

TUUSULAN KAUPUNKI

HYRYLÄN PÄIVÄKOTI

SISÄILMAAN LIITTYVÄT TUTKIMUKSET

6.5.2020



313886

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
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 ja käytetyt laboratoriot	5
1.5. Käytössä olleet asiakirjat	6
1.6. Korjaushistoria.....	6
2. Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset	7
2.1. Olosuhdemittaukset (hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus).....	7
2.2. Paine-eromittaukset.....	7
2.3. VOC-ilmanäytteet	7
2.4. Teolliset mineraalivillakuidut	7
2.5. Havainnot ja mittaukset	8
2.5.1. Merkkiainetutkimukset	8
2.5.2. Havainnot	9
2.5.3. Kosteusmittaukset	12
2.5.4. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	13
3. Ilmanvaihdon selvitykset	14
3.1. Ilmanvaihtojärjestelmät	14
3.1.1. Havainnot	14
3.1.2. Ilmanvaihtokoneet ja varusteet	15
3.1.3. Ilmanvaihtokanavat ja varusteet.....	16
3.1.4. Päätelaitteet ja ilmanjakotapa	17
3.1.5. Ilmamäärämittaukset	18
3.1.6. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	18
4. Yhteenveto ja johtopäätökset	19
5. Toimenpide-ehdotukset	19
Liitteet	20

6.5.2020

Tiivistelmä

Sisäilmaan liittyvät tutkimukset koskivat Hyrylän päiväkodin seuraavia tiloja: esimiehen työhuone, palaverihuone, kahvihuone, Menninkäisten tila, Pörriäisten tila, Tiitiäisten tila ja Haituloiden tila. Rakennus on valmistunut vuonna 1971 ja se on suunniteltu purettavaksi muutaman vuoden sisällä.

Tutkimusten yhteydessä ei tehty sisäilman olosuhteiden (hiilidioksidi, lämpötila, kosteus) pidempikestoista seurantamittausta, koska tiloissa oli tavanomaista vähemmän lapsia ja henkilökuntaa paikalla koronaepidemian vuoksi. Mittaukset tehdään myöhemmin syksyllä henkilömäärän ollessa normaalilla tasolla.

Tilojen sisäilma havaittiin hieman tunkkaiseksi. Sisäilman kemiallisten yhdisteiden VOC-mittauksissa pitoisuudet olivat kuitenkin tavanomaisia.

Tilojen rakenneliittymien tiiviyyttä tarkasteltiin merkkiainetutkimusten sekä aistinvaraisten havaintojen avulla. Rakenteista havaittiin merkkiainevuotoa ikkuna- ja seinäliittymistä, paikoin lattia- ja seinäliittymistä sekä pistorasioiden ja patterikannakkeiden kautta. Alapohjan ja ulkoseinien liittymät sekä läpiviennit on suositeltavaa tiivistää erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

Tiiliväliseinien alaosissa esiintyi paikoin kosteuspoikkeamaa ja maalipinta irtosi alustasta. Todennäköisesti tiiliväliseinien alaosiin nousee kosteutta seinänturoiden kautta maaperästä. Pukuhuoneen ja keittiön väliseinän kosteusvaurio voi aiheutua myös siivousvesistä. Tiiliväliseinien kosteusvauriot on suositeltavaa korjata ja estää kosteuden nousu rakenteeseen erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

Lattioiden kosteusmittauksissa havaittiin kohonneita kosteuksia kahvihuoneen, pukuhuoneen ja pukuhuoneen yhteydessä olevien wc-tilojen lattioissa. Lattioiden kosteuspoikkeamien syy on suositeltavaa selvittää, estää kosteuden pääsy rakenteeseen ja uusia lattiapinnoitteet erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

Rakennuksessa on alaslasketut umpinaiset lastulevykatot. Alaslasketujen kattojen tekniikkatiloissa havaittiin paikoin pölyä, villapaloja ja putkien ympärillä pinnoittamatonta villaa. Kattojen alaslaskutiloista on mahdollista kulkeutua pölyjä ja epäpuhtauksia sisäilmaan. Alakattotilat on suositeltavaa puhdistaa mahdollisuuksien mukaan tarkastusluukkujen kautta ja tiivistää luukut. Pinnoittamattomat putkieristeet on suositeltavaa pinnoittaa ja estää kuitujen irtoaminen.

Tiloissa säilytetään paljon tavaroita työpöydillä, kaappien päällä ja avohyllyillä. Tavaroiden säilytykseen on suositeltavaa hankkia ovellisia kaappeja, jolloin pölyjä ei pääse kertymään pinnoille ja vapaat pinnat on helppo puhdistaa.

Rakennus on käyttöikänsä päässä ja se on suunniteltu purettavaksi muutaman vuoden sisällä. Rakenteiden mikrobiologisesta kunnosta ei ole tietoa. Rakennuksen käyttöä turvaavana toimenpiteenä suositellaan tilojen ylipaineistamista tiivistyskorjausten lisäksi erillisen suunnitelman mukaan. Ylipaineistamisella vähennetään sisäilman epäpuhtauksia, jolloin ilmavirtauksien suunta on sisätiloista epäpuhtauslähteisiin päin. Ilmanvaihdon ilmamäärät on mitoitettava erillisen suunnitelman mukaisesti.

6.5.2020

1. Kohde- ja lähtötiedot

1.1. Yleistiedot

Tilaaaja: Tuusulan kunta, tilapalvelut
Osoite: Hyryläntie 16
Yhteyshenkilö: Esa Koskinen
Puhelinnumero: 040 314 2243
Sähköposti: esa.koskinen@tuusula.fi

Tutkija: WSP Finland Oy
Osoite: Kämpinkatu 3 B, 40320 Jyväskylä
Yhteyshenkilö: Sanna Lappi
Puhelinnumero: 040 7494866
Sähköposti: sanna.lappi@wsp.com

Kohde: Hyrylän päiväkot
Osoite: Väinöläntie 6, 04300 Tuusula
Tutkimuspäivä(t): 15. ja 16.4.2020

Rakennusvuosi: 1971
Rakennusten määrä: 1
Kerroksia: 1
Kokonaisala: 747 m²

Ilmanvaihto: Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla
Lämmitysmuoto: Kaukolämpö, vesikiertoiset lämmityspatterit

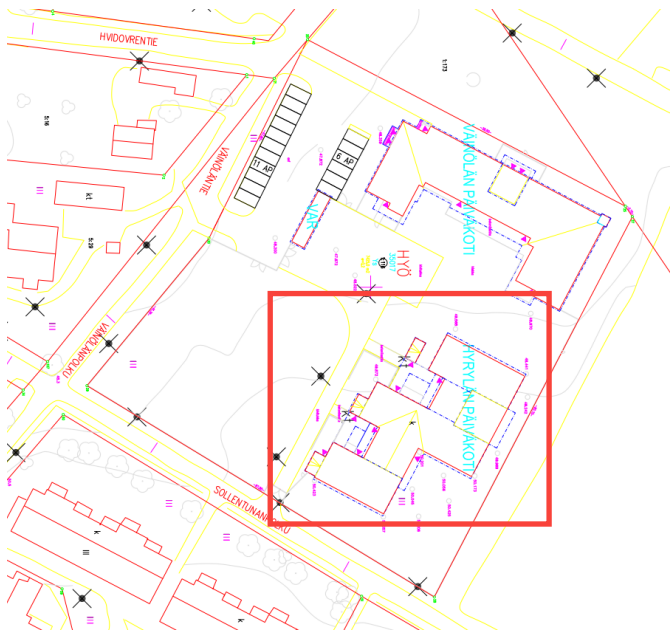
1.2. Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuksen kohteena oli vuonna 1971 rakennettu päiväkotirakennus osoitteessa Väinöläntie 6, Tuusula. Rakennuksessa on yksi kerros.

Saatujen lähtötietojen mukaan rakennus on puu- /tiilirunkoinen ja pulpettikattoinen. Alapohjarakenteena on maanvarainen teräsbetoni-laatta, paikoin koolattu levyllä. Ulkoseinissä on ns. valesokkelirakenne. Yläpohja on puurakenteinen ja yläpohjaeristeenä on puhallusvilla. Vesikatteenä on maalattu saumapeltikate.

Seuraavassa paikannuskuvassa (kuva 1.) on esitetty toimeksiantoon kuuluva alue.

6.5.2020



Kuva 1: Paikannuskuva, johon on rajattu Hyrylän päiväkoti.

1.3. Toimeksianto ja tutkimuksen tarkoitus

Tuusulan kaupungin tilapalvelupäällikkö Esa Koskinen tilasi kohteeseen sisäilmatutkimuksen. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakennuksen sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä, rakenteiden tiiveyttä ja rakenteiden kosteuksia sekä ilmanvaihtojärjestelmien kuntoa ja toimivuutta.

1.4. Tutkimuksen rajausta ja käytetyt laboratoriot

Tilajalta saatujen lähtötietojen perusteella kohteeseen on laadittu tutkimussuunnitelma WSP Finland Oy:n toimesta, joka on päivätty 08.04.2020. Tutkimukset tehtiin laaditun tutkimussuunnitelman mukaisesti sekä tutkimusten aikana havaitut seikat huomioon ottaen.

Tutkimukset koskivat seuraavia tiloja: esimiehen työhuone, palaverihuone, kahvihuone, Menninkäisten tila, Pörräisten tila, Tiitiäisten tila ja Haituloiden tila.

Sisäilmatutkimuksessa kartoitettiin aluksi mahdollisia ongelmakohtia aistinvaraisesti havainnoiden. Tarkastuksien yhteydessä lattiapinnat käytiin läpi pintakosteusmittauksin ja alakatto- sekä muita tekniikkatiloja tarkastettiin pistokoeluntuotoisesti. Rakenteiden liitoskohtien tiiveyttä selvitettiin merkkiainetutkimuksilla. Ilmanvaihdon toimivuutta ja puhtautta tutkittiin aistinvaraisesti sekä mittauksen avulla. Tutkimuksessa ei selvitetty rakenteiden kuntoa, koska rakennus puretaan lähivuosina.

Kenttätutkimukset kohteella tehtiin huhtikuussa 2020. Tutkimukset tekivät rakennusterveysasiantuntija, FM Sanna Lappi ja rakennusterveysasiantuntija ins. (AMK) Jaana Sojakka WSP Finland Oy:stä.

6.5.2020

VOC- ja kuitunäytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on FINAS akkreditoitu testauslaboratorio T283, jonka pätevyysalueena ovat asumisterveyskemia ja -mikrobiologia. Laboratoriolla on myös Ruokaviraston hyväksyntä mikrobiologisille ja kemiallisille asumisterveystutkimuksille.

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

1.5. Käytössä olleet asiakirjat

Käytössä olivat rakenteiden leikkauspiirustukset, ilmanvaihtokuvat ja tilojen pohjakuva.

- 2006, rakenteiden leikkauspiirustus, Sillman Oy
- 2006, ilmanvaihtokuva, LVIS-Insinööritoimisto Timo Vättö Oy

Tutkimuksen lähtöaineistona on ollut käytettävissä seuraavat asiakirjat kiinteistöön tehdyistä mittauksista, tutkimuksista ja kartoituksista:

- 18.4.2018, Sisäilmatutkimusraportti, PH Ympäristötekniikka Oy

Korkeimmat kosteustasot olivat henkilökunnan pukuhuoneen WC-tiloissa. Tiitäisten ja Haituloiden tiloissa hiilidioksidipitoisuus olivat noin 900 ppm tasolla, jolloin sisäilma voidaan kokea tunkkaisena. Mittausjakson aikainen sisäilman lämpötilojen keskiarvo oli Haituloissa ja Tiitäisissä alle asetuksen toimenpiderajan 20°C. Menninkäisten tilan sisäilman mikrobiinäytteen mikrobisuvusto oli hieman tavanomaisesta poikkeava. Menninkäisten ja Pörräisten tilojen laskeutuneen pölyn mineraalikulujen määrät ylittivät asetuksen toimenpiderajan. Tuloilmakanavissa havaittiin runsaasti ulkoilmapölyä.

- 6.6.2012, Kuntoarvio, Raksystems Anticimex

1.6. Korjaushistoria

Korjaustietoja ei ollut käytettävissä.

6.5.2020

2. Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

2.1. Olosuhdemittaukset (hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus)

Tutkimusten yhteydessä ei tehty olosuhdemittauksia, koska tiloissa ei ole tavanomaista määrää lapsia ja henkilökuntaa paikalla (koronaepidemia). Olosuhdemittaukset tehdään sitten, kun tilanne on palautunut normaaliksi.

2.2. Paine-eromittaukset

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-erovaihtelua seurattiin kahvi- ja palaverihuoneessa. Mittausjakso oli noin kaksi viikkoa välillä 16. – 29.4. 2020.

Paine-erot vaihtelivat -15,5 ... 19,0 Pa välillä. Tuloksissa on suurta vaihtelua, joka aiheutuu ilmanvaihdon lisäksi sääolosuhteista (tuulisuus, lämpötila) ja ovien avaamisesta. Paine-eron keskiarvot olivat noin +1,0 Pa. Tulokset alittavat Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeiden toimenpiderajan (-15 Pa). Sisäilmalähtöisesti paine-eron on suositeltavaa olla lähellä tasapainoa ~0 ... -5 Pa. Mittaustulokset on esitetty graafisesti raportin liitteenä.

2.3. VOC-ilmanäytteet

Tiloista otettiin sisäilman VOC-näytteitä yhteensä 2 kpl. Analyysivastaus on tämän raportin liitteenä ja näytteiden tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 1: Sisäilman VOC-näytteiden tulosten tulkinta. Näytteenottopäivämäärä 16.4.2020.

Näyte	Tila	Tulkinta
INVO1	Palaverihuone	Tulos tavanomainen
INVO2	Esimiehen huone	Tulos tavanomainen

VOC-ilmanäytteiden haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet, TVOC (<15 µg/m³) olivat alle Sosiaali- ja terveysministeriön antaman toimenpiderajan (400 µg/m³). Muovimaton ja liiman kosteusvaurioitumiseen viittaavan 2-etyyli-1-heksanolin pitoisuudet (<1-1 µg/m³) olivat alle Sosiaali- ja terveysministeriön antaman toimenpiderajan (10 µg/m³).

Myös Työterveyslaitoksen (2019) toimistoille annetut viitearvot alittuivat niin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärän (TVOC) kuin yksittäisten yhdisteiden osalta.

2.4. Teolliset mineraalivillakuidut

Rakennuksen ilmanvaihtokoneesta otettiin mineraalikuitunäytteitä 2 kpl. Näytteet otettiin iv-koneen äänenvaimentimien jälkeen tulokanavasta. Analyysivastaus on tämän raportin liitteenä ja näytteiden tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 2: Mineraalikuitunäytteiden tulosten tulkinta. Näytteenottopäivämäärä 16.4.2020.

Näyte	Tila	Tulkinta
PNMT1	Ilmanvaihtokone, lämmityspatterin jälkeen, äänenvaimentimen päältä	tavanomainen
PNMT2	Ilmanvaihtokone, lämmityspatterin jälkeen, äänenvaimentimen päältä	tavanomainen

6.5.2020

Ilmanvaihtokoneesta otetuissa teippinäytteissä mineraalikuitujen määrät olivat 2,6 ja 12,9 kpl/cm². Tulokset ovat Työterveyslaitoksen viitearvoissa.

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

2.5. Havainnot ja mittaukset

2.5.1. Merkkiainetutkimukset

Lattian ja seinien liitoskohtien tiiveyttä tarkasteltiin merkkiainetutkimusten sekä aistinvaraisen havaintojen avulla. Tutkimushetkellä sisätilojen paine-ero ulkoilmaan nähden oli -3 ... +3 Pa. Merkkiaineikaasua laskettiin ulkoseinän eristetilaan rakennuksen ulkopuolelta poraamalla. Alapohjan eristetilaan ja hiekkatilaan merkkiaineikaasu laskettiin rakennuksen sisäpuolelta poraamalla.

Merkkiaineikaasuvuotoa havaittiin lattian ja seinän liitoskohdilla kauttaaltaan puurakenteisen levylattian kohdalla (Pörriäiset). Pörriäisten tilassa lattian muovimattoa ei ole nostettu seinälle niin kuin muissa tiloissa nosto on tehty. Betonirakenteisen alapohjan kohdalla merkkiainevuotoa havaittiin ainoastaan nurkassa, jossa myös aistinvaraisesti oli muovimattossa halkeamaa.

Ulkoseinissä merkkiaineikaasuvuotoa havaittiin rakenneliittymistä nopeasti ja paine-ero oli lähellä tasapainoa (0 Pa). Ilmavuotoa havaittiin ikkuna- ja seinäliittymistä, seinäliittymistä ja patterikannakkeiden kohdilta.

Rakenneliittymissä havaittiin epätiiveyttä aistinvaraisesti. Merkkiainetutkimusten tuloksia ja aistinvaraisia havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa.



Kuva 2: Haituloiden tilassa ilmavuotoa havaittiin ikkuna- ja väliseinäliittymistä.



Kuva 3: Palaverihuoneessa ilmavuotoa havaittiin väliseinä- ja ulkoseinäliittymässä.

6.5.2020



Kuva 4: Haituloiden tilassa ilmavuotoa havaittiin pienellä alueella nurkassa lattia- ja seinäliittymästä (kohdalla matossa halkeama).



Kuva 5: Palaverihuoneessa rakoa ulkoseinällä olevaan kotelointiin.



Kuva 6: Tiiliväliseinien ja alapohjan liittymät eivät ole tiiviitä.

2.5.2. Havainnot

- Tiloissa ilma oli hieman tunkkaista, kun ikkunat olivat kiinni (henkilökunta pitää ikkunoita usein auki)
- Tiiliväliseinien alaosissa paikoin kosteudesta johtuvaa maalipinnan hilseilyä
- Henkilökunnan pukuhuoneen WC tiloissa altaan kohdalla lastulevyissä kosteusvauriojälkiä (roiskevesiä päässyt käsiä pestessä)
- Alaslaskettujen kattojen tekniikkatilassa paikoin puhallusvillaa (todennäköisesti päässyt yläpohjasta)
- Alaslaskettujen kattojen tekniikkatiloissa paikoin pinnoittamatonta mineraalikuitueristettä

6.5.2020

- Paikoin kaappien kaappien ja työpöytien päällä säilytetään tavaroita, mikä hankaloittaa pintojen siivousta (kaappien päälliset, jotka olivat tyhjiä, pinnoille kertyvät pölymäärät olivat vähäisiä)
- Osassa tiloissa tavaroita säilytetään avohyllyissä, jotka keräävät pölyä
- Paikoin lattiarakenteena koolattu levyrakenne, lattia ”narisee” (levylattia oli Pörräisten tilassa ja viereisessä käytävässä)



Kuva 7: Pukuhuoneen tiiliväliseinän alaosassa kosteuspoikkeamaa ja maalipinnan irtoamista.



Kuva 8: Käytävällä askartelutilan edessä tiiliväliseinän alaosassa kosteuspoikkeamaa ja maalipinnan irtoamista.



Kuva 9: Henkilökunnan pukuhuoneen WC:ssä lastulevyssä kosteusvauriojälkiä altaan kohdalla.



Kuva 10: Tiloissa avohyllyjä, jotka keräävät pölyä.

6.5.2020



Kuva 11: Pörräisten WC:ssä viemäriputken saumaus epätiivis.



Kuva 12: Tiitäisten leikkihuoneen lattiatasossa oleva putki on suositeltavaa kannakoida paremmin.



Kuva 13: Alaslaskettujen kattojen tekniikkatilassa paikoin puhallusvillaa.



Kuva 14: Alaslaskettujen kattojen tekniikkatiloissa paikoin pinnoittamatonta mineraalivillaeristettä.

6.5.2020



Kuva 15: Kahvitila, kaappien päällä vähäiset pölykertymät.



Kuva 16: Kaappien päällä säilytetään tavaraa, mikä estää pintojen siivousta.



Kuva 17: Sadeveden syöksyputken liitos vuotaa.



Kuva 18: Rännikaivo tukossa.

2.5.3. Kosteusmittaukset

Tutkittavien tilojen lattioiden ja seinien alaosiin tehtiin pintakosteuden mittaukset. Kosteuspoikkeamaa havaittiin henkilökunnan kahvihuoneen, pukuhuoneen ja pukuhuoneen yhteydessä olevien WC-tilojen lattioissa. Muovimaton ja tasoitteen välistä mitatuissa viiltokosteusmittauksissa kohonneita arvoja oli kahvihuoneessa ja pukuhuoneessa. Tiiliväliseinien alaosissa havaittiin paikoin kosteuspoikkeamaa esimiehen toimistossa, pukuhuoneessa, askartelutilassa ja viereisellä käytävällä. Kosteuspoikkeama-alueet on merkitty liitteenä olevaan pohjakuvaan.

6.5.2020

Taulukko 3: Viiltomittauksen tulokset. Kosteusmittaukset tehtiin 16.04.2020.

Mittauspiste	Sijainti	Rakenne	RH [%]	T [°C]	abs [g/m ³]
Ulkoilma	---	---	85,0	3,0	5,1
Sisäilma	Kahvihuone	---	28,1	22,9	5,7
Sisäilma	Haitulat	---	31,0	20,5	5,5
VM1	Kahvihuone	Alapohja	79,3	21,2	14,7
VM2	Pukuhuone	Alapohja	78,6	20,3	13,8
VM3	Haitulat	Alapohja	59,8	20,6	10,7



Kuva 19: Kahvitilassa pintakosteusmittauksissa havaittiin poikkeamaa.



Kuva 20: Pukuhuoneen tiiliväliseinässä oli kosteuspoikkeamaa.

2.5.4. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tutkittuihin tiloihin tehtiin hetkellisiä olosuhdemittauksia sekä kahden viikon mittausjakson paine-ero seuranta. Olosuhdemittausten lämpötilan ja suhteellisen kosteuden osalta tulokset olivat tavanomaisena pidettäviä. Tilojen lattiat tuntuivat aistinvaraisesti viileiltä ja talvi-aikana on suositeltavaa tehdä rakennuksen lämpökamerakuvaus pintalämpötilojen ja lämpövuotojen selvittämiseksi.

Sisäilman VOC-näytteissä pitoisuudet olivat tavanomaisen pieniä eikä näytteissä esiintynyt epätavanomaisia yhdisteitä.

Sisä- ja ulkoilman väliset paine-erojen mittaustulokset olivat kahden viikon seurantajaksonsa lähellä tasapainoa, keskiarvot noin +1 Pa. Tuloksissa on vaihtelua paljon ulkoilman olosuhteista johtuen. Rakennus on käyttöikänsä päässä ja se on suunniteltu purettavaksi muutaman vuoden sisällä. Rakenteiden mikrobiologisesta kunnosta ei ole tietoa. Rakennuksen käyttöä turvaavana toimenpiteenä suositellaan tilojen ylipaineistamista erillisen suunnitelman mukaan. Ylipaineistamisella vähennetään sisäilman epäpuhtauksia, jolloin ilmavirtauksien suunta on sisätiloista epäpuhtauslähteisiin päin.

Rakennuksessa on alaslasketut umpinaiset lastulevykatot. Levytyksiin on paikoin tehty tarkastusluukuja, jotka on peitetty metallilevyillä. Peitelevyjien reunat eivät ole tiiviitä. Alaslasketujen kattojen tekniikkatiloissa havaittiin paikoin pölyjä, villapaloja ja putkien ympärillä pinnoittamatonta villaa. Kattojen alaslaskutiloista on mahdollista kulkeutua pölyjä ja

6.5.2020

epäpuhtauksia sisäilmaan. Alaslaskettujen kattojen tekniikkatilat on suositeltavaa puhdistaa mahdollisuuksien mukaan katon tarkastusluukkujen kautta ja tiivistää luukut. Pinnoittamattomat putkieristeet on suositeltavaa pinnoittaa ja estää kuitujen irtoaminen.

Työpöydillä ja kaappien päällä oli paikoin paljon tavaraa. Pöydillä ja kaappien päällä ei ole suositeltavaa säilyttää ylimääräisiä tavaroita, jotta pinnat päästään pyyhkimään. Tavaroiden säilytykseen on syytä hankkia ovellisia kaappeja, jolloin pölyjä ei pääse kertymään pinnoille.

Tilojen lattioiden ja seinien liitoskohtien tiivyyttä tarkasteltiin merkkiainemittauksen sekä aistinvaraisten havaintojen avulla. Tutkimushetkellä sisätilojen paine-ero ulkoilmaan nähdessä oli -3 ... +3 Pa. Rakenteista havaittiin merkkiainevuotoja ikkuna- ja seinäliittymistä, lattia- ja seinäliittymistä sekä pistorasioista ja patterikannakkeiden kautta. Alapohjan ja ulkoseinien liittymät sekä läpiviennit on suositeltavaa tiivistää erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

Tutkittavien tilojen lattioiden ja seinien alaosat käytiin läpi pintakosteusmittauksin. Kosteuspoikkeamaa havaittiin henkilökunnan kahvihuoneen, pukuhuoneen ja pukuhuoneen yhteydessä olevien WC-tilojen latioissa. Muovimaton ja tasoitteen välistä mitatut kosteuskokemukset olivat kohonneita kahvihuoneessa ja pukuhuoneessa. Lattioiden kosteuskokemusten syy on suositeltavaa selvittää ja uusita lattiapinnoitteet. Tiiliväliseinien ala-osaan havaittiin paikoin kosteuskokemaa esimiehen toimistossa, pukuhuoneessa, askartelutilassa ja viereisellä käytävällä. Todennäköisimmin tiiliväliseinien alaosiin nousee kosteutta maaperästä seinänturan kautta. Pukuhuoneen ja keittiön väliseinän kosteuskokema voi myös johtua keittiön siivousvesien pääsystä seinärakenteeseen. Tiiliväliseinien kosteusvauriot on suositeltavaa korjata ja estää kosteuden nousu rakenteeseen erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

Rakennuksen ulkopuolella sadevesien rännikaivo oli tukossa (hiekkaa kaivossa ja vedet tulivat yli). Lisäksi sadevesien syöksyputki oli kaakon puoleisella sivulla jatkettu, liitos ei ollut tiivis tai putki oli tukossa. Sadevesien rännikaivot, syöksyputket ja kourut on suositeltavaa puhdistaa.

3. Ilmanvaihdon selvitykset

3.1. Ilmanvaihtojärjestelmät

3.1.1. Havainnot

Kiinteistössä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla. Ilmanvaihtokoneena on Mastervent Oy:n laitteisto vuodelta 2007. Lämmöntalteenotto on toteutettu ristivirtauslevylämmönsiirtimellä. Konepaketin tulo- ja poistopuhaltimet ovat taajuusmuuttajaohjattuja. Vesikatolla on erillinen huippuimuri keittiölle. Päiväkodin ilmanvaihtokanavat on puhdistettu vuonna 2018.

Ilmanvaihtokoneen toiminta-ajat ovat 1/1 teholla kello 5.30 – 18 ja muuna aikana puoliteholla.

Koneelle tehtiin pinta- sekä sisäpuoliset tarkastukset koneen ollessa pysähdyksissä. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän puhtautta tarkasteltiin koneiden sisältä ja päätelaitteiden takaa. Ilmamäärien tarkastusmittauksia tehtiin tutkituista tiloista.

3.1.2. Ilmanvaihtokoneet ja varusteet

Alla olevassa taulukossa on esitetty koneiden toiminta-alueet ja sijainti.

Taulukko 4: Ilmanvaihtokoneiden yleistiedot.

Konepositio	Palvelualue	Valmistusvuosi	Sijainti/Huomio
TK1/PK1	Rakennuksen tulo- ja poistoilmanvaihto	2007	iv-konehuoneessa

Koneiden suodattimet on uusittu säännöllisesti kaksi kertaa vuodessa, viimeksi syksyllä 2019. Suodattimien suositeltu uusintaväli on 2-3 kertaa vuodessa.

Suodatinten kuntoa tarkastellessa havaittiin tuloilmasuodattimien olevan likaantunut. Suodattimet on vaihdettu viime syksynä. Suodattimen ohivuotoja ei havaittu. Tuloilman äänenvaimentimet on uusittu ja äänenvaimentimena on polyesterinen materiaali.

Koneiden teknistä käyttöikää määrittävät lähinnä puhaltimien iät, jotka kyseisessä koneessa ovat lähtökohtaisesti 25...30 vuotta. Koneiden käyntiäänissä ei havaittu ongelmia ja koneiden yleiskunto on hyvä.



Kuva 21: Rakennuksen ilmanvaihtokone.



Kuva 22: Tuloilmasuodatin likaantunut.

6.5.2020



Kuva 23: Poistoilmapuhaltimen pohjalla kosteus- tai öljyjälkiä.



Kuva 24: Palaverihuoneessa korvausilmaventtiili.

3.1.3. Ilmanvaihtokanavat ja varusteet

Rakennuksen ilmanvaihtokanavat ovat sinkitystä teräksestä valmistettua kierresaumakanavaa ja osin kanttikanavaa. Kanavien tekninen käyttöikä ei yleisesti määrydy mekaanisen kulumisen suhteen. Käyttöiän määrittäminen riippuu yleensä tilakohtaisten muutostöiden aiheuttamista ilmavirtojen muutoksista, jolloin kanavakokoja tulee suurentaa tai pienentää tarpeiden mukaisesti. Lisäksi muutostöitä edellyttävät järjestelmät, joissa on käytetty materiaaleja, jotka mahdollistavat sisäilman laadun heikkenemisen.

Ilmanvaihtokanavistojen puhtautta tarkasteltiin pistokoelun avulla ja mahdollisuuksien mukaan päätelaitteiden takaa ja huoltoluukkujen kautta. Huoltoluukkuja oli kanavistossa vähän. Luukkuja ei ollut suunnitelmiin merkityillä kohdilla.

Ilmanvaihtolaitteiden puhdistaminen ja huoltovelvoite määritellään seuraavasti:

"Rakennuksen omistajan, haltijan ja toiminnanharjoittajan on yleisten tilojen ja koko rakennusta palvelevien järjestelyjen osalta sekä huoneiston haltijan hallinnassaan olevien tilojen osalta huolehdittava, että: ilmanvaihtokanavat ja -laitteet on huollettu ja puhdistettu siten, että niistä ei aiheudu tulipalon vaaraa" (Pelastuslaki 29.4.2011/379, 3 luku 13 §).

Silmämääräisesti arvioituna tulokanavistolla ei ole välitöntä puhdistamisen tarvetta.

Ilmanvaihtojärjestelmän säätö- ja puhdistustyö on tehty saatujen dokumenttien mukaisesti toukokuussa 2018.

6.5.2020



Kuva 25: Haituloiden tila, tuloilmakanava puhdas.

3.1.4. Päätelaitteet ja ilmanjakotapa

Tilojen ilmanvaihto on toteutettu sijoittamalla tulo- ja poistoilman päätelaitteet pääsääntöisesti kaikkiin tiloihin. Päätelaitteet ovat kattohajottajia ja kartioventtiilejä. Tiloissa on sekoittuva ilmanjakotapa, jonka voidaan katsoa toimivaksi rakennuksen eri tilojen kannalta. Osassa tiloja on lisäksi korvausilmaventtiileitä.

Päätelaitteet olivat tutkimushetkellä puhtaita. Päätelaitteiden puhtaanapidosta tulee huolehtia puolivuositain.

Tuloilman liikettä tutkittiin merkkisavun avulla eri tiloissa. Tuloilma leviää kattohajottajasta tilaan. Päätelaitteelta voi suunnata tarvittaessa ilmaa haluttuun kohtaan.



Kuva 26: Tiloissa oleva tuloilmapäätelaitte.



Kuva 27: Osassa tuloilmapäätelaitteita on irrotettava/uusittava äänenvaimennin.

6.5.2020



Kuva 28: Tiloissa oleva poistoilmapäätelaite.

3.1.5. Ilmamäärämittaukset

Ilmavirtamittauksia tehtiin neljässä tilassa. Tulokset ovat esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 5: Ilmavirtamittauksien tulokset.

Tila	Tyyppi	Päätelaite	Suunniteltu (dm ³ /s)	Mitattu (dm ³ /s)	Erotus
Kahvihuone	PMTd160	tulo	40	31	-23%
	KSO125	poisto	-20	-22	10%
Haitulat	PMTd160	tulo	60	66	10%
	KSO160	poisto	-27,5	-21	-24%
	KSO160	poisto	-27,5	-21	-24%
Esimiehen huone	PMTd160	tulo	30	41	37%
	KSO100	poisto	-10	-17	70%
Palaverihuone	PMTd160	tulo	25	20	-20%
	KSO125	poisto	-25	-15	-40%

Mittauksissa havaittiin useassa tilassa olevan suurempia kuin sallittuja +/- 20 % tila- tai +/- 10 % järjestelmäkohtaisia heittoa.

3.1.6. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Kiinteistön ilmanvaihtokoneen toiminnan havaittiin olevan normaalia. Koneen suodatimet suositellaan jatkossakin uusimaan vähintään kahdesti vuodessa. Suodatinten vaihdon yhteydessä tulee puhdistaa myös raitisilmakammio ja raitisilmakanava esimerkiksi imuroimalla.

Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistukselle ei ole välitöntä tarvetta. Ilmanvaihdon päätelaitteet olivat puhtaita. Päätelaitteet on suositeltavaa puhdistaa puolivuositain. Kiinteistön ilmavirrat ovat säätötyön tarpeessa. Pistokoemittauksien perusteella järjestelmälle on tehtävä kattava perussäätötyö. Rakennus on käyttöikänsä päässä ja se on suunniteltu purettavaksi muutaman vuoden sisällä. Rakenteiden mikrobiologisesta kunnosta ei ole tietoa.

6.5.2020

Rakennuksen käyttöä turvaavana toimenpiteenä suositellaan tilojen lievää ylipaineistamista erillisen suunnitelman mukaan. Ylipaineistamisella vähennetään sisäilman epäpuhtauksia, jolloin ilmapuhalluksien suunta on sisätiloista epäpuhtauslähteisiin päin. Ilmanvaihdon ilmamäärät on mitoitettava erillisen suunnitelman mukaisesti.

4. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tutkimuksessa havaittiin päiväkodin sisäilmaa heikentävinä tekijöinä rakenneliittymissä epätiiveyksiä, jolloin rakenteissa mahdollisesti olevien epäpuhtauksien on mahdollista päästä sisäilmaan. Tiiliväliseinien alaosissa havaittiin paikoin kosteusvaurioita. Lattioiden kosteusmittauksissa havaittiin kohonneita kosteuksia kahvihuoneen, pukuhuoneen ja pukuhuoneen yhteydessä olevien wc-tilojen lattioissa. Rakennuksessa on alaslasketut umpinaiset lastulevykatot, joiden tekniikkatiloissa havaittiin paikoin pölyä, villapaloja ja putkien ympärillä pinnoittamatonta villaa. Alaslasketuista kattotiloista on mahdollista kulkeutua pölyä ja epäpuhtauksia sisäilmaan. Lisäksi ilmanvaihdon ilmamäärämittauksissa oli poikkeamaa suunniteltujen ja mitattujen tulosten välillä.

Tarkemmat korjaustoimenpide-ehdotukset on esitetty toimenpidekappaleessa. Korjaustoimissa tulee käsitellä koko kiinteistöä kokonaisvaltaisesti, koska yksittäisen rakennusosan tai toiminnan korjauksen vaikutus koko kiinteistön olosuhteisiin voi olla vähäinen.

Rakennus on suunniteltu purettavaksi lähivuosina ja tehtävät korjaukset on suunniteltava niin, että tilojen käyttö turvataan sinne saakka.

5. Toimenpide-ehdotukset

Toimenpide-ehdotukset on jaettu ensisijaisiin ja suunnitelmallisiin toimenpiteisiin. Ensisijaiset toimenpiteet ovat pääosin rakennuksen huoltoon ja ylläpitoon liittyviä korjaustoimenpiteitä, joilla parannetaan sisäilmaolosuhteita. Suunnitelmalliset toimenpiteet edellyttävät tarkempien korjaustyösuunnitelmien laatimista korjausten toteuttamiseksi, joiden yhteydessä kiinteistöä tarkastellaan kokonaisvaltaisesti.

Ensisijaiset toimenpiteet:

- Tavaroiden säilytykseen on suositeltava hankkia ovellisia kaappeja, jolloin pölyä ei pääse kertymään pinnoille ja vapaat pinnat on helppo puhdistaa. Työpöydät ja kaappien päälliset pidetään siivottavina
- Tiitäisten leikkihuoneen lattiatasossa olevan putken lisäkannakointi
- Rakennuksen ulkopuolella sadevesien rännikaivot, syöksyputket ja kourut on suositeltavaa puhdistaa
- Tulo- ja poistoilmanvaihdon päätelaitteiden puhdistaminen säännöllisesti
- Ilmanvaihdon käyntiajan pidentäminen niin, että ilmanvaihto on päällä jo kaksi tuntia täysteholla ennen henkilökunnan tuloa tiloihin ja tippuu puoliteholle kaksi tuntia toiminnan loppumisen jälkeen

Suunnitelmalliset toimenpiteet:

- Tiiliväliseinien kosteusvaurioiden korjaaminen ja kosteuden nousun estäminen

6.5.2020

- Alapohjan ja ulkoseinän rakenneliittymien, tiiliväliseinien ja alapohjan rakenneliittymien sekä läpivientien tiivistäminen erillisen korjaussuunnitelman mukaan
- Kahvihuoneen, pukuhuoneen ja pukuhuoneen yhteydessä olevien wc-tilojen lattioiden kosteuden syyn selvittäminen ja lattiapinnoitteen uusiminen erillisen korjaussuunnitelman mukaan
- Pukuhuoneen yhteydessä olevien wc-tilojen vaurioituneiden lastulevyseinien uusiminen (vesi roiskunut käsienpesualtaasta)
- Alakattotilat on suositeltavaa puhdistaa mahdollisuuksien mukaan tarkastusluukkujen kautta ja tiivistää luukut. Pinnoittamattomat putkieristeet on suositeltavaa pinnoittaa ja estää kuitujen irtoaminen
- Tilojen käyttöä turvaavana toimenpiteenä tilojen ylipaineistaminen. Ylipaineisuuden pysymistä on seurattava jatkuvatoimisilla paine-eromittauksilla

Tiivistyskorjausten onnistuminen tulee varmistaa merkkiainekokein korjaustyön aikana sekä todentaa tiivistysten pitävyyttä säännöllisesti korjausten jälkeen.

Jyväskylässä 6.5.2020

WSP Finland Oy

Laatinut:



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

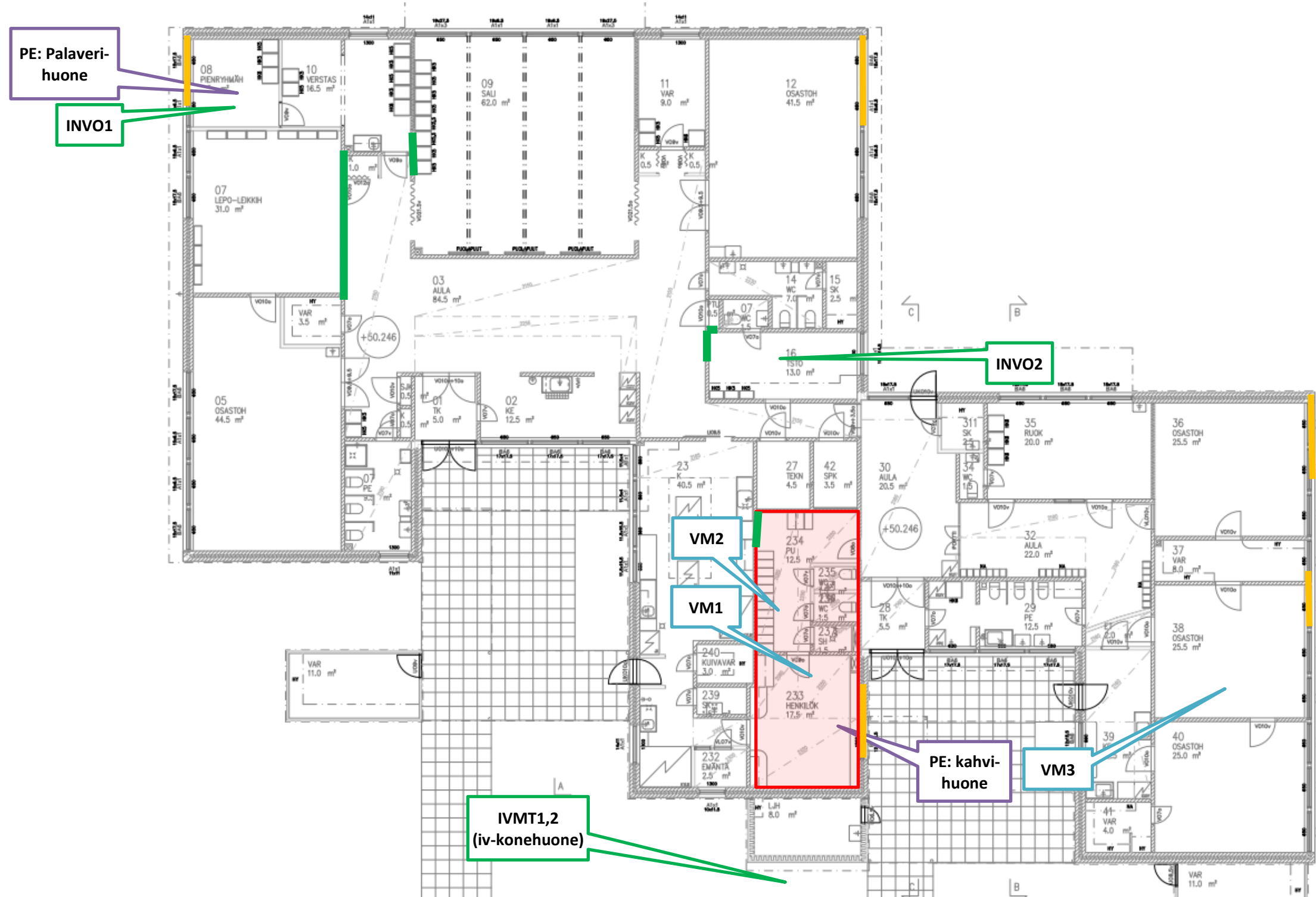
Tarkastanut:



Jaana Sojakka
rakennusterveysasiantuntija, ins.(AMK)
C-25606-26-20
Korjausrakentaminen

Liitteet

- 1) Pohjakuva
- 2) WSP Finland Oy:n VOC-ilmanäytteiden analyysivastaus
- 3) Paine-eromittausten graafiset kuvaajat
- 4) Näytteenottomenetelmät ja tulosten tulkinta



IVMT#	Tuloilmakanava, kuitunäytteen tulos tavanomainen	IVMT#	Tuloilmakanava, kuitunäytteen tulos kohonnut	VM#	Viiltomittaus		Merkkiainemittaus		Kosteuspoikkeamaa seinän alaosassa
INVO#	VOC-ilmanäyte, tulos tavanomainen	INVO#	Ilma-VOC, tulos epätavanomainen	PE	Sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero		Kosteuspoikkeamaa lattiassa		

28.4.2020

Tilaja

WSP Finland Oy
Sanna Lappi
Kympinkatu 3B
40320 Jyväskylä

**Ilmanäytteen VOC-analyysi**

Näytteenottaja	Sanna Lappi, WSP Finland Oy
Näytteenottoaika	Hyrylän päiväkot, Väinöläntie 6, Tuusula
Näytteenottopäivämäärä	16.4.2020
Vastaanottopäivämäärä	17.4.2020
Näytemäärä	2 kpl + kenttänä
Analyysin suorituspaikka	WSP Sisäilmalaboratorio, Kympinkatu 3 B, Jyväskylä

Analyysimenetelmä

Adsorptioputkeen (Tenax-TA) kerätty 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 / massaspektirikirjaston (NIST) avulla. Kvantitointiin käytettiin puhtaiden vertailuaineiden vastetta tai tolueenivastetta. Tolueenivasteella määritetty tulos on semikvantitatiivinen. 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 22-50 % yhdisteestä riippuen ollen keskimäärin 29 % pitoisuusalueella 4-60 µg/m³. Pitoisuusalueella 1-4 µg/m³ kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 22-65 % yhdisteestä riippuen. Määrittysraja (LOQ) on yhdistekohtainen ollen keskimäärin 3 ng/näyte eli 0,6 µg/m³ laskettuna 5 litran näytteelle. Tulosten ilmoittamisraja on 1,0 µg/m³. Yhdistekohtaiset mittausepävarmuudet sekä määrittysrajat on tarvittaessa saatavissa laboratoriosta. Tunnistettujen yhdisteiden CAS-numerot voidaan myös tarvittaessa toimittaa laboratoriosta. Näytteistä voidaan määrittää myös TVOC-alueen ulkopuolella olevien yhdisteiden pitoisuuksia, mikäli niiden pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

28.4.2020

Tulokset

Näyte/mittauskohde:	Näyte 1, Palaverihuone, Hyrylän päiväkoti	
Keräin:	214670	
Näytteen tilavuus:	9,35 l	tieto saatu asiakkaalta
Analysointipvm:	28.4.2020	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m³)
Aldehydit	Nonanaali*	1,4
	Dekanaali*	1,0
Aromaattiset hiilivedyt	Alkyylibentseenijä (tarkemmin tunnistamattomia, yht.)* ⁽¹⁾	5,8
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	1,0
Esterit	TXIB ⁽¹⁾	1,2
Orgaaniset piiyhdisteet	Dekametyylisyklopentasiloksaani*	2,4
TVOC_{MS}*		<15**

*Tolueenivaste

1) TVOC-alueen ulkopuolella

**Määrittäysraja

Näyte/mittauskohde:	Näyte 2, Esimiehen huone, Hyrylän päiväkoti	
Keräin:	275217	
Näytteen tilavuus:	9,02 l	tieto saatu asiakkaalta
Analysointipvm:	28.4.2020	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m³)
Aldehydit	Nonanaali*	<1,0
	Dekanaali*	<1,0
Aromaattiset hiilivedyt	Alkyylibentseenijä (tarkemmin tunnistamattomat, yht.)* ⁽¹⁾	<1,0
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	<1,0
	Etanoli* ⁽¹⁾⁽²⁾	<1,0
Esterit	TXIB ⁽¹⁾	<1,0
Orgaaniset piiyhdisteet	Dekametyylisyklopentasiloksaani*	1,6
TVOC_{MS}*		<15**

*Tolueenivaste

1) TVOC-alueen ulkopuolella

**Määrittäysraja

2) tulos suuntaa antava, yhdiste läpäisee keräimen ko. näytetilavuudella

28.4.2020

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Sisäilmalaboratorio



Jenni Lehtinen
tutkija

WSP Finland Oy Sisäilmalaboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T283, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoinnin pätevyysalue: Asumisterveyskemian ja -mikrobiologia; sisäilmanäyte VOC ja TVOC (ISO 16000-6:2011-muunneltu), sisä- ja ulkoilmanäyte (Andersen), Rakennusmateriaalinäyte, pintanäyte (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016). 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

Tilaaaja

WSP Finland Oy
Kympinkatu 3 B
40320 Jyväskylä

Geeliteippinäytteen kuituanalyysi

Näytteenottokohde Hyrylän päiväkot, Väinöläntie 6, Tuusula (proj. 313886)
Näytteenottaja Sanna Lappi
Näytteenottopäivämäärä 16.4.2020
Vastaanottopäivämäärä 17.4.2020

1 Näytteenotto ja analysointi

Näytteet otettiin suoraan pinnoilta geeliteipille. 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. IV-konehuone, IV-kone, lämmityspatterin jälkeen, äänenvaimentimen päältä	12,9	tuntematon
2. IV-konehuone, IV-kone, lämmityspatterin jälkeen, äänenvaimentimen päältä	2,6	tuntematon

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.

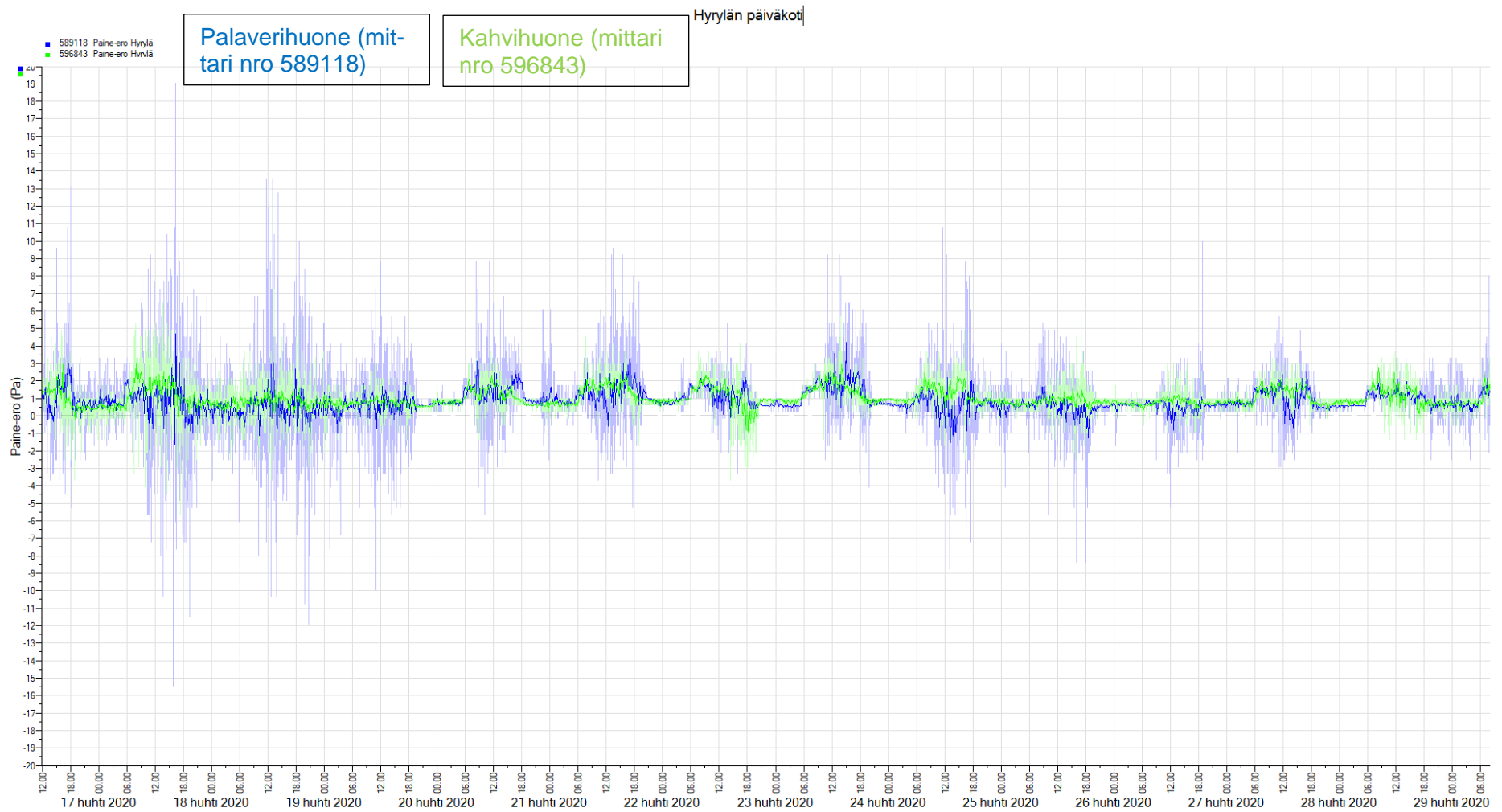
Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. 23.4.2015, Helsinki.

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/si-saympariston-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.

Paine-erokuvaajat mittausjaksolta 16. - 29.4.2020

	Keskiarvo, Pa	Vaihteluväli, Pa (minimi ... maksimi)	Lisätietoja
Palaverihuone (mittari nro 589118)	0,9	-15,5 ... 19,0	
Kahvihuone (mittari nro 596843)	1,0	-6,9 ... 7,3	



Kuva 1. Sisä- ja ulkoilman väliset paine-erot tiloissa, mittausjakso 16. - 29.4.2020.

TUTKIMUSMENETELMÄT, TULOSTEN TULKINTA, VIITEARVOT JA EPÄVARMUUSTAR- KASTELU

Sisällysluettelo

1. VOC-ilmanäytteet (volatile organic compounds)	3
1.1.1. Epävarmuustarkastelu	3
2. Olosuhdemittaukset	4
2.1. Sisäilman lämpötila	4
2.2. Sisäilman suhteellinen kosteus	5
2.3. Sisäilman hiilidioksidi	6
3. Paine-ero	6
4. Teolliset mineraalivillakuidut	7
5. Kosteusmittaukset	7
5.1. Pintakosteuskartoitus	7
5.2. Viiltokosteusmittaus	8
5.2.1. Epävarmuustarkastelu	8
6. Rakenteiden tiiveys merkkiainemittauksella	8
6.1.1. Epävarmuustarkastelu	9
7. Käytetyt mittalaitteet	9
7.1. Mittalaitteiden tarkkuus ja kalibrointi	9
Viitteet	10

1. VOC-ilmanäytteet (volatile organic compounds)

VOC-ilmanäytteet (volatile organic compounds = haihtuvat orgaaniset yhdisteet) kerättiin pumpun avulla Tenax-TA adsorptioputkeen. Näytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n Finas akkreditoitussa (T283) laboratorioissa 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 laskettuna	400	40	10	10	10 ei saa esiintyä hajua
Viitearvo (µg/m³) yhdisteen omalla vasteella laskettuna		-	15	16	-

Toimistot

Työterveyslaitos on esittänyt viitearvoja toimistoympäristöjen sisäilman VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuudelle (TVOC 250 µg/m³) sekä yksittäisten yhdisteiden pitoisuuksille (1 – 15 µg/m³ yhdisteestä riippuen).

1.1.1. Epävarmuustarkastelu

VOC-yhdisteiden ilmanäytteenottoon liittyy lukuisia epävarmuustekijöitä. VOC-ilmanäytteenottoon liittyviä epävarmuustekijöitä ovat: ilmanvaihdon toiminta, näytepisteen sijainti tuloilmapäätelaitteeseen nähden, rakennuksen paine-erot, mittausajankohta, sisäilman olosuhteet, ulkoinen kontaminaatio, näytepisteen valinta sekä näytteen edustavuus ja säilytys. Lisäksi tilan käyttäjien toiminta, edellisen siivouksen ja lattiovahauksen 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, kosmetiikasta 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 soveltamisohje 2016, Asumisterveysopas 2009).

Laboratorion mittausepävarmuutta on käsitelty analyysivastauksessa.

2. 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).

2.1. 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: Sisäilmastoluokituksen 2018 lämpötilojen tavoitearvot.

	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			

	S1	S2	S3
$t_u \leq 0 \text{ °C}$	> 20,5	> 20,5	
$0 < t_u \leq 20 \text{ °C}$	> $20,5 + 0,075 \times t_u$	> $20,5 + 0,025 \times t_u$	
$t_u > 20 \text{ °C}$	> 22	> 21	
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 esitetyjä 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, jäädytyskatto), määritetään operatiivinen lämpötila laskeamalla se ilman ja pintojen lämpötiloista tai mittaamalla esimerkiksi pallolämpömittarilla standardin SFS EN 12599 mukaisesti.

2.2. 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 $3 - 4 \text{ g/m}^3$ ulkoilmaan nähden, nousee mikrobikasvun riski rakenteissa ja niiden pinnoilla (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa 1, 2016).

2.3. 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).

3. 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

Rakennuksen tyyppi	Normaali käyttötilanne	Maksimiarvo	Lisätieto
			tehostusratkaisut, esim. tehostussäätöinen 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	Muuttuvaimavirtaiset ja siirtoilman käyttöön perustuvat järjestelmät, suuret mitoitusilmavirrat, poikkeuksellisen tiivis ulkovaippa, erillis- tai kohdepoistoja yli 25 m korkuinen rakennus

4. 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.

5. Kosteusmittaukset

5.1. 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, lämmitys-

kaapelit 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

5.2. Viiltokosteusmittaus

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

5.2.1. Epävarmuustarkastelu

Lattiapäällysteen ja tasoitteen välistä on tehtävä useita kosteusmittauksia, joilla saadaan varmistettua pintakosteusmittauksia vastaavat todelliset kosteuslukemat. 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.

6. 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 merkkiainekeasua (5 % vetyä ja 95 % typpeä) johdettiin tutkittavaan rakenneosaan ja merkkiaineen kulkeutumista sisäilmaan tutkittiin kaasuanalysointilaitteiston avulla. Ilmavuotokohdat merkittiin, valokuvattiin ja kirjattiin ylös.

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

Ilmavuotojen merkittävyys on arvioitu raportissa.

6.1.1. 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.

Merkkiainekaasun syöttömäärä vaikuttaa tehtäviin havaintoihin. Rakenteen liian pienellä merkkiainekaasun 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).

7. Käytetyt mittalaitteet

7.1. Mittalaitteiden tarkkuus ja kalibrointi

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 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

TinyTag Ultra II –tallennin; suhteellinen kosteus, lämpötila

Mittausalue °C lämpötila: -25...+85 °C, tarkkuus < 0.9 °C

Mittausalue % RH kosteus: 5...95 % RH, tarkkuus ± 3.0 %

Dwyer Magnesense paine-erolähetin, TinyTag TGPR-0704 tallennin

Paineen mittausalue: ± 50 Pa

Tarkkuus: ± 1 %

Resoluutio: 0,1 Pa

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

Käytetty kaasuseos: Formier 5

SwemaFlow 125 D

Kalibrointi: huhtikuu 2019

Swema 3000 MD

Kalibrointi: huhtikuu 2019

Viitteet

- 1) A-Insinöörit, 2019. Rakennusten paine-erojen mittausohje -projektin loppuraportti.
- 2) Järnström Helena, 2005. Muovimattopinnoitteisen lattiarakenteen VOC-emissioiden 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. Sisäilmastutkimusten mittaus- ja näytteenottotapahtuman sanallinen epävarmuustarkastelu. Opinnäytetyö. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikan ja liikenteen ala.
- 5) Keinänen Hanna, 2013. Hyvät tutkimustavat betonirakenteiden 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, 1999. RT 80-10712. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot.
- 8) Rakennustietosäätiö RTS, 2010. RT 14-10984. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus.
- 9) Rakennustietosäätiö RTS, 2015. RT 14-11197. Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein.
- 10) Rakennustietosäätiö RTS, 2018. RT 07-11299. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset.
- 11) RakMK D2-2012. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet. 2012. Ympäristöministeriö.
- 12) Suomen säädöskokoelma, asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, 1009/2017, Ympäristöministeriö.
- 13) 1994/763 Terveysturvallisuuslaki.
- 14) 2002/738. Työturvallisuuslaki.

-
- 15) 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.
 - 16) Asumisterveysopas, 2009. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö- ja terveys -lehti.
 - 17) Ympäristöministeriö, toim. Miia Pitkäranta, 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus.
 - 18) Pessi & Jalkanen, 2018. Laboratorio-opas – Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy.
 - 19) <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot> (luettu 28.8.2019).
 - 20) Salonen Heidi (ym.), 2011. Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Työterveyslaitos.
 - 21) Työterveyslaitos, 2012. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden tavoitetasot teollisten työympäristöjen yleisilmassa, tavoitetaso TY-01-2012, www.ttl.fi/tavoitetasot
 - 22) Työterveyslaitos, 2017. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen.
 - 23) Työterveyslaitos, 2019. Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla. Päivitetty 19.3.2019.