

TUUSULAN KAUPUNKI

VÄINÖLÄN PÄIVÄKOTI

SISÄILMAAN LIITTYVÄT TUTKIMUKSET

6.5.2020



313881

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. Havainnot ja mittaukset	8
2.3.1. Havainnot	8
2.3.2. Merkkiainetutkimukset	10
2.3.3. Kosteusmittaukset	12
2.3.4. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	12
3. Ilmanvaihdon selvitykset	14
3.1. Ilmanvaihtojärjestelmät	14
3.1.1. Havainnot	14
3.1.2. Ilmanvaihtokoneet ja varusteet	14
3.1.3. Ilmanvaihtokanavat ja varusteet.....	16
3.1.4. Päätelaitteet ja ilmanjakotapa	17
3.1.5. Ilmamäärämittaukset	19
3.1.6. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	20
4. Yhteenveto ja johtopäätökset	22
5. Toimenpide-ehdotukset	22
Liitteet	23

6.5.2020

Tiivistelmä

Tutkimuksen kohteena oleva Väinölän päiväkotiki on rakennettu vuonna 1990 ja rakennus on tarkoitus purkaa lähivuosina. Tutkimukset koskivat seuraavia tiloja: kokoushuone Ainon kamari, Kissa-eskarit tila, Lemminkäisen tila, Väinämöisen tila, Joukahaisen tila ja kahvi-huone.

Alaslasketuissa kattotiloissa on pinnoittamattomia mineraalivillaisia putkieristeitä, lisäksi tilassa havaittiin mineraalivillalla tiivistettyjä putkiläpivientejä. Alaslasketun kattotilan kautta havaittiin yläpohjan höyrinsulkumuovissa epätiiveyttä ja puhallusvillat ovat näkyvillä. Tiloissa olevissa akustiikkalevyissä on paikoin näkyvillä mineraalivilloja rikkoontumisen tai pinnoittamattomuuden vuoksi. Mineraalivilloista on mahdollista kulkeutua kuituja sisäilmaan. Pinnoittamattomat putkieristeet tulee pinnoittaa siten, ettei eristeistä pääse irtoamaan kuituja sisäilmaan. Mineraalivillalla tiivistetyistä putkiläpivientikohdista tulee mineraalivillakuitujen irtoaminen estää poistamalla villat tai estää kuitujen irtoaminen pinnoittamalla. Yläpohjan höyrinsulkumuovin epätiiveytskohdalta tulee poistaa tummuneet puhallusvillat ja höyrinsulkumuovi tulee tiivistää. Rikkoontuneet ja reunoiltaan pinnoittamattomat akustiikkalevyt tulee vaihtaa tai pinnoittaa siten, ettei kuituja pääse irtoamaan sisäilmaan.

Tiloissa havaittiin runsaasti yläpölyjä hyllyjen, kaappien sekä riippuvalaisimien päällä. Huonepöly huonontaa sisäilmaa. Henkilökunnan kahvihuoneen viereisessä huoneessa on ilmanpuhdistin, jonka huoltotoimenpiteistä ei ole tietoa. Tilojen yläpölyt tulee siivota säännöllisesti. Kahvihuoneen ilmanpuhdistimen säännöllisestä huollosta ja puhdistuksesta tulee huolehtia.

Tilojen lattioiden ja seinien liitoskohtien tiiveyttä tarkasteltiin merkkiainetutkimusten sekä aistinvaraisten havaintojen avulla. Rakenteista havaittiin merkkiainevuotoja ikkuna- ja seinäliittymistä, lattia- ja seinäliittymistä sekä levysaumojen kohdilta, pistorasioista sekä patterinkannakkeiden kautta. Alapohjan ja ulkoseinän rakenneliittymät sekä läpiviennit tulee tiivistää erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

Ilmanvaihtokoneiden suodattimet suositellaan uusimaan vähintään kolmesti vuodessa, sillä tämän hetkinen 2krt/vuosi ei ole tarkastusten perusteella riittävää. Suodatinten yhteydessä tulee puhdistaa myös raitisilmakammio ja raitisilmakanava esimerkiksi imuroimalla. Pääilmanvaihtokoneen Stratos ABX suodatinkehikon tiivisteet havaittiin epätiiviksi, jolloin likaa pääsee kulkeutumaan suodattimien ohi. Suodatinkehikon tiivisteet tulee uusida ja samalla varmistaa, että ohivuotoa ei pääse syntymään. Tulo- ja poistoilmapäälaitteissa havaittiin likaa ja poistoilman päätelaitteen takana olevissa kanavissa havaittiin merkittävästi pölyä. Tulo- ja poistoilmapäätteet tulee puhdistaa välittömästi ja jatkossa puolivuositain. Mahdollisuuksien mukaan tuloilmavirrat tulee suunnata uudelleen siten, etteivät ilmavirrat osu akustiikkalevyihin tai valaisimiin. Kiinteistön ilmavirrat ovat välittömän säätötyön tarpeessa. Pistokoemittauksien perusteella pelkästään kahvihuoneen viereisen toimistotilan ja Ainon kammarin ilmanvaihto on riittävää. Rakennuksen käyttöä turvaavana toimenpiteenä suositellaan tilojen lievää ylipaineistamista erillisen suunnitelman mukaan.

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: Jaana Sojakka
Puhelinnumero: 040 352 6604
Sähköposti: jaana.sojakka@wsp.com

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

Rakennusvuosi: 1990
Rakennusten määrä: 1
Kerroksia: 1
Kokonaisala: 769 m²

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

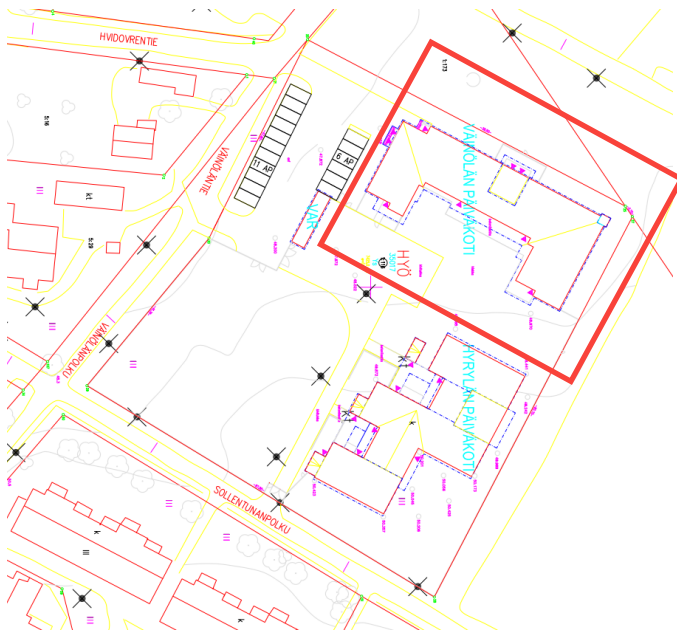
1.2. Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuksen kohteena oli vuonna 1990 rakennettu päiväkotirakennus osoitteessa Väinöläntie 6, Tuusula. Rakennuksessa on yksi kerros.

Saatujen lähtötietojen mukaan rakennus on puurunkoinen, lautaverhottu ja vesikatteena pulpettikatolla on saumattu peltikate. Alapohjarakenteena on maanvarainen teräsbetoni-laatta. Yläpohja on puurakenteinen ja yläpohjaeristeenä on puhallusvilla.

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

6.5.2020



Kuva 1: Paikannuskuva, kuvaan on rajattu Väinölän 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 rajaus 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: kokoushuone Ainon kamari, Kissa-eskarit tila, Lemminkäisen tila, Väinämöisen tila, Joukahaisen tila ja kahvihuone.

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 mittausten 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.

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

6.5.2020

1.5. Käytössä olleet asiakirjat

Käytössä olivat rakenteiden leikkauspiirustukset, ilmanvaihtokuvat ja tilojen pohjakuva.

- 1990, ilmanvaihtolaitteidenkuvat, Vantaan TE-insinöörit Oy
- 2006, pohjapiirustus ja leikkauskuvat, Sillman Digital

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

- 26.06.2012, Kuntoarvio Start, Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy
- 23.05.2013, Rakennetekninen Kuntotutkimus, Rakssystem Anticimex Insinööritoimisto Oy

Tutkimuksessa oli havaittu vähäisesti sokkelipinnoilla kosteuden aiheuttamaa vaurioitumista, julkisivuverhouksessa ja ikkunoiden yläpuolisissa tippalistoissa lahovaurioita. Vesikatteessa havaittavissa hilseilyä ja ruostetta. Tiloissa havaittiin jonkin verran pinnoittamattomia akustiikkalevyjä ja alaslasketuissa kattotiloissa pinnoittamattomia putkieristeitä. Liikuntatilassa havaittu kattopalkki, jonka kohdalla kylmäsilta ja katossa halkeilua sekä vesivuotojälkiä. Tehdyissä rakenneavauksissa tai materiaalinäytteissä havaittiin ainoastaan Kissa-eskareiden tilassa heikko viite vauriosta.

- 27.06.2013, Ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan selvitys, Kuntoarvio Start, Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy

Tutkimuksessa tehtyjen ilmavirtojen tarkastusmittausten perusteella tulo- ja poistoilmavirrat eivät olleet tasapainossa, ryhmähuoneissa ilmavirrat olivat alhaisia. Ilmanvaihtokanavistoille on välittömänä toimenpiteenä määritelty nuohousta ja laitteiden puhdistusta ja koko kiinteistön osalle tulo- ja poistoilmavirtojen mittausta ja säätöä. Toimenpiteisiin on kirjattu säätöpeltien toiminnan tarkastamista ja huonokuntoisten uusiminen sekä siirtoilmasäleikköjen toiminnan ja puhtauden varmistaminen.

- 04.05.2019, Kuntoarvio Start, Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy

Rakennuksen ympärillä ei ole havaittu perusmuurin ympärillä vedeneristystä, eikä salaojien toimivuutta voitu tarkastaa. Rakennuksen puuverhoilussa ei havaittu merkittäviä vaurioita. Vesikatteessa on ollut maalipinnan hilseilyä sekä ruostetta. Tiloihin on suositeltu viemärikuvausta viemäriperäisen hajuhaitan syyn selvittämiseksi. Ilmanvaihtokoneet ovat alkuperäiset ja ne ovat saavuttaneet teknisen käyttöikänsä.

1.6. Korjaushistoria

Ilmanvaihtokanavat on nuohottu vuonna 2018. Korjaustietoja ei ollut käytettävissä.

6.5.2020

2. Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

2.1. Olosuhdemittaukset (hiilidioksidi, lämpötila ja kosteus)

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

Tutkimusten yhteydessä mitattiin kuitenkin hetkellisesti lämpötilaa ja kosteutta sekä lattia- ja seinäpintojen lämpötiloja.

Taulukko 1: Olosuhdemittauksien tulokset. Mittaukset tehtiin 16.04.2020.

Mittauspiste	Sijainti	RH [%]	T [°C]	abs [g/m ³]
Ulkoilma	---	85.0	3.0	5.1
Sisäilma	Kahvihuone	23.5	21.6	4.5
	Kissaeskarit	25.3	19.9	4.3
	Väinämöiset	25.1	20.8	4.5
	Lemminkäiset	25.2	21.0	4.6

Sisäilman olosuhdemittauksien tulokset olivat tavanomaisena pidettäviä. Pintalämpötilat vaihtelivat lattioiden osalta välillä 17... 22°C ja seinien osalta 20... 21 °C. Lemminkäisten lepo huoneen ulkoseinän vierustoilla oli lattiapinnoilla alhaisia 17 °C lukemia, joka ei kuitenkaan alita Asumisterveysasetuksen toimenpiderajaa alimman pistemäisen pintalämpötilan osalta. Lemminkäisten tilan ulkoseinän vierustat on koettu talviaikana kylmiksi.

2.2. Paine-eromittaukset

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-erovaihtelua seurattiin kahvihuoneessa sekä Joukahaisten lepo huoneessa. Mittausjakso oli noin kaksi viikkoa välillä 16. – 29.4. 2020.

Paine-erot vaihtelivat kahvihuoneessa välillä -12,4 ... 7,3 Pa välillä ja lepo huoneessa välillä -1,0... 15.1 Pa. Tuloksissa on suurta vaihtelua, joka aiheutuu ilmanvaihdon lisäksi sääolosuhteista (tuulisuus, lämpötila) ja ovien avaamisesta. Paine-eron keskiarvot olivat kahvihuoneessa -3,0 Pa ja lepo huoneessa +10 Pa. Tulokset alittavat Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeiden toimenpiderajan (-15 Pa) kahvihuoneen osalta. Lepo huoneen osalta tulisi ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa. Sisäilmälähtöisesti paine-eron on suositeltavaa olla lähellä tasapainoa ~0 ... -5 Pa.

Mittaustulokset on esitetty graafisesti raportin liitteenä.

Rakennukseen on asennettu kolme etäluettavaa paine-eromittalaitetta, jotka sijaitsevat kahvihuoneessa (145), keittiössä sekä käytävällä. Kohteella tehtyjen tutkimusten yhteydessä havaittiin kahvihuoneen paine-eromittarin ulkoletkun asennetun virheellisesti mittalaitteen +-liittimeen, jolloin tulos näyttää virheellisesti ylipainetta. Tutkimusten yhteydessä paine-eromittalaitteet näyttivät kahvihuoneessa +1...+4 Pa. (oikea lukema -1... -4 Pa.), käytävällä -1...-9 Pa. ja keittiössä -7... -10 Pa.

6.5.2020

2.3. Havainnot ja mittaukset

2.3.1. Havainnot

Rakennuksen käytävillä on alaslasketut katot, joiden tiloissa kulkee tekniikkaa. Putkien ympärillä on pinnoittamattomat mineraalivillaiset putkieristeet koko alaslasketun kattotilan osuudella, lisäksi havaittiin mineraalivillaeristeillä tiivistettyjä läpivientejä. Mineraalivillaeristeistä on mahdollista kulkeutua kuituja sisäilmaan. Alaslasketujen kattotilojen tutkimusten yhteydessä havaittiin Kissa-eskareiden tilan kohdalla yläpohjan höyrynsulkumuovissa epätiiveyttä. Kohdalla yläpohjat ovat eritasossa ja höyrynsulkumuovi on liitetty reu-
nasta taittamalla, jolloin puhallusvillat ovat näkyvillä. Epätiivin kohdan kautta sisäilman kosteuden on mahdollista päästä yläpohjan eristeisiin. Puhallusvilloissa oli nähtävillä tummentumaa.



Kuva 2: Putkieristeet ovat pinnoittamatta.



Kuva 3: Mineraalivillaeristettä käytetty tiivisteinä läpivienneissä.



Kuva 4: Alaslasketun kattotilan kautta näkyy yläpohjan höyrynsulkumuovi ja puhallusvillat.



Kuva 5: Höyrynsulkumuovi on epätiivis, puhallusvillat näkyvillä.

6.5.2020

Tilojen katoissa on jonkin verran akustiikkalevyjä, jotka ovat kolhiintuneita tai niihin on tehty tekniikalle läpivienti. Osa näistä sijaitsee tuloilmaelimen edessä, jolloin erityisesti mineraalivillakuitujen on mahdollista irrota sisäilmaan. Ainoa kammarissa on seinillä muutamia akustiikkalevyjä, joiden seinänpuoleiset reunat ovat pinnoittamatta.



Kuva 6: Akustiikkalevyjen seinänpuoleiset reunat ovat pinnoittamatta.



Kuva 7: Kissa-eskareiden tilassa akustiikkalevyn mineraalivillaeristettä näkyvillä.

Tiloissa havaittiin runsaasti yläpölyjä hyllyjen, kaappien sekä riippuvalaisimien päällä. Tavarointa säilytetään jonkin verran avohyllyillä, jotka keräävät pölyä. Suurin osa leluista ja askartelutarvikkeista ovat kuitenkin erillisissä säilytyskomeroissa. Joukahaisten lepotilassa on kaksi muurahaissyöttiä, tiloissa muurahaisia sekä sokeritoukkia. Sokeritoukkia havaittiin tutkimusten yhteydessä myös Lemminkäisten lepotilassa. Henkilökunnan kahvihuoneen viereisessä huoneessa on ilmanpuhdistin, jonka huoltotoimenpiteistä ei ole tietoa.



Kuva 8: Joissakin tiloissa runsaasti yläpölyä.



Kuva 9: Joukahaisten lepo huoneessa on kaksi muurahaissyöttiä.

6.5.2020

2.3.2. Merkkiainetutkimukset

Lattioiden ja seinien liitoskohtien tiiveyttä tarkasteltiin merkkiainetutkimusten sekä aistinvaraisten havaintojen avulla. Tutkimushetkellä sisätilojen paine-ero ulkoilmaan nähden oli -3 ... -6 Pa. Merkkiaineikaasua laskettiin ulkoseinän eristetilaan rakennuksen ulkopuolelta ja alapohjaan rakennuksen sisäpuolelta tehtyjen porareikien kautta. Alapohjarakenteeseen merkkiainetutkimukset tehtiin kahvihuoneen viereiseen tilaan sekä Lemminkäisten lepoahuoneeseen. Ulkoseinärakenteen merkkiainetutkimukset tehtiin kahvihuoneeseen sekä Joukahaisten lepoahuoneeseen.

Lemminkäisten lepoahuoneessa havaittiin merkkiaineikaasuvuotoa pistemäisesti alapohjasta nurkassa, lattian ja seinän liitoskohdilla. Lattialistaa poistettaessa havaittiin, että lattia-seinäliitokset on tiivistetty kirkkaalla silikonilla. Nurkassa tiivistys on epätiivis. Kahvihuoneen ja viereisen toimistotilan lattiapinnoitteet on uusittu ja lattiamatto on nostettu seinälle. Merkkiainevuotoa ei havaittu.

Joukahaisten lepoahuoneen ulkoseinärakenteesta havaittiin merkkiainevuotoa ikkuna- ja seinäliittymistä, seinäliittymistä, lattia- ja seinäliittymistä sekä levysaumojen kohdilta. Myös kahvihuoneessa havaittiin merkkiainevuotoa ikkuna-seinäliittymistä, pistorasioista sekä patterinkannakkeiden kautta. Joukahaisten lepoahuoneessa havaittiin epätiivittä seinälevytysten saumakohtia.

Merkkiainetutkimusten tuloksia ja aistinvaraisia havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa.



Kuva 10: Merkkiainevuotoa Lemminkäisten nukkumattilan alapohjarakenteesta.



Kuva 11: Silikonitiivistys on epätiivis nurkassa.

6.5.2020



Kuva 12: Merkkiainevuotoa Joukahaisten nukkumatilán ikkuna-seinäliitoksesta.



Kuva 13: Merkkiainevuotoa Joukahaisten nukkumatilán lattia-seinäliitoksesta.



Kuva 14: Joukahaisten huoneessa epätiiveyttä seinälevyjén saumakohdassa.



Kuva 15: Epätiivis putkiläpivienti Kissa-eskareiden tilassa.



Kuva 16: Merkkiainevuotoa kahvihuoneen patteriputkikannakkeen kautta.



Kuva 17: Merkkiainevuotoa kahvihuoneen ikkuna-seinäliitoksen kautta.

6.5.2020

2.3.3. Kosteusmittaukset

Tutkittavien kuivien tilojen lattiamateriaalina on muovimatto ja seinät ovat maalattuja levyseiniä. Tilojen lattioihin tehtiin pintakosteuden mittaukset. Korkeampia pintakosteusluke-
mia havaittiin Väinämöisten tilojen lattioiden keskiosilla, muissa tiloissa mittaustulokset olivat tavanomaisena pidettäviä.

Väinämöisten ruokailutilan lattian kosteuspitoisuutta tarkennettiin viiltomittauksen avulla ja vertailumittaus tehtiin kissa-eskareiden tilaan. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 1 ja tarkemmat mittapistet liitteenä olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 2: 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	---	---	25.1	20.8	4.5
VM1	Väinämöiset	Alapohja	65.1	19.4	10.9
VM2	Kissa-eskarit	Alapohja	40.0	18.4	6.3

Mittaustulokset olivat tavanomaisena pidettäviä.



Kuva 18: Viiltomittaus Väinämöisten tilan keskiosalla.

2.3.4. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tutkittuihin tiloihin tehtiin hetkellisiä olosuhdemittauksia sekä kahden viikon mittausjakson paine-erovaihtelun seuranta. Lisäksi tiloissa on kolme etäluettavaa paine-eromittalaitetta. Olosuhdemittauksen lämpötilan ja suhteellisen kosteuden osalta tulokset olivat tavanomaisena pidettäviä. Lemminkäisten lepotilan ulkoseinän vierustat ovat viileitä, mutta tarkastushetken mittauksessa lukemat eivät ylittäneet Asumisterveysasetuksen toimenpiderajaa. Tiloihin on kuitenkin suositeltavaa tehdä talvikautena lämpökamerakuvaus.

Paine-eromittauksen tulokset eivät täytä Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen toimenpiderajaa (-15 Pa) kahvihuoneen osalta. Suunnitelmien mukaan rakennus tullaan kui-

6.5.2020

tenkin purkamaan muutaman vuoden kuluttua. Rakennuksen käyttöä turvaavana toimenpiteenä suositellaan tilojen ylipaineistamista, jonka avulla vähennetään sisäilman epäpuhtauksia. Rakenteiden mikrobiologisesta kunnosta ei ole tietoa.

Rakennuksen käytävillä on alaslasketut katot, joiden tiloissa kulkee tekniikkaa. Putkien ympärillä on pinnoittamattomat mineraalivillaiset putkieristeet koko alaslasketun kattotilan osuudella, lisäksi havaittiin mineraalivillaeristeillä tiivistettyjä läpivientejä. Alaslasketun kattotilan kautta havaittiin yläpohjan höyrynsulkumuovissa epätiiveyttä ja puhallusvillat ovat näkyvillä. Epätiivisiin kohdan kautta sisäilman kosteuden on mahdollista päästä yläpohjan eristeisiin. Puhallusvilloissa oli nähtävillä tummentumaa. Tiloissa olevissa akustiikkalevyissä on paikoin näkyvillä mineraalivilloja rikkoontumisen tai pinnoittamattomuuden vuoksi. Mineraalivillaeristeistä on mahdollista kulkeutua kuituja sisäilmaan.

Pinnoittamattomat putkieristeet tulee pinnoittaa siten, ettei eristeistä pääse irtoamaan kuituja sisäilmaan. Mineraalivillalla tiivistetyistä putkiläpivientikohdista tulee mineraalivillakuitujen irtoaminen estää poistamalla villat tai estää kuitujen irtoaminen pinnoittamalla. Yläpohjan höyrynsulkumuovin epätiiveytskohdalta tulee poistaa tummuneet puhallusvillat ja höyrynsulkumuovi tulee tiivistää. Rikkoontuneet ja reunoiltaan pinnoittamattomat akustiikkalevyt tulee vaihtaa tai pinnoittaa siten, ettei kuituja pääse irtoamaan sisäilmaan.

Tiloissa havaittiin runsaasti yläpölyjä hyllyjen, kaappien sekä riippuvalaisimien päällä. Henkilökunnan kahvihuoneen viereisessä huoneessa on ilmanpuhdistin, jonka huoltotoimenpiteistä ei ole tietoa.

Huonepöly huonontaa sisäilmaa. Tilojen yläpölyt tulee siivota säännöllisesti. Kahvihuoneen ilmanpuhdistimen säännöllisestä huollosta ja puhdistuksesta tulee huolehtia.

Tilojen lattioiden ja seinien liitoskohtien tiiveyttä tarkasteltiin merkkiainetutkimusten sekä aistinvaraisten havaintojen avulla. Tutkimushetkellä sisätilojen paine-ero ulkoilmaan nähdessä oli -3 ... -6 Pa. Rakenteista havaittiin merkkiainevuotoja ikkuna- ja seinäliittymistä, lattia- ja seinäliittymistä sekä levysaumojen kohdilta, pistorasioista sekä patterinkannakkeiden kautta.

Alapohjan ja ulkoseinän rakenneliittymät sekä läpiviennit tulee tiivistää erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

Tilojen lattioihin tehtiin pintakosteuden mittaukset. Korkeampia pintakosteuslukemia havaittiin Väinämöisten tilojen lattioiden keskiosilla, muissa tiloissa mittaustulokset olivat tavanomaisena pidettäviä. Väinämöisen tilan lattian kosteuspitoisuutta tarkennettiin viiltomittauksen avulla, tulos oli tavanomaisena pidettävä.

3. Ilmanvaihdon selvitykset

3.1. Ilmanvaihtojärjestelmät

3.1.1. Havainnot

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on toteutettu pääosin yhdellä alkuperäisellä lämmöntalteenotolla varustellulla tulo- ja poistoilmakoneella Stratos ABX, joka sijaitsee ullakolla olevassa ilmanvaihtokonehuoneessa. Varahoitotilojen, nykyisen kahvihuoneen (entinen asunto) tiloja palvelee oma lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtokone Vallox Ilmava 252, joka on asennettu vuonna 2006.

Pääilmanvaihto on asetettu käymään 1/1 teholla kello 05.30-18.00 välisenä aikana, muuten ilmanvaihto on ½ teholla. Varahoitokodin tiloissa oleva ilmanvaihtokone on hiilidioksidianturiohjattu.

Koneille tehtiin pinta- sekä sisäpuoliset toiminnantarkastustyöt koneiden ollessa pysähdyksissä. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän puhtautta tarkasteltiin mahdollisuuksien mukaisesti koneiden sisältä, sekä puhdistusluukkujen ja päätelaitteiden takaa. Ilmavirtamittauksia suoritettiin tutkituista tiloista.

3.1.2. Ilmanvaihtokoneet ja varusteet

Alla olevassa taulukossa on esitetty koneiden toiminta-alueet, sijainnit ja ilmamäärät.

Taulukko 3: Ilmanvaihtokoneiden yleistiedot.

Konepositio	Palvelualue	Valmistusvuosi	Ilmamäärä m³/s	Sijainti/Huomio
TK1/PK1	Rakennuksen tulo- ja poistoilmavaihto	1990	+1,200/-1,250	Ullakolla iv-konehuoneessa
PE01	Varahoitokoti	2006	+0,127/-0,137 (arvioitu pinta-alojen pohjalta)	Sosiaalitila

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

Stratos ABX- ilmanvaihtokoneen suodattimet olivat tarkastushetkellä likaiset ja suodatin kehikko havaittiin epätiiviksi. Tuloilman lämmityspatterikammion pohjalla havaittiin likaisuutta, joka on päässyt kulkeutumaan suodattimien ohi. Tuloilman jakokanavistossa on aiemmin ollut mineraalivillaiset äänenvaimentimet, jotka on poistettu ja korvattu polyesterisillä lamellivaimentimilla. Lämmönottojärjestelmän pumppu on vuotanut glykolia koneen ulkopuolelle, vuoto on korjattu, mutta vanhat vuotojäljet ovat edelleen näkyvillä.

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

6.5.2020



Kuva 19: Stratos ABX-ilmanvaihtokonetta.



Kuva 20: Äänenvaimentimet on uusittu.



Kuva 21: Tuloilmasuodattimien kehikko ei ole tiivis.



Kuva 22: Likaa lämmittimen kammiossa

Vallox Ilmava 252- ilmanvaihtokoneen raitisilmaotto tapahtuu päiväkodin sisäpihan puolelta. Raitisilmasäleikössä oli havaittavissa harvaverkko, joka kerää lehtiroskaa ja muuta likaa. Ilmanvaihtokoneen suodattimet olivat tarkastushetkellä likaiset, erityisesti karkeasuodattimessa oli runsaasti ulkoa tullutta roskaa ja hyönteisiä.

6.5.2020



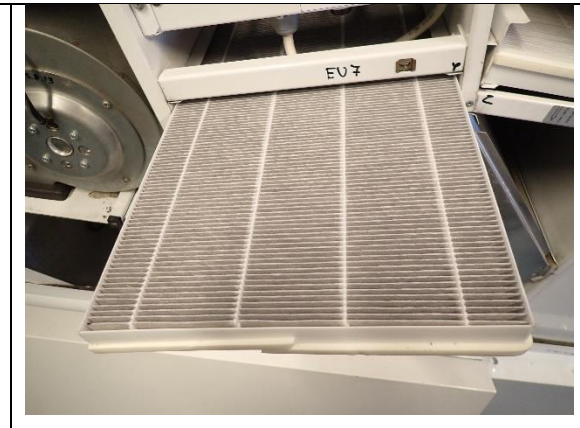
Kuva 23: Vallox Ilmavan raitisilmaventtiili on likainen.



Kuva 24: Vallox Ilmava 252- ilmanvaihtokone avattuna.



Kuva 25: Tuloilman karkea suodatin on erittäin likainen.



Kuva 26: Tuloilman hienosuodatin.

3.1.3. Ilmanvaihtokanavat ja varusteet

Rakennuksen ilmanvaihtokanavat ovat sinkitystä teräksestä valmistettua kierresaumakanavaa rakennusvuodelta 1990. Kanavien tekninen käyttöikä ei yleisesti määräydy 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 tarkastettiin pistokoeluniteisesti ja mahdollisuuksien mukaisesti. Järjestelmän puhtautta tarkasteltiin päätelaitteiden takaa ja huoltoluukkujen kautta.

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 §).

6.5.2020

Silmämääräisesti arvioituna tulo- ja poistoilmakanavistolla ei ole välitöntä puhdistamisen tarvetta. Kanavistojen pölykertymä on huomattavasti suurempaa poistopuolella, joka on normaali tilanne käytössä olevissa tiloissa.

Ilmanvaihtojärjestelmän säätö- ja puhdistustyö on tehty saatujen tietojen mukaisesti vuonna 2018.



Kuva 27: Tuloilmakanavassa jonkun verran pölyä.



Kuva 28: Tuloilmakanavan pölyä.

3.1.4. Päätelaitteet ja ilmanjakotapa

Tilojen ilmanvaihto on toteutettu sijoittamalla tulo- ja poistoilmapäätelaitteet pääsääntöisesti kaikkiin tiloihin seinälle. Poistoilman päätelaitteet ovat venttiileitä tai säleikköjä ja tuloilmapäätteet ovat säleikköjä. Lisäksi rakennuksessa on siirtoilmasäleikköjä kosteisiin tiloihin. Kahvihuoneessa ja sen viereisessä huonetilassa on lisäksi korvausilmaventtiilit, jotka eivät tutkimushetkellä olleet auki, eivätkä tutkimusten perusteella toimineet. Tiloissa on sekoittuva ilmanjakotapa, jonka voidaan katsoa toimivaksi rakennuksen eri tilojen kannalta.

Tuloilman liikkeitä tutkittiin merkkisavun avulla eri tiloista. Tulo- ja poistoilmapäätteet sijaitsevat pääasiallisesti rinnakkain samalla seinällä. Havaintojen mukaan tuloilmavirrat suuntautuvat lähelle kattoa ja siihen asennettuja akustiikkalevyjä. Tiloihin on myös asennettu valaisimia, jotka häiritsevät tuloilmavirran suuntausta. Akustiikkalevyissä sekä valaisimissa oli havaittavissa tuloilmavirrasta johtuvaa pölyyntymistä ja likaantumista.

6.5.2020



Kuva 29: Tuloilmavirrat osuvat katon akustiikkalevyn reunaan.



Kuva 30: Tuloilmavirran suuntaus muuttuu ilmavirran osuessa valaisimeen.

Päätelaitteiden havaittiin olevan likaisia. Päätelaitteiden puhtaanapidosta tulee huolehtia puolivuositain. Päätelaitteissa on käytetty polystyreenisiä äänenvaimentimia, jotka havaittiin likaisiksi sekä tulo- että poistoilman päätelaitteissa. Poistoilman päätelaitteiden takana olevien kanavien lähtöjen havaittiin olevan merkittävän pölyisiä. Siirtoilmasäleiköissä on käytetty polyesterisiä äänenvaimentimia, jotka olivat puhtaita.

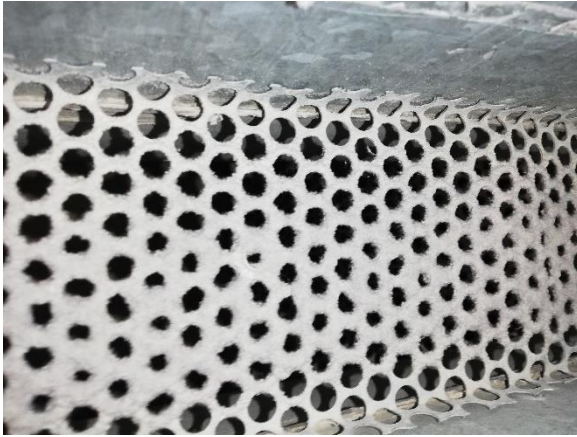


Kuva 31: Tiloissa olevia tulo- ja poistoilmapäätelaitteita.



Kuva 32: Tiloissa olevia tulo- ja poistoilmapäätelaitteita.

6.5.2020



Kuva 33: Poistoilmapäätelaitteen ritilä on likainen.



Kuva 34: Poistoilmakanava on likainen.



Kuva 35: Siirtoilma-aukon äänenvaimennin on puhdas.



Kuva 36: Joukahaiset-tilan tuloilmapäätelaitteessa öljyjalkia.

3.1.5. Ilmamäärämittaukset

Ilmamäärämittauksia tehtiin kuudessa tilassa. Tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa. Kahvihuoneen suunniteltuja ilmavirtoja ei ole tiedossa. Ilmavirrat on arvioitu D2 ohjeiden mukaisiksi minimiarvoiksi kahviokäytössä.

Taulukko 4: Ilmavirtamittausten tulokset.

Tila	Tyyppi	Päätelaitte	Suunniteltu (dm ³ /s)	Mitattu (dm ³ /s)	Erotus
Kahvihuone	TS-HV	tulo	50	18	-64 %
	TS-HV	tulo	55	26	-53 %
	URH160	poisto	-50	-16	-68 %
Toimisto (MH)	URH160	poisto	-55	-21	-62 %
	TS-HV	tulo	14	22	57 %
Kissaeskarit	URH160	poisto	-14	-22	57 %
	TS-HV	tulo	50	67	34 %

6.5.2020

Tila	Tyyppi	Pääte- laite	Suunni- teltu (dm ³ /s)	Mitattu (dm ³ /s)	Erotus
	TS-HV	tulo	50	39	-22 %
	TS-HV	tulo	50	14	-72 %
	TLA-100	tulo	10	9	-10 %
	URH-160	poisto	-37,5	-32	-15 %
	URH-160	poisto	-37,5	-37	-1 %
	URH-160	poisto	-37,5	-41	9 %
	URH-100	poisto	-10	-42	320 %
Väinämöiset LH	TS-HV	tulo	125	49	-61 %
	TS-HV	tulo	125	50	-60 %
	TS-HV	poisto	-120	-41	-66 %
Joukahaiset LH	TS-HV	tulo	62,5	46	-26 %
	TS-HV	tulo	62,5	49	-22 %
	TS-HV	poisto	-125	-82	-34 %
Ainon kamhari	TLA-V	tulo	30	31	3 %
	URH-160	poisto	-30	-31	3 %

Mittauksissa havaittiin useassa tilassa olevan suurempia kuin sallittuja +/- 20% tila- tai +/- 10% järjestelmäkohtaisia heittoja. On huomion arvoista, että myös poistoilman päätelaitteista mitatut ilmavirrat poikkeavat merkittävästi suunnitteluarvoista.

Nykyisen kahvihuoneen ja sen viereisen toimistotilan (entinen MH) suunnitteluarvoja ei ollut tiedossa. D2- Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto määräykset ja ohjeet, on annettu kahvio ja taukotilan ulkoilmavirran vähimmäismääräksi 5 (l/s)/ m², toimistotilan vähimmäismääräksi on annettu 1 (l/s)/ m². Kahvihuoneen osalla ulkoilmavirta on 2,09 (l/s)/ m² ja toimistotilan (MH) ulkoilmavirta on 1,5 (l/s)/ m². Ulkoilmavirta täyttää vähimmäisvaatimuksen toimistotilan osalla, mutta ei kahvihuoneessa.

Kissa-eskareiden tilassa poistoilmamäärät ovat huomattavasti suurempaa verrattuna tuloilmamääriin. Tiloissa mitattiin alipaineisuutta välillä -6... -10 Pa.

Ainon kammarin osalta ilmavirrat olivat suunnitteluarvojen mukaisia.

3.1.6. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Kiinteistön ilmanvaihtokoneiden toiminnan havaittiin olevan normaalia, eikä koneiden tekniseen toimintaan ole toimenpiteitä. Koneiden suodattimet suositellaan uusimaan vähintään kolmesti vuodessa, sillä tämän hetkinen 2krt/vuosi ei ole tarkastusten perusteella riittävää. Suodatinten yhteydessä tulee puhdistaa myös raitisilmakammio ja raitisilmakanava esimerkiksi imuroimalla.

Pääilmanvaihtokoneen Stratos ABX suodatinkehikon tiivisteet havaittiin epätiiviksi, jolloin likaa pääsee kulkeutumaan suodattimien ohi. Suodatinkehikon tiivisteet tulee uusida ja samalla varmistaa, että ohivuotoa ei pääse syntymään.

6.5.2020

Tulo- ja poistoilmapäälaitteissa havaittiin likaa ja poistoilman päätelaitteen takana olevissa kanavissa havaittiin merkittävästi pölyä. Tulo- ja poistoilmapäätteet tulee puhdistaa välittömästi ja jatkossa puolivuositain. Mahdollisuuksien mukaan tuloilmavirrat tulee suunnata uudelleen siten, etteivät ilmavirrat osu akustiikkalevyihin tai valaisimiin.

Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistukselle ei ole välitöntä tarvetta. Kiinteistön ilmavirrat ovat kuitenkin välittömän säätötyön tarpeessa. Pistokoemittauksien perusteella pelkästään kahviohuoneen viereisen toimistotilan ja Ainon kammarin ilmanvaihto on riittävää. Rakennus on suunniteltu purettavaksi muutaman vuoden sisällä ja havaintojen perusteella käyttöä turvaavana toimenpiteenä suositellaan tilojen lievää ylipaineistamista erillisen suunnitelman mukaan. Ylipaineistamisella vähennetään sisäilman epäpuhtauksia, jolloin ilmavirtauksien suunta on sisätiloista epäpuhtauslähteisiin päin.

6.5.2020

4. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tutkimuksessa havaitut seikat ja puutteet huomioiden tulee kiinteistössä tehdä tiivistyskorjauksia erillisen korjaussuunnitelma mukaisesti, kuitulähteiden poistamista ja pinnoittamista sekä ilmanvaihdon osalle huolto-, puhdistus- ja säätötoimia. Korjaustoimissa tulee käsitellä koko kiinteistö kokonaisvaltaisesti, koska yksittäisen rakennusosan tai toiminnan korjauksen vaikutus koko kiinteistön olosuhteisiin voi olla vähäinen. Kiinteistön sisäilman laatuun vaikuttaa useampi eri tekijä, kuten ilmanvaihto, rakenteiden ilmavuodot, kuitulähteet sekä muut sisäilman epäpuhtaudet. Tarkemmat korjaustoimenpide-ehdotukset on esitetty toimenpidekappaleessa.

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:

- Mineraalivillaisten tiivistyksien poistaminen alakattotiloista
- Rikkoontuneet ja reunoiltaan pinnoittamattomat akustiikkalevyt tulee vaihtaa tai pinnoittaa
- Yläpölyjen siivous
- Ilmanvaihtokoneen suodattimien huoltovälin muutos 3 krt/vuosi ja huoltotyön yhteydessä tulee puhdistaa myös raitisilmakammio ja raitisilmakanava
- Pääilmanvaihtokoneen suodatinkehikon tiiviste uusittava ja varmistettava, ettei ohivuotoa synny
- Tulo- ja poistoilmapäätelaitteet tulee puhdistaa puolen vuoden välein

Suunnitelmalliset toimenpiteet:

- Alakattotiloissa olevat pinnoittamattomat putkieristeet tulee pinnoittaa
- Yläpohjan höyrynsulkumuovin epätiivetyksiltä tulee poistaa tummuneet puhallusvillat ja höyrynsulkumuovi tulee tiivistää
- Alapohjan ja ulkoseinän rakenneliittymät sekä läpiviennit tulee tiivistää erillisen korjaussuunnitelman mukaan
- Ilmanvaihtojärjestelmän osalle tulee suorittaa mittaus- ja säätötyö
- Tilojen käyttöä turvaavana toimenpiteenä suositellaan tilojen ylipaineistamista erillisen suunnitelman mukaan ja ylipaineisuuden onnistumista tulee seurata jatkuvatoimisilla paine-eromittauksilla

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

6.5.2020

Jyväskylässä 5.5.2020

WSP Finland Oy

Laatinut:



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

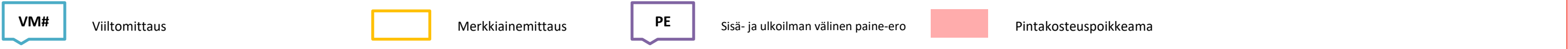
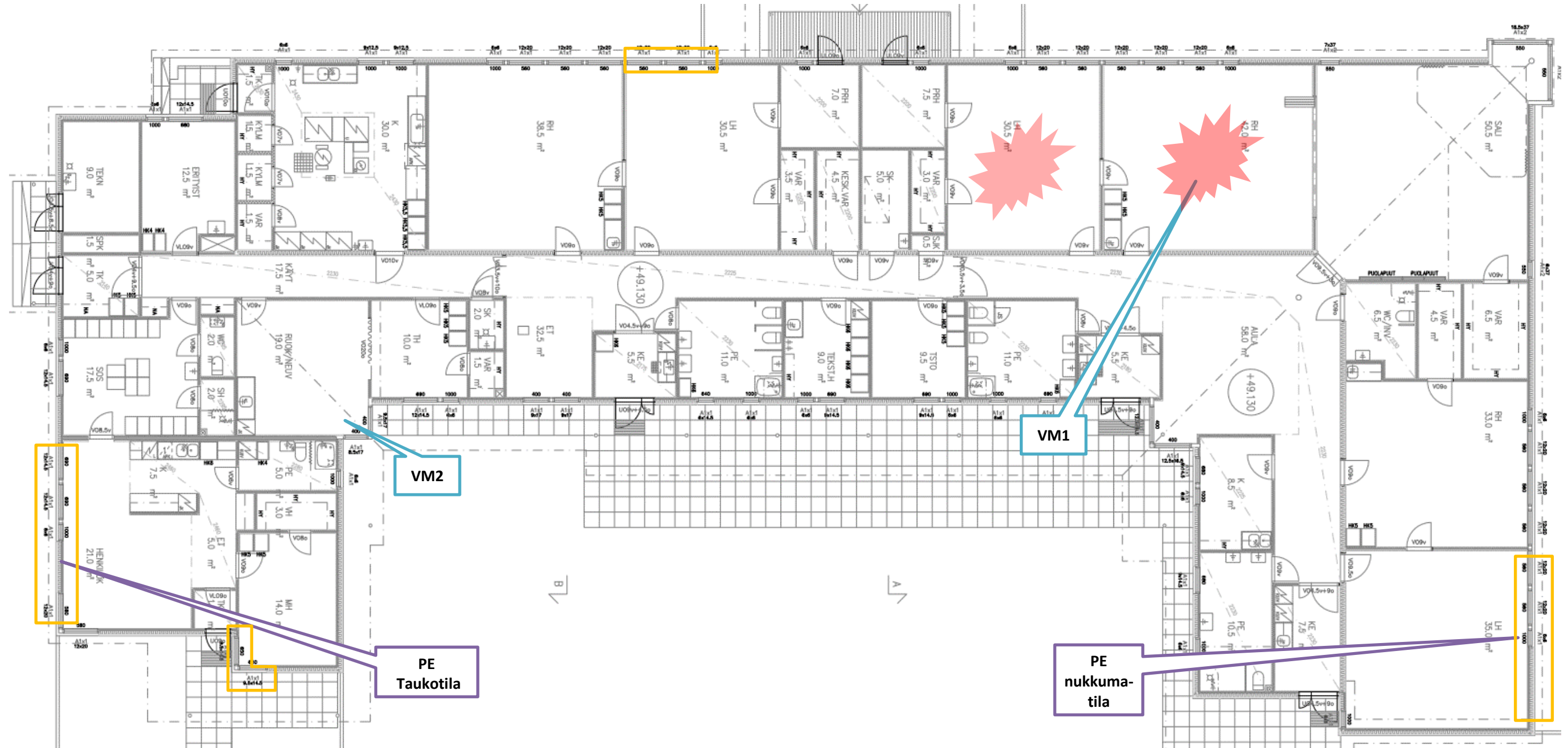
Tarkastanut:



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

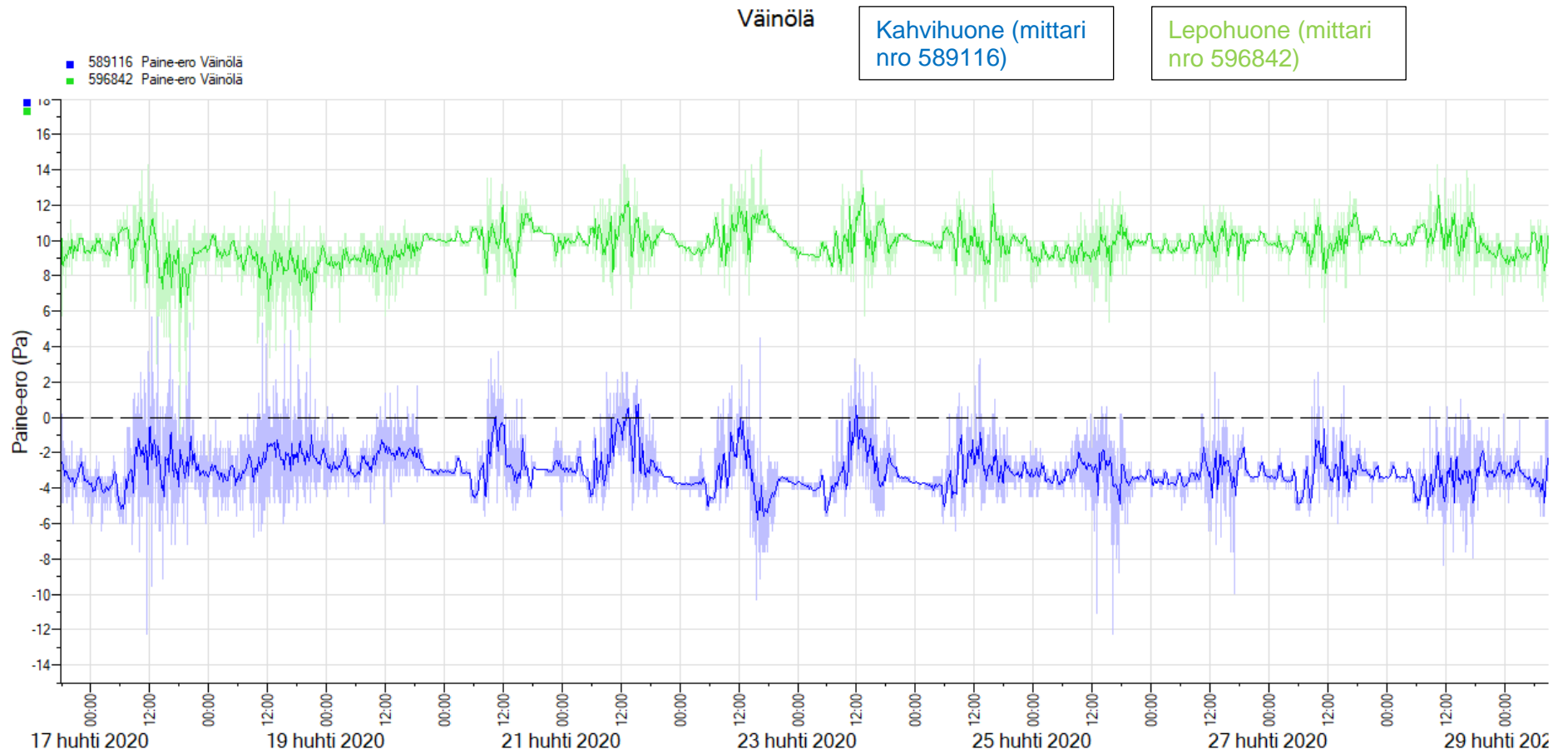
Liitteet

- 1) Pohjakuva
- 2) Paine-eromittausten graafiset kuvaajat
- 3) Näytteenottomenetelmät ja tulosten tulkinta



Paine-erokuvaajat mittausjaksolta 16. - 29.4.2020

	Keskiarvo, Pa	Vaihteluväli, Pa (minimi ... maksimi)	Lisätietoja
Kahvihuone (mittari nro 589116)	- 3,0	-12,4 ... 7,3	
Joukahaiset lepohuone (mittari nro 596842)	9,8	-1,0 ... 15,1	



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)	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
1.1.1. Epävarmuustarkastelu	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
2. Olosuhdemittaukset	3
2.1. Sisäilman lämpötila	3
2.2. Sisäilman suhteellinen kosteus	4
2.3. Sisäilman hiilidioksidi	4
3. Paine-ero	5
4. Teolliset mineraalivillakuidut	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
5. Kosteusmittaukset	6
5.1. Pintakosteuskartoitus	6
5.2. Viiltokosteusmittaus	6
5.2.1. Epävarmuustarkastelu	6
6. Rakenteiden tiiveys merkkiainemittauksella	6
6.1.1. Epävarmuustarkastelu	7
7. Käytetyt mittalaitteet	7
7.1. Mittalaitteiden tarkkuus ja kalibrointi	7
Viitteet	8

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: 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			
$t_u \leq 0$ °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 mikrokasvun 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	Muuttuvaimavirtaiset ja siirtoilman käyttöön perustuvat järjestelmät, suuret mitoitusilmavirrat, poikkeuksellisen tiivis ulkovaippa, erillis- tai kohdepoistoja yli 25 m korkuinen rakennus

3. Kosteusmittaukset

3.1. 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

3.2. 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.

3.2.1. 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.

4. 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 tilojen normaalissa käyttöolosuhteessa. 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 kaasuanalysaattorin avulla. Ilmavuotokohdat merkittiin, valokuvattiin ja kirjattiin ylös.

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

Ilmavuotojen merkittävyys on arvioitu raportissa.

4.1.1. 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).

5. Käytetyt mittalaitteet

5.1. 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-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, 1999. RT 80-10712. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot.

- 8) Rakennustietosäätiö RTS, 2010. RT 14-10984. Betonin suhteellisen kosteuden mittausta.
- 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 ilmanvaihdesta, 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.