

Vastaanottaja
Hämeenlinnan Asunnot Oy
Tuukka Tuomala

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
4/2019

TARVASMÄEN PÄIVÄKOTI HÄMEENLINNA

KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS



HÄMEENLINNA

KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

Päivämäärä 18.4.2019
Laatija Margit Arvelin, Ins. AMK, Markus Fränti, DI, RTA
Tarkastaja Heidi-Johanna Jokelainen, RI, RTA
Hyväksyjä Tilaaaja
Kuvaus Kuntotutkimusraportti

Viite 1510047043

TIIVISTELMÄ

Kuntotutkimuksen kohteena on vuonna 2005 valmistunut päiväkotirakennus, joka on suunniteltu alun pitäen rivitaloksi. Ennen rakentamisen loppuluovutusta käyttötarkoitus on muutettu asunnosta päiväkodiksi. Rakennus on alkuperäiskuntoinen, ja tehdyt remontit ovat olleet ylläpitävää korjausta.

Teknisen selvityksen tarkoituksena on tuottaa työn tilaajalle riittävä tieto rakennuksen peruskorjauksen tarpeellisuudesta ja laajuudesta. Työn tarkoitus on selvittää kattavasti eri rakenteiden kunto ja havainnoida mahdolliset puutteet, joilla on vaikutusta sisäilman laatuun tai rakenteiden toimintaan. Tekninen selvitys tuli ajankohtaiseksi työn tilaajan teknisestä tarpeesta sekä käyttäjien oirelähtöisyyden vuoksi.

Rakennus on perustettu maanvaraisesti betonianturoin murskekerroksen päälle. Rakennuksen alapohjarakenteena on EPS-lämmöneristetty maanvarainen betonilaatta. Sokkelit ovat tehty kevytsoraharkoista. Rakennuksen ulkoseinärakenne on rankarakenteinen, puuverhoiltu ulkoseinä, jossa eristeenä on mineraalivillaa. Yläpohja on tehty ristikkorakenteisena, tuuletuvana rakenteena, joka on lämmöneristetty mineraalivillalla. Vesikatteena on konesaumattu peltikate.

Aistinvaraisten tarkastusten lisäksi tutkimusmenetelminä käytettiin kosteusmittauksia, rakennearvauksia, merkkianekokeita, lämpökuvausta ja rakennuksen alipainetestiä. Ilmanvaihdon kunto selvitettiin ilmamäärämittauksin ja aistinvaraisin tarkastuksin. Työ suoritettiin laaditun tutkimussuunnitelman 8.2.2018 mukaisesti.

Tehtyjen tutkimusten perusteella rakennuksen pääongelmana on laaja-alaiset ilmavuodot ulkoseinä- ja yläpohjarakenteissa. Ilmavuotojen syynä on epätiiviisti asennettu höyrynsulku-muovi. Muovin asennustavan ei todettu noudattavan hyvää rakentamisen tapaa. Vika heikentää rakenteiden kosteusfysikaalista toimintaa ja voi johtaa sisäilman kuituongelmaan. Sisäilman laadun kannalta oleellisena ongelmana havaittiin myös ilmanvaihdon olevan puutteellinen ja järjestelmän kunnon olevan teknisesti huonokuntoinen.

Lievempinä, mutta korjattavina ongelmina havaittiin maanpinnan virheelliset kallistukset, alapohja - osastoivien väliseinäliittymien epätiiveyskohdat ja yläpohjan aluskatteen asennusvirheet. Useasta rakenneosista otetuissa materiaalinäytteissä ei todettu laboratorion suoraviljelymenetelmällä mikrobivaurioita.

Raporttiin on laadittu Työterveyslaitoksen ohjeen mukainen altistumisolosuhtearvio. Altistumisolosuhtetason arviointiohjetta soveltaen, Tarvasmäen päiväkodin tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on mahdollinen koskien koko rakennusta.

Raportissa suositellaan vuoden sisällä aloitettavaa peruskorjausta, jossa päätavoitteena on ulkovaipparakenteiden merkittävä ilmatiiveyden parantaminen ja ilmanvaihdon uudelleen rakentaminen. Peruskorjauksessa myös muut pienemmät havaitut ongelmat tulee korjata. Ennen peruskorjassuunnittelun käynnistämistä salaojien toimivuus ja perustusjärjestelmän vedenerityksen kunto tulee selvittää, jotta mahdolliset puutteet voidaan huomioida suunnittelussa.

SISÄLTÖ

1.	Yleistiedot	1
1.1	Yleistä	1
1.2	Yhteystiedot	1
1.3	Tutkimuksen tavoite ja rajaus	2
2.	Kohteen yleiskuvaus	3
2.1	Lähtötiedot	3
3.	Tutkimusmenetelmät	4
3.1	Materiaalin mikrobinäytteet	4
3.2	Pintakosteuskartoitus	4
3.3	Viiltomittaus	4
3.4	Puun painoprosenttikosteuden mittaaminen	4
3.5	Rakenneavaukset	4
3.6	Merkkiainekokeet	4
3.7	Paine-eron seurantamittaukset	4
3.8	Olosuhteiden seurantamittaukset	4
3.9	Ilmanvaihdon toimivuus ja puhtaus	4
4.	Rakenneteknisten tutkimusten tulokset	5
4.1	Alapohjarakenteet	5
4.1.1	Rakennetyypit	5
4.1.2	Aistinvaraiset havainnot	5
4.1.3	Rakenneavauksista tehty havainnot	6
4.1.4	Kosteusmittaukset	7
4.1.5	Johtopäätökset	7
4.1.6	Toimenpide-ehdotukset	8
4.2	Ulkoseinät ja sen liittymät	8
4.2.1	Rakennetyypit	8
4.2.2	Aistinvaraiset havainnot	9
4.2.3	Rakenneavauksista tehty havainnot	9
4.2.4	Mikrobinäytteet	10
4.2.5	Kosteusmittaukset	10
4.2.6	Merkkiainekokeet ja lämpövuototarkastelut	11
4.2.7	Johtopäätökset	13
4.2.8	Toimenpide-ehdotukset	13
4.3	Väliseinät	13
4.3.1	Huoneistoiden väliset seinät	13
4.3.2	Kevyet väliseinät	16
4.4	Vesikatto ja yläpohja	17
4.4.1	Rakennetyypit	17
4.4.2	Aistinvaraiset havainnot	18
4.4.3	Rakenneavauksista tehty havainnot	19
4.4.4	Mikrobinäytteet	20
4.4.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	20
4.4.6	Toimenpide-ehdotukset	20
5.	Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimustulokset	22
5.1	Ilmanvaihto-/LVIS-järjestelmän kuvaus	22
5.2	Tilojen ilmanjako ja ilmamäärät	22
5.3	Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja laitteiston tekninen kunto	23
5.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	23
5.5	Johtopäätökset	24
5.6	Toimenpidesuosituks	24
6.	Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset	25
6.1	Paine-ero	25
6.2	Sisäilman hiilidioksidipitoisuus	25
6.3	Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus	26
6.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	27
7.	Altistumisolosuhteiden arviointi	28

7.1	Tarvasmäen päiväkot	28
8.	Johtopäätökset ja yhteenveto toimenpiteistä	29
8.1	Tutkimuksen johtopäätökset	29
8.2	Toimenpidesuosituks	29
8.2.1	Käyttöä turvaavat toimenpiteet	29
8.2.2	Peruskorjaustasoiset toimenpiteet	29

LIITTEET

- Liite 1.** Paikannuspiirustus
- Liite 2.** Laboratorion analyysivastaukset
- Liite 3.** olosuhteiden seurantamittausten tulokset

1. YLEISTIEDOT

1.1 Yleistä

Tutkimuskohteena oleva päiväkotirakennus on rakennettu vuonna 2005. Rakennus on yksikerroksinen puurakenteinen rivitalo, joka on porrastettu neljään eri tasoon. Rakennuksen käyttötarkoitus on rakentamisajasta tähän päivään saakka ollut päiväkotitoiminta.

1.2 Yhteystiedot

Tutkimuksen tilaaja

Hämeenlinnan Asunnot Oy
Turuntie 7
13130 Hämeenlinna

Tuukka Tuomala
puh. 03 625 1623
tuukka.tuomala@hmlasunnot.fi

Kuntotutkimuksen suorittaja

Ramboll Finland Oy
Pakkahuoneenaukio 2,
PL 718
33101 Tampere

Projektipäällikkö

Heidi-Johanna Jokelainen, RI, RTA
puh. 044 5363 055
s-posti: heidi-johanna.jokelainen@ramboll.fi

Kuntotutkimuksen suorittajat:

Jarno Sippola, RI
puh. 040 5746 975
s-posti: jarno.sippola@ramboll.fi

Tutkimuksen ajankohta

25.2.2019-26.2.2019

Margit Arvelin, Ins. AMK
puh. 040 1602 182
s-posti: margit.arvelin@ramboll.fi

Markus Fränti, DI, RTA
puh. 050 3029 988
s-posti: EXTmarkus.franti@ramboll.fi

Käytettävät tutkimuslaboratoriot

Mikrobinäytteet rakennusmateriaaleista

WSP Finland Oy
Kympinkatu 3 B
40320 Jyväskylä

1.3 Tutkimuksen tavoite ja rajaus

Rakennus on alkuperäisessä kunnossa eikä sen osalla ole tehty merkittäviä korjaustoimenpiteitä, jonka vuoksi tilaaja haluaa selvittää rakennuksen nykyhetken kunnon. Tässä tutkimuksessa tavoitteena on selvittää asiakirjojen, kohdekäynnin ja tutkimusten pohjalta ne rakenteet, jotka rakennusmateriaalien ikääntymisen, sisäisten ja ulkoisten olosuhteiden vuoksi tai muiden puutteiden takia voivat aiheuttaa sisäilmahaittaa ja vaativat näin ollen korjausta. Tutkimus toimii näin myös mahdollisen peruskorjaussuunnittelun lähtötietomateriaalina.

Tutkimustoiminta koskee koko rakennusta lukuun ottamatta piha-alueita ja salaojia. Tilaaja rajasi tutkimuksesta pois ulkopuoliset tarkastukset.

Tutkimussuunnitelman pohjalta keskeisimmät selvitettävät asiat tutkimuksissa ovat: alapohja-, ulkoseinä-, väliseinä- ja yläpohjarakenteiden kunnon selvittäminen ja kosteusteknisen toiminnan tarkastaminen. Kohteessa tehdään olosuhteiden seurantamittauksia (T, RH, CO₂, paine-ero) sekä kosteusmittauksia (pinta-, viilto- ja porareikämittaus) valituilta alueilta. Merkkiainekokeita tehdään rakenteiden tiiveyden ja ilmavuotojen selvittämiseksi.

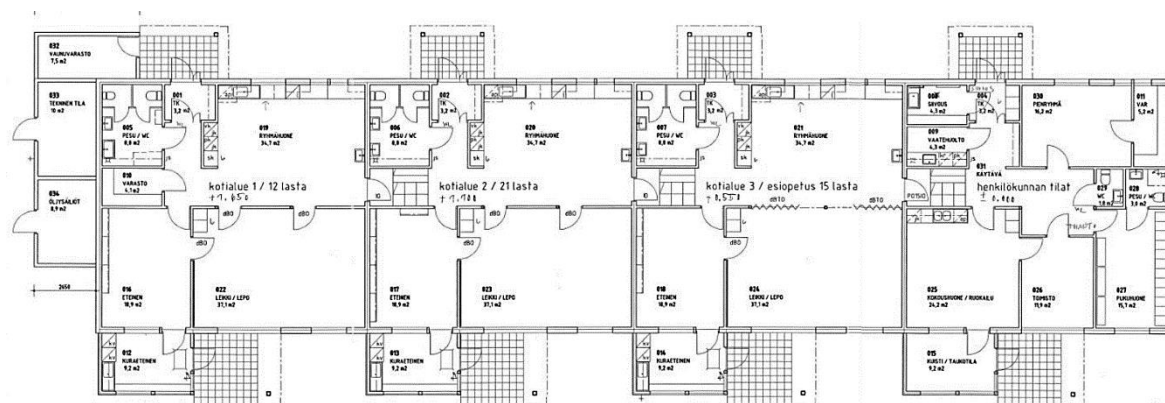
Kuntotutkimus sisältää ehdotuksen korjaustoimenpiteistä. Tutkimusta voidaan hyödyntää korjaussuunnitelmien ja korjausohjelman laadinnassa. Annetut korjausehdotukset eivät ole rakennustöiden työselitys vaan tilaajan tulee laadituttaa erikseen varsinainen korjaussuunnitelma.

Kuntotutkijalla on oikeus oikaista kuntotutkimusraportissa mahdollisesti havaittu virhe. Kaikista virheistä tulee reklamoida kuntotutkijaa kohtuullisessa ajassa, viimeistään kolmen kuukauden kuluessa kuntotutkimusraportin luovutuspäivästä.

2. KOHTEEN YLEISKUVAUS

Tarvasmäen päiväkoti on rakennettu asiakirjojen mukaan vuonna 2005 alun perin rivitaloksi. Jo ennen loppuluovutusta rakennuksen käyttötarkoitus on muutettu asunnoista päiväkodiksi. Rakennukseen ei ole tehty valmistumisen jälkeen muutostöitä tai peruskorjauksellisia toimenpiteitä.

Rakennuksen alapohja on maanvastainen, alapuolelta lämmöneristetty betonilaatta ja ulkoseinät ovat puurunkoisia, mineraalivillaeristettyjä ja lautaverhoiltuja. Rakennuksen yläpohjarakenteena on tuulettuvana ristikkorakenne. Vesikatteena on konesaumattu peltikate. Kevyet väliseinät ovat toteutettu metallirankaisina levyverhoiltuina seininä. Osastoivat rakenteet kalkkiihiekkarakenteisina desibeliponttiharkkoina. Saatujen lähtötietojen mukaan rakennus on salaojitettu ja tarkastus-kaivot ovat asennettu rakennuksen vierustalle.



Kuva 2.1 Päiväkotirakennuksen pohjapiirustus

2.1 Lähtötiedot

Tutkimuksen lähtötietoina oli käytettävissä seuraavat asiakirjat:

- Tarvasmäen päiväkoti tutkimussuunnitelma, Ramboll Finland Oy, 13.2.2019
- Leikkauspiirustukset, Ins.tsto Seppo Luukkanen, 15.5.2006
- Pohjapiirustukset, Hämeenlinnan kaupunki talotoimisto, 2.2.2006
- LVI-tekniset suunnitteluperusteet, KHTT-Suunnittelu Oy, 28.12.2005

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

3.1 Materiaalin mikrobinäytteet

Materiaalien mikrobinäytteet otettiin Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisesti (Osa IV, Asumisterveysasetus § 20, 2016). Materiaalinäytteet analysoitiin WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa Jyväskylässä suoraviljelymenetelmällä (Akkreditoitu analyysimenetelmä). Analyysivastaukset ovat tämän raportin liiteosassa.

3.2 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteusmittauksilla arvioitiin rakennuksen alapohjan ja maanvaraisten seinärakenteiden kosteuden vaihteluväliä tunnettuun kuivana pidettyyn referenssipisteeseen nähden. Pintakosteuskartoituksen perusteella valittiin viiltomittauksien tarkastuspisteet. Pintakosteuden mittaaminen suoritettiin Gann Hydrotest LG 3 näyttölaitetta ja B50 anturipäätä käyttäen.

3.3 Viiltomittaus

Viiltomittausten avulla selvitettiin, onko kosteus päällysteen alla kriittisen korkea, mikä puolestaan on riippuvainen käytetystä lattian pinnoitemateriaalista. Viiltomittauksien tarkastuspisteet valikoituivat pintakosteuskartoituksen perusteella. Viiltomittaukset suoritettiin Vaisalan HMI41-mittalaitteella HMP42 -mitta-anturia käyttäen sekä Vaisalan HM40- mittalaitteella ja HM42-mitta-anturia käyttäen.

3.4 Puun painoprosenttikosteuden mittaaminen

Kosteuden painoprosentit mitattiin piikkikosteusmittauksella ulkoseinärakenteeseen tehdyistä rakenneavauksista. Mittaukset suoritettiin käyttäen Gann Hydrotest LG 3 näyttölaitetta ja M20 iskuanturia.

3.5 Rakenneavaukset

Rakenneavausten perusteella havainnoitiin rakenteiden kuntoa aistinvaraisesti ja selvitettiin liitosten toteutusratkaisuja. Lisäksi rakenneavausten yhteydessä rakenteen lämmöneristeistä otettiin mikrobinäytteet.

3.6 Merkkiainekokeet

Rakennesien välistä ilmatiiviyttä tutkittiin Trotec T3000 näyttölaitetta käyttäen, jossa vuodonilmaisimena käytettiin Trotec TS810 anturia. Merkkiainekokeessa laskettiin kaasua (5 % H₂ + 95 % N₂) rakenteeseen. Analysaattorilla paikallistettiin rakenteista kohdat, joista kaasu virtasi huonetilaan. Merkkiainekoe tehtiin kohteen normaalissa ilmanvaihtotilanteessa. Vuotoa tarkasteltiin RT14-11197-kortin ohjeiden mukaisesti määrittämällä vuodot pistemäiseksi, vähäiseksi tai merkittäväksi.

3.7 Paine-eron seurantamittaukset

Sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin vaipan yli Pro dual paine-eromittareilla ja tulokset tallennettiin Tinytag-loggeriin.

3.8 Olosuhteiden seurantamittaukset

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta, suhteellista kosteutta ja lämpötilaa seurattiin eri siipiosissa 14 vrk:n mittaisella seuranta jaksolla. Mittauksen avulla selvitettiin ilmanvaihdon riittävyttä, lämmitysjärjestelmän tasapainoa, ja käyttäjien toimintojen aiheuttamaa kosteuslisää rakennuksessa. Mittaus suoritettiin Aranet T/RH mittasensorein sekä hiilidioksidipitoisuus Aranet CO₂ sensoreita käyttäen.

3.9 Ilmanvaihdon toimivuus ja puhtaus

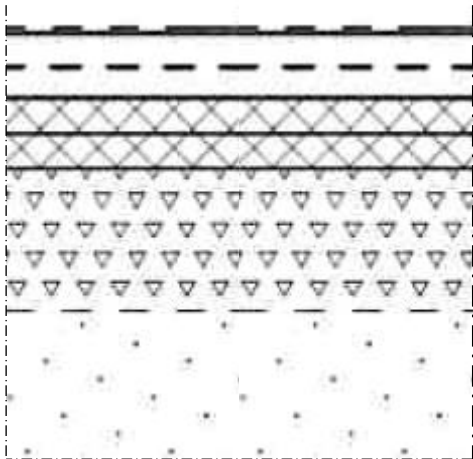
Ilmanvaihdon toimivuutta tarkasteltiin mittaamalla tulo- ja poistoilmavirrat valituissa huoneissa. Ilmanvaihdon puhtautta tarkasteltiin päätelaitteista, ilmanvaihtokanavistoista ja tulo-poistoilmakoneikoista. Ilmanvaihdon mittauksessa käytettiin SwemaFlow 126 mittalaitetta ja siihen soveltuvia huppuja.

4. RAKENNETEKNISTEN TUTKIMUSTEN TULOKSET

4.1 Alapohjarakenteet

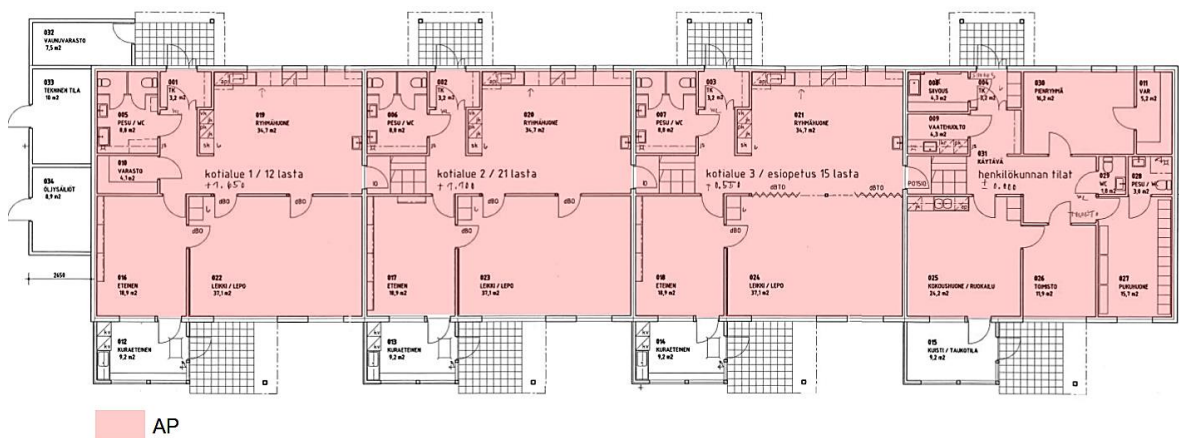
4.1.1 Rakennetyypit

Rakennuksen alapohjarakenteet ovat rakenteeltaan samanlaiset jokaisessa tasossa. Alapohjat ovat maanvaraisia betonilaattoja, jonka pinnoitteena on muovimatto. Betonilaatan alla on eriste (EPS) ja sora. Alla on esitetty alapohjan rakennetyyppi.



Rakenne ylhäältä alaspäin:

- 1 Pintamateriaali ja/tai -käsittely
- 2 Tasoitteet
- 3 Teräsbetonilaatta 80-100 mm
- 4 Suojapaperi
- 5 Lämmöneriste THERMOSIL EPS 100 lattia, 100 mm, reunoilla 150 mm
- 6 Koneellisesti tiivistetty kapillaarikatkokerros > 200 mm
- 7 Routimaton täyttö



Kuva 1. Alapohjarakenteen rakennetyyppi ja sijoittuminen pohjapiirustuksessa

4.1.2 Aistinvaraiset havainnot

Kohdekäynnillä havaittiin eri tilojen välisissä lattialämpötiloissa suuria eroja. Lämpötilaerot ovat suurimmillaan lähellä ulkoseinälinjoja. Siten lattian lämpötilaerot viittaavat rakenneliitosten vuotoihin.

Alapohjasta aistinvaraisesti havaittiin, että laatan kuivumiskutistumat ovat tiivistämättä reuna-alueilla. Tämä näkyy rakoiluna osastoivien seinien liitoksissa (Ks. Kuva 2). Ulkoseinälinjalla vastaavaa ongelmaa ei havaittu, koska alapohjalaatan ja ulkoseinän välissä on käytetty elastista neopreenitiivistenauhaa. Muovimaton repeämiä havaittiin osastoivien väliseinien läheisyydessä. Ongelma viittaa laatasta tapahtuneeseen valuvaiheen jälkeiseen kuivumiskaartumiseen. Myöhempi kaartumisen hiipuma on johtunut maton repeämiin. Ongelma on pääosin esteettinen.



Kuva 2. Alapohjarakenteen ja osastoivan väliseinärakenteen liitoskohdassa epätiivis sauma

4.1.3 Rakenneavauksista tehdyt havainnot

Lattialämmityskaapeleista johtuen, alapohjan avaukset jouduttiin tekemään sokkelirakenteen kautta. Avauksista selvitettiin alapohjarakenteen alla olevat eristemateriaalit, eristemateriaalin ainevahvuus ja laatan alla käytetyt täyttömateriaalit.

Sokkelirakenteeseen tehtiin 2 kpl 160 mm timanttikorauksia. Pohjoispuolen pitkään sivuun tehdyn avauksen perusteella todetaan, että täyttömateriaali laatan alla on karkean sepelin ja hiekan sekoitusta. Täyttömateriaali on siten kapillaarisesti kosteutta siirtävää. Tutkimushetkellä täyttömateriaali oli kuivaa. Avausten perusteella myös todetaan, että eristemateriaali on rakennesuunnitelmien mukainen reuna-alueilla. Keskialuetta ei ole lattialämmityskaapeleiden vuoksi selvitetty.

Itäpäätyyn tehdyn rakenneavauksen perusteella todetaan, että alustäytöt ovat tehty raekoon 8-16 sepelistä (pesemätön), jossa hienoainepitoisuus on hyvin pieni. Sepeli toimii siten kapillaarisena katkona. Avauksessa eristemateriaali ja ainevahvuus vastasivat suunnitelmia.



Kuva 3. Pohjoispuolen pitkän sivun täyttömateriaali on seulomatonta soraa, jossa hienoainepitoisuus on suuri



Kuva 4. Itäpäädyssä täyttömateriaali on seulottua sepeä 8-16

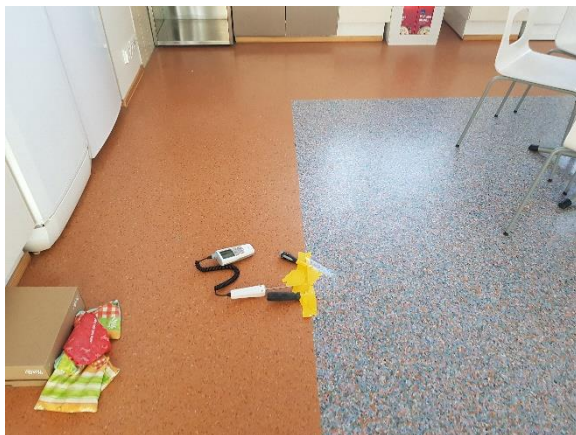
Avausten perusteella yleisesti todetaan, että laatan suuntaan siirtyy ainoastaan diffuusiolla liikkuvaa kosteusvirtaa. Alapohjan ollessa hyvin lämmöneristetty diffuusiokosteusvirta on hyvin pieni.

4.1.4 Kosteusmittaukset

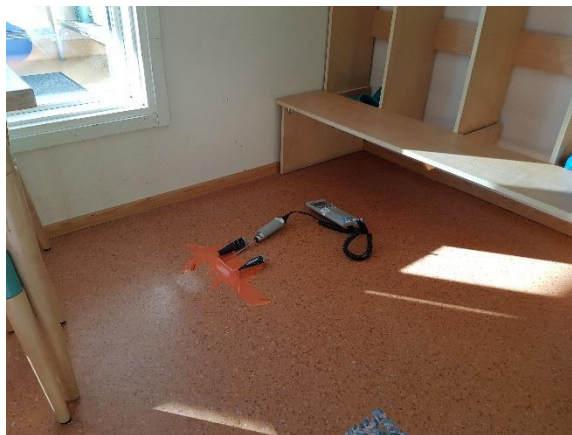
Alapohjarakenteiden kosteusteknistä toimivuutta tutkittiin pintakosteuskartoituksen avulla lattiarakenteen pintamateriaalin päältä. Kuivana referenssipisteenä käytettiin alapohjasta mitattua referenssiarvon vaihteluväliä $p=60-75$. Referenssiluku $p=60$ on mittalaitteen valmistajan ilmoittama arvo kuivalle betonille. Referenssipistettä verrattiin alapohjalaatan muihin kosteusarvoihin.

Kuivana pidettyyn pisteeseen verraten alapohjalaatassa havaittiin alueita, jotka viittaavat kosteaan betoniin. Kosteaan betoniin viittaavilla alueilla pintakosteusmittauksen lukema vaihteli välillä $p=85-97$. Näiltä alueilta tutkittiin lattiarakenteen suhteellista kosteutta pintamateriaalin alta viiltomittauksilla.

Suhteellisen kosteuden mittaukset suoritettiin viiltomittauksin. Alapohjarakenteen päällysteen alapuolista kosteuspitoisuutta tutkittiin rakennuksen eri tiloista, kuvat 4.3 ja 4.4. Viiltomittauksien mittauspikat valikoituivat pintakosteuskartoituksen perusteella kosteaan betoniin viittaaville alueille, ks. liite 1. Viiltomittauksissa ei havaittu pintamateriaalin alapuolella korkeita kosteuspitoisuuksia (taulukko 4.1) eikä epätavanomaista hajua pintamateriaalin ja betonin välissä.



Kuva 4.3 Viiltomittaus alapohjarakenteen pintamateriaalin alta



Kuva 4.4 Viiltomittaus alapohjarakenteen pintamateriaalin alta

Taulukko 4.1 Pintamateriaalin alapuolisen suhteellisen kosteuden mittaustulokset

Mittaus	Tila	Lämpötila (°C)	Suhteellinen kosteus (RH%)	Abs. kosteus (g/m³)
VM 1	Toimisto, henk.kunnan tilat	23,8	63,0	13,5
VM 2	Leikkihuone, kotialue 3	21,6	76,4	14,5
VM 3	Eteinen, kotialue 3	23,2	71,8	14,9
VM 4	Leikkihuone, kotialue 2	21,8	76,1	14,6
VM 5	Ryhmähuone, kotialue 1	22,5	74,5	14,9
VM 6	Leikkihuone, kotialue 1	19,5	60,5	10,2

Mittaustulosten perusteella todetaan, että maanvastaisissa alapohjarakenteissa pintamateriaalin alapuoliset kosteuspitoisuudet ovat maanvastaisille betonirakenteelle normaaliksi katsottavissa lukemissa, eikä kohonneeseen kosteuspitoisuuteen ole viitteitä.

4.1.5 Johtopäätökset

Alapohjarakenteeseen suoritettujen tutkimusten perusteella todetaan, että osastoivien seinälinjojen liittymien kohdalla on lievää ilmavuotoa sisäilman suuntaan. Kosteusmittausten perusteella todetaan, että rakenne on tavanomaisella maanvastaisen betonin kosteusalueella, ja mitatut viiltokosteusarvot eivät ole liian suuret käytettyihin pinnoitteisiin nähden.

4.1.6 Toimenpide-ehdotukset

Peruskorjaustasoiset toimenpiteet

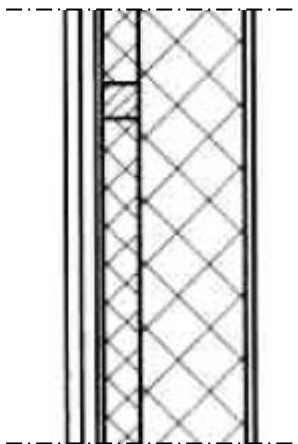
- Alapohjan ja osastoivien väliseinälinjojen ilmavuodot suositellaan korjattavaksi esimerkiksi Aerosana Visconn Fibre tiivistemassaa yhdessä Solido vahvistekankaan kanssa erillisen rakennesuunnitelman mukaisesti.

4.2 Ulkoseinät ja sen liittymät

4.2.1 Rakennetyypit

Rakennuksessa on rankarunkoinen, mineraalivillalla lämmöneristetty ulkoseinärakenne. Ulkoseinäverhous on pääosin lauta, pieneltä osin ulkoverhousvaneria.

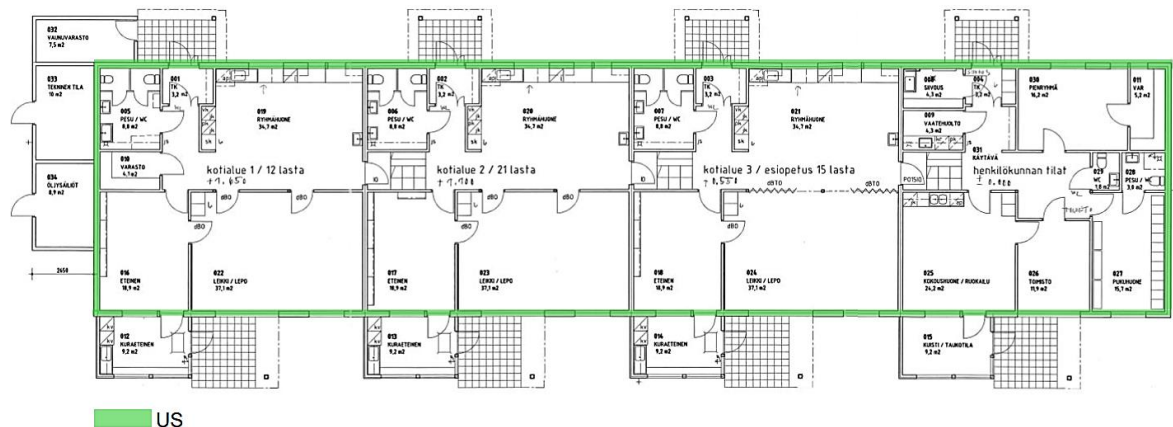
Ulkoseinärakenteiden toimivuuden kannalta kriittisiä kohtia ovat julkisivuverhouksen takana oleva tuuletusrako, jonka tehtävänä on sisäilmasta seinärakenteen läpi diffuusiolla siirtyvän kosteuden siirtäminen ulkoilmaan ja seinärakenteen kuivumisen mahdollistaminen. Toinen kriittinen kohta on seinärungon sisäpinnassa sijaitseva höyrynsulkumuovi, jonka tehtävänä on estää kosteuden tunkeutuminen seinärakenteeseen. Alla on esitetty ulkoseinän rakennetyyppi ja sen rakennetyypin sijainti rakennuksessa.



Rakenne sisältä ulospäin (vasemmalta oikealle):

- 1 Pintakäsittely
- 2 Kipsilevy 13 mm
- 3 Höyrynsulkumuovi
- 4 Kantava puurunko 50x150 k600 / vuorivilla PAROC EXTRA 150 mm
- 5 Koolaus 50x50 k600 / vuorivilla PAROC EXTRA 50 mm
- 6 TS-kipsilevy 9 mm
- 7 Koolaus 22x100 k600 / tuuletusväli
- 8 Puuverhous tai julkisivuvaneri

Kuva 5. Ulkoseinän rakennetyyppi



Kuva 6. Rakennetyypin sijoittuminen pohjapiirustuksessa

4.2.2 Aistinvaraiset havainnot

Ulkoapäin aistinvaraisesti havaittiin varaston 033 kohdalla vesivuotojälkiä ja jään puikkojen muodostumista yläpohja - ulkoseinäliitokseen. Jään muodostumisen syyksi selvisi savukaasutestien perusteella teknisen tilan poistoilmakanava. Kanavasta siirtyvä lämmin ilma ohjautuu räystäälle, ja pisaroituu vedeksi. Suoraan kanavan yläpuolelle jääpuikkoja ei muodostu, koska hukkalämpö pitää räystäslinjan $+0^{\circ}\text{C}$ yläpuolella. Kanavasta noin 1m kumpaankin suuntaan pisaroituminen on selkeästi havaittavaa. Alla olevassa kuvassa 7 on havainnollistettu kyseistä ongelmaa.



Kuva 7. Jääpuikkoja muodostuu räystäslinjalle poistoilmakanavasta tulevan hukkalämmön vuoksi

4.2.3 Rakenneavauksista tehdyt havainnot

Rakenneavauksia ulkoseinälinjoille tehtiin yhteensä 7 kpl. Rakenneavausten perusteella selvitettiin rakenteen kosteustekninen toimivuus ja tarkka toteutustapa.

Avausten perusteella todetaan, että seinärakenteiden rakennekerrokset vastaavat suunnitelma-asiakirjoja. Lattiarakenteen ja seinärakenteen liitoskohtaan tehdyissä rakenneavauksissa selvisi, että höyrynsulkumuovin liitos alapohjaan on epätiivis. Muovia ei ole limitetty tai kiinnitetty mitenkään alapohjan liittymään. Tämän vuoksi liittymässä on pitkänomainen epätiiveyskohta, joka heikentää rakenteen rakennusfysikaalista toimivuutta. Epätiivin höyrynsulkumuovin liitoksesta kuluu diffuusiolla kosteutta rakenteeseen ja toisaalta rakennuksen sisäilmaan voi päästä epäpuhtauksia seinärakenteen kautta. Rakenteellisessa toteutuksessa havaittiin myös muita merkittäviä ongelmia. Höyrynsulun pystylimitykset ovat jätetty kokonaan teippaamatta. Toisin sanoen, jokaisessa höyrynsulkuvuodossa on höyrynsulussa pystyepätiiveyskohta. Vastaava tilanne on muovin poikittaisissa liitoksissa, mutta niitä on huomattavasti vähemmän, kuin pystysaumoja.

Alaohjauspuuta poistamalla havaittiin, että puuna on käytetty painekyllästettyä puutavaraa. Puu on irrotettu solumuovikaistalla harkkosokkelista. Erillinen bitumihuopakaista on sokkelin sisäpuolella pystyssä harkon lämmöneristettä vasten, mutta se ei jatku sokkelin päälle. Siten sokkelin kosteudeneristys on vain muovin varassa ja bitumi toimii ainoastaan radonkaistana.



Kuva 8. Höyrynsulkumuovin alapää on tiivistämättä ja kiinnittämättä alapohjarakenteeseen



Kuva 9. Rakenneavaus ulkoseinärakenteeseen

4.2.4 Mikrobinäytteet

Ulkoseinän materiaalinäytteet on otettu 26.2.2019 (10 kpl) ja ne on tutkittu suoraviljelymenetelmällä WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa Jyväskylässä. Analyysivastaus 1902280828EL (WSP Finland OY) on tämän tutkimuksen liitteenä 2. Näytteidenottoaikat on esitetty liitteessä 1.

Ulkoseinän lämmöneristeistä kerättiin materiaalin mikrobinäytteitä alueilta, joissa aistinvaraisesti ei havaittu vaurioitumisen jälkiä. Näytetulokset ovat tulkittu seuraavalla sivulla.

Taulukko 4.2 Materiaalin mikrobinäytteet ulkoseinästä

	Näytekoodi ja näytteenottoaika	Materiaali	Tulos
Suoraviljely	MN4- pienryhmä 030	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
	MN6- pienryhmä 030	Alaohjauspuu	Ei viitettä vauriosta
	MN7- toimisto 026	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
	MN8- ryhmähuone 021	Mineraalivilla, ulkopinta	Ei viitettä vauriosta
	MN9- ryhmähuone 021	Mineraalivilla, sisäpinta	Ei viitettä vauriosta
	MN10- ryhmähuone 021	Alaohjauspuu	Ei viitettä vauriosta
	MN11- kuraeteinen 014	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
	MN12- kuraeteinen 014	Mineraalivilla, ulkopinta	Ei viitettä vauriosta
	MN13- kuraeteinen 014	Mineraalivilla, sisäpinta	Ei viitettä vauriosta
	MN14- eteinen 016	Mineraalivilla, sisäpinta	Ei viitettä vauriosta

Analyysivastauksen ja rakenteeseen suoritettujen muiden tutkimusten perusteella todetaan, että ulkoseinärakenteissa ei ole kosteusvaurioon viittaavaa mikrobikasvustoa.

4.2.5 Kosteusmittaukset

Ulkoseinärakenteen puurakenteista mitattiin piikkikosteusmittalaitteella puun kosteuden painoprosentit seinärakenteeseen tehdyistä rakenneavauksista. Tulokset ovat esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 4.3 Piikkikosteusmittauksen tulokset ulkoseinärakenteista

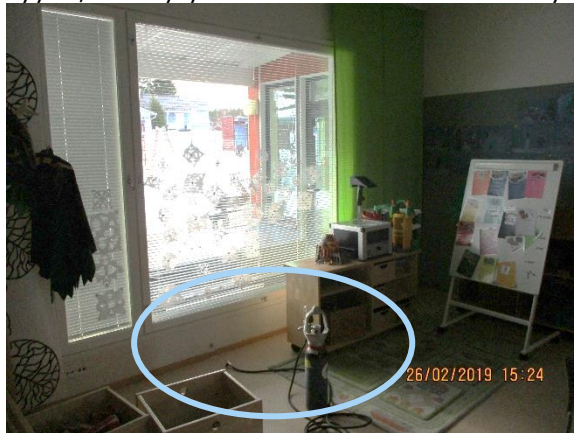
Puun kosteuden painoprosentti (p-%)		
Tila	Alaohjauspuu	Pystytolppa
Henk. kunnan tilat, pienryhmä 030	7,1	4,1
Henk. kunnan tilat, toimisto 026	8,8	-
Kotialue 3, ryhmähuone 021	8,2	4,9
Kotialue 3, kuraeteinen 014	10,1	-

Mittaustulosten perusteella todetaan, että ulkoseinän puurakenteissa ei ole havaittavissa kohonneita kosteuspitoisuuksia.

4.2.6 Merkkiainekokeet ja lämpövuototarkastelut

Ilmavuototarkastelut suoritettiin ulkoseinärakenteen osalta merkkiainekokein sekä aistinvaraisesti liitoksia tarkastellen. Merkkiainekokeet tehtiin tavanomaisessa käyttötilanteen painesuhteessa. Mittaushetkellä rakenteen ja sisäilman välinen paine-ero oli -2 Pa. Merkkiainekaasua laskettiin ulkoseinärakenteeseen lähelle seinärakenteen ja alapohjan liitoskohtaa 5 minuutin ajan. Kaasuvuotomittaus suoritettiin käyttäen mittalaitteena Trotec T3000 näyttölaitetta sekä Trotec TS 810 vetokaasuanturia. Anturin ilmoittama vuotoasteikko on 0-1200 ppm.

Merkkiainekokeilla havaittiin merkittäviä ilmavuotoja ulkoseinän ja alapohjan liittymässä ja ikkunaliittymien sekä seinän sähköpistokerasioiden kohdalla. Suurten ilmavuotojen pääasiallisena syynä, on höyrynsulkumuovissa olevat tiivistyspuutteet.

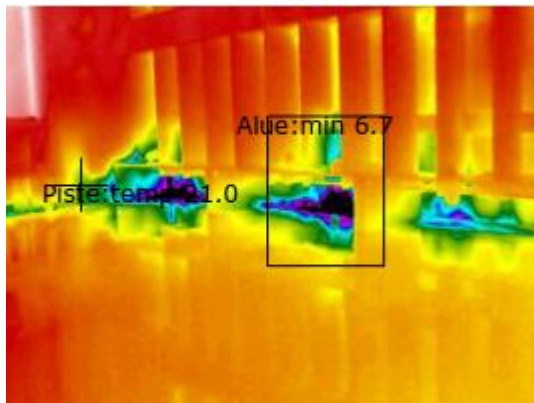


Kuva 10. Merkkiainekoe ulkoseinärakenteeseen

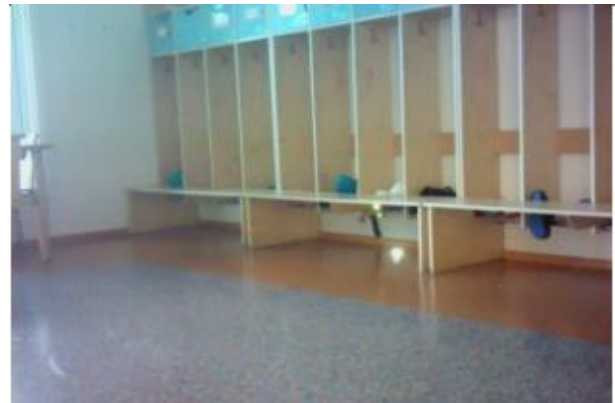


Kuva 11. Merkkiainekoe ulkoseinärakenteeseen

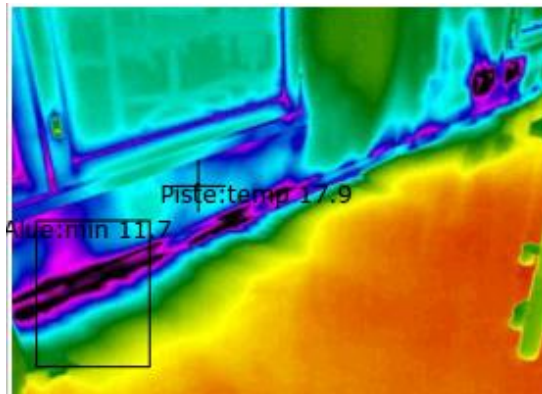
Ulkoseinärakenteiden lämpö- ja ilmavuotojen systemaattisuutta selvitettiin lämpökuvaamalla rakennus. Ulkoseinärakenteiden osalta todetaan, että havaittu höyrynsulkumuovin epätiivelyskohta seinän alaosassa näkyy runsaana ilmavuotona myös lämpökuvauksessa. Lämpökuvauksen perusteella höyrynsulkumuovin liitosongelma koskee koko rakennuksen piiriä. Ikkunalinjoissa havaitut merkkiainekokeilla tehdyt liittymävuodot ovat lämpökuvauksen perusteella laajemmat, kuin merkkiainekokeella on mahdollista havaita. Epätiivis liittymä on kaikissa ikkunoissa, mutta erisuuruisena.



Kuva 12. Selkeää ilmavuotoa ulkoseinälinjan alaosaan sisäilman suuntaan



Kuva 13. Tavallinen kuva lämpökuvausalueelta



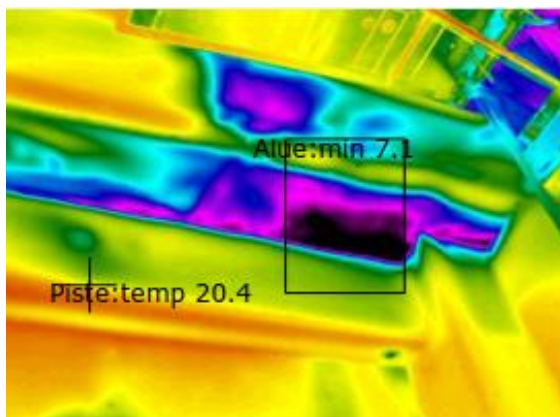
Kuva 14. Runsasta ja jatkuvaa ilmavuotoa ulkoseinälinjan alaosaan sisäilman suuntaan



Kuva 15. Tavallinen kuva lämpökuvausalueelta

Ulkoseinärakenteiden lämpö- ja ilmavuotojen systemaattisuutta selvitettiin lämpökuvaamalla rakennus kauttaaltaan. Ulkoseinärakenteiden osalta todetaan, että havaittu höyrynsulkumuovin epätiiveyskohta seinän alaosassa näkyy runsaana ilmavuotona myös lämpökuvaauksessa. Lämpökuvaauksen perusteella höyrynsulkumuovin liitosongelma koskee koko rakennuksen piiriä. Myös ikkunaliittymien vuodot ovat systemaattisia, mutta suurempia, kuin merkkiainekokeen avulla saatiin selville.

Merkkianekokeella ei havaittu ulkoseinän ja yläpohjan liitoksessa selkeää vuotoa. Lämpökuvaauksen avulla kuitenkin selvisi, että ulkoseinän yläosan ja yläpohjan liitos vuotaa vastaavalla tavalla kuin alapohjan ja ulkoseinän liitos. Vuoto johtuu höyrynsulkumuovin epätiivistä liitoksesta. Alla olevissa kuvissa on havainnollistettu ongelmaa.



Kuva 16. Merkittäviä ilma ja lämpövuotoja



Kuva 17. Tavallinen kuva lämpökuvausalueelta

4.2.7 Johtopäätökset

Rakennuksen ulkopuolisissa tarkastuksissa havaittiin, että maanpinnan kallistukset ovat osin rakennukseen päin. Erityisesti sisäpihan puolella maanpinta on liian korkealla ulkoseinän alaosaan nähden. Liian pieni korkeusero maanpinnan ja ulkoseinän korkeuden suhteen on johtanut tilanteeseen, jossa maanpinnan kallistukset ovat jouduttu muotoilemaan rakennukseen päin. Rakennuksen ulkoseinärakenteilla on tämän johdosta kohonnut riski kosteusvaurioitumiseen. Tehdyissä tutkimuksissa ei havaittu kosteusvaurioitumista ja ulkoseinän alaohjauspuiden kosteusmittauksin sekä materiaalinäytteiden tulosteella todettiin rakenteiden olevan kunnossa.

Tutkimuksen perusteella ulkoseinien pääasiallisena ongelmana on heikko ilmanpitävyys eri puolilla rakennuksen piiriä. Syynä ilmavuotoihin on höyrynsulun asennusvirheet erityisesti liittymäalueilla. Merkittävimmät ilmavuodot tapahtuvat höyrynsulun liittyessä alapohjasta ulkoseinään, yläpohjasta ulkoseinään ja ulkoseinän liittyessä ikkunakarmiin. Lisäksi muovin pitkittäis- ja poikittaisjatkokset ovat tiivistämättä. Pääosin vuodot havaittiin lämpökuvauksella, osin myös merkkiainekokein. Ilmavuotojen mukana voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan.

Ulkoseinien osalta kokonaisuudessaan todetaan, että ilmavuotoon liittyvät ongelmat ovat korjattavissa vain peruskorjauksen yhteydessä. Työ edellyttää ulkoseinän sisäverhouslevyjen poistoa, jota tiivistys saadaan onnistumaan ja rakennuksen rakennusfysikaalinen toimivuus saadaan parantumaan.

4.2.8 Toimenpide-ehdotukset

Käyttöä turvaavat toimenpiteet

Käyttöä turvaavia toimenpiteitä suositellaan, mikäli peruskorjausta ei päästä aloittamaan vuoden sisällä tämän raportin päiväyksestä lukien.

- Maanpinnan kallistukset suositellaan sisäpihan osalta korjattavaksi kaatoon 1:20 vähintään 3m matkalta rakennuksesta pois päin.

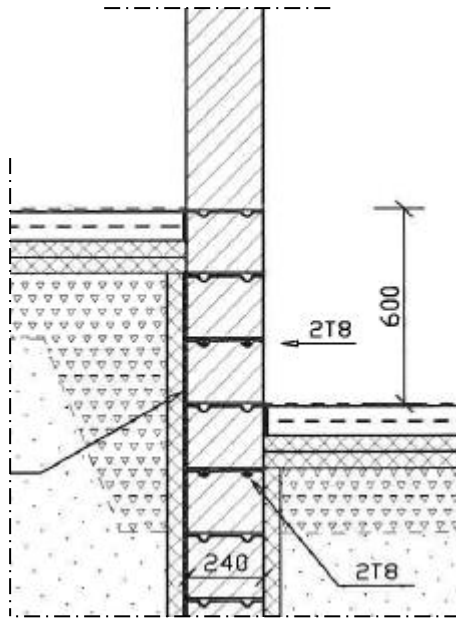
Peruskorjaustasoiset toimenpiteet

- Ulkoseinärakenteen epätiivis höyrynsulkumuovi suositellaan kokonaan poistettavaksi. Uusi höyrynsulku suositellaan tehtäväksi alumiinipintaisella SPU-levyllä. Levyä käyttämällä ala- ja yläpohjien liittymät on helpompi saada tiiviiksi. Myös sähkövedot voidaan viedä SPU levytyksen välissä, jolloin pistämäisiltä epätiivisyyskohdilta vältytään.
- Ikkunakarmirakenteet tiivistyskorjataan ulkoseinään käyttämällä Aerosana Visconn tiivistemassaa yhdessä Solido vahvistekankaan kanssa erillisen rakennesuunnitelman mukaisesti.

4.3 Väliseinät

4.3.1 Huoneistoiden väliset seinät

Rakennuksen huoneistoiden väliset seinät on rakennettu portaittain eri tasokoroille. Tästä johtuen huoneistoiden väliset seinät ovat alaosastaan maanvastaiset (ks. Kuva alla). Seiniin alaosaan kohdistuu maaperästä siirtyvää kosteutta, ja sen lämpötilajakauma maanpaineen kohdalla on muista väliseinistä poikkeava.



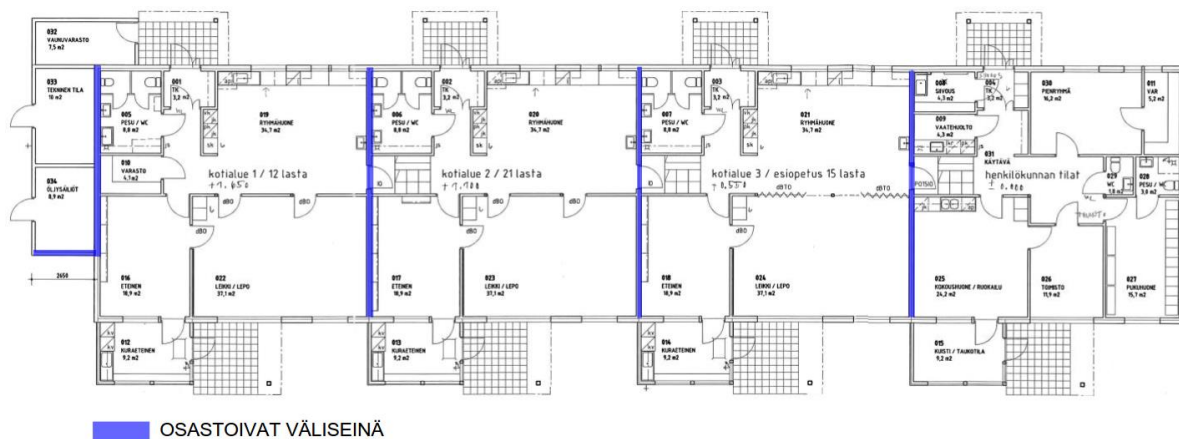
Rakenne sisältä ulospäin (oikealta vasemmalle) maanpaineen kohdalta:

- 1 Pintakäsittely
- 2 Tasoite
- 3 Kevytsojaraharkko
- 4 Perusmuurilevy
- 5 Lämmöneriste
- 6 Salaojasora

Rakenne maanpinnan yläpuoliselta osalta

- 1 Pintakäsittely / tasoite
- 2 Kahi desibeliponttihakko
- 3 Pintakäsittely / tasoite

Kuva 18. Huoneistoiden välisen seinän rakenne-tyyppi



Kuva 19. Maanvastaisen seinän rakennetyyppi ja sijoittuminen pohjapiirustuksessa

Aistinvaraiset havainnot

Aistinvaraisesti huoneistonvälisten seinien liittymisestä yläpohjaan todetaan, että liitos on selkeästi epätiivis. Höyrinsulkumuovia ei ole kiinnitetty desibeliponttiseinään, vaan muovi on jätetty seinän viereen ns. roikkumaan. Toteutustapa on tutkimuksen perusteella kaikissa huoneistoiden välisissä seinissä samanlainen. Huomioiden, että liitos on yläpohjarakenteessa, kosteuden ja lämmön siirtyminen kylmään yläpohjatilaan voi johtaa rakenteen kosteusvaurioitumiseen tai teollisten kuitujen pääsyn huonetilaan. Alla on esitetty kuvina liitoksen toteutustapaa.



Kuva 20. Höyrinsulkumuovi on kiinnittämättä yläpohjan kannattajiin. Vuotolinja on suuri



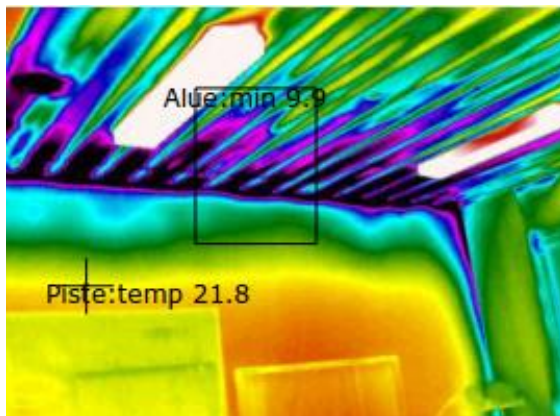
Kuva 21. huoneiston välisen seinän liittymät ovat tiivistämättä, vaikka kannatinpuu on suoraan liittymän kohdalla.

Kosteusmittaukset

Maanvastaisten seinien alaosien kosteusolosuhteita kartoitettiin pintakosteusmittauksin. Pintakosteuden pitoisuudet vaihtelivat välillä $p=30-40$ jokaisessa maanvastaisessa seinässä. Seinärakenteissa ei havaittu kohonneita kosteuspitoisuuksia. Myöskään aistinvaraisesti ei havaittu poikkeavista kosteusolosuhteista johtuvia jälkiä.

Merkkiainekokeet ja lämpövuototarkastelut

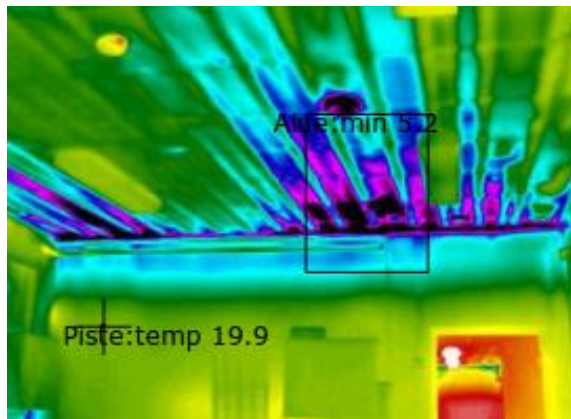
Yläpohjan ja huoneistoiden välisen seinän vuotoa ei mitattu merkkiainekokeella, koska kokeessa käytettävä kaasua on kevyempää. Siten vuodon paikallistaminen ja esiin saaminen on haastavaa. Ilmavuototutkimus suoritettiin huoneistoiden välisen seinän osalta lämpökuvauksella. Lämpökuvien perusteella todetaan, että huoneistoiden välisen seinän ja yläpohjan liitos on kiinnittämättä kaikissa jokaisessa osastoivassa seinässä. Vuoto sisäilman suuntaan on kaikkien osastovien seinäliitosten osalta merkittävää. Alla on kuvattu vuodon aiheuttamaa jäähtymistä yläpohjassa.



Kuva 22. Merkittävää ilmavuotoa yläpohjan ja huoneistoväliseinän liittymässä



Kuva 23. Tavallinen kuva lämpökuvausalueelta



Kuva 24. Tiivistysongelma koskee kaikkia osasto-
via huoneistoväliseiniä

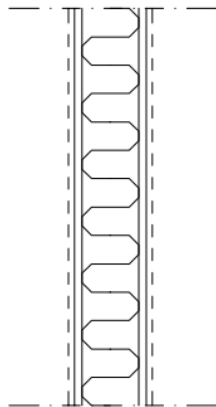


Kuva 25. Tavallinen kuva lämpökuvasaluelta

4.3.2 Kevyet väliseinät

Rakennetyypit

Rakennuksen osastojen sisäiset väliseinät ovat pääosin metallirankaisia, ja seinät lähtevät alapohjajalaan päältä. Väliseinärakenteisiin ei kohdistu riskiä, mikäli alapohjarakenne pysyy kuivana, väliseinärakenne on rakennettu kuivalle lattiapinnalle ja siivousvesillä ei ole vaurioitettu rakenteita. Kevyiden väliseinärakenteiden rakennetyyppi on esitetty alla:



Väliseinän rakenne:

- 1 Pintakäsittely
- 2 Kipsilevy 13 mm
- 3 Metalliranka 95 mm / eriste
- 4 Kipsilevy 13 mm
- 5 Pintakäsittely

Kuva 26. Väliseinärakenteiden rakennetyypit ja
sijoittuminen pohjapiirustuksessa

Mikrobinäytteet

Väliseinän materiaalinäytteet on otettu 26.2.2019 (2 kpl) ja ne on tutkittu suoraviljelymenetelmällä WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa Jyväskylässä. Analyysivastaus 1902280828EL (WSP Finland OY) on tämän tutkimuksen liitteenä 2.

Taulukko 4.4 Materiaalin mikrobinäytteet väliseinärakenteesta

	Näytekoodi ja näytteenottopaikka	Materiaali	Tulos
Suoraviljely	MN3- TK 004	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
	MN5- pienryhmä 030	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta

Väliseinän lämmöneristeistä kerättiin materiaalin mikrobinäytteitä. Analyysivastauksen ja rakenteeseen suoritettujen muiden tutkimusten perusteella todetaan, että väliseinärakenteessa ei ole ylimääräistä kosteuskuormaa eikä kosteusvaurioon viittaavaa mikrobikasvustoa esiinny tutkituissa näytteissä.

Johtopäätökset

Johtopäätöksenä todetaan, että rakennuksen osastoivien väliseinärakenteiden liittymä yläpohjan höyrynsulkumuoviin on epätiivis. Yläpohjassa oleva kylmä ilma pääsee virtaamaan epätiiveyskohdista rakennuksen sisälle aiheuttaen alakaton jäähtymisen ja nostaen rakennuksen kosteusvaurioitumisen riskiä.

Osastoivien väliseinien maanpaineisella osuudella ei havaittu tehtyjen mittausten perusteella ylimääristä rakennekosteutta. Rakenne toimii siten kosteusteknisesti oikein.

Kevyissä väliseinissä ei havaittu erityisiä riskitekijöitä, eikä suunnitelmista poikkeavia toteutustapoja. Materiaalinäytteiden perusteella väliseinien alaosat eivät ole altistuneet kosteudelle ja siten viitettä mikrobivauriosta ei rakenteen osalta ole.

Toimenpide-ehdotukset

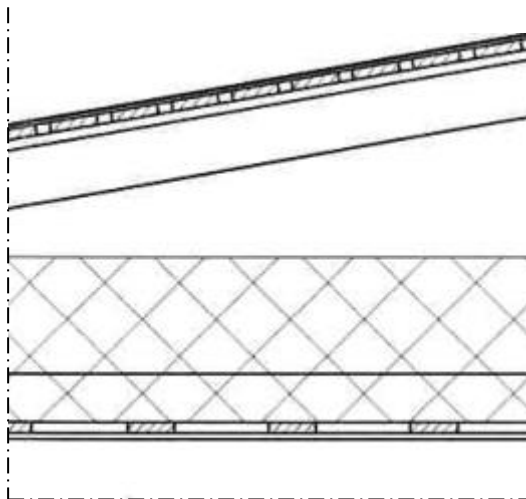
Peruskorjaustasoiset toimenpiteet

- Rakennuksen huoneistoiden väliset seinän ja höyrynsulun epäjatkuvuuskohta tulee korjata. Korjaustapa on riippuvainen siitä, miten yläpohjarakenne tiivistyskorjataan peruskorjauksessa.

4.4 Vesikatto ja yläpohja

4.4.1 Rakennetyypit

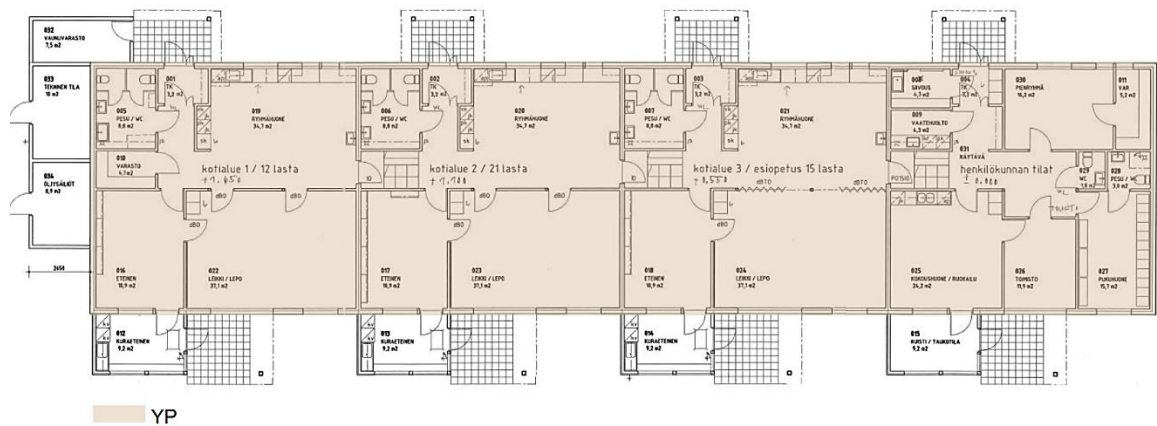
Rakennuksen yläpohja on toteutettu NR-ristikoin harjakattoisena, ja vesikatteena on konesaumattu peltikate. Yläpohjatila on tuulettuva ja eristemateriaalina on mineraalivilla. Tavanomaisesti kyseisen ikäisessä rakennuksessa yläpohjan riskialueet kohdistuvat epätiivisiin höyrynsulkumuoviliitoksiin, sekä aluskatteeseen liittyviin detaljipuuutteisiin. Yläpohjan rakennetyyppi ja sen sijoittuminen rakennuksessa on esitetty alla:



Kuva 27. Yläpohjarakenteen rakennetyyppi

Rakenne sisältä ulospäin (alhaalta ylös):

- 1 Kipsilevy 13 mm
- 2 Koolaus 22x100 mm k300
- 3 Höyrynsulkumuovi 0.2 mm
- 4 Puhallusvuorivilla PAROC BLT 6 350 mm
- 5 Naulalevyristikot k900 / tuulettuva ullakkotila
- 6 Aluskate
- 7 Korotusrimat 22x50 mm
- 8 Ruoteet
- 9 Saumattu peltikate



Kuva 28. sijainti pohjapiirustuksessa

4.4.2 Aistinvaraiset havainnot

Vesikatto oli aistinvaraisesti tarkasteltuna hyväkuntoinen, eikä peltikatteessa havaittu vaurioitumisia tai epätiiveyksiä samoissa. Yläpohjaa tarkasteltaessa havaittiin aluskatteen olevan asennettu liian kireälle kattotuolien väliin. Aluskatteen ja peltikatteen välinen tuuletusrako on tästä syystä hyvin pieni. Aluskatteella on myös riski repeytymiseen.

Aistinvaraisesti havaittiin, että aluskatteeseen tehtyjä IV-laitteiden läpivientejä ei ole tiivistetty. Myös IV-kanavien lämmöneristeet ovat putkien ympärillä läpivientien kohdalla epätiiviisti asennettu, Läpivientien kohdalla havaittiin lieviä vuotojälkiä.

Yläpohjan tutkimusten yhteydessä havaittiin, että useat reunoilla olevat tuulenohjaimet olivat kaatuneet lepäämään villan päälle. Tuulenohjaimia puuttui paikoitellen kokonaan, kuva 4.14.



Kuva 29. Vesikaton aluskate on asennettu liian tiukalle ja tuulenohjaimia puuttuu



Kuva 30. Epätiivis IV-läpivienti aluskatteen läpi



Kuva 31. IV-läpivienti epätiivis ja aluskatteessa vuotojälkiä



Kuva 32. Aluskatteen IV-läpivienti epätiivis ja putken eristettä puuttuu

4.4.3 Rakenneavauksista tehdyt havainnot

Rakennuksen yläpohjaa tutkittaessa havaittiin puutteita höyrynsulun liittymissä seinärakenteisiin sekä höyrynsulun pitkittäisissä ja poikittaisissa limityksissä. Yläpohjan höyrynsulkumuovin ja seinärakenteiden liityntäkohdissa höyrynsulkumuovia ei ole tiivistetty teipillä, vaan muovi oli asennettu kahden puun väliin. Asennustavasta johtuen höyrynsulkumuovissa on useita epätiivisyyskohtia.

Yläpohjan keskiosan rakenneavauksissa havaittiin, että höyrynsulkumuovien limityksien välissä on lämmöneristettä. Höyrynsulun väärällä puolella oleva eriste voi johtaa sisäilman kuituongelmaan.



Kuva 33. Mineraalivillaa höyrynsulun väärällä puolella



Kuva 34. Höyrynsulku on asennettu yläpohjaan epätiivisti, ja sen saa poistettua vain nostamalla. Näin ei kuuluisi olla.

Rakennuksen yläpohjan palokatkoissa havaittiin puutteita. Osastoivien seinien palokatkolevytykset olivat epätiivisiä ja päättyivät kattotuolien alapintaan, kuva 4.20. Palokatkolevytyksiin on tehty läpivientejä sähköille, eikä läpivientejä ole tiivistetty kunnolla.



Kuva 35. Palokatkoalevytyksen asennus katto- ja seinäristikon alapintaan



Kuva 36. Palokatkoalevyyn tehdyn läpivientin yksityiskohta

4.4.4 Mikrobinäytteet

Yläpohjan materiaalinäytteet on otettu 26.2.2019 (2 kpl) ja ne on tutkittu suoraviljelymenetelmällä WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa Jyväskylässä. Analyysivastaus 1902280828EL (WSP Finland Oy) on tämän tutkimuksen liitteenä 2.

Taulukko 4.5 Materiaalin mikrobinäytteet yläpohjarakenteesta

	Näytekoodi ja näytteenottoaika	Materiaali	Tulos
Suoraviljely	MN1 – Kotialue 1, yläpohja	Puhallusvuorivilla	Ei viitettä vauriosta
	MN2- Kotialue 3, yläpohja	Puhallusvuorivilla	Ei viitettä vauriosta

Yläpohjarakenteista kerättiin materiaalin mikrobinäytteitä alueilta, joissa aistinvaraisesti ei ollut vuoto- tai vesivahinkojälkiä. Laboratorion analyysin perusteella materiaalinäytteissä ei ole viitteitä mikrobivauriosta.

4.4.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Yläpohjarakenteen aluskate on asennettu liian tiukasti kattotuolien välille. Aluskatteella on riski repeytymiseen ja edelleen vesivuotovaurioon. Aluskatteeseen tehty läpiviennit ovat kokonaan tiivistämättä.

Yläpohjassa olevien IV-kanavien eristykset ovat paikoitellen puutteellisia. Eristämättömien putkien pinnalle voi kertyä kondensoitumisesta aiheutuvaa kosteutta ja jo olemassa oleva eriste voi vaurioitua.

Rakennuksen palokattojen toteutuksessa suunnitelmiin verrattuna on puutteita. Palokatkoalevytyksien paikoilleen asentaminen on tehty puutteellisesti, eikä levytykset ole tiiviitä. Palokatkoihin tehtyjä läpivientejä ei ole tiivistetty asianmukaisesti.

Yläpohjarakenteen höyrynsulkumuovissa on merkittäviä epätiiveyskohtia. Yläpohjan osalta rakenteella on kohonnut riski kosteusvaurioitumiseen. Lisäksi epätiiveysalueilta kuitujen kulkeutuminen sisäilmaan on todennäköistä.

4.4.6 Toimenpide-ehdotukset

Käyttöä turvaavat toimenpiteet

Käyttää turvaavia toimenpiteitä suositellaan, mikäli peruskorjausta ei pystytä aloittamaan vuoden sisällä tämän raportin päiväyksestä lukien.

- Yläpohjan aluskatteen epätiivit läpiviennit tulee korjata käyttämällä esimerkiksi valmiita liimattavia läpivientitiivisteitä ja nostoyhteitä. Tuote-esimerkki: Tiivistalo Oy
- Yläpohjarakenteen aluskatteen kuntoa tulee seurata vuosittain, kunnes vesikate uusitaan ja aluskate voidaan vaihtaa uuteen.

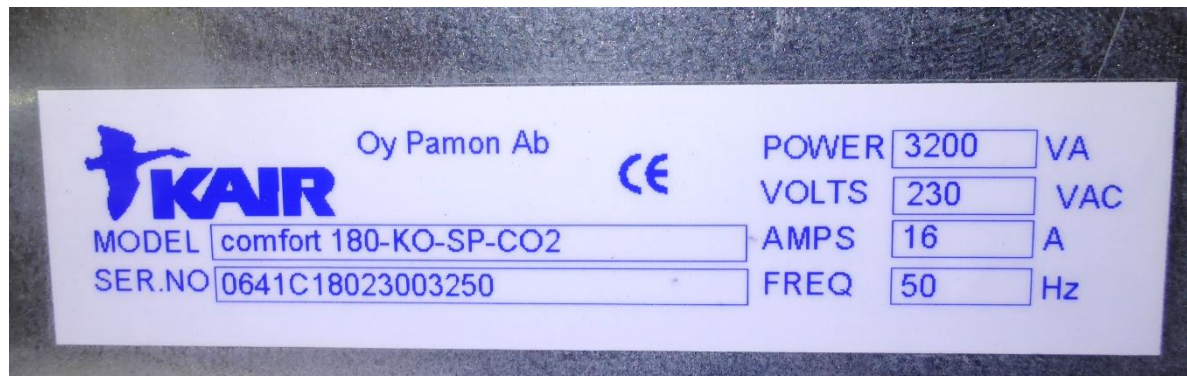
Peruskorjaustasoiset toimenpiteet

- Yläpohjarakenteen aluskate tulee uusida, kun vesikate on käyttöikänsä päätepisteessä.
- Yläpohjan höyrynsulkumuovi suositellaan poistettavaksi ja alakatto purettavaksi. Uusi höyrynsulkumuovi tai polyuretaanilevytys tulee asentaa kattotuolien alle yhtenäisesti ja tiiviisti. Höyrynsulku tulee limittää erillisten rakennesuunnitelmien mukaan ulkoseiniin. Uuteen höyrynsulkuun tehtävät läpiviennit tulee tehdä höyrytiiviksi.

5. ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN TUTKIMUSTULOKSET

5.1 Ilmanvaihto-/LVIS-järjestelmän kuvaus

Rakennus on varustettu huoneistokohtaisilla tulo-poistoilmanvaihtokoneilla ja niitä on yhteensä 4kpl. Ilmanvaihtokoneet ovat KAIR-merkkisiä ja ne on valmistanut Oy Palmon AB vuonna 2005. Koneet ovat tyypiltään pientoimisto / pientalokoneita, joissa on vastavirralla toimiva rekuperatiivinen LTO kenno. Koneiden suodatus on toteutettu G3-luokan suodattimin ja F7 luokan hienokasettsuodattimin. Koneet ovat varustettu CO2 anturein.



Kuva 37. Koneen tyyppikilpi

Ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmakanavoinnit ovat toteutettu sinkitystä pellistä tehdyistä kierresaumakanavista. Kanavistot on pääosin uusittu 2015 tehdyssä remontissa.

5.2 Tilojen ilmanjako ja ilmamäärät

Tulo- ja poistoilmamäärät mitattiin päätelaitteista Swema 126 huppumittalaitteella. Mittaus toteutettiin kaksivaiheisesti siten, että tulosta verrattiin mittalaitteen referenssitilavuusvirtaan. Näin toimien laite hylkää mittaustulokset, jossa virhemarginaali ylittää 3%. Alla olevaan taulukkoon on koottu mitatut ilmamäärät

Huonetila / Mittauspaikka	TULO (l/s) Yhteensä / Tila	POISTO l/s) Yhteensä / Tila	D2 2003 vaatimus	
Kotialue 1				
016 Eteinen	17,2	13	38 l/s	Alittaa vaatimuksen
010 Varasto	-	6	-	-
005 Pesu / WC	-	22,5	17,6	-
019 Ryhmähuone	28,4	34	6	Riittää 5:lle henkilölle
022 Leikki / Lepo	30,5	38,4	6	Riittää 5:lle henkilölle
YHTEENSÄ:	76,1	113,9	-	-
Kotialue 2				
006 Pesu / WC	-	15		-
017 Eteinen	16,6	7,5	37,8	Alittaa vaatimuksen
020 Ryhmähuone	34,9	29,2		Riittää 6:lle henkilölle
023 Leikki / Lepo	27	23,9		Riittää 5:lle henkilölle
YHTEENSÄ:	78,5	75,6		-
Kotialue 3				
007 Pesu / WC	-	19,5		-
018 Eteinen	18	10,4	37,8	Alittaa vaatimuksen
021 Ryhmähuone	36,8	25,4		Riittää 6:lle henkilölle
024 Leikki / Lepo	27,9	34,5		Riittää 5:lle henkilölle
YHTEENSÄ:	82,7	89,8		-
Kotialue 4				
008 Siivous	-	6		-

009 Vaatehuolto	-	5		-
025 Kokoushuone	17,4	18,9		Riittää 3.Ile henkilölle
030 Pienryhmä	13,8	13,2		Riittää 3.Ile henkilölle
026 Toimisto	7,4	4,1		Riittää 1:Ile henkilölle
011 Varasto	-	-	Ei mitattu	-
029 WC	-	5,5		-
028 Pesu /WC		5		-
027 Pukuhuone	12,8	-		-
YHTEENSÄ:	51,4	57,7		-
<i>Tulo yhteensä</i>	<i>288,7</i>			-
<i>Poisto Yhteensä</i>		<i>337</i>		-

5.3 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja laitteiston tekninen kunto

Tuloilmanakanavien sisäpinnan puhtautta arvioitiin päätelaitteita irrottamalla ja aistinvaraisesti kanavaa tarkastelemalla. Lisäksi kanavan puhtautta arvioitiin tarkastelemalla kunkin koneen tuloilmanakanavälähtöjä ilmanvaihtokoneen päästä. Pölykertymää arvioitiin Suomen LVI-liiton tekemän julkaisun: "Ilmanvaihdon puhtauden tutkiminen" ohjeen mukaisesti.

Aistinvaraisten tarkastelujen osalta todetaan, että tuloilmanakanavien pölykertymä ylittää 1,4g/m². Kanavistot ovat siten pölyiset, ja edellyttää välitöntä puhdistusta. Kanavapöly on aistinvaraisesti arvioiden ulkoilmapölyä.

Ilmanvaihtokoneiden osalta havaittiin koneiden puhtauden olevan heikko. Pääsiallisen syynä koneen likaantumiseen on suodattimien ohivirtaukset. Koneen sisäiset äänenvaimentimet ovat paikoin kokonaan pölyn peittämät.

Ilmanvaihtokoneiden tekninen kunto on kaikissa kotialueen neljässä huoneistoissa heikko. Konekammioiden väliset tiivisteet vuotavat, suodatinkehikoiden tiivisteet puuttuvat tai ovat rikki, auki-pitolaitteet ovat rikki ja puhallinmoottorit teknisen käyttöikänsä päätepisteessä. Koneet ovat lisäksi suunniteltuun käyttöön nähden selkeästi alitehoiset.



Kuva 38. Likainen äänenvaimennuspinta IV-koneen sisällä



Kuva 39. Suodattimen ohivirtausta tapahtuu epätiivien kiinnitinkiskojen kautta

5.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokoneiden tekninen kunto on kaikissa kotialueen neljässä huoneistoissa heikko. Konekammioiden väliset tiivisteet vuotavat, suodatinkehikoiden tiivisteet puuttuvat tai ovat rikki, auki-pitolaitteet ovat rikki ja puhallinmoottorit teknisen käyttöikänsä päätepisteessä. Koneet ovat lisäksi suunniteltuun käyttöön nähden selkeästi alitehoiset.

5.5 Johtopäätökset

Johtopäätöksenä todetaan, että rakennus on toteutettu liian pienillä ilmanvaihtokoneilla, joiden fyysinen rakenne ja suodatinkapasiteetti on suunniteltuun käyttöön nähden riittämätöntä. Tuloilmamärät jäävät tästä syystä alimittaisiksi.

Koneiden yleiskunto on heikko, koska suodattimista tapahtuu ohivirtausta. Kammioiden pinnalla on siksi runsasta ulkoilmapölykertymää. Myös tuloilmakanavistossa havaittiin ulkoilmapölyä. Osa järjestelmän sisäisistä tiivisteistä on rikki tai epätiivitä. Myös puhallinmoottorien ja automaation tekninen käyttöikä on päätepisteessään.

5.6 Toimenpidesuositukset

Käyttöä turvaavat toimenpiteet

Käyttöä turvaavia toimenpiteitä suositellaan, mikäli peruskorjausta ei pystytä aloittamaan vuoden sisällä tämän raportin päiväyksestä lukien.

- Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus koneen ja kanavien osalta ja ilmamäärien uudelleensäätäminen

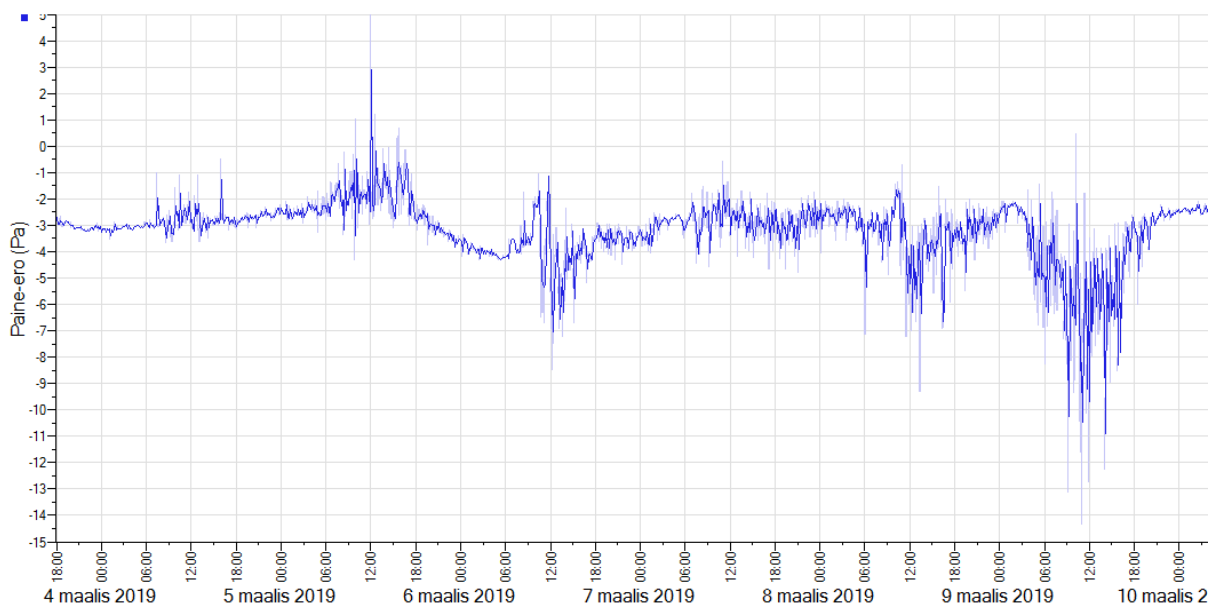
Peruskorjaustasoiset toimenpiteet

- Ilmanvaihtokoneiden vaihtaminen suurempaan lohkokyksikkömalliin, jossa voidaan käyttää pussisuodattimia.
- Kanaviston uusiminen joko kokonaan tai osittain erillisen LVI-suunnitelman mukaisesti niin, että päiväkodille asetetut mitoitusilmavirtaukset saadaan henkilökuormituksen mukaisiksi. Muutos edellyttää myös päätelaitteiden vaihtamista tyyppiltään erilaisiksi.

6. SISÄILMAN OLOSUHDE- JA EPÄPUHTAUSMITTAUSTEN TULOKSET

6.1 Paine-ero

Rakennuksen yli vaikuttava paine-ero vaikuttaa rakennusfysikaaliseen toimintaan ja epäpuhtauksien kulkeutumiseen sisätiloihin. Seurantamittaukset (6kpl) tehtiin vähintään 7 vrk:ta kestäväenä jatkuvatoimisena mittauksena. Mittauspisteet ja niiden sijainnit on esitetty paikannuspiirustuksessa ja kaikki mittausgraafit liitteessä 3. Alla on esitetty mittausjakson seurantagraafit.

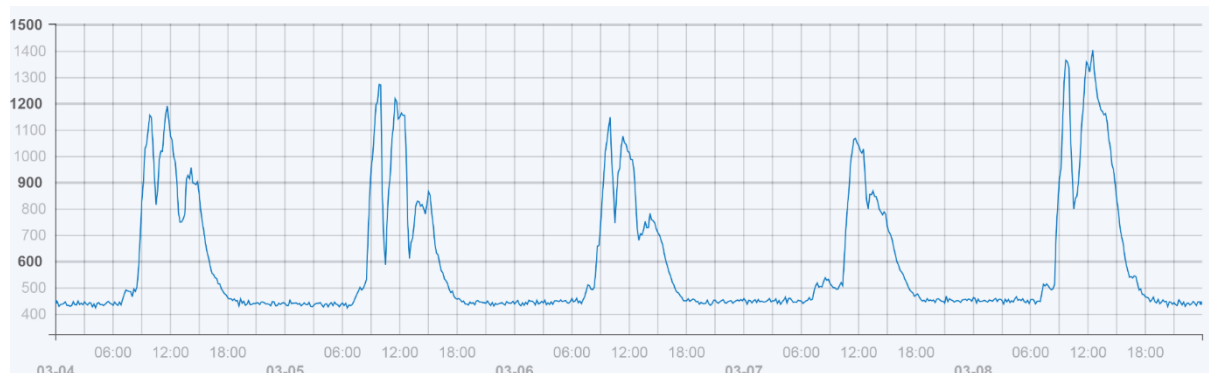


Taulukko 1. Paine-eron seurantamittauksen graafi 4-14.3

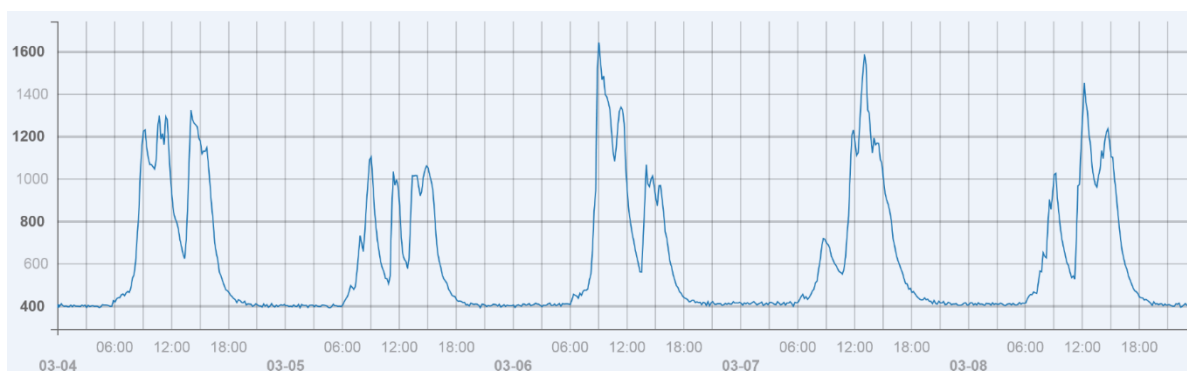
Paine-eromittausten perusteella todetaan, että rakennus on koko seurantajakson ollut lievästi alipaineinen. Pääosin alipaine johtuu ilmanvaihdosta, osin myös termisestä paine-erosta. Lievä alipaine on rakennuksen kosteusteknistä toimivuutta tukevaa, erityisesti kun huomioidaan laajat ilmavuodot ulkoseinä- ja yläpohjarakenteissa.

6.2 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksia tehtiin rakennuksen kaikkiin huoneisiin, joissa säännöllisesti ja pitkäaikaisesti on rakennukselle tavanomaista henkilökuormitusta (6 kpl). Mittaukset suoritettiin 7 vrk:n jatkuvatoimisena seurantamittauksena. Mittauspisteet ja niiden sijainnit on esitetty paikannuspiirustuksessa.



Taulukko 2. Hiilidioksidin mittaus tulokset tilassa 022 Leikki / lepo

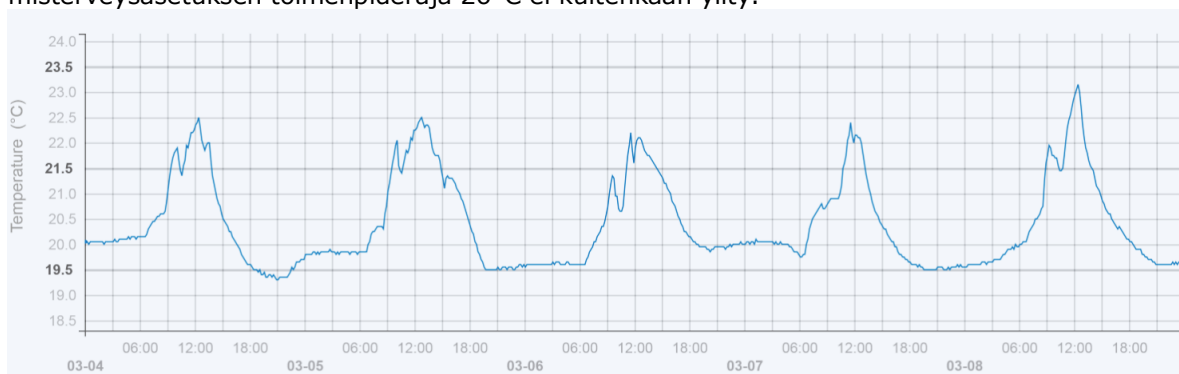


Taulukko 3. Hiilidioksidin mittaustulokset tilassa 023 Leikki / Iepo

Mittaustulosten perusteella todetaan, että hiilidioksidipitoisuudet ovat rakennuksessa korkeat koko päivän toiminta-ajan. Hetkellisesti pitoisuudet ylittävät Asumisterveysasetuksen toimenpideraja-arvon, joka asetuksessa on säädetty seuraavasti: 1150ppm + ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Raja-arvon ylitykseksi katsotaan siten 1500ppm ylittävät pitoisuudet. Huomioiden, että rakennuksen ilmanvaihtotapa on koneellinen, jatkuvasti lähellä raja-arvoa ja koko päivän ajan korkeat hiilidioksidipitoisuudet viittaavat selkeästi riittämättömään ilmanvaihtoon. Vastaava tulos on saatu mittamalla rakennuksen tulo- ja poistoilmamääriä päätelaitteista Ks. Kappale 5, Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimustulokset.

6.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteuspitoisuus

Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin 7vrk kestäväällä mittausjaksolla. Jakson perusteella todetaan, että rakennuksen peruslämpötila on normaali, mutta henkilökuormitettuna heikon ilmanvaihdon vuoksi lämpötila nousee jyrkästi noin kolmella asteella. Lämmityskaudella Asumisterveysasetuksen toimenpideraja 26°C ei kuitenkaan ylitä.



Taulukko 4. Lämpötilan seurantamittaus tilassa 021 ryhmähuone

Sisäilman suhteellisen kosteuden osalta todetaan, että kosteuslisä ulkoilmaan verraten on jakoslla ollut 1,5g/m³. Tulos on päiväkotitoiminnan huomioiden tavanomainen..



Taulukko 5. Sisäilman suhteellisen kosteuden seurantamittaus tilasta 021

6.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Johtopäätöksenä todetaan, että sisäilman olosuhteista hiilidioksidin kokonaispitoisuudet ovat tasolla, joka heikentää sisäilman laatua. Hiilidioksidin osalta Asumisterveysasetuksen raja-arvot ylittyvät osassa mitattuja tiloja hetkellisesti.

Sisäilman lämpötilat eivät merkittävästi heikennä sisäilman laatua, mutta ovat korkeat heikon ilmanvaihtuvuuden vuoksi. Sisäilman suhteellisilla ilmankosteuksilla ja painesuhteilla ei todettu olevan sisäilman laatuun merkitystä.

7. ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI

Altistumisolosuhteiden arvioinnin avulla tarkastellaan rakennuksesta, sen järjestelmistä ja tilojen käytöstä sekä toiminnasta peräisin olevien epäpuhtauslähteiden vaikutusta kokonaisvaltaisesti rakennuksen ja sen tilojen altistumisolosuhteisiin. Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään Työterveyslaitoksen altistumisolosuhteiden arviointimenetelmän avulla (Ohje työpaikoille sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, 2017).

Altistumisolosuhteiden arviointi perustuu seuraavien neljän päätekijän tarkasteluun:

- Rakennusosien mikrobivaurioiden laajuus
- Ilmayhteys ja ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot
- Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilman laatuun
- Rakennuksesta peräisin olevat sisäilman epäpuhtaudet

Altistumisolosuhteiden arvioinnissa arvioidaan tavanomaisesta poikkeavaa olosuhdetta neljäportaisella asteikolla seuraavasti:

- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde epätodennäköinen
- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde mahdollinen
- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde todennäköinen
- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde erittäin todennäköinen

7.1 Tarvasmäen päiväkoti

Alapohjan liittymäkantaviin väliseiniin on epätiivis. Epätiivisyysalueelta tapahtuu vähäistä ilmavuotoa sisäilman suuntaan. Alapohjassa ei ole todettu mikrobivaurioita, ja suhteellisen kosteuden mitaukset ovat tavanomaisella tasolla. Alapohjarakenteen vaikutus sisäilman laatuun on siten epätodennäköinen.

Ulkoseinien ilmanpitävyys on heikkoa koko rakennuksen piirillä. Höyrynsulun liittymät alapohjaan, yläpohjaan sekä ikkunakarmirakenteisiin ovat kokonaan tiivistämättä. Ilmavuotoyhteys seinärakenteista sisäilman suuntaan on merkittävää kaikissa tutkituissa mittapisteissä. Vuotoyhteys on todettu merkittäväksi myös rakennuksen lämpökuvauksella ja aistinvaraisten havaintojen perusteella. Ulkosienistä voi tapahtua epäpuhtauskulkeumaa rakennuksen sisäilmaan. Ulkoseinissä ei ole todettu mikrobivaurioita. Ulkoseinien vaikutus sisäilman laatuun on siten mahdollinen.

Yläpohjarakenteessa havaittiin aistinvaraisesti merkittäviä ilmavuotoja sisäilman suuntaan, koska höyrynsulkumuovi on asennettu epätiivisti. Ilmavuodot todettiin aistinvaraisten arvioiden lisäksi merkittäviksi myös lämpökuvauksella. Eristemateriaalista ei todettu mikrobivaurioita, mutta yläpohjasta tapahtuu epäpuhtauskulkeumaa (teolliset mineraalivillakuidut) sisäilman suuntaan. Yläpohjan vaikutus sisäilman laatuun on siten mahdollinen.

Ilmanvaihto on rakennuksessa normaalilla teholla riittämätöntä, ja ylittää hetkellisesti Asumisterveysasetuksessa 545/2015 säädetyn toimenpiteen raja-arvon 1150ppm + ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Ilmanvaihtojärjestelmässä on epäpuhtauslähteitä ja koneikko on teknisen käyttöikänsä päätepisteessä. Ilmanvaihto on siten sisäilman laatua heikentävä tekijä.

Sisäilman olosuhteilla ei ole vaikutusta arvioon.

Työterveyslaitoksen altistumisolosuhtetason arviointiohjetta soveltaen, Tarvasmäen päiväkodin tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuuhde on mahdollinen koskien koko rakennusta.

8. JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO TOIMENPITEISTÄ

8.1 Tutkimuksen johtopäätökset

Tutkimuksen johtopäätöksenä todetaan, että rakennuksen pääongelmana on laaja-alaiset ilmavuodot ulkoseinä- ja yläpohjarakenteissa. Vuotojen pääasiallisena syynä on höyrynsulkumuovin epätiivis asennustapa. Ilmavuotojen seurauksena rakennuksen sisäilmaan on mahdollista päästä vaippaosien epäpuhtauksia, kuten teollisia mineraalivillakuituja. Tutkimusten perusteella todetaan, että rakennuksen huolelliseen toteutustapaan ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota työtä suorittavan urakoitsijan eikä rakennustyötä valvovan tahon toimesta.

Havaitut tiiveyspuutteet heikentävät oleellisesti rakenteiden pitkäaikaista kosteusteknistä toimintaa. Siten rakennuksella on kohonnut riski kosteusvaurioitumiseen. Tutkimuksen perusteella todetaan, että mikään tutkittu materiaalinäyte ei tällä hetkellä anna viitettä rakennuksessa olevasta mikrobivauriosta. Korjaaminen on siten vielä kannattavaa.

Muina ongelmina havaittiin sisäpihan virheelliset pihakaadot, jotka nostavat sokkelivierustan kosteuskuormitusta tarpeettomasti, sekä yläpohjan aluskatteen epätiivisyyskohdat. Rakennuksen ilmanvaihto todettiin riittämättömäksi ja teknisesti huonokuntoiseksi. Alapohjassa havaittiin epätiivitä liittymiä osastoivien väliseinien kohdilla. Liitosalueilta todettiin ilmavuotoa maaperästä sisäilman suuntaan.

Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden todettiin olevan tavanomaisella tasolla. Rakennuksen paine-ero ulkoilmaan nähden oli mittausjaksolla keskimäärin -3Pa.

8.2 Toimenpidesuosituksukset

8.2.1 Käyttöä turvaavat toimenpiteet

- Salaojien kuvantaminen ja sokkelin auki kaivaminen pistokoeluontoisesti, jotta ulkopuolisten kuivatusjärjestelmien korjaustoimet saadaan selvitettyksi (Tämä toimenpide on ehdotettu tehtäväksi jo kohteen tutkimussuunnitelmassa)

8.2.2 Peruskorjaustasoiset toimenpiteet

- Vaippaosista ulkoseinän ja yläpohjan höyrynsulkumuovin uudelleen asennus. Vaihtoehtoisesti raportti esittää höyrynsulun tilalle polyuretaanilevytystä. Työ johtaa laaja-alaisiin sisäverhouslevypurkuihin.
- Ilmanvaihtokoneiden täydellinen uusiminen ja kanaviston uusiminen niiltä osin, että uudet ilmamäärät saavutetaan.
- Piha-alueen kaatokorjaukset rakennuksen sisäpihan puolelle

Päiväys ja allekirjoitukset

Tampere 18.4.2019



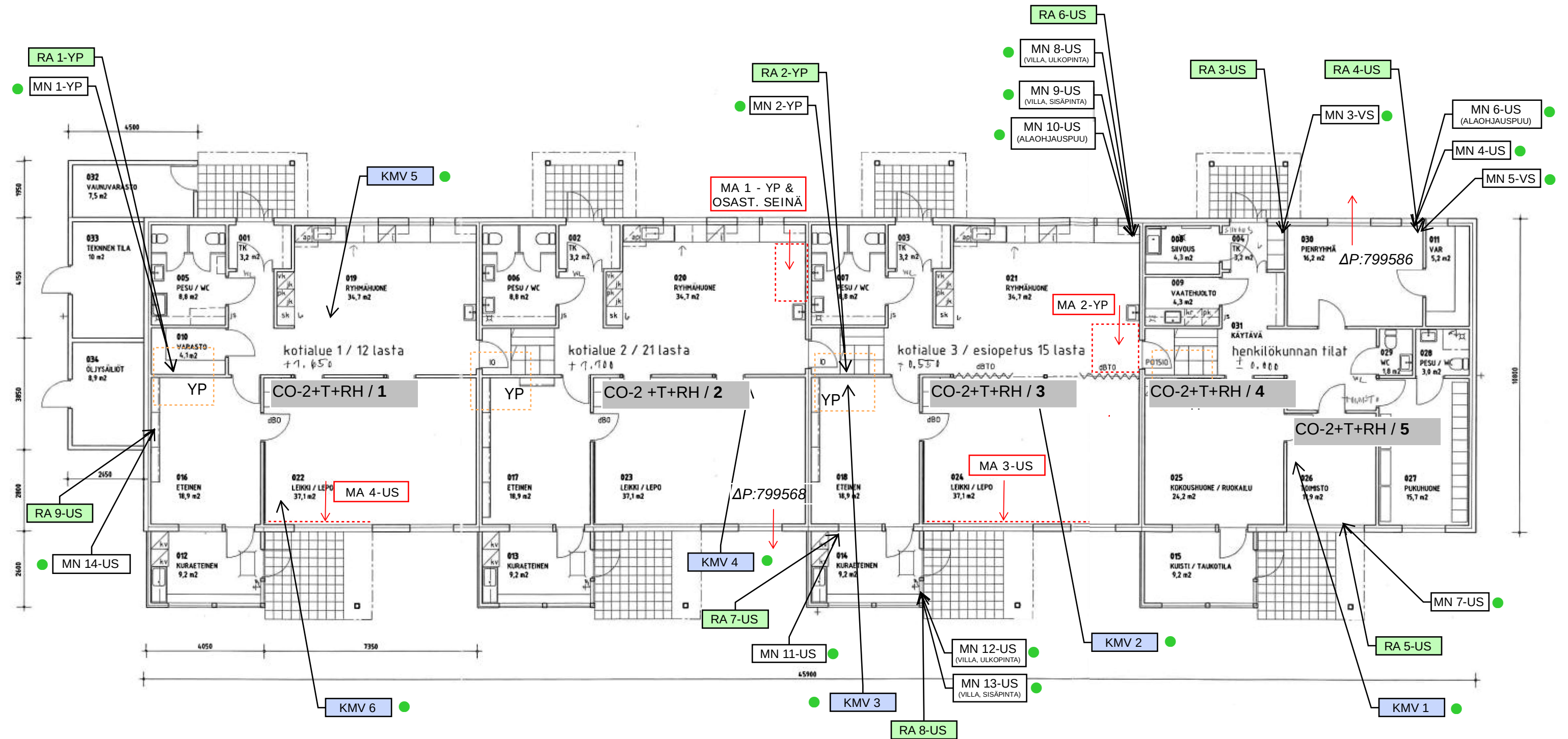
Jarno Sippola
Projektipäällikkö, RI



Markus Fränti
Rakennusterveysasiantuntija, DI



Tarkastaja
Heidi-Johanna Jokelainen
Osastopäällikkö
Projektipäällikkö
Rakennusterveysasiantuntija



MERKKIEN JA LYHENTEIDEN SELITYKSET:

Esim.
RA X-X : Rakenneavaus NRO - RAKENNEOSA

Rakenneosat: AP: alaosa, VP: välipohja, YP: yläpohja, US: ulkoseinä, PM: perusmuuri

- : Näytteen tai mittauksen tulos on poikkeava
- : Näyte tai mittaus viittaa lievästi poikkeavaan tulokseen
- : Näytteessä tai mitauksessa ei ole poikkeavuutta

40 - 67 - 1

UUDISRAKENNUS

TARVASMÄEN PÄIVÄKOTI
"RIVITALOPÄIVÄKOTI"

VERSOTIE 1

PÄIVÄKODIN POHJA

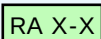
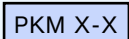
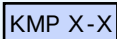
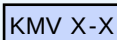
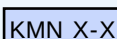
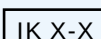
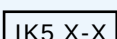
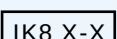
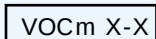
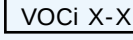
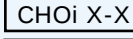
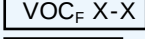
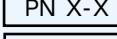
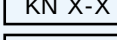
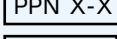
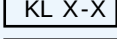
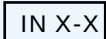
1/100



HÄMEENLINNAN KAUPUNKI
TALOTOIMISTO
PL 800 13111 HÄMEENLINNA PUH (03) 6211 FAKSI (03) 6212 778

HML 2.2.2006 dh

ARK 002

Mittaus / Näyte	Lyhenne	Merkki
Paine-eromittaus	ΔP	ΔP XX 
Rakenneavaus	RA	 RA X-X
Pintakosteuskartoitus	PKM	 PKM X-X
Pintakosteusalue		
Suhteellisen kosteuden mittaus porareikämenetelmällä	KMP	 KMP X-X
Suhteellisen kosteuden mittaus viiltomittausmenetelmällä	KMV	 KMV X-X
Suhteellisen kosteuden mittaus näytepalamenetelmällä	KMN	 KMN X-X
Ilmamäärämittaus kanavasta	IK	 IK X-X
Ilmamäärämittaus 5- tai 8-pistemenetelmällä kanavasta	IK5 / IK8	 IK5 X-X  IK8 X-X
Merkkiaine syöttöpiste		
VOC-materiaalinäyte (bulk)	VOCm	 VOCm X-X
VOC-ilmamittaus	VOCi	 VOCi X-X
Aldehydit ilmasta	CHOi	 CHOi X-X
FLEC-materiaalinäyte	VOC _F	 VOC _F X-X
Materiaalin mikrobinäyte	MN	 MN X-X
Pintasivelynäyte	PN	 PN X-X
Geeliteippinäyte (kuitumittaus)	KN	 KN X-X
Pölyn koostumusnäyte	PPN	 PPN X-X
Kuitujen laskeumanäyte petrimaljalla	KL	 KL X-X
Ilman partikkelipitoisuus	IPP	 IPP X-X
Impaktorilla kerätty mikrobinäyte ilmasta	IN	 IN X-X

MERKKIEN JA LYHENTEIDEN SELITYKSET:

Esim.

RA X-X : Rakenneavaus NRO - RAKENNEOSA

Rakenneosat: AP: alaosa, VP: välipohja, YP: yläpohja, US: ulkoseinä, PM: perusmuuri

-  : Näytteen tai mittauksen tulos on poikkeava
-  : Näyte tai mittaus viittaa lievästi poikkeavaan tulokseen
-  : Näytteessä tai mitauksessa ei ole poikkeavuutta

**Tilaja**

Ramboll Finland Oy
Pakkahuoneenaukio 2
33101 Tampere

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottokohde Tarvasmäen päiväkot
Näytteenottaja Jarno Sippola, Ramboll Finland Oy
Näytteenottopäivämäärä 26.2.2019
Vastaanottopäivämäärä 28.2.2019
Viljelypäivämäärä 28.2.2019

Analyysimenetelmä materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi suoraviljelymenetelmällä

1 Näytteenotto

Näytteet on otettu tilaajan toimesta. Näytteet on ohjeistettu otettavaksi puhtain välinein esim. puhtaaseen Minigrip-pussiin. Näytteenotto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

2 Analysointi

Materiaalinäytteet on viljelty laboratoriossa materiaalinäytteiden suoraviljelyn menetelmänohjeen mukaisesti (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV; Pessi & Jalkanen 2018). Näytteet, joissa ei viljelyssä tule esille mikrobikasvustoa, suoramikroskopoidaan. Mikroskopoitavaksi soveltuvia materiaaleja ovat mm. erilaiset rakennuslevyt, puun palaset, muovimatot jne. Jauhemaisia materiaaleja kuten esim. hienoa purua, hiekkaa ja muita vastaavia materiaaleja ei voi suoramikroskopoida.

Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Inkubointiajat sienille ovat olleet 7 vrk (2% mal-lasuuteagar, DG18-agar ja Hagem-agar) ja bakteereille 7 vrk:tta (muut kuin aktinobakteerit) ja 14 vrk:tta (aktinobakteerit). Aktinobakteerien pitoisuus voidaan raportoida myös jo 7 vrk:n kasvatusajan jälkeen, mikäli pitoisuus on jo tällöin runsas tai erittäin runsas. Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

3 Viitearvot

Suoraviljeltyjen materiaalinäytteiden tulosten tulkinta perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen (Osa IV, 2016) ja Laboratorio-oppaaseen (2018). Materiaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa silloin, kun suoraviljelyssä näytteessä esiintyy elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinobakteereita (= sädesieniä eli aktinomykettejä) runsaasti (+++/++++) (taulukko 1). Tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon myös silloin, kun sieniä tai aktinobakteereita on niukasti tai kohtalaisesti, mutta lajistossa esiintyy

kosteusvaurioindikaattoreita vähintään 2 pesäkettä millä tahansa käytetyistä kasvualustoista. Pelkästään suuren bakteeripitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta. Suuri bakteeripitoisuus voi johtua esim. materiaalin likaisuudesta.

Kosteusvaurioindikaattoreiksi luetaan laboratoriossamme Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (Osa IV) ja Laboratorio-oppaassa (2018) mainitut indikaattorimikrobit.

Taulukko 1. Suoraviljeltyjen materiaalinäytteiden tulosten tulkinta.

Tulkinta	Löydökset
Esiintyy mikrobikasvua	sienet +++ / ++++ aktinobakteerit +++ / ++++
Epäily mikrobikasvusta	sienet + / ++, lajistossa kosteusvaurioindikaattoreita (≥ 2) aktinobakteerit ++
Ei mikrobikasvua	sienet - / +, ei kosteusvauriomikrobeja tai havaittu vain yksittäisiä pesäkkeitä

4 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Materiaalinäytteiden näytteenottopaikat, mikrobipitoisuudet ja mikrobilajit on esitetty taulukossa 2. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Viljelytulokset on esitetty suhteellisella asteikolla, joka on seuraava:

- = alle määritysrajan, ei kasvua
- + = niukka kasvusto (1-19 pesäkettä/malja)
- ++ = kohtalainen kasvusto (20-49 pesäkettä/malja)
- +++ = runsas kasvusto (50-199 pesäkettä/malja)
- ++++ = erittäin runsas kasvusto (≥ 200 pesäkettä/malja).

Menetelmän laajennettu, tekninen mittausepävarmuus (U) 95% luottamusvälillä on bakteereille 31,5% ja sienille 16,6%. Mittausepävarmuudessa on huomioitu pesäkelaskennan epävarmuus.

Taulukko 2. Materiaalinäytteiden näytteenottopaikat, materiaali, mikrobipitoisuudet ja sienilajisto suhteellisella asteikolla esitettynä.

Näyte MN1. Yläpohjan villaeriste, tila: kotialue 1							
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua							
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar				
	Cladosporium	+		Aktinobakteerit*		-	
				Muut bakteerit		-	
Sieni-itiöt yhteensä	- Sieni-itiöt yhteensä	+	Sieni-itiöt yhteensä	- Bakteerit yhteensä			-
Näyte MN2. Yläpohjan villaeriste, tila: kotialue 3							
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua							
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar				
				Aktinobakteerit*		-	
				Muut bakteerit		+	
Sieni-itiöt yhteensä	- Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	- Bakteerit yhteensä			+
Näyte MN3. Väliseinän villaeriste, tila: TK 004							
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua							
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar				
				Aktinobakteerit*		-	
				Muut bakteerit		-	
Sieni-itiöt yhteensä	- Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	- Bakteerit yhteensä			-

Näyte MN4. Ulkoseinän villaeriste, tila: pienryhmä 030							
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua							
2 % mallasagar	DG-18 agar		Hagem agar		THG agar		
Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	+	Sieni-itiöt yhteensä	-	Bakteerit yhteensä	-
Näyte MN5. Väliseinän villaeriste, tila: pienryhmä 030							
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua							
2 % mallasagar	DG-18 agar		Hagem agar		THG agar		
Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	-	Bakteerit yhteensä	+
Näyte MN6. Ulkoseinän alaohjauspuu, tila: pienryhmä 030							
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua							
2 % mallasagar	DG-18 agar		Hagem agar		THG agar		
Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	-	Bakteerit yhteensä	+
Näyte MN7. Ulkoseinän villaeriste, tila: toimisto 026							
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua							
2 % mallasagar	DG-18 agar		Hagem agar		THG agar		
Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	-	Bakteerit yhteensä	+
Näyte MN8. Ulkoseinän villaeriste, ulkopinta, tila: ryhmähuone 021							
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua							
2 % mallasagar	DG-18 agar		Hagem agar		THG agar		
Penicillium	+	Aspergillus restricti*	+(7)				
		Penicillium	+				
		Cladosporium	+				
Sieni-itiöt yhteensä	+	Sieni-itiöt yhteensä	+	Sieni-itiöt yhteensä	-	Bakteerit yhteensä	-
Näyte MN9. Ulkoseinän villaeriste, sisäpinta, tila: ryhmähuone 021							
Tulkinta:							
2 % mallasagar	DG-18 agar		Hagem agar		THG agar		
		Aspergillus sydowii*	+(1)	Penicillium	+	Aktinobakteerit*	-
		Penicillium	+			Muut bakteerit	+
Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	+	Sieni-itiöt yhteensä	+	Bakteerit yhteensä	+
Näyte MN10. Ulkoseinän alaohjauspuu, tila: ryhmähuone 021							
Tulkinta:							
2 % mallasagar	DG-18 agar		Hagem agar		THG agar		
		Penicillium	+				
Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	+	Sieni-itiöt yhteensä	-	Bakteerit yhteensä	-
Näyte MN11. Ulkoseinän villaeriste, tila: kuraateinen 014							
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua							
2 % mallasagar	DG-18 agar		Hagem agar		THG agar		
Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	-	Bakteerit yhteensä	-
Näyte MN12. Ulkoseinän villaeriste, ulkopinta, tila: kuraateinen 014							
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua							
2 % mallasagar	DG-18 agar		Hagem agar		THG agar		
Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	-	Bakteerit yhteensä	-
Näyte MN13. Ulkoseinän villaeriste, sisäpinta, tila: kuraateinen 014							
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua							
2 % mallasagar	DG-18 agar		Hagem agar		THG agar		
Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	-	Bakteerit yhteensä	-

Näyte MN14. Ulkoseinän villaeriste, sisäpinta, tila: eteinen 016							
Tulkinta: Ei poikkeavaa mikrobikasvua							
2 % mallasagar		DG-18 agar		Hagem agar		THG agar	
						Aktinobakteerit*	-
						Muut bakteerit	+
Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	-	Sieni-itiöt yhteensä	-	Bakteerit yhteensä	+

- = alle määritysrajan, kasvustoa ei esiintynyt

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Sisäilmalaboratorio



Eija Lönn
FT, tutkija

Kirjallisuusviitteet

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

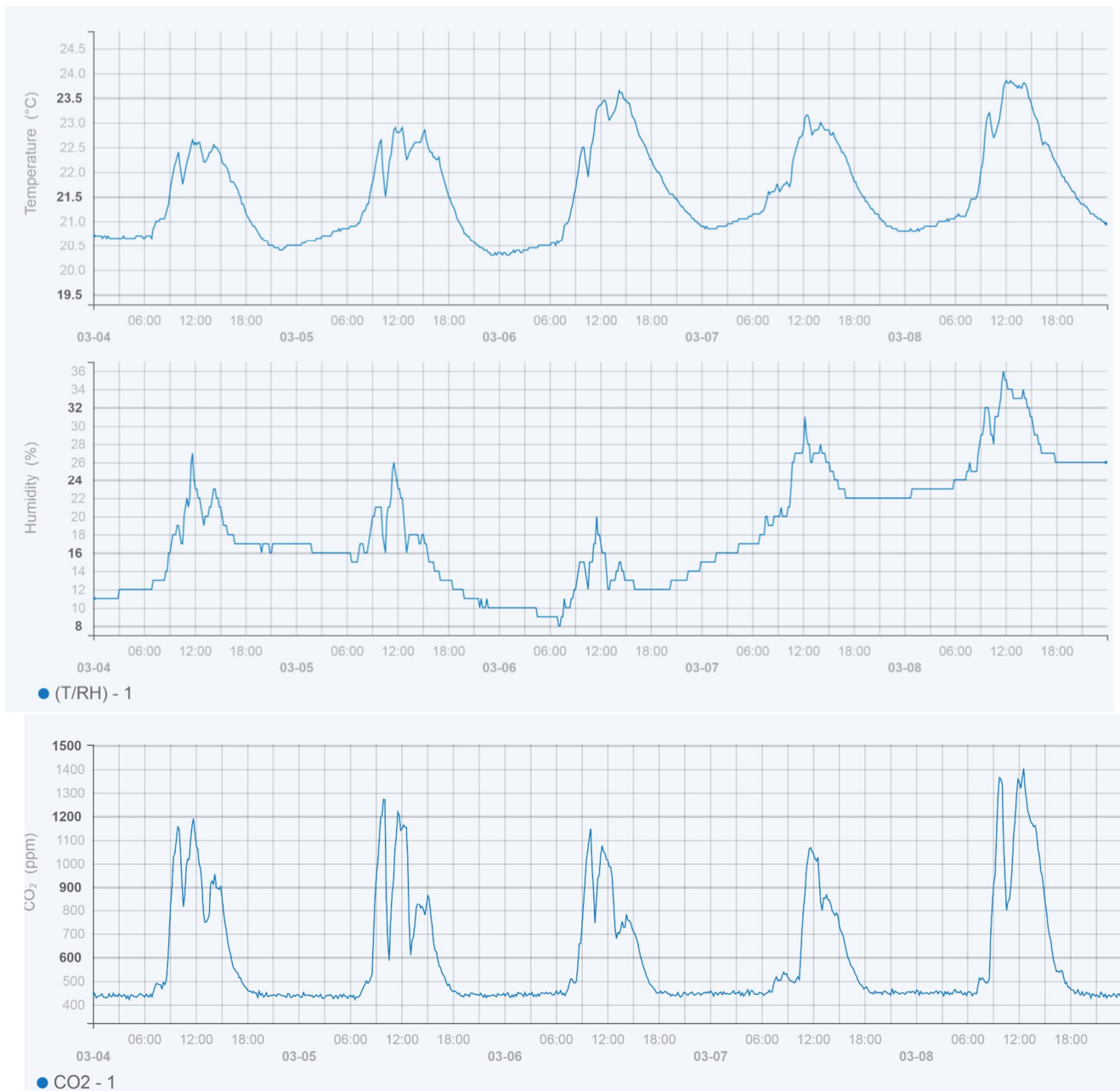
Pessi, A-M. & Jalkanen, K. (2018) Laboratorio-opas – Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy. 76 s.

WSP Finland Oy Sisäilmalaboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T283, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoinnin pätevyysalue: Asumisterveyskemia 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 lausuntoa tai tulosten tulkintaa. Näytteenottoa ei ole akkreditoitu. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain testattuja kohteita näytteenottohetkellä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

LIITE 3: Olosuhdemittaukset ja paine-erokäyrät

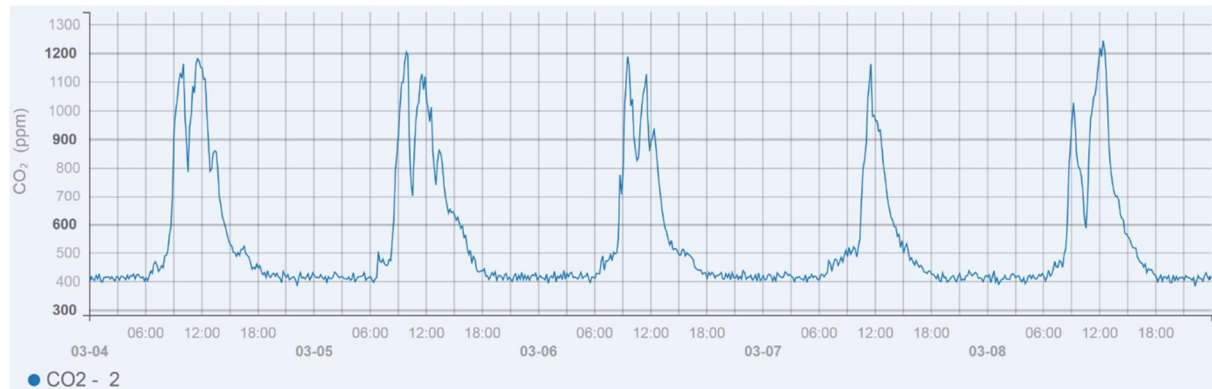
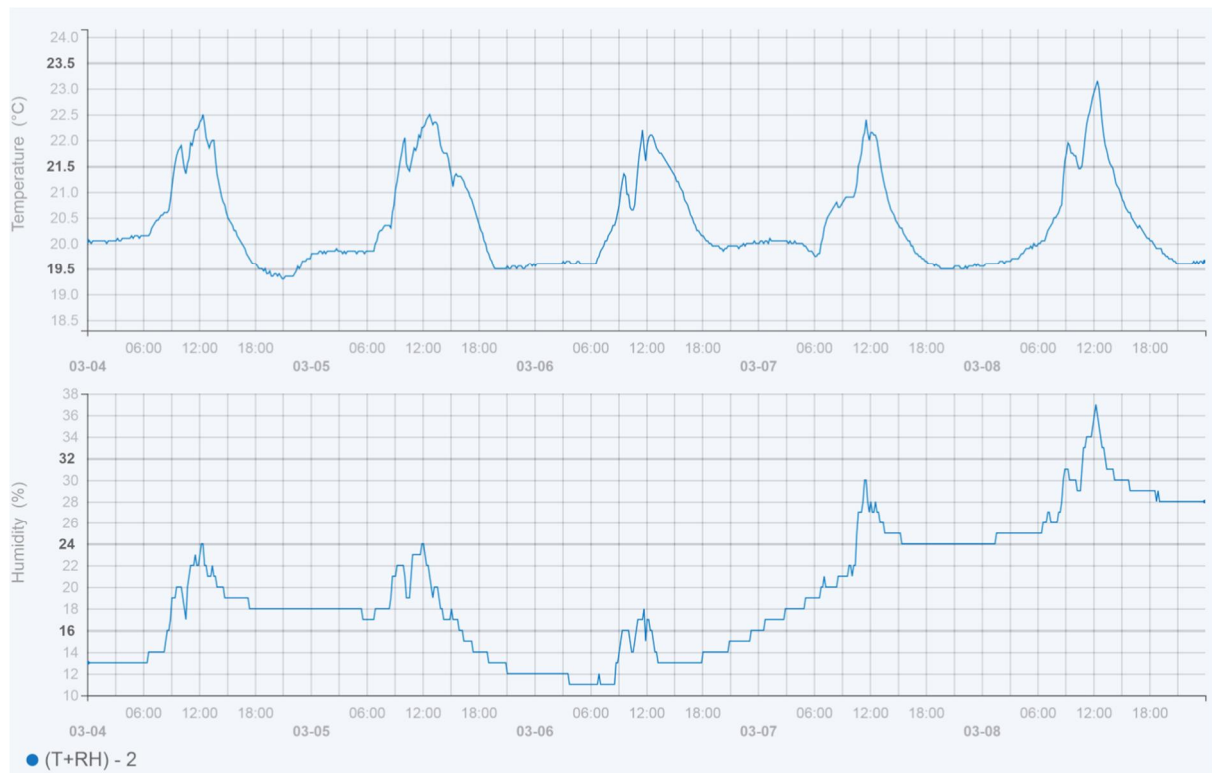
SISÄILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS JA LÄMPÖTILA

Huoneilman lämpötila, suhteellinen kosteus ja CO₂-pitoisuus tilassa 022



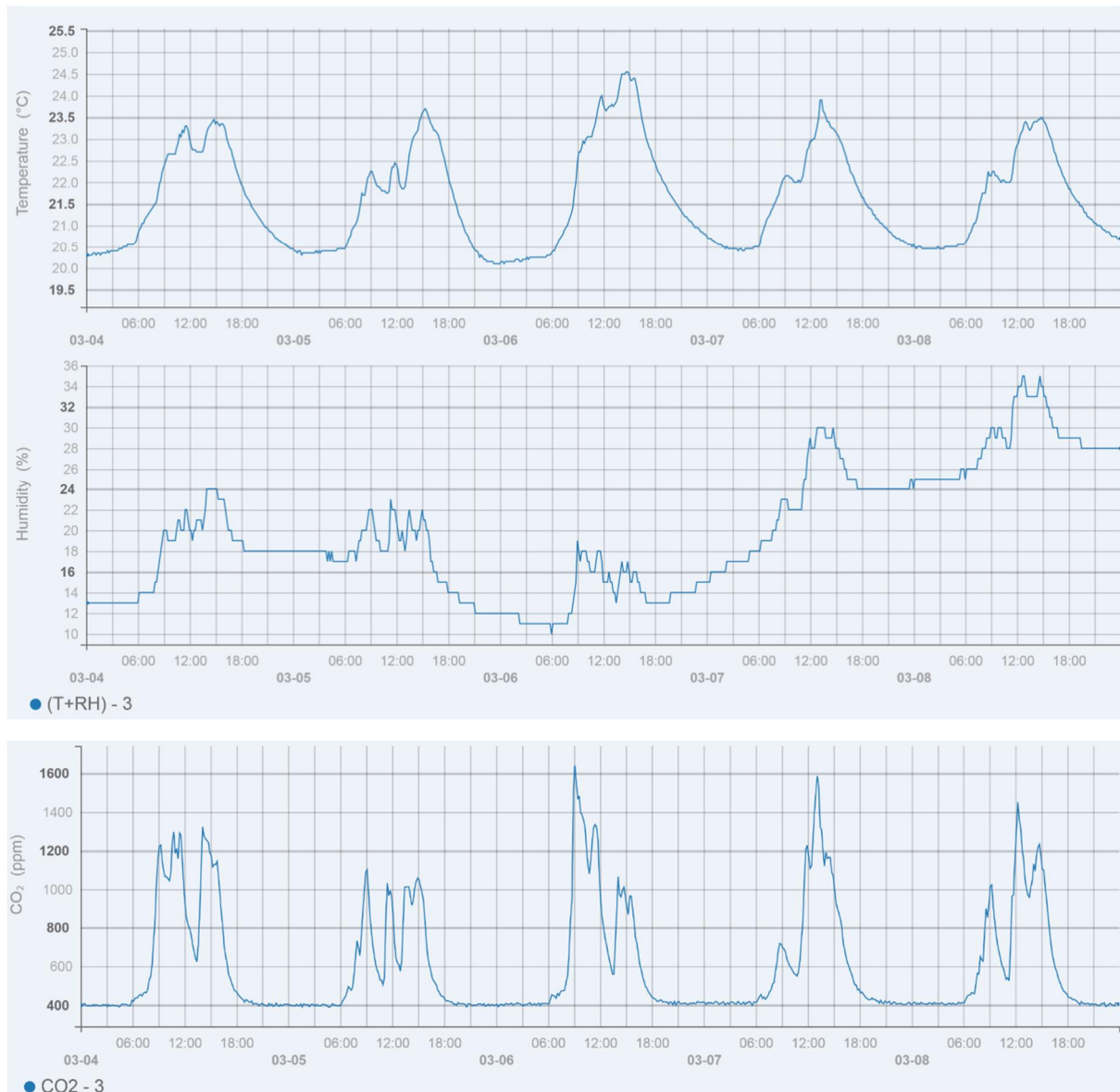
SISÄILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS JA LÄMPÖTILA

Huoneilman lämpötila, suhteellinen kosteus ja CO₂-pitoisuus tilassa 023



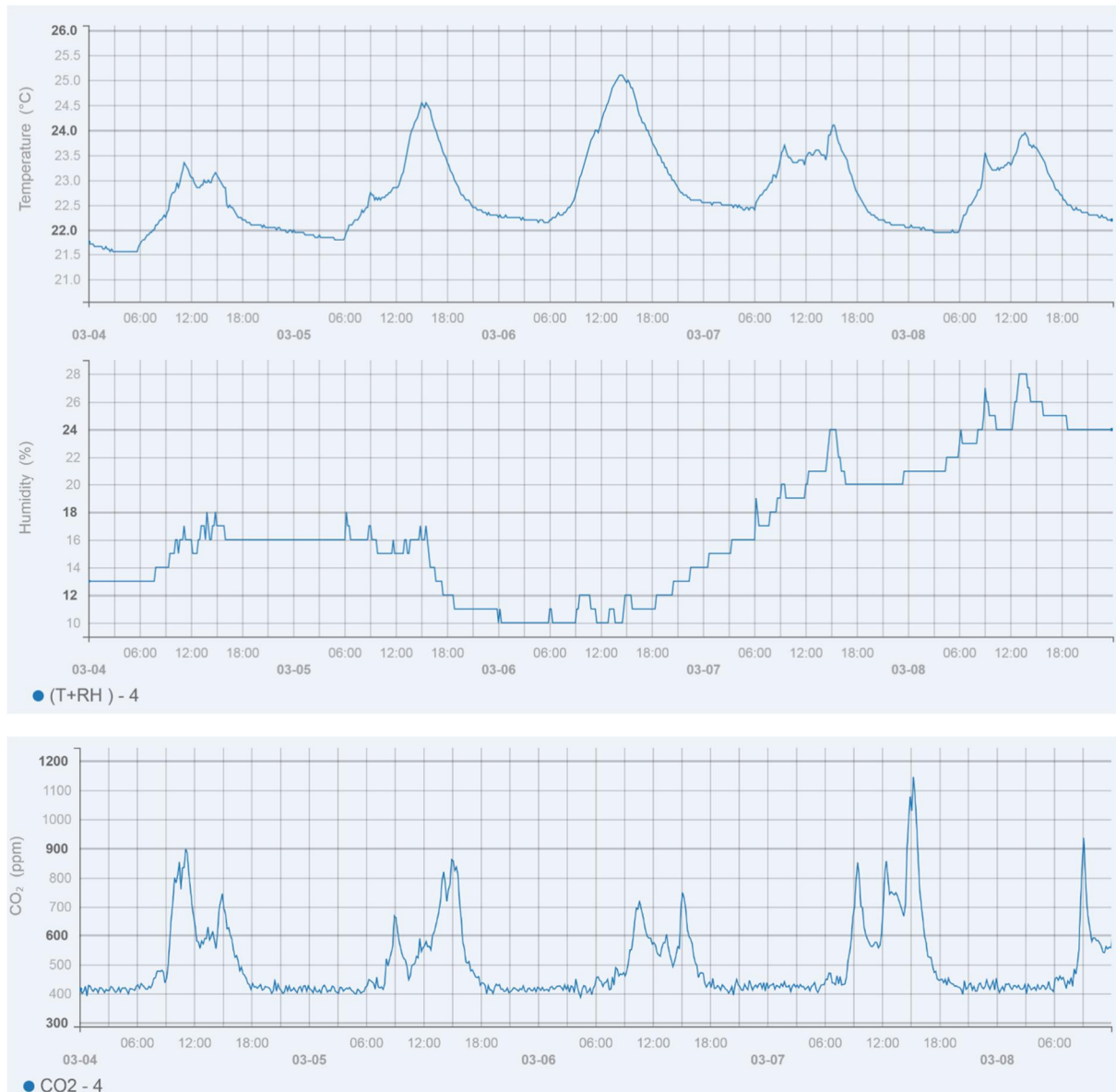
SISÄILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS JA LÄMPÖTILA

Huoneilman lämpötila, suhteellinen kosteus ja CO₂-pitoisuus tilassa 024



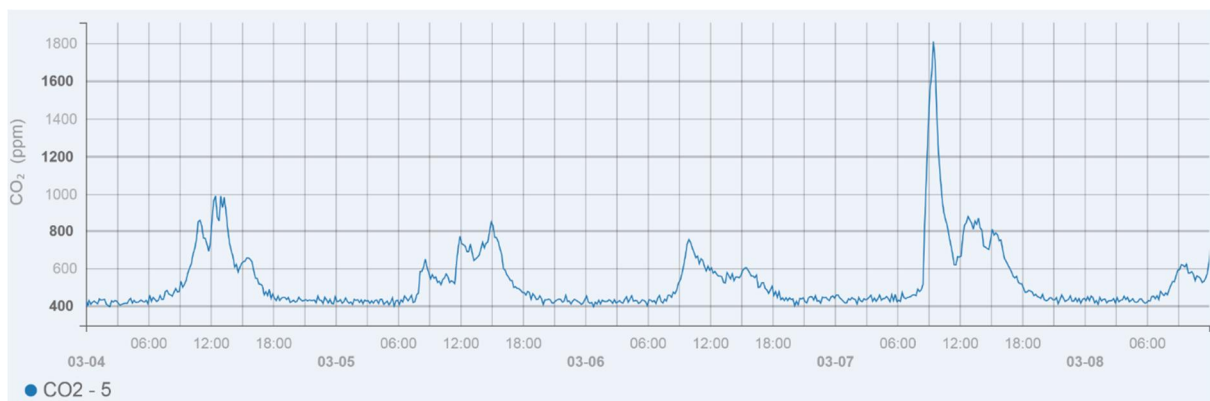
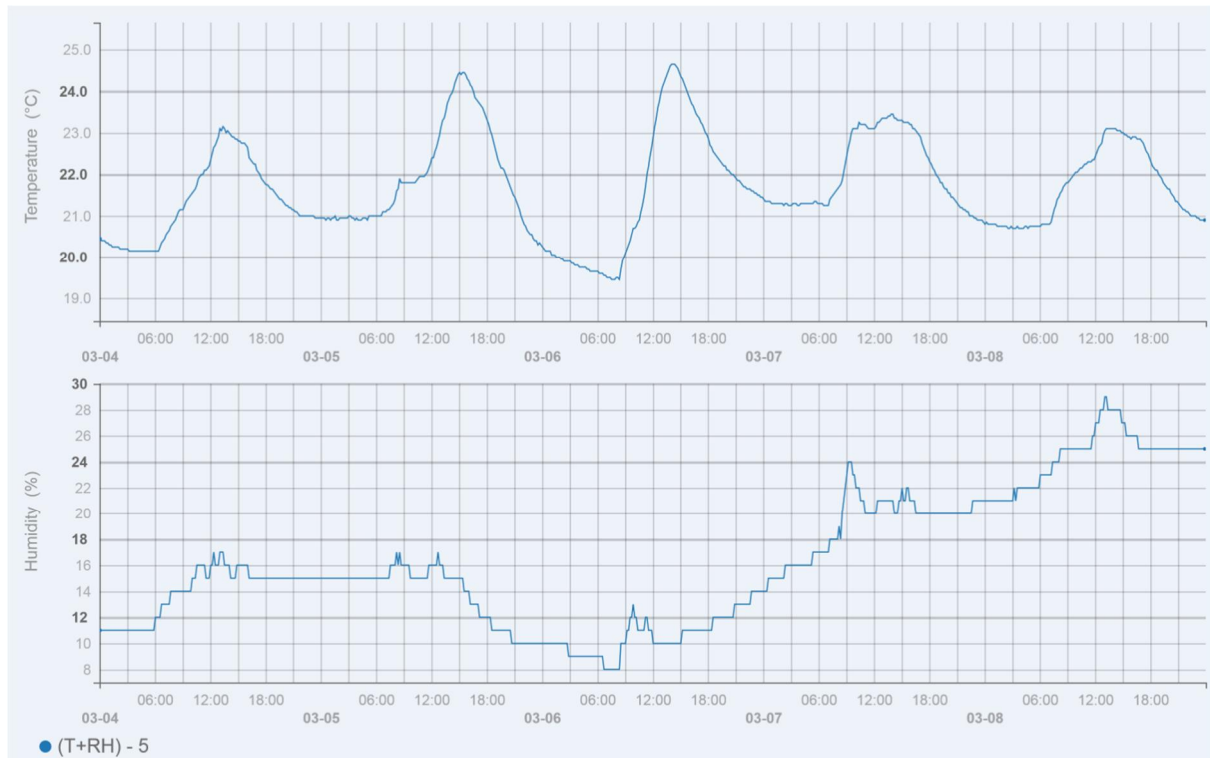
SISÄILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS JA LÄMPÖTILA

Huoneilman lämpötila, suhteellinen kosteus ja CO₂-pitoisuus tilassa 025



SISÄILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS JA LÄMPÖTILA

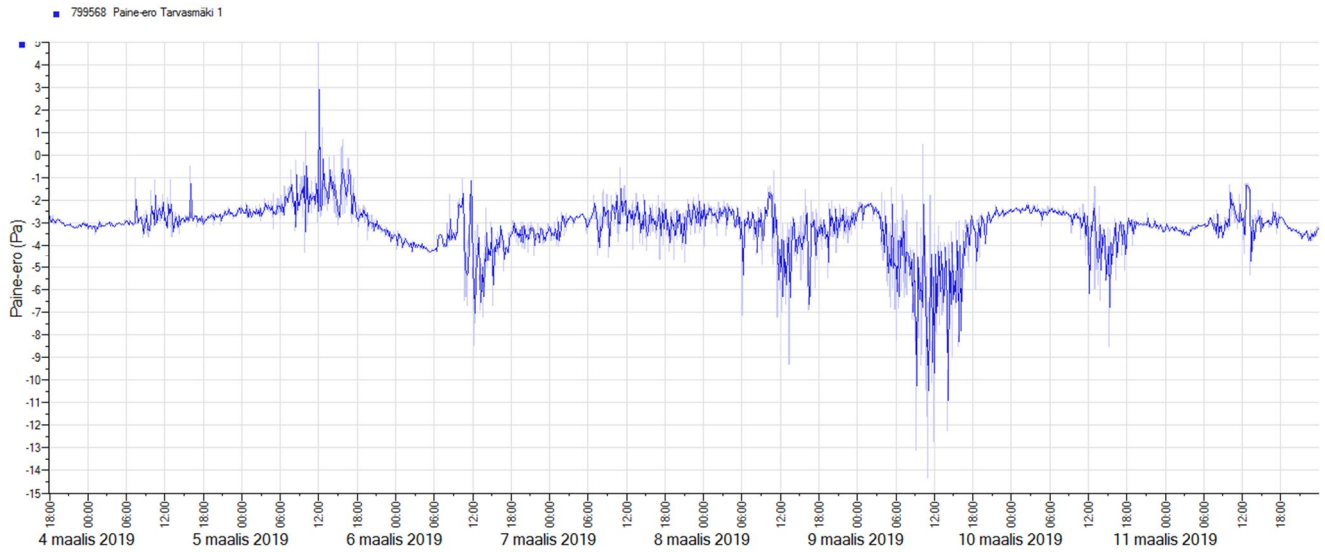
Huoneilman lämpötila, suhteellinen kosteus ja CO₂-pitoisuus tilassa 026



RAKENNUKSEN PAINE-EROKÄYRÄT ULKOILMAAN NÄHDEN

Paine-eron seurantamittaus vaipan yli tilasta 023

Tarvasmäki 1



Paine-eron seurantamittaus vaipan yli tilasta 030

Tarvasmäki 2

