava tila 109, ikkunapenkin liitoskohdilla ilmapuotoa.



Kuva 10: Merkkiainetta laskettiin ulkoseinän eristetilaan.

25.8.2020



Kuva 11: Tutkittava tila 119, ikkunan ja ulkoseinän liitoskohdissa ilmavuotoa.



Kuva 12: Merkkiainetta laskettiin ulkoseinän eristetilaan tuuletusraon kautta.



Kuva 13: Alapohjan ja ulkoseinän liittymissä havaittiin ilmavuotoa.



Kuva 14: Ulkoseinä- ja alapohjarakenteen liittymää ei ole tiivistetty (jalkalistaa raotettiin).



Kuva 15: Alapohjan merkkiainetutkimuksessa todettiin viemäriämpiviennit tiiviiksi.



Kuva 16: Alapohja- ja seinäliittymästä ei havaittu ilmavuotoja, kun merkkiainetta laskettiin eristetilaan.

25.8.2020



Kuva 17: Yläpohjan ja ulkoseinän rakenneliittymän tiiveyttä tarkasteltiin yläpohjan eristetilaan lasketulla merkkiaineella.



Kuva 18: Yläpohjarakenteessa on hyvin limitetty höyrynsulku.



Kuva 19: Yläpohjan ja ulkoseinän liittymissä havaittiin ilmapuotoa.

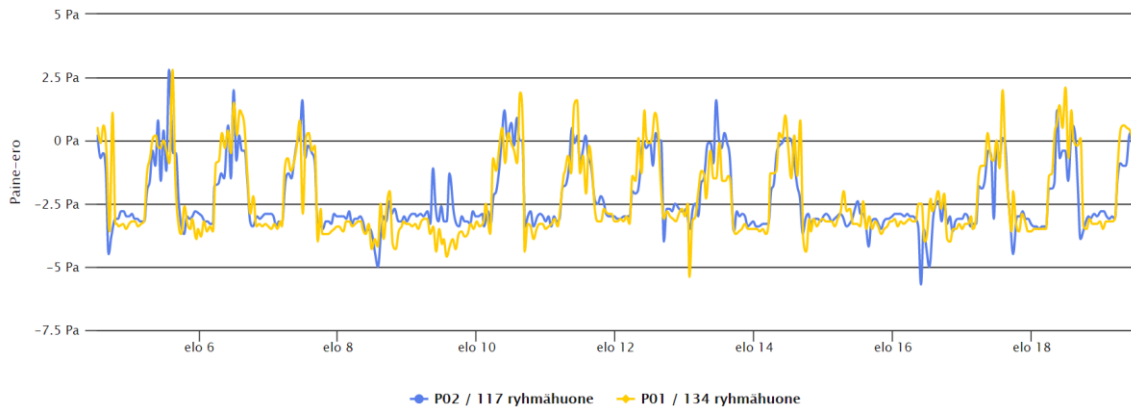


Kuva 20: Aluskatteessa oli paikoin havaittavissa mikrobivaurioita matalalla osalla.

2.5. Paine-eromittaukset

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-erovaihtelua seurattiin rakennuksessa olevan FREESI-järjestelmän avulla. Tarkastelujakso oli kaksi viikkoa välillä 4. – 19.8.2020.

25.8.2020



Kuva 21: Sisä- ja ulkoilman väliset paine-erot Kolsan päiväkodin tiloissa 117 ja 134, mittausjakso 4. – 19.8.2020.

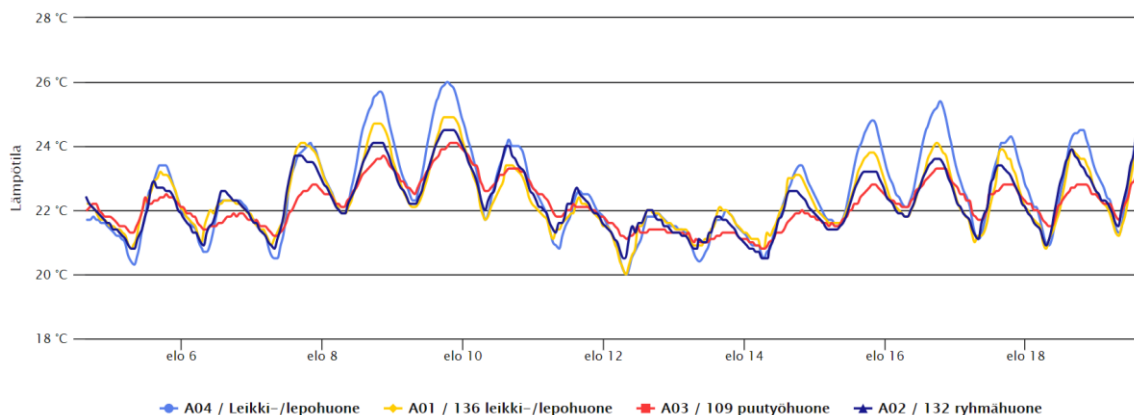
Paine-erot vaihtelivat -6 ... 3 Pa välillä. Vaihtelua tuloksiin aiheuttavat ilmanvaihdon lisäksi sääolosuhteet (tuulisuus, lämpötila) ja ovien avaaminen. Sisäilmälähtöisesti paine-eron on suositeltavaa olla lähellä tasapainoa ~0 ... -5 Pa.

2.6. Olosuhdemittaukset (hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus)

2.6.1. Sisäilman lämpötila

Sisäilman olosuhteita (hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus) seurattiin rakennuksessa olevan FREESI-järjestelmän avulla. Tarkastelujakso oli kaksi viikkoa 4. – 19.8.2020.

Sisäilman lämpötila vaihteli noin +20 ... +26 °C. Tulokset on esitetty alla kuvaajassa. Lasten päivähoitopaikoissa Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksen (2015) sisäilman lämpötilan toimenpiderajat lämmityskauden ulkopuolella ovat +20 °C ... +32 °C.

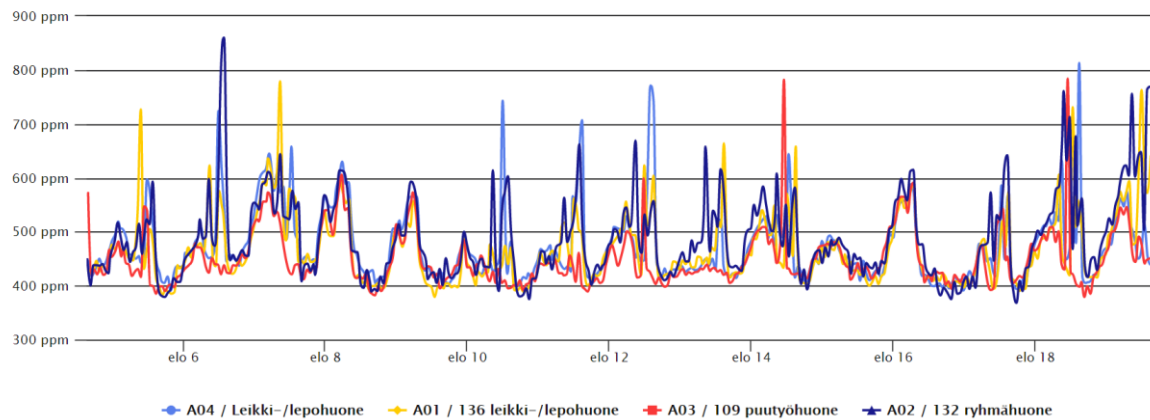


Kuva 22: Sisäilman lämpötilat Kolsan päiväkodin tiloissa leikki- ja lepo huone, 136, 109 ja 132, mittausjakso 4. – 19.8.2020.

2.6.2. Sisäilman hiilidioksidi

Hiilidioksidipitoisuudet vaihtelivat välillä 400 ... 860 ppm. Tulokset on esitetty alla kuvaajassa. Mittausjakson aikana hiilidioksidipitoisuudet olivat Sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajan (1 550 ppm) sisällä.

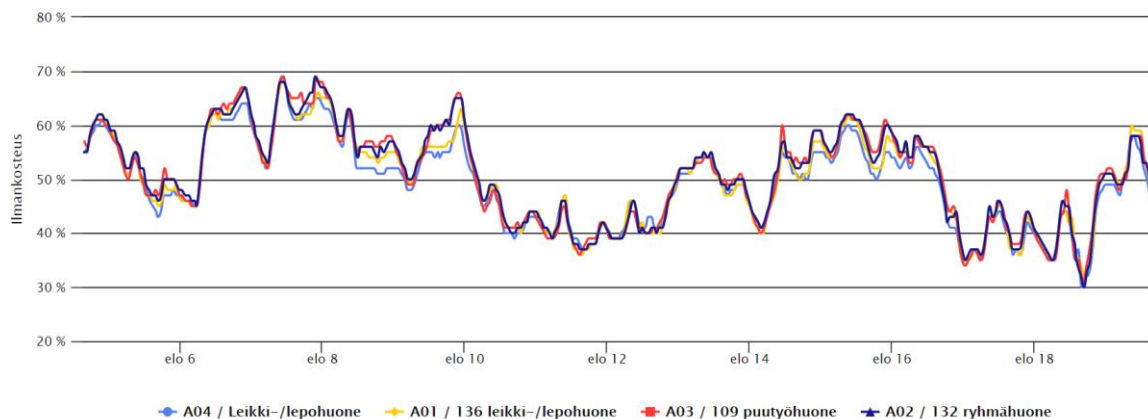
25.8.2020



Kuva 23: Sisäilman hiilidioksidipitoisuudet Kolsan päiväkodin tiloissa leikki- ja lepohuone, 136, 109 ja 132, mittausjakso 4. – 19.8.2020.

2.6.3. Sisäilman kosteus

Suhteelliset kosteudet vaihtelivat välillä 30 ... 69 %. Tulokset on esitetty alla kuvaajassa. Mitatut huoneilman suhteellisen kosteuden arvot olivat tavanomaisia mittausjakson aikana ulkoilman olosuhteiden huomioiden.



Kuva 24: Sisäilman kosteudet Kolsan päiväkodin tiloissa leikki- ja lepohuone, 136, 109 ja 132, mittausjakso 4. – 19.8.2020.

2.7. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alakaton akustolevyt oli osittain uusittu aiemmin sattuneen vesivuodon seurauksena. Vanhat akustolevyt, joissa on kosteusjälkiä, tulee uusia. Myös rikkoutuneet akustolevyt tulee uusia. Osittain pinnoittamattomat akustolevyt tulee pinnoittaa tai uusia. Alakattotilassa havaittiin tarkastuskäynnillä paljaana olevia putkieristeitä. Alakattotilasta on syytä poistaa tai sitoa kaikki mahdolliset kuitulähteet, jotta mineraalikulitusta ei pääse irtoamaan.

Tutkituista tiloista kerätyissä kahden viikon kuitulaskeumanäytteissä ei havaittu poikkeavia kuitupitoisuuksia.

25.8.2020

Tuulikaapin (100) lattiapinnoilla havaittiin lievästi poikkeavia pintakosteusarvoja. Muissa tutkituissa tiloissa ei poikkeamia havaittu. Tutkimusten perusteella lattiapinnoille ei ole tarvetta kohdistaa toimenpiteitä.

Merkkiainetutkimuksessa tilojen rakenneliittymien tiiviydessä havaittiin puutteita, vaikka tilat olivat lievästi ylipaineisia. Rakenneliittymien ollessa epätiivitä rakenteissa mahdollisesti olevat epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan. Ikkunoiden rakenneliittymät ovat listoitusten alla avonaisia seinien eristetilaan. Lattia- ja seinäliittymissä havaittiin tiiviyden puutteita ja ilmayhteys seinän eristetilasta sisäilmaan. Katto- ja seinäliittymissä on merkittäviä rakoja ja halkeamia, joiden kautta havaittiin ilmavuotoja. Ulkoseinä- ja ikkunaliittymät sekä lattia-, ulkoseinä- ja kattoliittymät tulee korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti huomioiden rakenneliittymien tiiviyden. Ulkoseinän ja yläpohjan höyrynsulkumuovien liittymät tulee korjata erillisen suunnitelman mukaan. Myös väliseinien avonaiset läpiviennit on suositeltavaa tiivistää. Rakenteiden kuntoa ei tässä selvityksessä tutkittu.

Rakennuksessa on riskirakenteena valesokkelirakenne. Valesokkelirakenne olisi suositeltavaa tutkia mahdollisten mikrobivaurioiden varalta. Rakenneliittymien puutteellisten tiivistysten vuoksi mahdolliset ulkoseinärakenteen epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisätiloihin.

Inva-wc tilassa 127 oli voimakas tunkkainen haju. Tilaan on suositeltavaa suorittaa hajuselvitys. Aistinvaraisten havaintojen perusteella hajua tulee lattiakaivosta, mutta myös muovimaton päästöt on suositeltavaa selvittää hajunäytteellä ja tarvittaessa VOC-tutkimuksella. Viemärin hajulukko on suositeltavaa puhdistaa.

Tavaroita säilytettiin kaappien päällä, mikä hankaloittaa siivousta. Tavarat on suositeltavaa säilyttää ovellisissa kaapeissa.

Henkilökunnan sisäänkäynnin kohdalla oleva sadevesi syöksytorvi vuotaa ja kastelee ulkoseinää. Syöksytorvi on suositeltavaa korjata.

Yläpohjan aluskatteessa oli havaittavissa mikrobivaurioita yläpohjan matalammilla reunoilla, mikä viittaa yläpohjan puutteelliseen tuulettuvuuteen. Yläpohjan tuulettuvuutta reuna-alueilla (räystäiden kautta) on suositeltavaa parantaa.

Tiloissa on Tuusulan kaupungin puolesta Freesi -järjestelmän paine-ero- ja olosuhdemittausjärjestelmä. Paine-erot vaihtelivat sisä- ja ulkoilman välillä -6 ... 3 Pa välillä ja tulokset olivat hyvällä tasolla eivätkä aiheuta tällä hetkellä toimenpiteitä. Vaihtelua tuloksiin aiheuttavat ilmanvaihdon lisäksi sääolosuhteet (tuulisuus, lämpötila) ja ovien avaaminen. Sisäilmälähtöisesti paine-eron on suositeltavaa olla lähellä tasapainoa $\sim 0 \dots -5$ Pa.

Sisäilman lämpötila vaihteli noin $+20 \dots +26$ °C ja tulokset olivat Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksen (2015) toimenpiderajojen mukaiset ($+20$ °C ... $+32$ °C). Sisäilman lämpötiloja on suositeltavaa tarkastella myös lämmityskaudella.

Hiilidioksidipitoisuudet vaihtelivat välillä 400 ... 860 ppm ja tulokset olivat Sosiaali- ja terveysministeriön toimenpiderajan (1 550 ppm) sisällä. Ilmanvaihto on riittävä tiloissa olleisiin henkilömääriin nähden. Hiilidioksidipitoisuuksia on suositeltavaa tarkastella myöhemmin uudelleen, jos henkilö määrä tiloissa lisääntyy.

Sisäilman suhteellinen kosteus vaihteli välillä 30 ... 69 % ja tulokset olivat tavanomaisia mittausjakson aikana ulkoilman olosuhteet huomioiden.

25.8.2020

Jyväskylä 25.8.2020

WSP Finland Oy

Laatinut:



Pinja Weijo
Projekti-insinööri, ins. (AMK)
Korjausrakentaminen

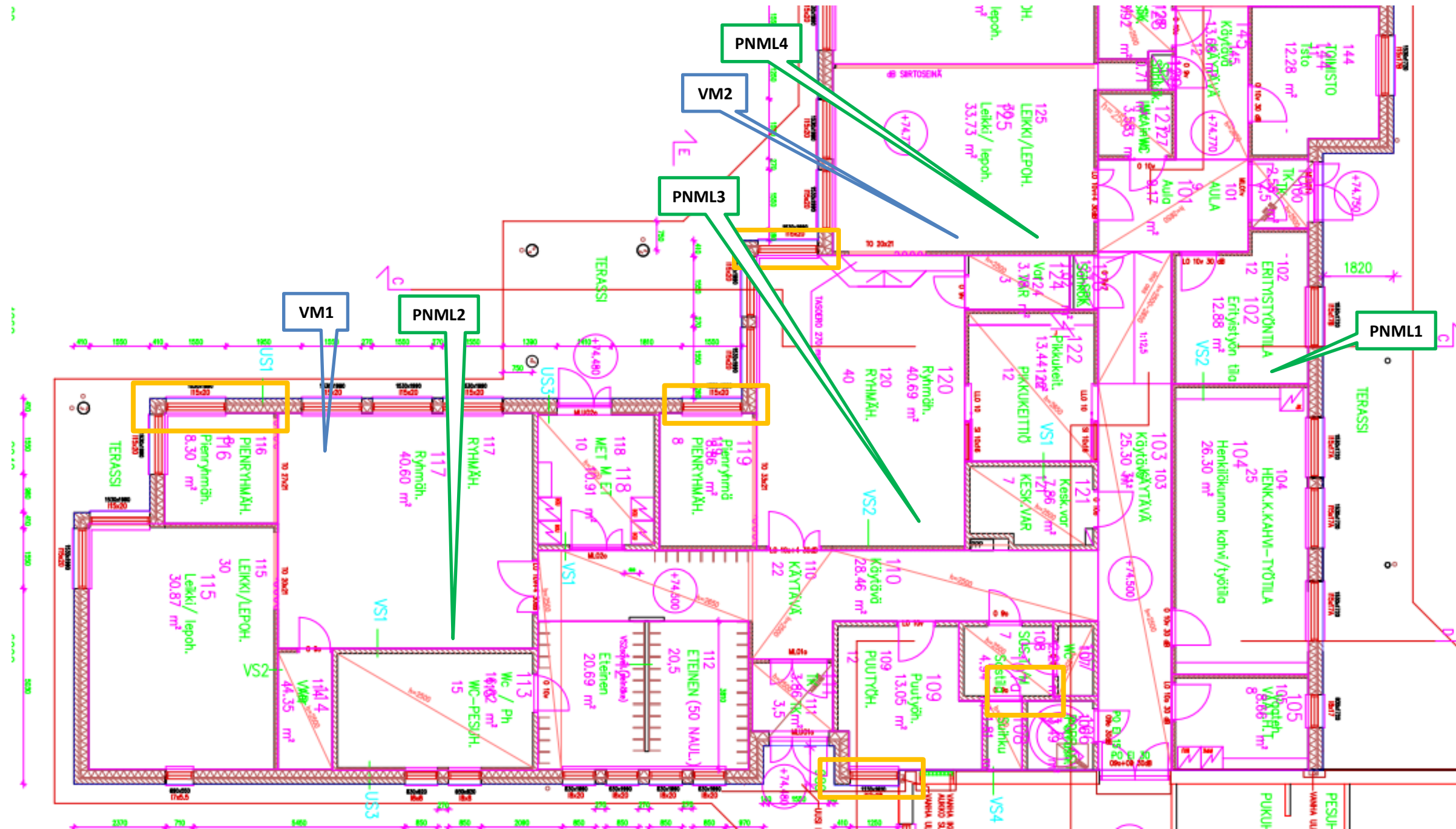
Tarkastanut:



Sanna Lappi
rakennusterveysasiantuntija, FM
C-9796-26-13

Liitteet

- 1) Pohjakuvat
- 2) WSP Finland Oy:n geeliteippinäytteiden kuituanalyysi 2006120843SS
- 3) Tutkimusmenetelmät, tulosten tulkinta, viitearvot ja epävarmuustarkastelu



PNML#	Mineraalikuitulaskeuma, kuitujen määrä ylittää asetetut raja-arvot		Merkkiainemittaus alue
PNML#	Mineraalikuitulaskeuma, kuitujen määrä tavanomainen		
VM#	Viiltomittaus		

Tilaaaja

WSP Finland Oy
Pasilan Asema-aukio 1
00520 Helsinki

Geeliteippinäytteen kuituanalyysi

Näytteenottokohde Kolsan päiväkot
Näytteenottaja Beata Kluczek-Turpeinen
Näytteenottopäivä 19.8.2020
Vastaanottopäivä 21.8.2020

1 Näytteenotto ja analysointi

Pinnoilta geeliteipeille otetut näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa (Kympinkatu 3 B, Jyväskylä). Laboratoriossa näytteistä on analysoitu mineraalikuidut (pituudeltaan >20 µm olevat lasikuidut sekä lasi- ja kivivillakuidut) polarisaatiomikroskoopilla 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.

Sosiaali- ja terveysministeriön 23.4.2015 antaman asetuksen mukaan teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja on kahden viikon pölykertymästä otetuissa näytteissä 0,2 kuitua/cm². 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. Näytteenottokohdat ja mineraalikuitujen pitoisuus geeliteippinäytteissä.

Näytteenottopaikka	Kuitupitoisuus, kpl/cm ²	Pölykertymä, vrk
1. Huone 102, kaapin päältä	0,1	14
2. Huone 117, kaapin päältä	0,1	14
3. Huone 120, kaapin päältä	< 0,1	14
4. Huone 125	< 0,1	14

<0,1 = alle määritysrajan, mineraalikuituja ei esiintynyt



21.8.2020

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Sisäilmalaboratorio

Outi Tolvanen
Erikoisasiantuntija, FT

Kirjallisuusviitteet

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 toimistotyyppisillä 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.

TUTKIMUSMENETELMÄT, TULOSTEN TULKINTA, VIITEARVOT JA EPÄVARMUUSTAR- KASTELU

Sisällysluettelo

1. Olosuhdemittaukset	3
1.1. Sisäilman lämpötila	3
1.2. Sisäilman suhteellinen kosteus	4
1.3. Sisäilman hiilidioksidi	4
2. Paine-ero	5
3. Teolliset mineraalivillakuidut	6
4. Kosteusmittaukset	6
4.1. Pintakosteuskartoitus	6
4.2. Viiltokosteusmittaus	6
4.2.1. Epävarmuustarkastelu	7
4.3. Rakennekosteusmittaus	7
4.3.1. Porareikämittausmenetelmä	7
4.3.2. Näytepalamittaus	7
5. Rakenteiden tiiveys merkkiainemittauksella	8
5.1.1. Epävarmuustarkastelu	8
6. Käytetyt mittalaitteet	9
6.1. Mittalaitteiden tarkkuus	9
Viitteet	9

1. 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).

1.1. 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 1: Lämpötilojen toimenpiderajat (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016).

	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	
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]			
$t_u \leq 0$ °C	< 23	< 23	
$0 < t_u \leq 20$ °C	< $23 + 0,2 \times t_u$	< $23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 27	< 27	
$t_u \leq 10$ °C			< 25 (26) ²⁾
$t_u > 10$ °C			< 27 (32) ²⁾

	S1	S2	S3
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 $t_{op} \pm 1,5$ °C. Jos samassa huoneessa on useita henkilöitä, käytetään lämpötilan tavoitetasona taulukossa esitettyjä tavoitearvoja

2) Suluissa 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 vaihteluvälin 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.

1.2. Sisäilman suhteellinen kosteus

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

Suosittelavana huoneilman suhteellisenä 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).

1.3. 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).

2. 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 2: 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 mittaushjeessa on ehdotus tiiviiden rakennusten paine-erojen tavoitetasoista. Tavoitetasot on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 3: Ilmanvaihtojärjestelmän aikaansaaman sisä- ja ulkoilman välisen paine-eron tavoitetaso (Rakennusten paine-erojen mittaushje -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 tehostusratkaisut, esim. tehostussäätöinen liesikupu, huomioitava 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

3. 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.

4. Kosteusmittaukset

4.1. 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

4.2. Viiltokosteusmittaus

Viiltomittauksella voidaan selvittää liimattavan lattiapäällysteen alapintaan ja liimakerrokseen kohdistuva todellinen kosteusrasitus. Viiltomittauksessa tehdään viilto lattiapäällysteeseen tutkittavalle kohdalle. Viilttoon asennetaan heti viillon teon jälkeen kosteusmittausanturi ja viiltokohta tiivistetään hyvin vesihöyrytiiviiksi.

Liimojen ja mattojen kriittisenä kosteuspitoisuutena pidetään 85 %RH päällystämisen 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).

4.2.1. Epävarmuustarkastelu

Lattiapäällysteen 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.

4.3. Rakennekosteusmittaus

4.3.1. Porareikämittausmenetelmä

Porareikämittaukset tehtiin RT-14-10984 ohjetta noudattaen. Porareikämittausmenetelmällä voidaan selvittää rakenteen kosteusprofiili. Menetelmä on tarkimmillaan lämpötilan ollessa + 15 ... + 25 °C.

Mittaussyvyyksien ja kosteuspitoisuuksien arvioinnissa on tehty noudattaen ohjeita: Betonirakenteiden päällystäminen (2008) ja Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi (2015).

4.3.2. Näytepalamittaus

Näytepalamittaus tehtiin RT 14-10984 ohjetta noudattaen. Rakenteeseen porataan kuivaporausmenetelmällä halkaisijaltaan 50 ... 100 mm reikä ennalta määritetyille mittaussyvyyksille. Poraus ulotetaan viisi millimetriä mittaussyvyuden yläpuolelle, jonka jälkeen porattu reikä puhdistetaan tasaiseksi piikkaamalla ja imuroimalla. Tämän jälkeen reiässä irrotetaan piikkaamalla betonikappaleita, jotka asetetaan tiiviiseen mittaussastiaan yhdessä suhteellisen kosteuden mittapään kanssa tasaantumaan vakio- ja lämpötilaan mittapään tasaantumisaikasta riippuen vähintään 5 ... 12 tunniksi. Vaaditun tasaantumisaikan jälkeen tulokset luetaan mittalaitetta käyttäen. Menetelmää voidaan käyttää tutkittavan rakenteen lämpötilan ollessa - 20 ... + 80 °C.

Taulukko 4: Betonialustan suhteellisen kosteuden (RH %) enimmäisarvot (Lähde: Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet).

Päällystemateriaali	Betonin RH (%) arviointisyvyydellä (A)	Betonin ja/tai tasoitteen RH (%) pinnassa ja 1 ... 3 cm:n syvyydellä (0,4 x A)
Muovimatot	85	

Päällystemateriaali	Betonin RH (%) arviointisyvyydellä (A)	Betonin ja/tai tasoitteen RH (%) pinnassa ja 1 ... 3 cm:n syvyydellä (0,4 x A)
Linoleumi	85	
Kumimatot	85	
Korkkilaatat	85	75
Tekstiilimatot, jossa tiivis alusta (vinyyli, kumi, kumilateksisively)	85	
Luonnonmateriaalista tehdyt tekstiilimatot	85	
Flokatut matot ja laatat	85	
Täyssynteettiset tekstiilimatot ilman alusrakennetta	90	75
Muovi-, kumi- ja linoleumilaatat	90	

5. 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.

Ilmavuotojen merkittävyys on arvioitu raportissa.

5.1.1. 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.

Erilaiset 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).

6. Käytetyt mittalaitteet

6.1. 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 2019

GANN Hydromette RTU 600, mittapää B 50

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

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

Levy rakenne / puu: < 40 = normaali kosteus; > 40 = kohonnut kosteus

GANN Hydromette RTU 600, mittapää M 18

< 10 paino-% = kuiva

10 – 15 paino-% = hieman koholla

15 – 20 paino-% = koholla

> 20 paino-% = kastunut

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

Käytetty kaasuseos: Formier 5

Minneapolis Model 4 (230 V) Blower Door –tiiveysmittauskalusto

Käyttöalue (50 Pa): 8...7200 m³/h

Viitteet

- 1) A-Insinöörit, 2019. Rakennusten paine-erojen mittausohje -projektin loppuraportti.
- 2) Järnström Helena, 2005. Muovimattopinnoitteen lattiarakenteen VOC-emissiot sisäongelmatapauksissa. VTT julkaisu 571.
- 3) Järnström Helena, 2007. Reference values for building material emissions and indoor air quality in residential buildings. VTT Publications 672.
- 4) Kallio Sanna, 2017. Sisäilmatutkimusten mittaus- ja näytteenottotapahtuman sanallinen epävarmuustarkastelu. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikan ja liikenteen ala.
- 5) Keinänen Hanna, 2013. Hyvät tutkimustavat betonirakenteisten lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin. Opinnäytetyö. Itä-Suomen yliopisto, koulutus- ja kehittämiskeskus Aducate.
- 6) Nordtest, 1998. NT Build 484. Building materials: Emission of volatile compounds – On-site measurements with Field and Laboratory Emission Cell (FLEC).
- 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 mittaust.
- 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 ilmanvaihdosta, 1009/2017, Ympäristöministeriö.
- 15) 1994/763 Terveysturvallisuuslaki.
- 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) Kansanterveyslaitos, 2008. Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Opas ongelmien selvittämiseen.
- 20) Ympäristöministeriö, toim. Miia Pitkäranta, 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus.
- 21) Pessi & Jalkanen, 2018. Laboratorio-opas – Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy.
- 22) <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot> (luettu 28.8.2019).
- 23) Salonen Heidi (ym.), 2011. Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Työterveyslaitos.
- 24) Työterveyslaitos, 2012. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden tavoitetasot teollisten työympäristöjen yleisilmassa, tavoitetaso TY-01-2012, www.ttl.fi/tavoitetasot
- 25) Työterveyslaitos, 2010. Mineraalikuittujen siivousohje.
- 26) Työterveyslaitos, 2016. Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen. Yhteistyössä Kosteus- ja hometalkoot ja Suomen JVT- ja Kuivausliikkeiden Liitto ry.
- 27) Työterveyslaitos, 2017. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen.
- 28) Työterveyslaitos, 2019. Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla. Päivitetty 19.3.2019.
- 29) Työterveyslaitos, 2020. Teolliset mineraalikuidut toimistotyypisissä työtiloissa. Esiintyminen, altistumisen arviointi, terveysvaikutukset ja päästöjen hallinta. ISBN 978-952-261-916-7.
- 30) Terveysturvallisuuslaitos, 2017. Otsonointi sisäympäristössä, kirjallisuuskatsaus.