Nurmijärvi, Tornitien päiväkoti

Tornitie 1, 05200 Rajamäki

Sisäilma-, rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus 9.9.2019

Työnro 31 11346.19

RTA Saija Korpi
DI Eeva Jokinen
Rkm Timo Ekola

Tiivistelmä

Tutkimuksen kohteena on Nurmijärven Rajamäellä sijaitseva, vuonna 1982 valmistunut Tornitien päiväkotirakennus. Päiväkoti on yksikerroksinen, tiiliverhoiltu ja aumakattoinen rakennus, joka on varustettu koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla ja lämmitysmuotona on suora sähkölämmitys.

Merkittävimpinä korjaustoimenpiteenä rakennuksessa on vuonna 1996 uusittu vesivuotojen seurauksena vesikate ja osa yläpohjaeristeistä sekä yläpohjan höyrynsuluista. Lisäksi on tehty paikallisia ulkoseinäeristeiden uusimisia sekä ulkopuolisen kosteudenhallinnan parantavia toimenpiteitä. Tuolloin rakennuksessa esiintyneistä ongelmista on VTT Rakennustekniikan toimesta laadittu erillinen tutkimus kosteusvaurioiden syistä ja niiden laajuudesta. Raportissa on lisäksi esitetty vaurioiden korjausperiaatteet.

Rakennuksessa on koettu sisäilman laatuun liittyviä oirekokemuksia ja tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakennuksen rakenne- ja kosteusteknistä kuntoa sekä sisäilman laatuun vaikuttavia haittatekijöitä. Työn toimeksiantajana on Nurmijärven kunta (Tilakeskus) ja yhteyshenkilönä kohteessa on toiminut Mika Laakso.

Tutkimuksissa tarkasteltiin alapohja-, ulkoseinä- ja yläpohjarakenteiden kuntoa sekä sisäilman olosuhteita. Rakenteiden kunnon selvittämisessä käytettiin aistinvaraisia havaintoja, kosteusmittauksia, rakenneavauksia ja niistä tehtyjä mikrobinäytteenottoja sekä merkkiainekokeita rakenteiden tiiviyden selvittämiseksi. Tutkimuksissa tarkasteltiin myös sisätilojen painesuhteita sisätilojen ja ulkoilman välillä.

Tutkimusten perusteella merkittävimpänä sisäilman laatuun heikentävästi vaikuttavana tekijänä voidaan pitää ulkoseinäeristeisiin muodostuneita mikrobivaurioita ja seinärakenteista erilaisten liittymien kautta tapahtuvia hallitsemattomia ilmavuotoreittejä sisäilmaan päin (ikkuna-, ulkoseinä-, yläpohja- sekä alapohjaliittymät). Lisäksi rakennuksen yläpohjan höyrynsulkurakenteet ovat teknisesti toimimattomia erityisesti ulkoseinäliittymissä ja väliseinäliittymissä sekä erilaisten läpivientien yhteydessä. Yläpohjan höyrynsulkujen tiiveyspuutteiden seurauksena yläpohjan kautta sekoittuu hallitsemattomasti epäpuhdasta korvausilmaa sisäilmaan päin.

Rakennuksen alkuperäinen ilmanvaihtolaitteisto on teknisesti vanhentunut ja laitteisto kanavistoineen sisältää runsaasti sisäilman laatua heikentäviä epäpuhtauksia, kuten siitepölyjä, mineraalikuituja sekä rakennusmateriaaliperäisiä epäpuhtauksia.

Painesuhdemittausten perusteella sisätilat ovat pääosin alipaineisia ulkoilman nähden, jolloin korvausilman sekoittumista seinä-, lattia- ja yläpohjaliittymärakenteiden kautta huonetiloihin päin tapahtuu jatkuvasti.

Merkittävimmät rakenteelliset korjaustoimenpiteet kohdistuvat ulkoseinärakenteisiin (ulkoverhous ja lämmöneristeet) sekä yläpohjarakenteisiin (höyrynsulut, eristeet ja alakatot). Rakenteet tulee suunnitella kosteus- ja lämpöteknisesti toimiviksi rakenteiksi. Ulkopuolista kosteudenhallintaa tulee myös parantaa siten, että kattovedet tai pinta- ja sulamisvedet eivät rasita sokkeleita tai julkisivuja.

Rakennuksen ilmanvaihtolaitteistot suositellaan uusittavaksi ja korjaustoimenpiteisiin suositellaan sisällytettäväksi myös muiden taloteknisten järjestelmien uusinnat ja sisäpuolisten pintamateriaalien uusinnat.

Kaikki korjaukset tulee tehdä erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti ja korjaukset tulee toteuttaa sisäilmakorjauksiin erikoistuneen urakoitsijan toimesta.

Nurmijärvi, Tornitien päiväkoti

SISÄLLYSLUETTELO

1 Yleistiedot 5
1.1 Tutkimuskohde 5
1.2 Tilaaja 5
1.3 Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat 5
1.4 Muut tutkimukseen liittyvät tahot ja yhteyshenkilöt 5
1.5 Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus 5
1.6 Tutkimuksen ajankohta 6

2 Kohteen yleiskuvaus 6

3 Lähtötiedot 8
3.1 Tilaajan luovuttamat lähtötiedot 8
3.2 Tutkimuksen aikana saadut tiedot 9
3.3 Tiedossa oleva korjaushistoria 9
3.4 Aikaisempien tutkimusten tulokset 9

4 Tutkimusmenetelmät ja käytetyt tutkimuslaboratoriot 9

5 Rakenneteknisten tutkimusten tulokset 10
5.1 Piha-alueet, sadevesi- ja salaojajärjestelmät 10
5.1.1 Sijainti ja rakenne 10
5.1.2 Havainnot 11
5.1.3 Johtopäätökset 14
5.1.4 Toimenpide-ehdotukset 14
5.2 Perustukset 14
5.2.1 Sijainti ja rakenne 14
5.2.2 Havainnot 15
5.2.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 16
5.3 Alapohjarakenteet 16
5.3.1 Sijainti ja rakenne 16
5.3.2 Havainnot 17
5.3.3 Kosteusmittaukset 17
5.3.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 18
5.4 Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet 18
5.4.1 Sijainti ja rakenne 18
5.4.2 Havainnot 20
5.4.3 Kosteusmittaukset 22
5.4.4 Mikrobianalyysit 22
5.4.5 Merkkiainekokeet 24
5.4.6 Johtopäätökset 25
5.4.7 Toimenpide-ehdotukset 25
5.5 Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet 25
5.5.1 Sijainti ja rakenne 25
5.5.2 Havainnot 26
5.5.3 Kosteusmittaukset 27
5.5.4 Johtopäätökset 27

5.5.5 Toimenpide-ehdotukset ... 27
5.6 Yläpohjat ja vesikatot ... 27
5.6.1 Sijainti ja rakenne ... 27
5.6.2 Havainnot ... 28
5.6.3 Johtopäätökset ... 32
5.6.4 Toimenpide-ehdotukset ... 32

6 Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimuksen tulokset ... 33
6.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus ... 33
6.2 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ... 33
6.2.1 Teolliset mineraalikuidut ja pölyt ... 34
6.3 Pinnoille laskeutuneen pölyn koostumus ja laatu ... 35
6.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset ... 36

7 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset ... 36
7.1 Paine-ero ... 36
7.1.1 Johtopäätökset ja paine-eromittaukset ... 37
7.2 Hiilidioksidipitoisuus ... 37
7.2.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset ... 37
7.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus ... 38
7.3.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset ... 39
7.4 Teolliset mineraalikuidut ... 39
7.4.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset ... 39
7.5 Haitta-aineet ... 39

8 Altistumisolosuhteiden arviointi ... 39

9 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä ... 40
9.1 Johtopäätökset ... 40
9.2 Suositeltavat jatkotoimenpiteet ... 41
9.3 Käytönaikaista toimintaa turvaavat toimenpiteet ... 41
9.4 Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa ... 41

10 Päiväys ja allekirjoitukset ... 42

LIITTEET:

Liite 1 Pohjapiirustukset
Liite 2 Kosteusmittauspöytäkirja
Liite 3 Olosuhdemittausten kuvaajat
Liite 4 Analyysivastaukset
Liite 5 Tutkimusmenetelmät ja viitearvot

JAKELU:

Mika Laakso, Nurmijärven kunta mika.laakso@nurmijarvi.fi

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Tutkimuksen kohde:	Nurmijärvi, Tornitien päiväkoti
Osoite:	Tornitie 1, 05200 Rajamäki
Tehtävä:	Sisäilma-, rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus
Työnumero:	31 11346.19

1.2 Tilaaja

Nimi:	Nurmijärven kunta
Osoite:	Keskuskatu 2 B, 01800 Nurmijärvi
Yhteyshenkilö:	Mika Laakso
Puhelin:	040 317 2307
Sähköposti:	mika.laakso@nurmijarvi.fi
Käyttäjän yhteyshenkilö:	Tarja Rajamäki
Puhelin:	040 317 4046
Sähköposti:	tarja.rajamaki@nurmijarvi.fi

1.3 Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat

Nimi:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Osoite:	Puutarhakatu 10, 33210 Tampere
Sähköposti:	etunimi.sukunimi@ains.fi
Vastuuhenkilö:	Rkm Timo Ekola
Puhelin:	040 190 8477
Tutkimushenkilöt:	DI Eeva Jokinen Rkm Timo Ekola

1.4 Muut tutkimukseen liittyvät tahot ja yhteyshenkilöt

Kohteessa rakenneavaukset ja niiden paikkaukset suoritti Nurmijärven kunnan oma henkilökunta.

Yhteyshenkilö	Juha-Matti Valkama, työmaamestari juha-matti.valkama@nurmijarvi.fi

1.5 Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää rakennuksen nykyistä sisäilman laatua, rakenteiden kosteustek-nistä kuntoa ja toteutustapaa sekä sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä.

1.6 Tutkimuksen ajankohta

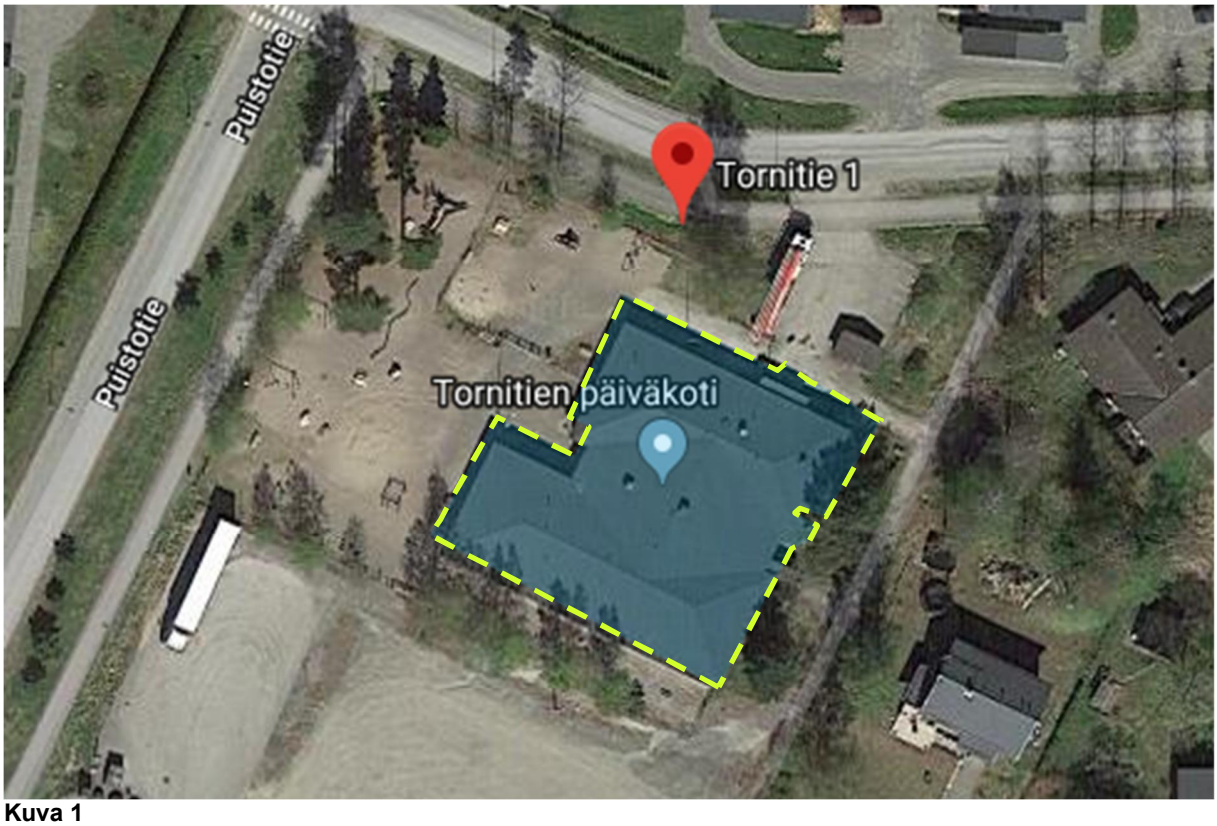
Tutkimuksia suoritettiin 16.5.2019 ja 3.7.2019 välisenä aikana:

- Olosuhdemittaukset vko 20-22
- Kenttätutkimukset vko 27
- Näytteiden ja tulosten analysointi vko 29
- Raportti vko 30-36

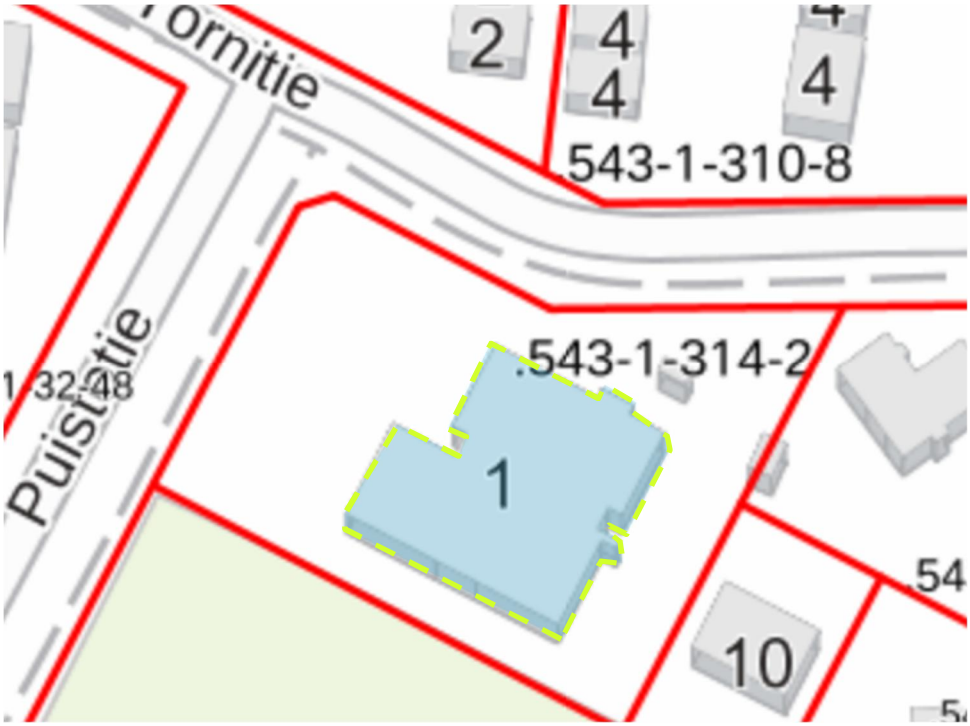
2 Kohteen yleiskuvaus

Rakennus on vuonna 1982 rakennettu päiväkotirakennus. Rakennus on perustettu teräsbetonisten anturoiden varaan, sokkelit ovat betonia ja alapohjarakenteena on maanvarainen, lämmöneristetty teräsbetonilaatta. Rakennuksen runko on toteutettu kantavilla teräsbetoniseinillä (osa ulko- ja väliseinistä) ja puurunkorakenteilla. Ulkoverhouksena on modulitiiliverhousmuuraus. Vesikaton pääkannattajat ovat tehdasvalmisteisia kattoristikoita, vesikattomuotona on aumakatto ja vesikatteena on bitumikermikate. Rakennuksen lämmitysmuotona on suora sähkölämmitys ja lämmönjako tapahtuu seinäpattereilla. Rakennuksessa on alkuperäistasoinen koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä lämmöntalteenotolla.

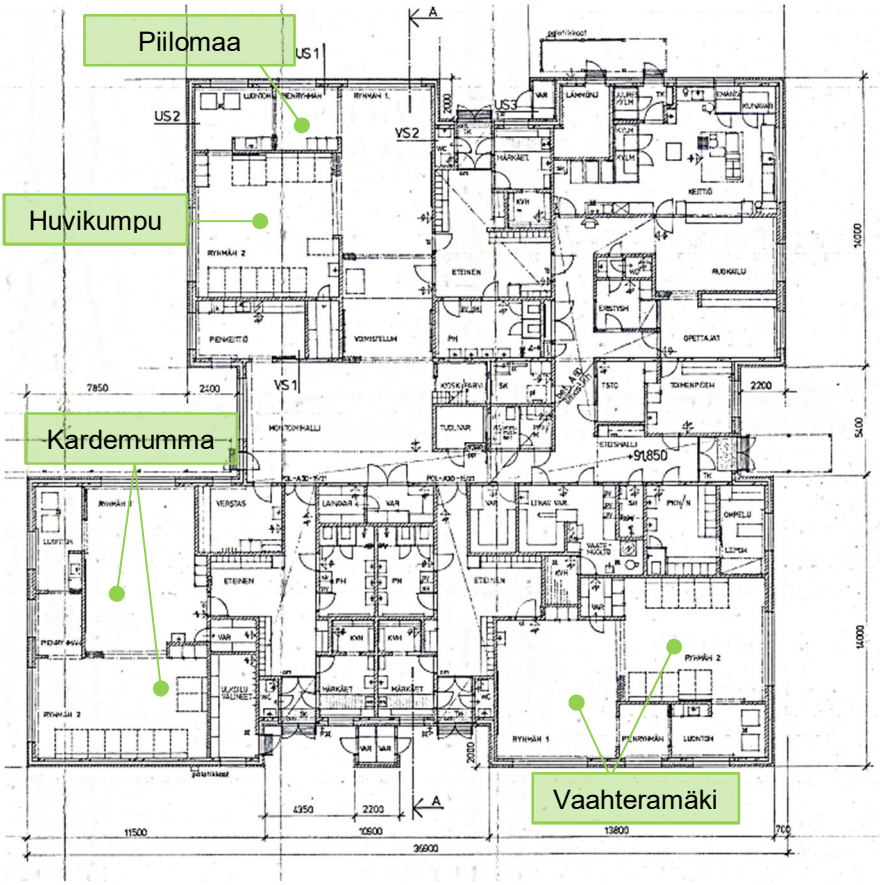
Pääasiallinen rakennusmateriaali	Betoni, tiili, puu
Rakennusvuosi	1982
Kerrosluku	1
Pinta-ala	1 150 krsm²
Tilavuus	3 600 m³
Perustamistapa	Teräsbetonianturat ja pilarit
Vesikatto	Aumakatto, vesikatteena bitumikermikate
Ilmanvaihtojärjestelmät	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto LTO:lla
Lämmitysjärjestelmät	Suora sähkölämmitys



Kuva 1
Tutkimusalue korostettuna kuvassa (Lähde: Google Maps)



Kuva 2
Tutkimusalue korostettuna kuvassa (Lähde: Paikkatietoikkuna)



Kuva 3
Rakennuksen pohjapiirustus. Käytössä olevat ryhmänimet ja niiden sijainti rakennuksessa (Piilomaa, Huvikumpu, Kardemumma ja Vaahteramäki).

3 Lähtötiedot

3.1 Tilaajan luovuttamat lähtötiedot

- Pääpiirustus, leikkaus A-A, 20.10.1980, Rakennussuunnittelu Y. Lehtonen
- Työpiirustus, 1.krs. n:0 11 30.10.1980 (muutos 25,11,1980, 05.12.1980 ja 30.01.1981) Rakennussuunnittelu Y. Lehtonen
- Rakennepiirustus, Vesikattokaavio, osa 2, 14.01.1981, Insinööritoimisto Markku Välimaa & Co
- Rakennepiirustus Paikallavaletut seinät raudoitus,17.06.1981, Insinööritoimisto Markku Välimaa & Co
- Rakennepiirustus Paikallavaletut seinät ja tasot, 29.01.1981, Insinööritoimisto Markku Välimaa & Co
- Rakennepiirustus, Perustukset, 29.01.1981, Insinööritoimisto Markku Välimaa & Co
- Rakennepiirustus, Maanvaraisen laatan raudoitus, osat 1 ja 2, 22.06.1981, Insinööritoimisto Markku Välimaa & Co
- LVI -piirustus, Vesi- ja viemärijohdot 19.02.1981, muutos 26.05.1982, Erkki Kolehmainen
- Tutkimusselostus NRO RTE30144/96: Nurmijärven Tornitien päiväkodin kosteusvaurioiden syiden ja laajuuden selvitys sekö korjausperiaatteiden esittäminen, päiväyksellä 27.6.1996, VTT Rakennustekniikka.

3.2 Tutkimuksen aikana saadut tiedot

Päiväkodin työntekijöiden laatimassa oirekokemuslistassa mainitaan oireina mm. päänsärkyä, silmien kirvelyä, hengenahdistusta, väsymystä, kurkun käheyttä ja lisääntynyt astmalääkkeen tarve.

(Työntekijöiden laatima oirekokemuslista 05/2019)

3.3 Tiedossa oleva korjaushistoria

Rakennuksen vesikatemateriaali alustalaudoituksineen, osa yläpohjaeristeistä ja osa yläpohjan höyrynsuluista on uusittu v. 1996. Ulkoseinien tiiliverhouksia ja ilmeisesti paikoin lämmöneristeitä on paikallisesti uusittu v. 1995 – 96 (tarkempaa tietoa ajankohdasta tai laajuudesta ei ollut saatavilla). Rakennuksen ikkunat on pääosin uusittu 2000-luvulla.

3.4 Aikaisempien tutkimusten tulokset

VTT Rakennustekniikka Oy:n 27.06.1996 päivätyn Tutkimusselostus NRO RTE30144/96 mukaan oleellisimmat havainnot ja korjaussuositukset ovat olleet (pääluokat, kooste lyhennelmänä):

Vesikatto ja yläpohja:

- *Tiilikerroksessa, aluskatteessa ja IV- ja viemäröintiputkien liitoskohdissa on niin paljon ja vaikeasti paikallisesti korjattavia vuotokohtia, että koko vesikate suositellaan uusittavaksi.*
- *Vesikattovuotojen takia yläpohjan lämmöneristekerros on turmeltunut niistä kohdista, joissa aluskate on pudonnut lämmöneristekerroksen päälle tai joissa myös aluskate on vuotanut.*
- *Lämmöneriste uusitaan niissä kohdissa, joissa aluskate on pudonnut alas ja muualtakin missä värimuutokset on pääteltävissä vesivuodon aiheuttamiksi.*
- *Kaikkien seinien höyrynsulku suositellaan teipattavaksi ja yläpohjassa olevien putkien lävistyskohdat on teipattava ilmatiiviiksi.*

Sadevesien johtaminen, salaojitus ja maanpinnan muotoilu:

- *Sadevesirännit suositellaan jatkettavaksi siten, ettei roiskevesi imeydy tiilimuuraukseen. Kyseisillä kohdilla ulkoseinän lämmöneristekerroksissa esiintyi suurehkoja home- ja sädesienipitoisuuksia, jonka seurauksena ikkuna- ja ovikarmien liitoskohdat tulee tiivistää ilmatiiveiksi, jotta epäpuhtaudet eivät pääse sekoittumaan huoneilmaan.*
- *Salaojitus suositellaan tarkastettavaksi ja tarvittaessa alennettavaksi.*
- *Maanpinta suositetaan alennettavaksi rakennuksen vieriltä vähintään 300 mm päähän sokkelin yläreunasta.*

4 Tutkimusmenetelmät ja käytetyt tutkimuslaboratoriot

Tässä tutkimuksessa on käytetty seuraavia tutkimusmenetelmiä:

- Pintakosteuskartoitus (pistokokeenomaisesti lattiapinnat ja ulko- ja väliseinien alaosat)
- Rakennekosteusmittaus (alapohjarakenne, yhteensä 15 kpl)
- Rakenneavaukset (ulkoseinät, alapohjat sekä ikkunoiden pieliliittymät)

- Materiaalinäytteiden mikrobianalyysi, yhteensä 32 kpl
- Rakenteiden tiiveyskoe (merkkiainetutkimus, ulkoseinärakenne liittymineen), yhteensä 10 eri huonetilaa
- Pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimukset
  - Pölyn mineraalikuitujen laskenta (14 vrk), 5 kpl
- Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus
  - Aistinvarainen puhtauden tarkistus yhteensä seitsemästä eri pisteestä
  - Pölyn mineraalikuitujen laskenta 3 kpl
  - Pölyn koostumus/laatu 3 kpl
- Pitkäaikaiset paine-eromittaukset
  - Sisätilan ja ulkoilman välinen paine-ero yhteensä kuudesta eri huonetilasta
- Pitkäaikaiset lämpötilan, suhteellisen kosteuden ja hiilidioksidin seurantamittaukset
  - Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaus yhteensä viidestä eri huonetilasta
  - Sisäilman hiilidioksiditasojen mittaus yhteensä viidestä eri huonetilasta

Tutkimusmenetelmien tarkemmat kuvaukset, tulosten tulkintaperusteet, käytetyt mittalaitteet, mittalaitteiden kalibrointitiedot ja virhetarkastelu on esitetty liitteessä 5.

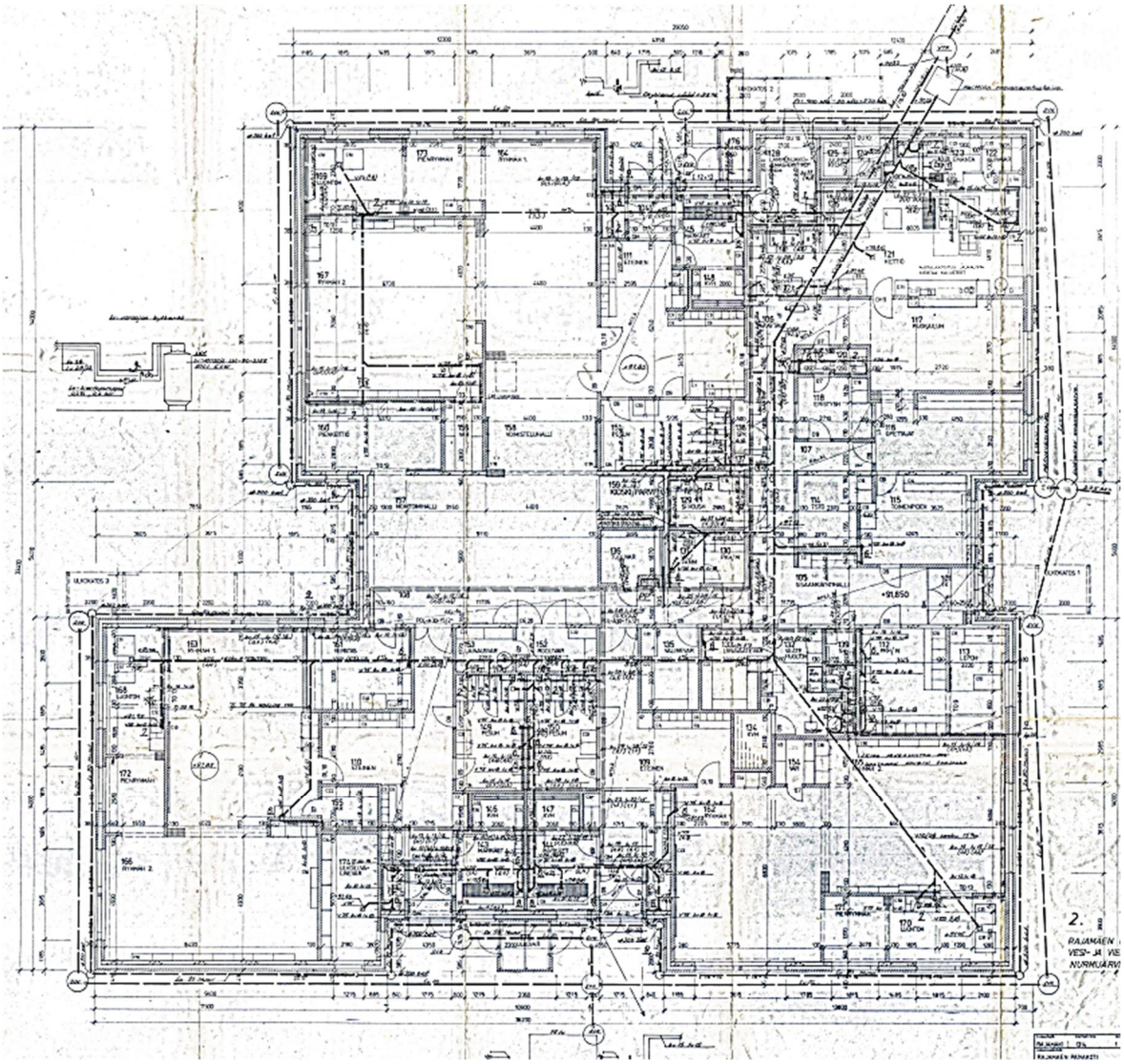
5 Rakenneteknisten tutkimusten tulokset

5.1 Piha-alueet, sadevesi- ja salaojajärjestelmät

5.1.1 Sijainti ja rakenne

Rakennuksen ympärillä olevat leikkipiha-alueet ovat hiekkapintaisia ja muilta osin piha-alueet ovat nurmipintaisia, pysäköintialue ja sisääntuloväylä on asfaltoitu. Rakennuksen koillis-itäpuolella on jonkin verran puustoa, joista osa on istutettu lähelle rakennusta.

Rakennuksen ympärillä olevan piha-alueen sadevesi- ja salaojajärjestelmät on esitetty alkuperäisessä LVI–piirustuksessa vuodelta 1981 – 1982.



Kuva 4
Vesi- ja viemäripiirustus. Piirustuksessa on esitetty rakennuksen ympärillä oleva salaojitus ja kattovesien poistojärjestelmät.

5.1.2 Havainnot

Rakennus sijaitsee pääosin tasaisella tontilla. Piha-alueiden kuivatusta on jälkikäteen parannettu asentamalla sadevesijärjestelmä, johon on johdettu katto- ja pintavesiä. Kattovesien ohjaus pihakaivoihin on toteutettu liittämällä osa syöksytorvista suoraan kaivorumpuun. Sokkelin vedeneristystä ei kuitenkaan ole lisätty/uusittu.

Kattovesien ohjaus syöksytorvesta rännikaivoon/ritiläkaivoon on paikoitellen toteutettu puutteellisesti ja kattovedet pääsevät kastelemaan sokkelirakenteita.

Alkuperäisten rakennepiirustusten mukaan rakennuksen ympärille on asennettu salaojajärjestelmä. Sen toimivuudesta ei kuitenkaan saatu varmuutta tutkimushetkellä. Rakennuksen ympärillä olevien salaojien olemassaoloa havainnoitiin yksittäisten tarkastuskaivojen kautta. Salaojien kokonaisvaltaista olemassaoloja tai toimintaa ei tutkimuksen yhteydessä voitu todentaa.

Kuva 5
Rakennus sijaitsee tasaisella tontilla.

Kuva 6
Maanpinnan kallistukset rakennuksen vierustalla ovat paikoitellen tasaiset.

Kuva 7
Rakennuksen koillis-itäpuolella talon vierustalla on pensaita sekä havu- ja lehtipuita. Rakennusta lähellä kasvavat puut lisäävät vesikaton ja räystäskourujen huoltotarvetta.

Kuva 8
Rakennuksen eteläkulmauksessa pensas/puita kasvaa ulkoseinärakenteessa kiinni.

Kuva 9
Kattovesien ohjaus alkuperäiseen ritiläkaivoon rakennuksen itäkulmauksessa.

Kuva 10
Kattovesien ohjaus pois rakennuksen vierustalta on toteutettu betonikourulla. Kourut tulisi pitää puhtaana.

Kuva 11
Kattovedet ohjautuvat suoraan maahan.

Kuva 12
Päiväkodin pihan puolella osa kattovesistä on johdettu suoraan pihakaivon kaivorumpuun maan alla.

Kuva 13
Syöksytorvea on jatkettu irtoputkella ritiläkaivolle asti. Sokkelissa on kosteusjälkiä. Vesiä lammikoituu kuitenkin sokkelin vierustalle ja vesiä on roiskunut sokkelia vasten koska irtoasennetut putket eivät pysy paikoillaan.

Kuva 14
Sokkelissa ja ulkoseinän alaosissa esiintyy paikoin kosteusvauriojälkiä. Vuotava kattovesikouru kastelee sokkelia ja ulkosein alaosaa. Ulkoseinärakenteen sisäpinnassa ei havaittu viitteitä kohonneesta pintakosteudesta.

Kuva 15
Vuotava kattovesikouru.

Kuva 16
Perusvesikaivo

Kuva 17
Salaojan tarkastuskaivo

Kuva 18
Leikkipihalla olevassa ritiläkaivossa on runsaasti hiekkaa. Kaivo tulisi puhdistaa.

5.1.3 Johtopäätökset

Rakennuksen perustuksiin kohdistuu paikoitellen voimakastakin kosteusrasitusta kohdissa, jossa kattovedet on johdettu suoraan maahan rakennuksen vierustalla. Lisäksi yksittäisessä pisteessä vuotava kattovesikouru kastelee seinärakennetta. Perusmuurissa ei havaittu vedeneristettä. Sokkelissa ja seinien alaosissa oli havaittavissa poikkeavan kosteuden aiheuttamia vauriojälkiä.

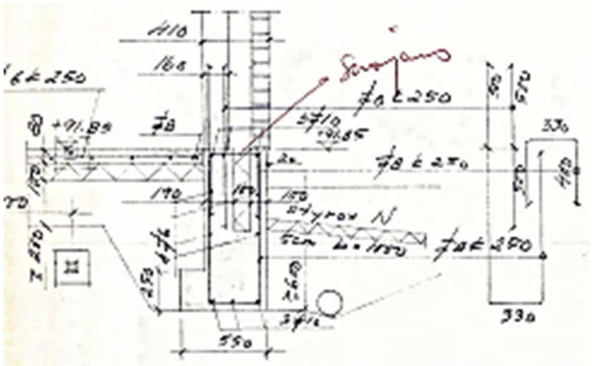
5.1.4 Toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen ympärille tulee asentaa toimiva sadevesijärjestelmä, johon kaikki rakennuksen kattovedet ohjataan hallitusti. Samassa yhteydessä tulee asentaa rakennuksen perusmuurin vedeneristys. Salaojajärjestelmän kunto suositellaan varmistettavaksi salaojakuvauksella (ulkopuolisten kaivutöiden yhteydessä salaojajärjestelmä suositellaan uusittavaksi). Salaojajärjestelmä tulee huuhdella säännöllisesti.

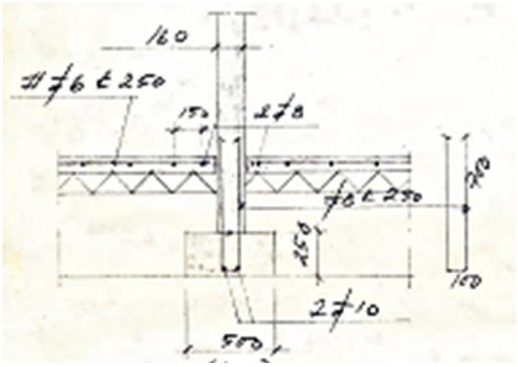
5.2 Perustukset

5.2.1 Sijainti ja rakenne

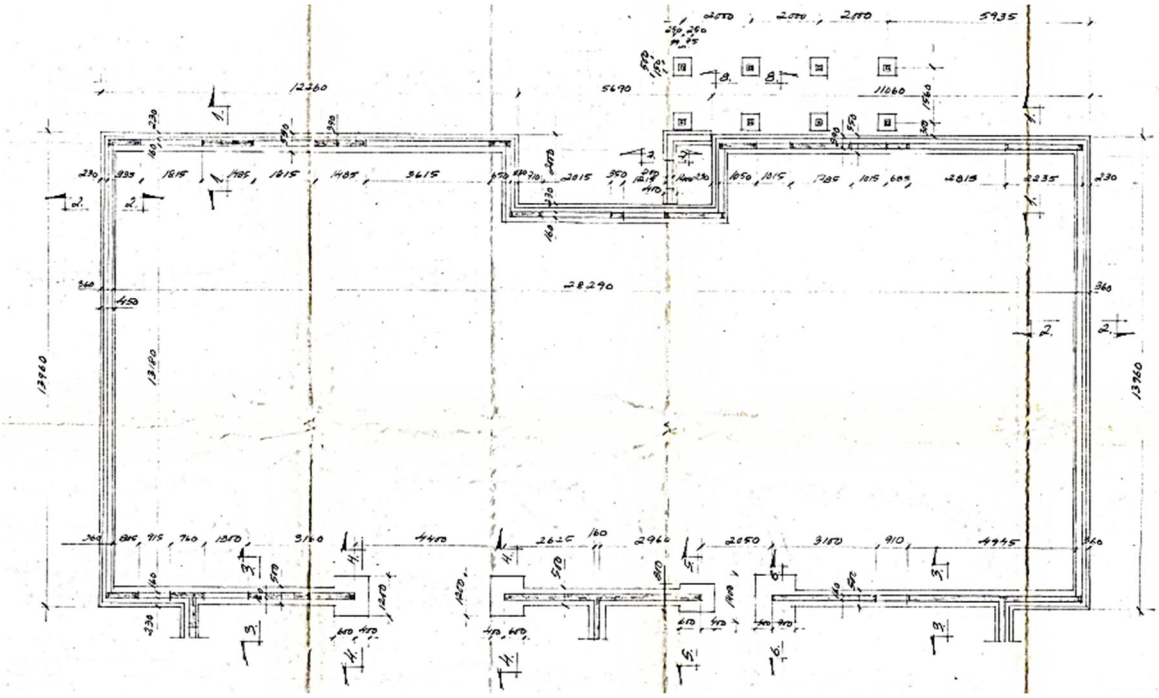
Alkuperäisten rakennepiirustusten perusteella rakennus on perustettu maanvaraisten jatkuvien teräsbetonianturoiden varaan. Sokkeliosuus on teräsbetonia ja sokkelihalkaisuna on käytetty EPS-eristystä. Alkuperäisissä rakennepiirustuksissa ei ole esitetty sokkelin vedeneristettä. Perustuspiirustukset ja pääasiallisimmat rakenneleikkaukset on esitetty seuraavissa kuvissa 19 – 22.



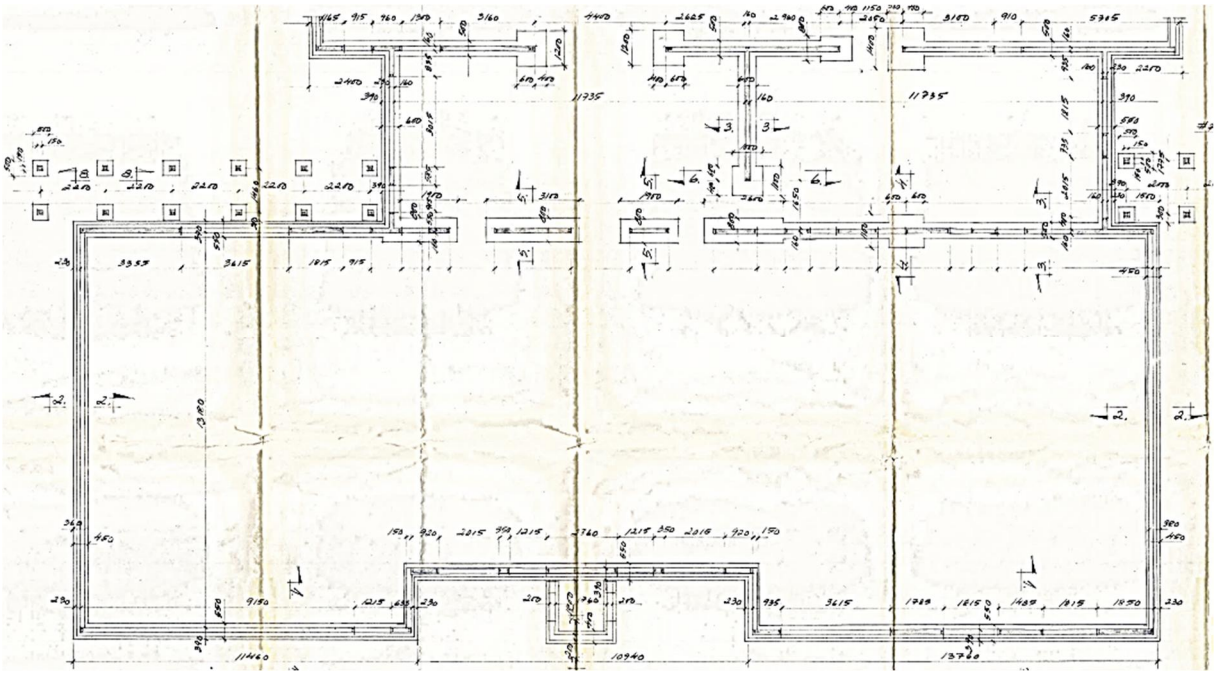
Kuva 19
Perustukset, ulkoseinälinjat



Kuva 20
Perustukset, kantavat väliseinälinjat



Kuva 21
Perustuspiirustus, osa 1



Kuva 22
Perustuspiirustus, osa 2

5.2.2 Havainnot

Silmämääräisten havaintojen perusteella perustusten yläpuolisissa rakenteissa (sokkelit, ulkoseinät) ei havaittu halkeamia tai vaurioita, jotka viittaisivat perustusten haitallisiin tai epätasaisiin painumiin.

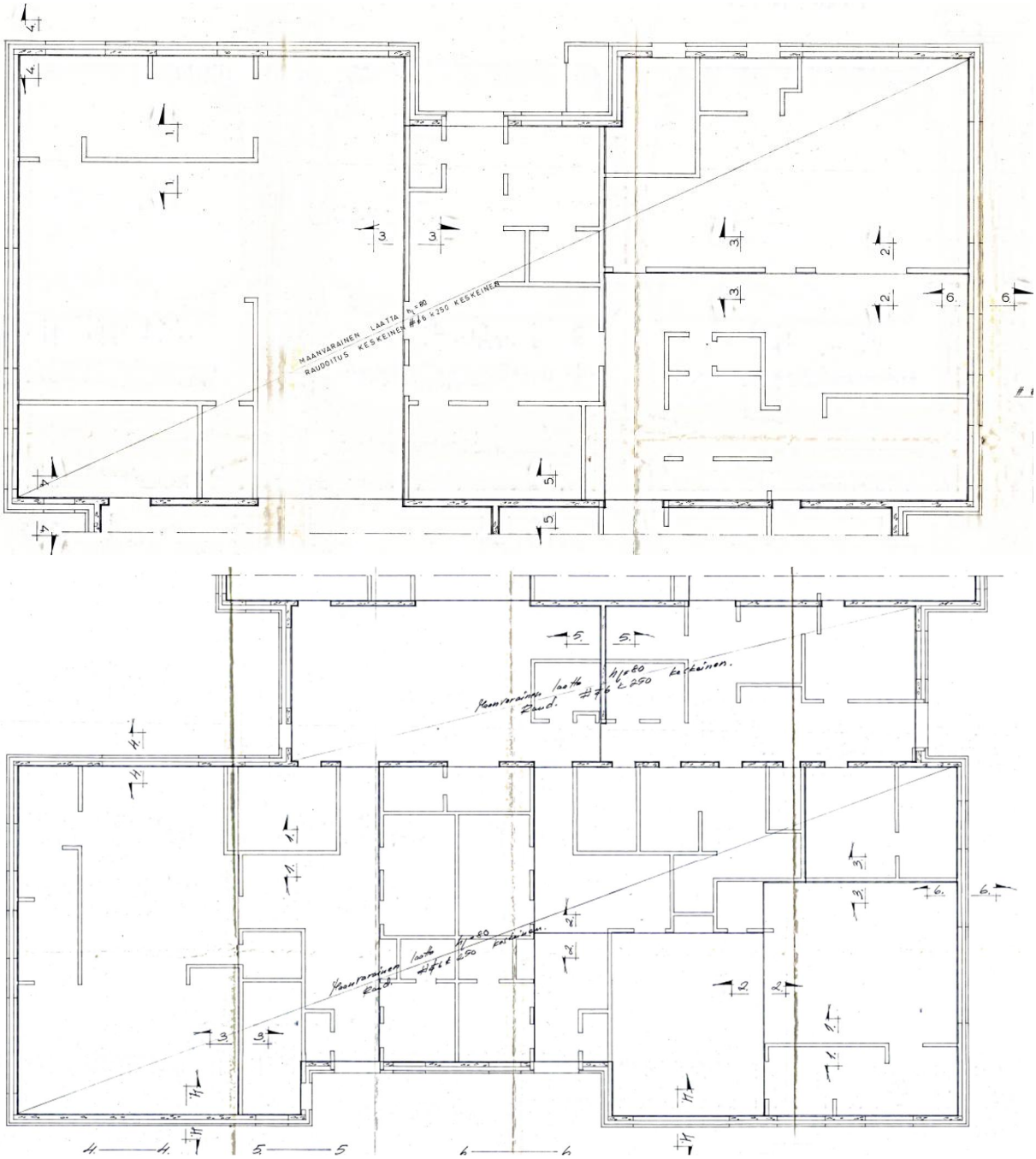
5.2.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ei toimenpide-ehdotuksia.

5.3 Alapohjarakenteet

5.3.1 Sijainti ja rakenne

Rakennepiirustusten perusteella rakennuksen perusalapohjarakenteena on maanvarainen, EPS-eristeellä lämmöneristetty teräsbetonilaatta.

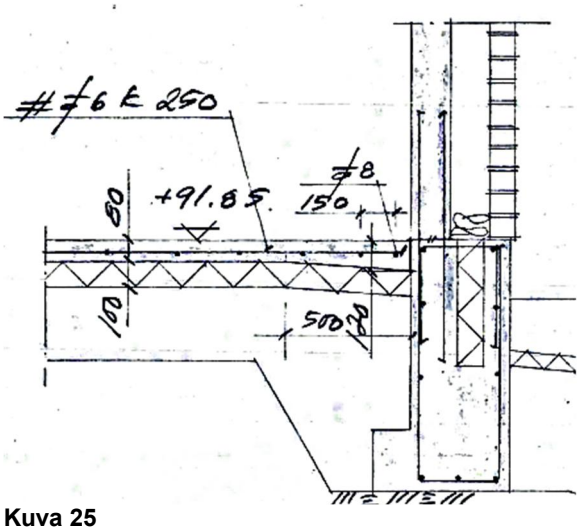


Kuva 23
Rakennepiirustuksen mukainen alapohjarakenne on maanvarainen.

Alapohjarakenne ylhäältä alaspäin mentäessä

- lattiapinnoite
- teräsbetonilaatta 80 mm
- EPS-lämmöneriste 100 mm
- tasaushiekka
- soratäyttö

Kuva 24
Rakennepiirustuksissa esitetty alapohjarakenne.



Kuva 25
Rakennepiirustuksissa esitetty alapohjarakenne.

5.3.2 Havainnot

Alapohjarakennetta tarkasteltiin viidessä tarkastuspisteestä, jossa alapohjarakenteen läpi porattiin 30 mm kokoinen reikä ja rakennekerrokset tarkastettiin. Tarkastuspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa tunnuksella AP1 – AP5. Lattiapinnoitteena päiväkodin tiloissa on käytetty pääasiassa muovimattoa (ryhmätilat, nukkumatilat), vinyylilaattaa (eteistilat, käytävät) tai keraamista laattaa (keittiö, wc-tilat). Vinyylilaatta on asbestipitoinen. Toteutettu alapohjarakenne poikkesi suunnitelmien mukaisesta rakenteesta siten, että betonilaatan paksuus on 100 mm. Laatan alla oli suunnitelmien mukaisesti 100 mm:n EPS-eriste ja alapohjatäyttönä hieno hiekka. Alapohjarakenne oli sama kaikissa neljässä perusrakenteeseen tehdyssä rakenneavauspisteessä. Kantavan väliseinän alla oleva anturavahvennos ei kaikissa mittapisteissä ollut alapuolelta lämmöneristetty.

Keittiön alapohjan rakennetta tarkasteltiin suunnitellun keittiön mahdollisen peruskorjauksen vuoksi. Keittiön alapohjarakenne oli tarkastuspisteessä seuraava:

- keraaminen laatta
- betoni 120 mm
- bituminen vedeneriste
- betoni 50 mm
- EPS-eriste 100 mm
- hiekkatäyttö

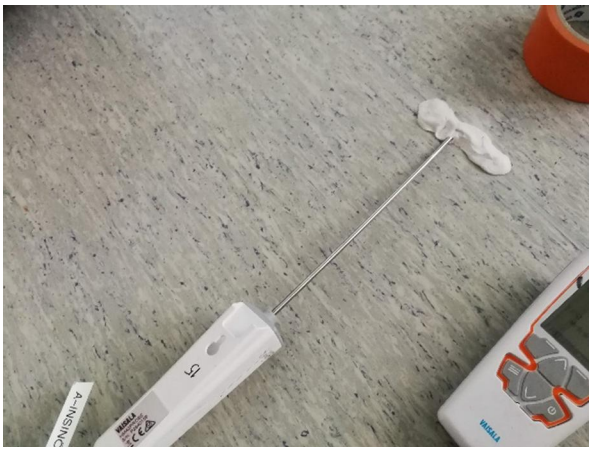
5.3.3 Kosteusmittaukset

Rakennuksen lattiapinnoille suoritettiin pintakosteuskartoitus, jonka perusteella toteutettiin viiltomittauksia ja porareikämittauksia alapohjalaatan kosteustilanteen selvittämiseksi. Pintakosteuskartoituksessa havaittiin viitteitä kohonneesta pintakosteudesta erityisesti kantavien väliseinälinjojen juurilla Kardemumman ja Vaahteramäen eteisauloissa. Lisäksi viitteitä kohonneesta kosteudesta havaittiin Kardemumman ja Vaahteramäen vanhoissa vesileikki-/luontohuoneissa.

Viiltomittauksia suoritettiin tiloihin, joissa lattiapinnoitteena on käytetty muovimattoa. Viiltomittauksia tehtiin yhteensä seitsemän kappaletta. Mittapisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa ja tarkemmat mittaustulokset liitteessä 2 olevassa kosteusmittauspöytäkirjassa. Korkein viiltomit-

tauksen suhteellisen kosteuden arvo mitattiin Vaahteramäen pienryhmähuoneesta, joka on entinen vesileikki-/luontohuone. Muovimaton alta mitattu suhteellinen oli 79 %RH / 20,9 °C. Muovimaton alla oli havaittavissa myös mikrobivaurioon viittaavaa hajua. Mittaustulos on lievästi koholla. Muiden mittaustulosten suhteelliset kosteudet vaihtelivat välillä 51…74 %RH.

Porareikämittauksia tehtiin neljään eri pisteeseen. Jokaisessa mittauspisteessä poraus suoritettiin kahteen eri syvyyteen: 15 mm ja 30 mm. Korkein mittaustulos mitattiin Vaahteramäen eteisaulasta 30 mm:n syvyydestä. Mittaustulos oli 81 %RH / 20,3 °C. Samasta pisteestä 15 mm:n syvyydestä mitattu tulos oli 73 %RH / 20,3 °C, jolloin kosteuden voidaan todeta nousevan alhaalta päin.



Kuva 26
Muovimattopinnoitteen alapuolista kosteutta mitattiin viiltomittauksilla.

Kuva 27
Alapohjan betonilaatan kosteustilannetta ja -jakaumaa selvitettiin porareikämittauksin. Vieressä alapohjan tarkastuspiste.

5.3.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alapohjan rakenneselvitysten ja kosteusmittausten perusteella alapohjarakenne on kosteusteknisesti toimiva. Kantavilla väliseinille kosteuden kapillaarista nousua voi tapahtua alapuolelta paikallisesti eristämättömien anturoiden kohdalla, mikä tulee huomioida, mikäli lattiapinnoite uusitaan. Vanhoissa vesileikkihuoneissa lattiapinnat tulee jyrsiä puhtaalle betonipinnalle ennen niiden uudelleenpinnoittamista.

5.4 Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

5.4.1 Sijainti ja rakenne

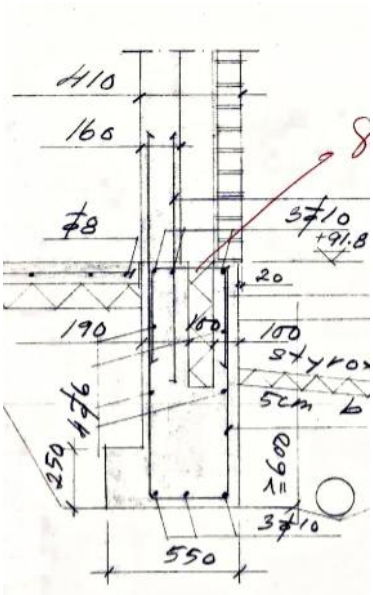
Alkuperäisten rakennepiirustusten perusteella rakennuksessa on käytetty kahta eri ulkoseinärakennetta, jotka on merkitty alla olevaan pohjakuvaan (Kuva 29) tunnuksilla US1 ja US2. Ulkoverhouksena koko rakennuksessa on käytetty moduulimitoitettua, poltettua reikätiiltä, jonka paksuus on 85 mm. Eristeenä on käytetty mineraalivillaa.

US1:

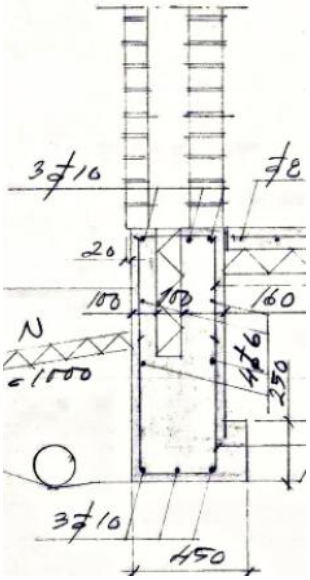
- poltettu julkisivutiili 85 mm
- ilmarako 12 mm
- mineraalivilla PV-IL-75+75 mm
- teräsbetoni 160 mm
- seinäpinnoite

US2:

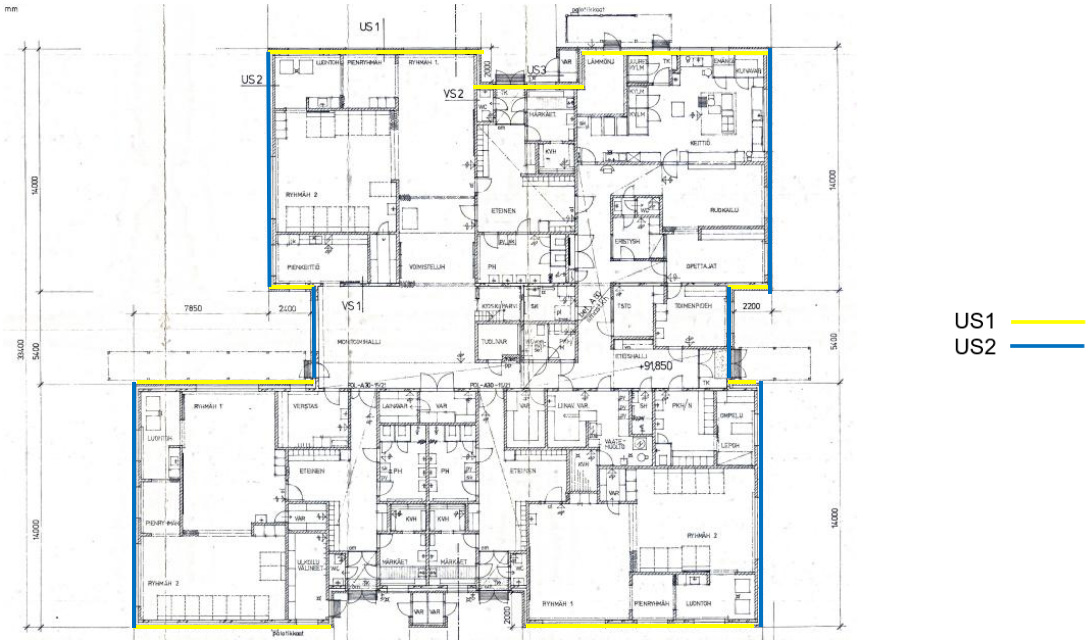
- poltettu julkisivutiili 85 mm
- ilmarako 12 mm
- puurunko 150 mm
  + mineraalivilla PV-IL-75+75 mm
- kalkkihiekkatiili 75 mm
- seinäpinnoite



Kuva 28
US1-rakenne



Kuva 29
US2-rakenne



Kuva 30
Paikannuspiirustus, ulkoseinien rakennetyypit ja sijainnit.

5.4.2 Havainnot

Rakennuksen sokkelit ovat pinnoittamattomia teräsbetonisokkeleita. Ulkoseinien rakenneavausten yhteydessä todettiin, että sokkelihalkaisuna on solumuovieristyslevy. Sokkelien ulkopinnoilla ei havaittu erillistä veden- tai kosteudeneristystä. Sokkelissa esiintyy jonkin verran kosteuden aiheuttamia jälkiä sekä raudoitteiden korroosiovaurioiden aiheuttamaa betonin lohkeilua.

Suoritettujen ulkoseinän rakenneavausten perusteella ulkoseinärakenne on pääosin alkuperäisten suunnitelmien mukainen. Betonisen sisäkuoren vahvuutta ei tämän tutkimuksen yhteydessä varmistettu. Tiilijulkisivun taakse on suunnitelmissa jätetty 12 mm:n tuuletusväli. Tuuletusväli on kuitenkin tukkeutunut laastipurseista, jolloin tuuletusväli ei ole yhtenäinen koko ulkoseinän matkalla eikä rakenne tällöin täydellisesti tuuletu.

Ulkoseinän rakenneavausten yhteydessä havaittiin sokkelin päällä alaohjauspuu, johon ikkunarakenteiden pystytolpat on kiinnitetty. Alaohjauspuun tai julkisivuverhoustiilen alla ei ole kosteudeneristystä (bitumikermikaistaa). Alaohjauspuut vaikuttivat aistinvaraisesti arvioituna hyväkuntoisilta, mutta alaohjauspuun alapinnalla oli havaittavissa erittäin voimakasta mikrobivaurioon viittaavaa hajua. Alaohjauspuusta otettiin materiaalinäyte mikrobianalyysiin, jonka tulokset on esitetty luvussa 5.4.4.

Kuva 31
Yleiskuvaa rakennuksen julkisivusta ja sokkelista.

Kuva 32
Yleiskuvaa rakennuksen julkisivusta ja sokkelista.

Kuva 33
Sokkelin pinnoitteessa poikkeavan kosteuden aiheuttamaa vauriota. Julkisivutiilen tai ulkoseinän lämmöneristeen / alaohjauspuun alla ei ole kapillaarikatkoja.

Kuva 34
Sokkelissa raudoitteet ovat tulleet paikoitellen esiin.

Kuva 35
Sokkelihalkaisuna on käytetty EPS-eristettä.

Kuva 36
Laastipurseet valuneet tiiliverhouksen taakse.

Kuva 37
Ulkoseinän alaosassa sokkelia vasten kulkee alaohjauspuu, jossa havaittiin useammassa kohdassa mikrobivaurioon viittaavaa hajua.

Kuva 38
Ikkunarakenteen alapuolella ikkunarakennetta on tiivistetty polyuretaanivaahdolla. Lisäksi rakenteeseen on lisätty ikkunaremontin yhteydessä mineraalivillaeristettä. Alkuperäiset mineraalivillaeristeet tummentuneet ilmavuotojen seurauksena.

Kuva 39
Ikkunan alkuperäinen alapuu. Alapuussa vesivuotojälkiä, jotka ovat aiheutuneet alkuperäisten ikkunoiden vesipellitysten epätiiviyskohdista.

Kuva 40
Ikkunan alkuperäinen alapuu. Alapuussa vesivuotojälkiä, jotka ovat aiheutuneet alkuperäisten ikkunoiden vesipellitysten epätiiviyskohdista.

Rakennuksen ikkunat on uusittu, mutta uusimisajankohdasta ei ole tietoa. Ikkunat ovat kolmilasisia MSE-ikkunoita ja ne ovat hyväkuntoisia. Keittiön ikkunat on jätetty uusimatta ja ne ovat alkuperäiskuntoisia. Rakennuksen ulko-ovet ovat alkuperäiskuntoisia, lasiaukollisia, alumiinirunkoisia yksilehtisiä ovia.

Kuva 41
Yleiskuvaa uusituista ikkunoista.

Kuva 42
Ikkunat ovat uusittuja, kolmilasisia MSE-ikkunoita, joissa sisimmäisenä on eristyslasi. Ikkunat ovat hyväkuntoiset.

Kuva 43
Keittiön ikkunat ovat alkuperäiset ja huonokuntoiset.

Kuva 44
Rakennuksen ulko-ovet ovat lasiaukollisia, alumiinirunkoisia ovia.

5.4.3 Kosteusmittaukset

Ulkoseinien sisäpintojen alaosia (betoni, ja tiili) havainnoitiin pintakosteudentunnistimella pistokokeenomaisesti. Pintakosteusmittausten perusteella ulkoseinien alaosissa ei todettu poikkeavaa kosteutta. Sisäpinnoilla ei havaittu myöskään näkyviä poikkeavasta kosteudesta aiheutuneita merkkejä tai vauriojälkiä.

5.4.4 Mikrobianalyysit

Ulkoseinän rakenneavausten yhteydessä otettiin yhteensä 32 materiaalinäytettä ulkoseinän mineraalivillaeristeestä ulkoseinän mikrobiologisen kunnon selvittämiseksi. Näytteet otettiin avaamalla ulkoseinän tiiliverhouksia ulkopuolelta. Näytteitä otettiin sekä ulkoseinän alaosista että ikkunarakenteiden alapuolelta. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa Kuopiossa. Näytteiden ottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa ja tarkemmat analyysivastaukset liitteessä 4. Kaikkien näytteiden tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 1. Ulkoseinän materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
MN1	Piilomaa, ryhmähuone	US1, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN2	Piilomaa, ryhmähuone	US2, alaosa	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN3	Piilomaa, nukkumahuone	US3, ikk. alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN4	Piilomaa, nukkumahuone	US4, alaosa	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN5	Huvikumpu, ryhmähuone	US5, ikk. alta	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN6	Huvikumpu, pienryhmähuone	US6, alaosa	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN7	Huvikumpu, pienryhmähuone	US7, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN8	Huvikumpu, pienryhmähuone	US7, alaoh-jauspuun alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN9	Sali	US8, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN10	Sali	US9, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN11	”Verstas”-pienhuone	US10, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN12	”Verstas”-pienhuone	US11, ikk. alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN13	Kaardemumma, ryhmähuone	US12, ikk. alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN14	Kaardemumma, vanha vesileik-kihuone	US13, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN15	Kaardemumma, vanha vesileik-kihuone	US14, ikk. alta	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN16	Kaardemumma, nukkumahuone	US15, ikk. alta	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN17	Kaardemumma, nukkumahuone	US16, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN18	Kaardemumma, nukkumahuone	US17, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN19	Kaardemumma, WC	US18, alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN20	Vaahteramäki, märkäeteinen	US19, alaosa	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN21	Vaahteramäki, ryhmähuone	US20, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN22	Vaahteramäki, pienryhmähuone	US21, ikk. alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN23	Vaahteramäki, pienryhmähuone	US22, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN24	Vaahteramäki, pienryhmähuone	US23, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN25	Vaahteramäki, pienryhmähuone	US23, alaosa	Puu	Heikko viite vauriosta
MN26	Vaahteramäki, nukkumahuone	US24, ikk. alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN27	Vaahteramäki, nukkumahuone	US25, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN28	Toimisto (”opettajat”)	US26, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN29	Toimisto (”opettajat”)	US27, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN30	Keittiö	US28, ikk. alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN31	Keittiö	US29, alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN32	Keittiö	US30, ikk. alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta

Otetuista näytteistä ainoastaan yhdessä näytteessä ei todettu viitettä vauriosta, kun vahva viite vauriosta tai viite vauriosta todettiin yhteensä 26 näytteessä. Vaurioituneissa näytteissä oli havaittavissa pääosin runsaasti tai erittäin runsaasti mikrobeja, joiden joukossa esiintyi myös kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. Heikko viite vauriosta todettiin viidessä näytteessä.

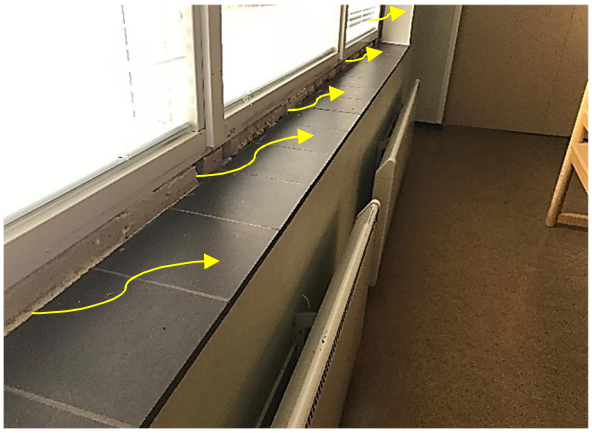
5.4.5 Merkkiainekokeet

Ulkoseinärakenteen ilmatiiveyttä havainnoitiin merkkiainekokeilla. Ulkoseinän eristetilaan johdettiin ulkopuolelta tiilisaumojen kautta merkkiainekaasua. Merkkiaineen kulkeutumista/sekoittumista sisäilmaan päin havainnoitiin kaasuanalysaattorilla. Merkkiainekoehavaintojen aikana tutkittavat huonetilat olivat n. 3…8 Pascalia alipaineisia ulkoilmaan nähden. Merkkiainekaasuna käytettiin typpi-vety-seosta.

Ulkoseinärakenteen merkkiainekokeissa todettiin toistuvia ja merkittäviä ilmavuotoja ikkunaliittymissä kaikissa tutkituissa tiloissa. Lisäksi toistuvia ilmavuotoja todettiin ulkoseinän ja alapohjan liittymäkohdissa. Lisäksi paikallisia vuotokohtia havaittiin patterikannakkeiden läpivienneissä.

Kuva 45
Merkkiainekaasun syöttöpisteitä ulkoseinään. Merkkiaine johdettiin ulkoseinän sisälle alimman tiilikerroksen avoimista tuuletussaumoista.

Kuva 46
Merkkiainekaasun syöttöpisteitä ulkoseinään. Merkkiaine johdettiin ulkoseinän sisälle alimman tiilikerroksen avoimista tuuletussaumoista.



Kuva 47
Ulkoseinän sisään syötettyä merkkiainekaasua sekoittuu ikkunaliittymien ympäriltä sisäilmaan päin. Ikkunan alta ja sivuilta liittymät ovat avoimia ulkoseinän eristetilaan.

Kuva 48
Ulkoseinän sisään syötettyä merkkiainekaasua sekoittuu ikkunaliittymien ympäriltä sisäilmaan päin. Ikkunan alta ja sivuilta liittymät ovat avoimia ulkoseinän eristetilaan.

Kuva 49
Ulkoseinän sisään syötettyä merkkiainekaasua sekoittuu ikkunaliittymistä sekä lattia- ja seinäliittymän kohdalta sisäilmaan päin (sisäkuori betonia).

Kuva 50
Ulkoseinän sisään syötettyä merkkiainekaasua sekoittuu lattia ja seinäliittymän kohdalta sisäilmaan päin (sisäkuori tiiltä).

5.4.6 Johtopäätökset

Lähes kaikissa ulkoseinän lämmöneristeistä otetuissa mikrobinäytteissä todettiin vahva viite mikrobivauriosta tai viite mikrobivauriosta. Lisäksi ulkoseinän merkkiainekokeessa todettiin toistuvia ja merkittäviä ilmavuotoja ulkoseinärakenteista, jolloin mikrobit pääsevät kulkeutumaan myös sisäilmaan heikentäen sisäilman laatua.

Ulkoseinärakenteen puutteellinen tuuletus estää esimerkiksi viistosateen aiheuttamaa kosteutta haihtumasta rakenteesta, jolloin ulkoseinän kosteusrasitus kasvaa. Rakennuksen pitkät räystäät vähentävät sateen merkitystä, mutta ulkoseinän alaosan kosteusrasitusta lisää myös sokkelin puutteellinen vedeneristys, puutteellinen salaojitus, kattovesien puutteellinen ohjaus sadevesiviemäreihin sekä sadevesien roiskuminen sokkelia ja ulkoseinää vasten. Kosteusrasituksesta aiheutuneita vaurioita on korjattu jo aiemminkin 1990 luvulla.

5.4.7 Toimenpide-ehdotukset

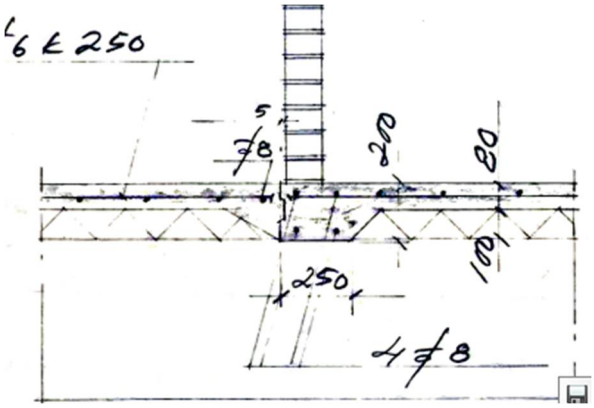
Ulkoseinän luotettava korjaaminen edellyttää kaikkien ulkoseinärakenteiden mineraalivillaeristeiden poistamista. Ulkoseinärakenteen mineraalivillaeristeet tulee uusia koko rakennuksessa. Ulkoseinän puurakenteiden uusimiseen tulee myös varautua US2-rakennealueella.

Yksittäiset alkuperäiset ikkunat suositellaan uusittavaksi. Energiatehokkuutta voidaan parantaa uusimalla myös ulko-ovet.

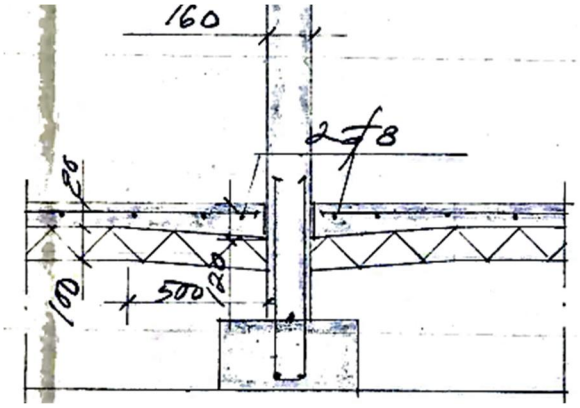
5.5 Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet

5.5.1 Sijainti ja rakenne

Rakennepiirustusten perusteella rakennuksen väliseinärakenteet on toteutettu joko kevyinä kalkkihiekkatiilellä muurattuina seinärakenteina tai kantavina teräsbetonirakenteisina väliseininä.



Kuva 51
Kevyt tiiliväliseinä ja anturarakenne.
Kevyen tiiliväliseinän rakenne ja seinän alla oleva anturavahvennos. Anturavahvennoksen alla ei ole lämmöneristystä.



Kuva 52
Kantava teräsbetoniseinä ja anturarakenne.

5.5.2 Havainnot

Kohteessa tehtyjen havaintojen perusteella väliseinärakenteet on toteutettu pääosin alkuperäisten suunnitelmien mukaisesti.

Väliseinärakenteissa ei aistinvaraisesti havaittu viitteitä vaurioista. Kosteuden nouseminen kapillaarisesti tiilirakenteisen väliseinien kohdalla on mahdollista, sillä väliseinäanturan alle ei ole asennettu lämmöneristettä.

Päiväkodin sisäpuoliset pintarakenteet ovat ikääntyneitä. Ainoastaan päiväkotiryhmien wc-tilojen seiniin on asennettu laatoitus.

Kuva 53
Yleiskuvaa käytävätiloista. Lattioissa alkuperäistä vinyylilaattaa.

Kuva 54
Yleiskuva nukkumahuoneesta. Pinnat ovat pääosin alkuperäiskuntoisia.

Kuva 55
Päiväkodin liikuntasali.

Kuva 56
Wc-tiloissa seinät laatoitettu, lattialaatoitus on alkuperäinen.

5.5.3 Kosteusmittaukset

Pintakosteushavainnoin tutkittiin väliseinien alaosien kosteutta pistokokeenomaisesti eri puolilla rakennusta. Pintakosteushavaintojen perusteella tiili- tai betoniväliseinien alaosissa ei havaittu normaalista poikkeavia kosteuksia.

5.5.4 Johtopäätökset

Väliseinärakenteissa ei todettu kosteuden aiheuttamia vaurioita.

5.5.5 Toimenpide-ehdotukset

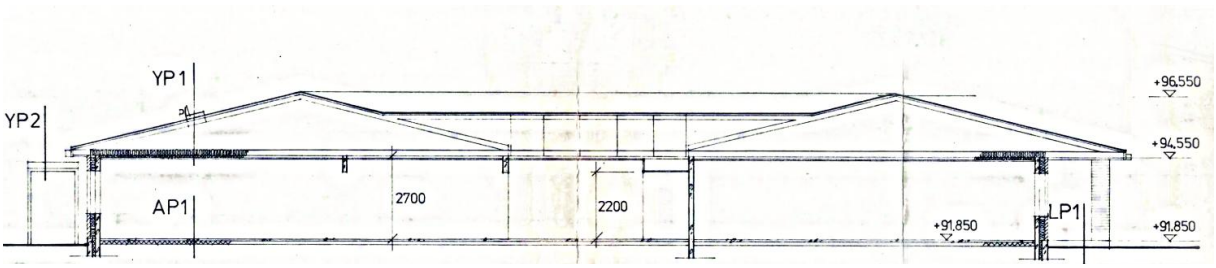
Väliseinärakenteiden osalta ei esitetä toimenpiteitä.

Päiväkodin pintarakenteet ovat yleisesti ikääntyneitä ja peruskorjauksen tarpeessa.

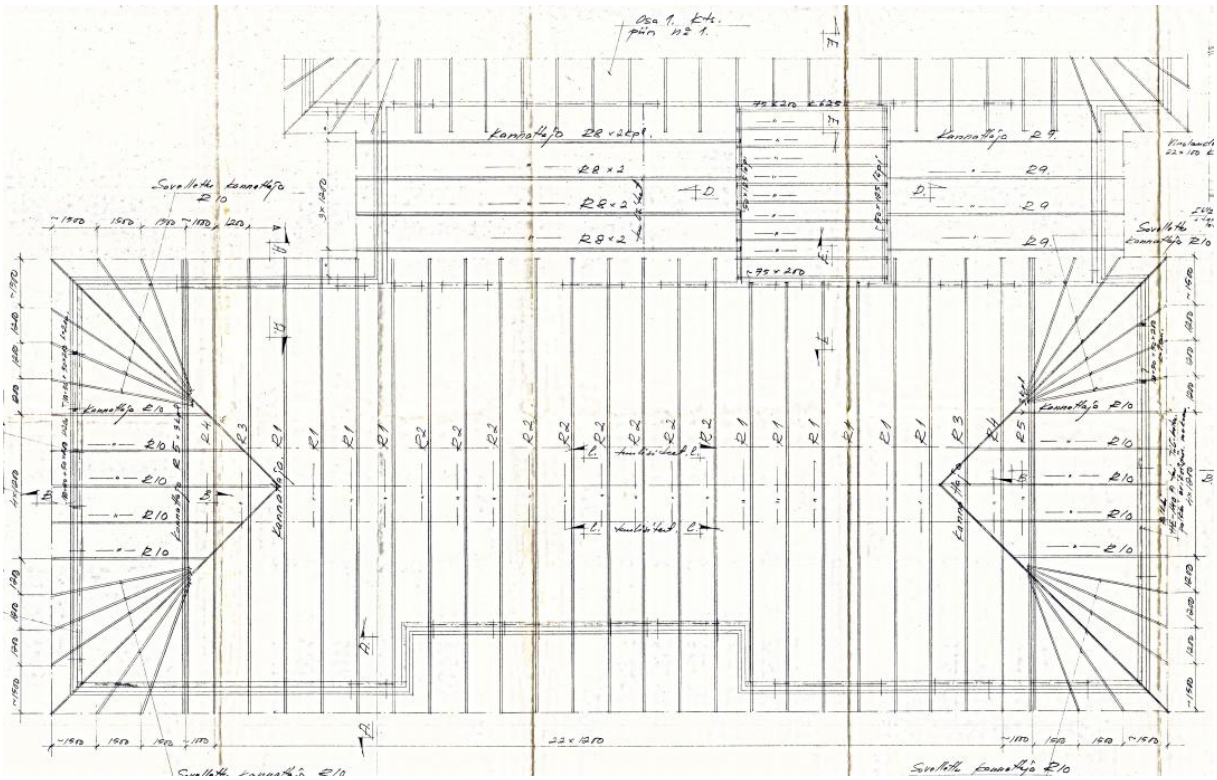
5.6 Yläpohjat ja vesikatot

5.6.1 Sijainti ja rakenne

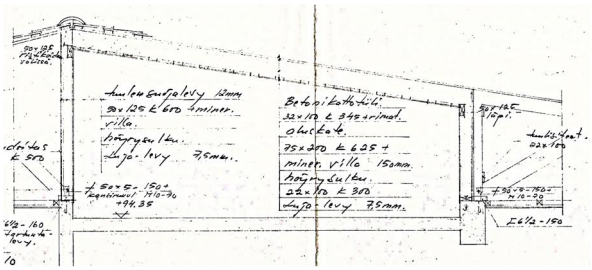
Alkuperäisten rakennepiirustusten perusteella yläpohjarakenteena on tehdasvalmisteisin kattoristikoin toteutettu yläpohjarakenne. Vesikattomuotona on aumakatto ja vesikatteena sementtitiilikate.



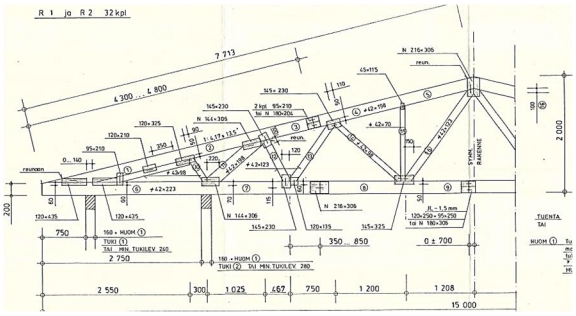
Kuva 57
Rakennuksen yleisleikkaus ja vesikattomuodot



Kuva 58
Vesikattopiirustus, osa 2



Kuva 59
Alkuperäinen vesikattorakenne iv konehuoneen kohdalta.



Kuva 60
Alkuperäinen vesikattorakenne, ristikot R1 ja R2

5.6.2 Havainnot

Kohteessa tehtyjen havaintojen sekä saatujen historiatietojen perusteella rakennuksen vesikattomateriaali on uusittu vuonna 1996 (tiilikate vaihdettu kermikatteeksi). Osa yläpohjaeristeistä on uusittu puhallusmineraalivillaksi vesikattokorjauksen yhteydessä. Vesikate läpivienteineen on yleisesti tyydyttävässä kunnossa ja läpivientivuotoihin viittaavia kosteusjälkiä ei yläpohjatilassa havaittu.

Kuva 61
Yleiskuva uusitusta vesikatolta. Vesikate läpivienteineen on vielä tyydyttävässä kunnossa.

Kuva 62
Yleiskuva uusitusta vesikatolta. Vesikate läpivienteineen on vielä tyydyttävässä kunnossa.

Kuva 63
Yleiskuva yläpohjatilasta. Osa yläpohjaeristeistä on uusittu. Tilan tuulettuvuus on toimiva.

Kuva 64
Yleiskuva yläpohjatilasta. Osa yläpohjaeristeistä on uusittu. Tilan tuulettuvuus on toimiva. Vesikatteen alustalaudoissa ei havaittu näkyviä kosteusvaurioita.

Yläpohjatilassa alkuperäisten ja uusimattomien lämmöneristeiden päällä on paikoin runsaasti vanhoja puiden lehtiä yms. maatuvaa/orgaanista ainesta (ennen vesikattouusintaa yläpohjaan jäänyttä materiaalia).

Yläpohjan höyrynsulkumuovit on asennettu puutteellisesti eikä höyrynsulku yläpohjan osalta ole ilmatiivis. Yläpohjasta tarkasteltuna puutteita havaittiin höyrynsulun läpivienneissä sekä ulkoseinä- ja väliseinäliittymistä. Ulkoseinälinjoilla höyrynsulku päättyy epätiiviisti ja vapaasti ulkoseinän päälle. Alkuperäinen höyrynsulkumateriaali on ulkoseinälinjan päällä paikoin haurastunutta ja ”murenee” kosketuksesta rikki.

Mineraalikuitujen ja muiden epäpuhtauksien kulkeutuminen yläpohjasta sisäilmaan on todennäköistä sisätilojen ollessa alipaineiset ulkoilmaan nähden.

Kuva 65
Yläpohjatilassa on alkuperäisten uusimattomien lämmöneristeiden päällä paikoin runsaasti maatuvaa orgaanista ainesta (puiden lehtiä).

Kuva 66
Yläpohjatilassa on alkuperäisten uusimattomien lämmöneristeiden päällä paikoin runsaasti maatuvaa orgaanista ainesta (puiden lehtiä).

Kuva 67
Yläpohjan höyrynsulun läpiviennit ovat tiivistämättä. Läpiviennin ympäriltä on suora avoin ilmayhteys sisäilmaan päin.

Kuva 68
Ilmavuodot höyrynsulun läpivienneistä sisäilmaan ovat mahdollisia.

Kuva 69
Ulkoseinän ja yläpohjan liittymä avoin, höyrynsulkua ei ole asennettu ilmatiiviisti. Höyrynsulku päättyy vapaasti seinän päälle. Höyrynsulkumuovissa havaittiin ikääntymisestä johtuvaa murenemista.

Kuva 70
Ulkoseinän ja yläpohjan liittymä on avoin, höyrynsulkua ei ole asennettu ilmatiiviisti. Höyrynsulku päättyy vapaasti seinän päälle.

Kuva 71
Ulkoseinän ja yläpohjan liittymä on avoin, höyrynsulkua ei ole asennettu ilmatiiviisti. Höyrynsulku murenee.

Kuva 72
Ulkoseinälinjoilla höyrynsulkua ei ole asennettu tiiviisti ulkoseinään (US2) seinän liittymäkohdassa.

Kuva 73
Yläpohjaa on jälkikäteen lisäeristetty puhallusvillalla. Ilmanvaihtokonehuoneen seinää vasten nostettujen höyrynsulkujen liittymät ovat avoimia ja irronneet teippauksistaan.

Kuva 74
Ilmanvaihtokonehuoneen seinää vasten nostettujen höyrynsulkujen liittymät ovat avoimia ja irronneet teippauksistaan.

Kuva 75
Ilmanvaihtoputkien läpivienneissä höyrynsulut ovat avoimia.

Kuva 76
Väliseinän päällystässä ”höyrynsulkua” on tiivistetty ja toteutettu aluskatteella.

Kuva 77
Väliseinän päällä uusittu höyrynsulku ei ole ilmatiivis.

Kuva 78
Väliseinän päällä uusittu höyrynsulku ei ole ilmatiivis.

Kuva 79
Ulkoseinän päällystän (US1) höyrynsulkuliittymä on epätiivis. Alueella höyrynsulkuja uusittu.

Kuva 80
Ulkoseinän päällystän (US1) höyrynsulkuliittymä on epätiivis. Alueella höyrynsulkuja uusittu.

5.6.3 Johtopäätökset

Rakennuksen uusittu vesikate on tyydyttävässä kunnossa ja läpivienteihin viittaavia vuotopaikkoja ei havaittu. Yläpohjatilan tuulettuvuus on toimiva.

Sisäilman laatua heikentävänä tekijänä voidaan todeta, että yläpohjan höyrynsulkujen liittymien tiiveys ulko- ja väliseinärakenteisiin sekä erilaisten läpivientien ja ylösnostojen kohdilla on toteutettu puutteellisesti. Alkuperäinen höyrynsulkumuovi on haurastunut mm. ulkoseinäliittymien päällä. Yläpohjatilaan on jäänyt vanhojen lämmöneristeiden päälle paikoin runsaastikin orgaanista ainesta (lehtiä, havuja yms). Rikkonaiset ja epätiiviit höyrynsulut mahdollistavat yläpohjatilan epäpuhtaan ilman sekoittumista sisäilmaan päin sekä yläpohjatilasta voi kulkeutua epätiiveyskohtien kautta mineraalikutuja sisätiloihin.

5.6.4 Toimenpide-ehdotukset

Yläpohjien höyrynsulut suositellaan uusittavaksi kauttaaltaan, mikä vaatii alakattorakenteidenkin purkua. Höyrynsulut tulee tehdä tiiviiksi ulko- ja väliseinärakenteisiin sekä erilaisten ylösnostojen ja läpivientien kohdilla. Höyrynsulkujen uusimisen yhteydessä uusitaan myös yläpohjan lämmöneristeet. Toimenpiteet tulee suunnitella erikseen.

6 Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimuksen tulokset

6.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmailmanvaihto lämmöntalteenotolla. Ilmanvaihtojärjestelmä on alkuperäinen ja se on teknisesti heikkokuntoinen. Ilmanvaihtokanavat ovat kierresaumakanavia tai kanttikanavia. Lisäksi päiväkodin huonejakoa on jälkikäteen muutettu Piilomaan/Huvikummun osalta, jolloin alkuperäinen mitoitettu ilmanvaihto ei todennäköisesti enää ole riittävä. Käyttäjien mukaan ilmanvaihdon puutteellisuutta koetaan etenkin Piilomaan ryhmässä.

Heinäkuussa, päiväkodin ollessa suljettu, tutkimusten yhteydessä havaittiin rakennuksen poistoilmanvaihtokoneen olevan pois päältä. Poistoilmanvaihtokoneen vesikatolla oleva huoltokytkin oli katolla käännetty off-asentoon. Tilojen käyttäjien ja huoltomiehen mukaan katolla käy paljon nuorisoa luvattomasti ja ilkivaltaa tapahtuu paljon. Huollolle ei mene automaattista hälytystä, mikäli kytkin on käännetty off-asentoon. Naapurilta saadun tiedon mukaan kyseisestä poistoilmanvaihtokoneesta on lisäksi aiheutunut toistuvaa ja häiritsevää melua, mikä viittaa rikkoutuneeseen laitteistoon tai laitteiston osaan.

6.2 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtautta tarkasteltiin ottamalla mineraalikuitunäytteitä sekä pölynkoostumusnäytteitä tuloilmakanavasta. Lisäksi tehtiin aistinvaraista arviointia. Aistinvaraisen arvioinnin perusteella tuloilmakanavissa esiintyi runsaasti rakennusmateriaalipartikkeleita, kuten betonin kappaleita ja hiekkaa. Lisäksi kanavissa oli runsaasti keltaista siitepölyä.

Kuva 81
Kanavan sisällä on runsaasti näkyvää rakennusmateriaaliperäistä (betoni, hiekka) kertymää sekä siitepölykertymää (”Verstas”).

Kuva 82
Kanavan sisällä on runsaasti näkyvää siitepölykertymää (Vaahteramäki ryhmähuone).

Kuva 83
Kanavan sisällä on runsaasti näkyvää siitepölykertymää (Liikuntasali).

Kuva 84
Kanavan sisällä on runsaasti näkyvää siitepölykertymää (taukotila).

Kuva 85
Tuloilman päätelitteen säleikön kauluksen päällä on merkittävästi näkyvää ulkoilmapöly-/siitepölykertymää.

Kuva 86
Yleiskuva tuloilmakanavan sisältä. Kanavan sisällä ei havaittavissa merkittävää pölykertymää

6.2.1 Teolliset mineraalikuidut ja pölyt

Kuitupitoisuutta tutkittiin geeliteippimenetelmällä myös tuloilmakanavista kolmessa eri tilassa. Geeliteippinäytteet otettiin suoraan tuloilmakanavan pinnalta, eikä näytteen kertymäaika ole täten tiedossa. Aistinvaraisesti tuloilmakanavissa oli havaittavissa runsaasti pölyä sekä betonikappaleita. Tarkemmat tiedot tutkimusmenetelmistä on esitetty liitteessä 5 ja laboratorion analyysivastaukset liitteessä 4. Näytteenottokohdat on merkitty liitteessä 1 olevaan pohjakuvaan.

Taulukko 2 Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus tuloilmakanavissa.

Näyte	Tila	Näytteen kertymäaika	Kuitua / cm²
MVL1 (IV)	Huvikumpu, ryhmähuone, tuloilmakanava	Tuntematon	7,1
MVL2 (IV)	”Verstas”, tuloilmakanava	Tuntematon	5,0
MVL3 (IV)	Vaahteramäki, nukkumahuone, tuloilmakanava	Tuntematon	21,7

Saatujen tulosten perusteella ilmanvaihtolaitteistossa on mahdollisia mineraalivillakuitulähteitä. Pitoisuudet eivät kuitenkaan ylitä Työterveyslaitoksen ilmanvaihtokanaville asettamaa viitearvoa, jonka mukaan ilmanvaihtokanavan teollisten mineraalikuitujen pitoisuus on keskimäärin 10-30 kuitua/cm².

Mineraalikuitulähteet voivat sijaita esimerkiksi laitteiston äänenvaimentimissa. Kolmesta otetusta näytteestä kuituja esiintyi selvästi eniten Vaahteramäen nukkumahuoneen tuloilmakanavasta otetussa näytteessä.

6.3 Pinnoille laskeutuneen pölyn koostumus ja laatu

Pölynäytteet otettiin tuloilmakanavien päätelaitteiden sisäpinnalta. Näyte otetaan Minigrip-pussiin, kääntämällä pussi nurin päin ja pyyhkimällä sillä tutkittavaa pintaa.

Näytteet tutkittiin stereomikroskoopilla ja pyyhkäisyelektronimikroskoopilla Labroc Oy:n laboratoriossa Tampereella. Tarkemmat tutkimusmenetelmät ja tutkimustulokset on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 4. Tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa. Näytteet otettiin molemmissa tiloissa kaapin päältä. Pölyn suhteellista määrää on kuvattu termeillä: runsaasti (+++) – jonkin verran (++) – yksittäisesti (+). Näytteenottokohdat on merkitty liitteessä 1 olevaan pohjakuvaan.

Taulukko 3 Pyyhintänäytteiden tulokset tuloilmakanavasta (pölyn kertymäaika tuntematon).

Näyte	Tila	Pölynkoostumus

PEM1	Huvikumpu, ryhmähuone, tuloilmakanava	• ulkoilmapölyä
		  • silikaattinen kiviainespöly (+++)
		  • siitepöly (+++)
		• rakennusmateriaalipölyä
		  • kalkkikivi (+)
		  • metallioksidit (+)
		• huonepölyä
		  • tekstiilikuidut (+)
		  • kloridit (+)
		• teollisia mineraalikuituja arviolta 1-5 p-%
		  • kivivilla
		  • lasivilla
		• muuta
		  • muita orgaanisia kuituja (+)

PEM2	”Verstas”, tuloilmakanava	• ulkoilmapölyä
		  • silikaattinen kiviainespöly (+++)
		  • siitepöly (+++)
		• rakennusmateriaalipölyä
		  • kalkkikivi (+)
		  • metallioksidit (+)
		• huonepölyä
		  • tekstiilikuidut (+)
		  • hilse (+)
		• teollisia mineraalikuituja arviolta 1-5 p-%
		  • kivivilla
		  • lasivilla
		• muuta
		  • muita orgaanisia kuituja (+)

PEM3	Vaahteramäki, nukkumahuone, tuloilma-kanava	• ulkoilmapölyä • silikaattinen kiviainespöly (+++) • kasvi-/eläinperäinen pöly (+) • siitepöly (+++) • rakennusmateriaalipölyä • kalkkikivi (+) • metallioksidit (+) • huonepölyä • tekstiilikuidut (+) • teollisia mineraalikuituja arviolta yli 5 • kivivilla • lasivilla • muuta • muita orgaanisia kuituja (+)

Saatujen tulosten perusteella kaikissa otetuissa näytteissä pölynäyte sisälsi ulkoilmapölyä (silikaattinen kiviainespöly, siitepöly), mikä viittaa suodattimien tukkeutumiseen, ohivuotoihin tai puutteelliseen kanavien puhdistukseen. Lisäksi näytteissä esiintyi rakennusmateriaalipölyä kuten kalkkikiveä ja metallioksidia.

Kaikissa tuloilmakanavan päätelaitteista otetuissa pölynäytteissä esiintyi teollisia mineraalikuituja joko 1…5 p-% tai yli 5 p-%. Teolliset mineraalikuidut tuloilmakanavassa voivat viitata kuitulähteisiin ilmanvaihtojärjestelmässä.

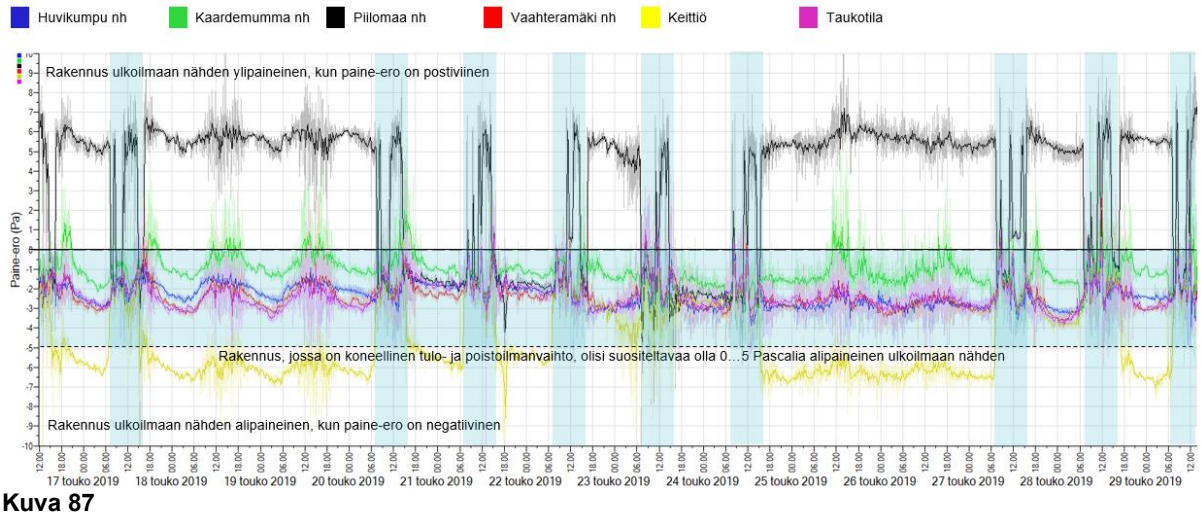
6.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Suoritettujen tarkastusten ja tutkimusten perusteella tulee ilmanvaihtojärjestelmä puhdistaa kiireellisesti. Ilmanvaihtolaitteiston tekninen kunto on erittäin heikko ja järjestelmä suositellaan kokonaisuudessaan uusittavaksi. Järjestelmässä voi esiintyä myös mineraalikuitulähteitä, jotka heikentävät päiväkodin sisäilman laatua.

7 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset

7.1 Paine-ero

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä kuudesta eri tilasta.



Kuva 87
Ulkoilman ja sisäilman välisen paine-eron mittaustulokset.

Paine-eromittauskuvaajista voidaan havaita, että pääosin kaikissa mitatuissa tiloissa painesuhteet ovat asianmukaisella tasolla paine-eron vaihdellessa käytön aikana -4…-1 Pascalin välillä. Käytönajan ulkopuolella Piilomaan nukkumahuoneessa paine-ero kohoaa selvästi ylipaineiseksi.

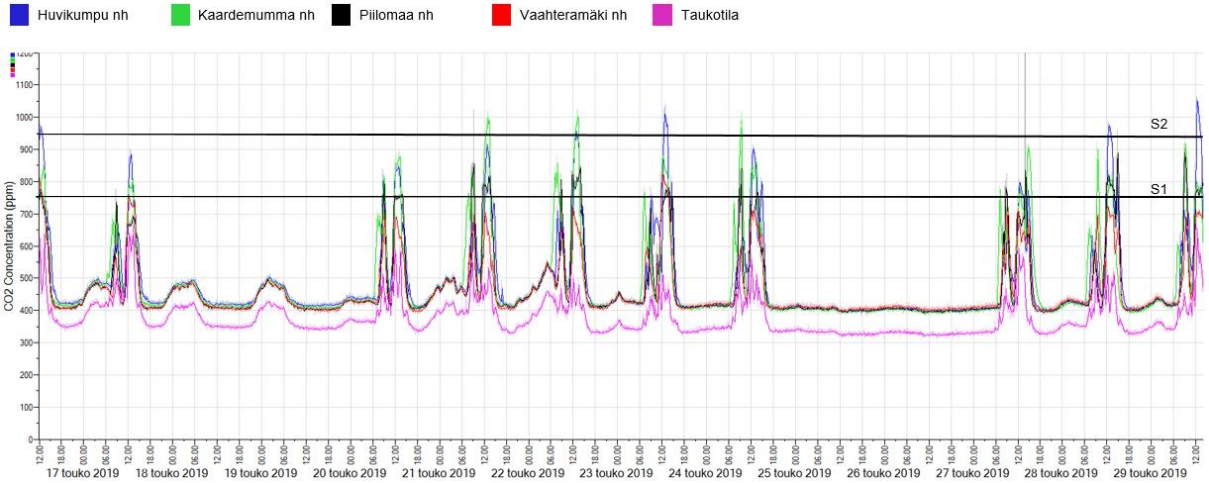
Heinäkuussa, päiväkodin ollessa suljettu tehtyjen tutkimusten yhteydessä havaittiin rakennuksen poistoilmanvaihtokoneen olevan pois päältä. Poistoilmanvaihtokoneen vesikatolla oleva huoltokytkin oli katolla käännetty off-asentoon. Tilojen käyttäjien ja huoltomiehen mukaan katolla käy paljon nuorisoa luvattomasti ja ilkivaltaa tapahtuu paljon. Huollolle ei mene automaattista hälytystä, mikäli kytkin on käännetty off-asentoon. Täten tiedossa ei ole, kuinka kauan poistoilmanvaihtokone on ollut pois päältä ja onko se ollut toiminnassa paine-eromittausten aikaan.

7.1.1 Johtopäätökset ja paine-eromittaukset

Suoritettujen paine-eromittausten perusteella painesuhteet ovat pääosin asianmukaisella tasolla. Painesuhdemittauksen suositellaan uusittavaksi, kun kanavat on puhdistettu ja tulo- ja poistoilmavirrat on tarkastettu.

7.2 Hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuksia mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä viidessä eri tilassa (päiväkotiryhmien nukkumahuoneet sekä taukotila).



Kuva 88
Hiilidioksidipitoisuuden mittaustulokset.

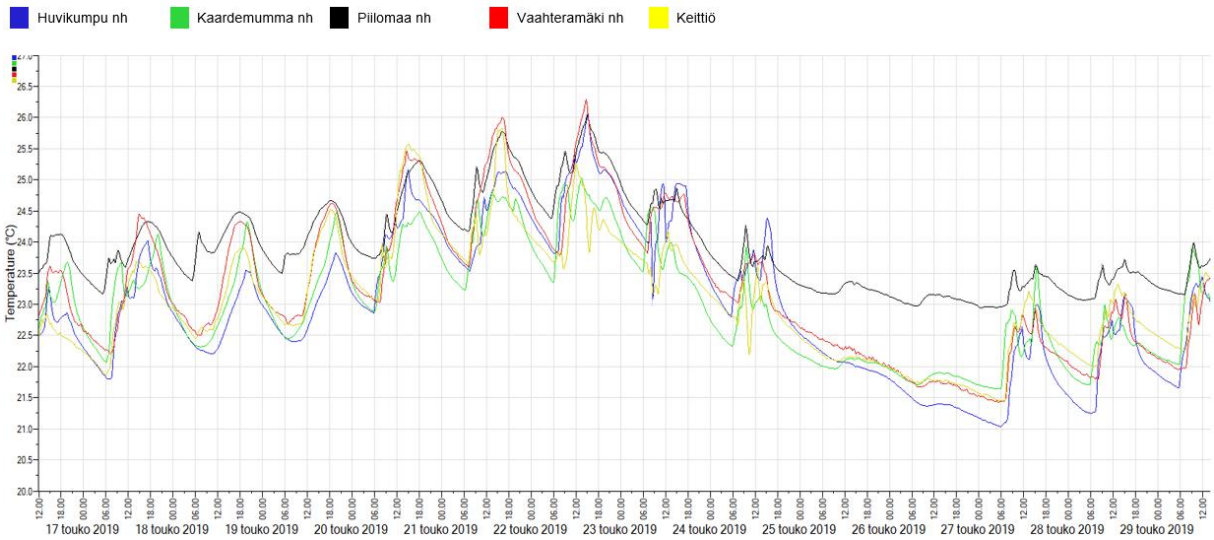
Mittaustulosten perusteella kaikissa mittapisteissä Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja 1550 ppm alittuu selvästi. Hiilidioksidipitoisuudet kuuluvat pääosin S2-luokkaan (raja-arvo 950 ppm, hyvä sisäilmasto), yksittäisiä raja-arvon ylityksiä lukuun ottamatta. Kaikki mittaustulokset pysyvät kuitenkin S3-luokan raja-arvon 1200 ppm (tyydyttävä sisäilmasto) alapuolella.

7.2.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus on tutkituissa tiloissa yleisesti ottaen hyvällä tasolla ja kaikki mitatut arvot alittivat toimenpiderajan. Ilmanvaihdon ja käyttäjämäärän suhteen voidaan todeta olevan riittävä. Mittauksilla ei kuitenkaan voida sulkea pois muissa tiloissa mahdollisesti olevia paikallisia ilmanvaihdollisia puutteita.

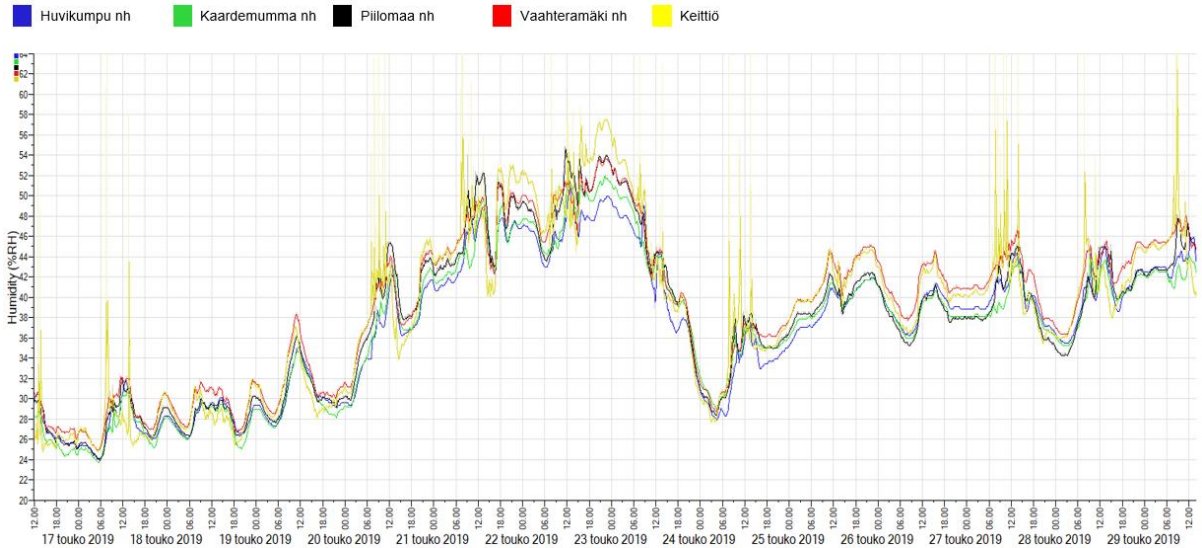
7.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä viidessä eri tilassa (päiväkotiryhmien nukkumahuoneet sekä taukotila).



Kuva 89
Sisäilman lämpötilan mittaustulokset.

Korkein lämpötila mitatulla ajanjaksolla on ollut noin 26,7 astetta. Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan sisäilman lämpötilan toimenpideraja päiväkodeissa on 32 astetta lämmityskauden ulkopuolella.



Kuva 90
Sisäilman suhteellisen kosteuden mittaustulokset.

Arkipäivinä suhteellinen kosteus vaihtelee molemmissa tiloissa noin 24…50 %RH välillä. Huoneilman suhteellisen kosteuden suositeltavana vaihteluvälinä on pidetty 20…60 %RH.

7.3.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Jatkuvatoimisten mittausten perusteella mitattujen tilojen lämpötilat ja suhteelliset kosteudet ovat asianmukaisella tasolla vuodenaikaan nähden. Lämpötilat ovat ajoittain korkeita, mitkä voidaan kokea tiloissa tunkkaisuutena.

7.4 Teolliset mineraalikuidut

Teollisten mineraalikuitujen esiintymistä tutkittiin kahden viikon laskeuma-aikana laskeumalevylle kerääntyneestä pölystä geeliteippimenetelmällä neljässä eri huonetilassa sekä salissa alakaton päällä 16. – 30.5. Tarkemmat tiedot tutkimusmenetelmistä on esitetty liitteessä 5 ja laboratorion analyysivastaukset liitteessä 4. Näytteenottokohdat on merkitty liitteessä 1 olevaan pohjakuvaan.

Taulukko 4 Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus laskeumapölystä

Näyte	Tila	Näytteen kertymä-aika	Kuitua / cm^2
MVL1	Henkilökunnan taukotila	14 vrk	0,1
MVL2	Huvikumpu, ryhmähuone	14 vrk	0,1
MVL3	Liikuntasali, alakaton päältä	14 vrk	**9,9**
MVL4	Kaardemumma, ryhmähuone	14 vrk	0,1
MVL5	Vaahteramäki, ryhmähuone	14 vrk	< 0,1

Saatujen analyysivastausten perusteella tasopinnoille laskeutuneen pölyn mineraalikuitupitoisuudet ovat pääsääntöisesti alhaiset. Poikkeuksena on salin alakaton päältä otettu näyte, jossa Asumisterveysasetuksen toimenpideraja ylittyy selvästi kuitupitoisuuden ollessa 9,9 kuitua/cm^2. Toimenpiderajaa ei kuitenkaan voida suoraan soveltaa alakaton yläpuoliseen tilaan. Tulos kuitenkin osoittaa, että alakattojen päällä on kuitulähteitä.

7.4.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Vaikka tasopinnoilta otetuissa näytteissä ei havaittukaan poikkeavia pitoisuuksia mineraalivillakuituja, rakenteissa ja ilmanvaihtojärjestelmissä esiintyy kuitenkin merkittäviä mineraalivillakuitujen lähteitä. Yläpohjan kaikki rakenneliittymät ja läpiviennit ovat epätiiviitä, jolloin mineraalikuitujen kulkeutuminen rakennuksen ollessa alipaineinen on todennäköistä. Rakennuksesta tulee poistaa kaikki mahdolliset kuitulähteet tai estää niiden kulkeutuminen sisäilmaan. Suurimpana kuitulähteenä toimivat yläpohjan mineraalivillaeristeet sekä rakennuksen ilmanvaihtolaitteisto. (Katso luvut *5.6. Yläpohjat ja vesikatot* ja *6 Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimuksen tulokset*)

7.5 Haitta-aineet

Tutkimukseen ei sisältynyt haitta-ainekartoitus. Rakennus on valmistunut vuonna 1980. Aikakaudelle tyypillisesti materiaalit voivat sisältää haitta-aineita.

8 Altistumisolosuhteiden arviointi

Sisäilman epäpuhtauksille altistumisen todennäköisyyttä arvioidaan Työterveyslaitoksen esittämän neliportaisen riskiarvion avulla (Työterveyslaitos, Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, 2016, kappale 5.1, s. 30-39).

Altistumisolosuhteiden arviointi edellyttää, että käytettävissä on riittävästi tietoa mm. rakennuksen kunnosta, rakenteiden lämpö- ja kosteusteknisestä toimivuudesta, käytetyistä materiaaleista, talotekniikasta ja niiden mahdollisista epäpuhtauslähteistä sekä ilmayhteydestä sisäilmaan ja sisäilman laadusta. Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään esisijaisesti rakennus- ja taloteknisten kuntotutkimus- ja sisäilmastoselvitysten tulosten perusteella. Altistumisen arviointi perustuu seuraavien tekijöiden arviointiin:

1. rakenteiden mikrobivaurioiden laajuuden arviointi
2. ilmayhteys ja ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot
3. ilmanvaihtojärjestelmien vaikutus sisäilman laatuun
4. rakennuksesta peräisin olevat sisäilman epäpuhtaudet.

Poikkeavan altistumisolosuhteen mahdollisuutta sisäilman epäpuhtauksille voidaan arvioiden seuraaville tasoille:

- tavanomaisesta poikkeava olosuhde epätodennäköinen
- tavanomaisesta poikkeava olosuhde mahdollinen
- tavanomaisesta poikkeava olosuhde todennäköinen
- tavanomaisesta poikkeava olosuhde erittäin todennäköinen.

Arvio altistumisolosuhteesta

Tehtyjen tutkimusten perusteella merkittävämmät sisäilman laatua heikentävät tekijät ovat ulkoseinärakenteiden lämmöneristeiden mikrobivauriot ja rakenteiden kautta tapahtuvat merkittävät ilmavuodot. Merkkiainetutkimuksen perusteella ilmavuotoja tapahtui mm. alapohja- ja ulkoseinärakenteiden liittymistä, ikkunaliittymistä sekä patterikiinnikkeistä. Tämän lisäksi aistinvaraisia ilmavuotoihin viittavia havaintoja tehtiin yläpohjaan liittyen. Ulkoseinien ja yläpohjan ilmavuotojen mukana sekä ilmanvaihtojärjestelmien kautta voi kulkeutua mineraalivillakuituja sisäilmaan. Tutkimustulosten perusteella tuloilmakanavissa esiintyy merkittävästi ulkoilmapölyä, mm siitepölyä ja kanavista otetuissa pölynäytteissä todettiin jonkin verran mineraalivillakuituja. Merkittäviä pitoisuuksia mineraalikuituja ei kuitenkaan tasopinnoille laskeutuvassa pölyssä havaittu.

Tehtyjen tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava olosuhde rakennuksessa on *todennäköinen*. Altistumisolosuhteeseen haitallisuuteen vaikuttaa erityisesti ulkoseinien lämmöneristeiden laajat mikrobivauriot, vaurioiden korjauslaajuus on merkittävä ja vaurioituneista rakenteista on säännöllisiä ja useat ilmavuotoreittejä oleskelutilojen sisäilmaan.

9 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

9.1 Johtopäätökset

Merkittävimmät korjaustarvetta aiheuttavat tekijät ovat yläpohjarakenteen epätiiviys sekä ulkoseinän mikrobivauriot. Yläpohjan höyrynsulkujen tiiveyspuutteet ja merkkiainekokeessa todetut epätiiviyskohdat mahdollistavat ilmavuodot myös ulkoseinärakenteista rakennuksen ollessa alipaineinen. Tällöin ulkoseinärakenteen eristemateriaaleissa esiintyvät epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan myös sisäilmaan. Mikrobien lisäksi mineraalikuitujen ja muiden epäpuhtauksien kulkeutuminen yläpohjasta sisäilmaan on erittäin todennäköistä. Rakennuksen alkuperäinen ilmanvaihtolaitteisto on teknisesti vanhentunut ja sisältää havaintojen perusteella myös erilaisia epäpuhtauksia. Edellä mainitut tekijät heikentävät päiväkodin sisäilman laatua merkittävästi.

9.2 Suositeltavat jatkotoimenpiteet

Piha-alueet, sadevesi- ja salaojajärjestelmät

- Salaojajärjestelmän kunnon selvitys ja tarvittaessa huuhtelu. Varaus salaojien uusintaan perusmuurin vedeneristyksen yhteydessä.
- Koko rakennusten kattovesien ohjaaminen sadevesijärjestelmään / uuden sadevesijärjestelmän asennus
- Sokkelin vedeneristäminen ja uudelleen pinnoittaminen

Alapohjarakenteet

- Ikääntyneiden lattiapinnoitteiden uusinta (huom haitta-aineet) ja rakenneliittymien tiivistys

Julkisivut; ulkoseinät, ikkunat ja ovet

- Ulkoseinän mikrobivaurioituneiden eristemateriaalien ja puurakenteiden uusiminen koko ulkoseinärakenteen osalta.
- Ulkoseinärakenteen sisäkuoren liittymärakenteiden ja läpivientien tiivistäminen.
- Uudessa ulkoseinärakenteessa tulee huolehtia riittävästä ulkoseinärakenteen tuuletuksesta
- Alkuperäisten ikkunoiden uusiminen ja ulko-ovien uusiminen energiatehokkuuden parantamiseksi

Väliseinät ja muut sisäpuoliset rakenteet

- Päiväkodin tilapinnat ovat yleisesti ottaen ikääntyneet ja niiden peruskorjausta suositellaan.

Yläpohjat ja vesikatot

- Yläpohjan höyrynsulkujen ja alakattojen sekä lämmöneristeiden uusiminen

Ilmanvaihtojärjestelmä

- Ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen

9.3 Käytönaikaista toimintaa turvaavat toimenpiteet

Huomioiden kokonaisuutena höyrynsulkujen liittymien ja läpivientien epätiiveys sekä ulkoseiniin muodostuneet mikrobivauriot ja rakenteiden ilmavuodot, väliaikaisten korjausten suorittaminen luotettavasti ei ole teknisesti mahdollista. Rakenteiden vaurioiden ja epätiiveyskohtien tiivistäminen edellyttää laajamittaisia toimenpiteitä, joiden aikana tiloissa työskentely ei ole mahdollista. Väliaikaisena käyttöä turvaavana ratkaisuna voidaan ajatella soveltuvien ilmanpuhdistimeen käyttöä sekä tarvittaessa rakennuksen lievää ylipaineistamista.

9.4 Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa

Tehdyt jatkotoimenpidesuositukset ovat korjaussuunnitellun lähtötietoja, eikä niitä voi käyttää korjaussuunnitelmana. Varsinaiset korjaussuunnitelmat tulee laatia kosteusvaurioiden korjauksiin erikoistuneen suunnittelijan toimesta. Korjaussuunnittelijan tulee varmistaa lähtötietojen kattavuus ja esittää mahdolliset jatkotutkimustarpeet korjauksien onnistumisen varmistamiseksi.

Kosteusvaurioituneiden rakenteiden purkutöissä syntyvien epäpuhtauksien leviäminen muihin tiloihin tulee estää riittävällä suojauksella (purkutyöalueen osastointi muoviseinin ja alipaineistus) sekä huolehdittava työntekijöiden suojauksesta.

Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkutöissä on huomioitava työturvallisuuslain 738/2002 sekä Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 säännöstöt. Korjaustöiden suorittamisesta on laadittu Ratu-kortti 82-0383 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku.

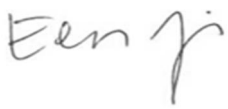
Ennen korjauksiin ryhtymistä tulee selvittää kattavasti asbesti- ja haitta-aineiden esiintyminen rakennuksessa. (Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 798/2015)

10 Päiväys ja allekirjoitukset

Tampereella 9.9.2019

A-Insinöörit Suunnittelu Oy

Rkm Timo Ekola
Projektipäällikkö



DI Eeva Jokinen,
Projekti-insinööri, sisäilmatutkija

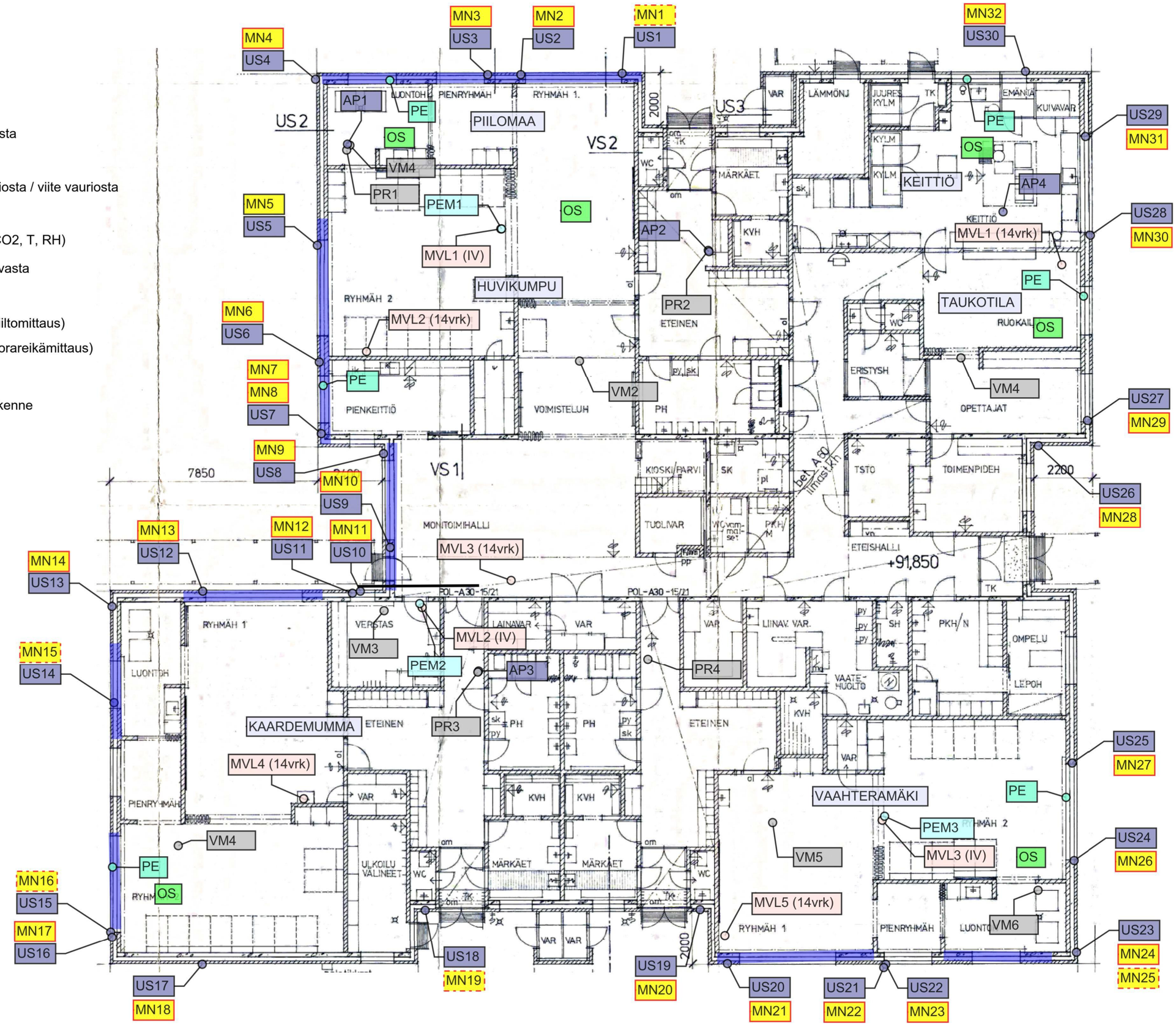
Ins. (AMK) Saija Korpi
Erityisasiantuntija, RTA (C-22375-26-16)

A-INSINÖÖRIT

Pohjapiirustus

- XX# — Rakenneavaus (AP / US)
- XX# — Materiaalien mikrobit, ei viitettä vauriosta
- XX# — Materiaalien mikrobit, heikko viite
- XX# — Materiaalien mikrobit, vahva viite vauriosta / viite vauriosta
- MK# (xx) — Mineraalikuitunäyte (IV/14vrk)
- OS — Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO2, T, RH)
- PEM# — Pölynkoostumusnäyte IV-tuloilmakanavasta
- PE — Paine-eron mittauspiste
- VM# — Suhteellisen kosteuden mittauspiste (viiltomittaus)
- PR# — Suhteellisen kosteuden mittauspiste (porareikämittaus)

Merkkiainekaasulla tutkittu ulkoseinärakenne



Kohde: Tornitien päiväkoti
Työnumero: 31 11346.19
Mittaaja: Eeva Jokinen, Timo Ekola

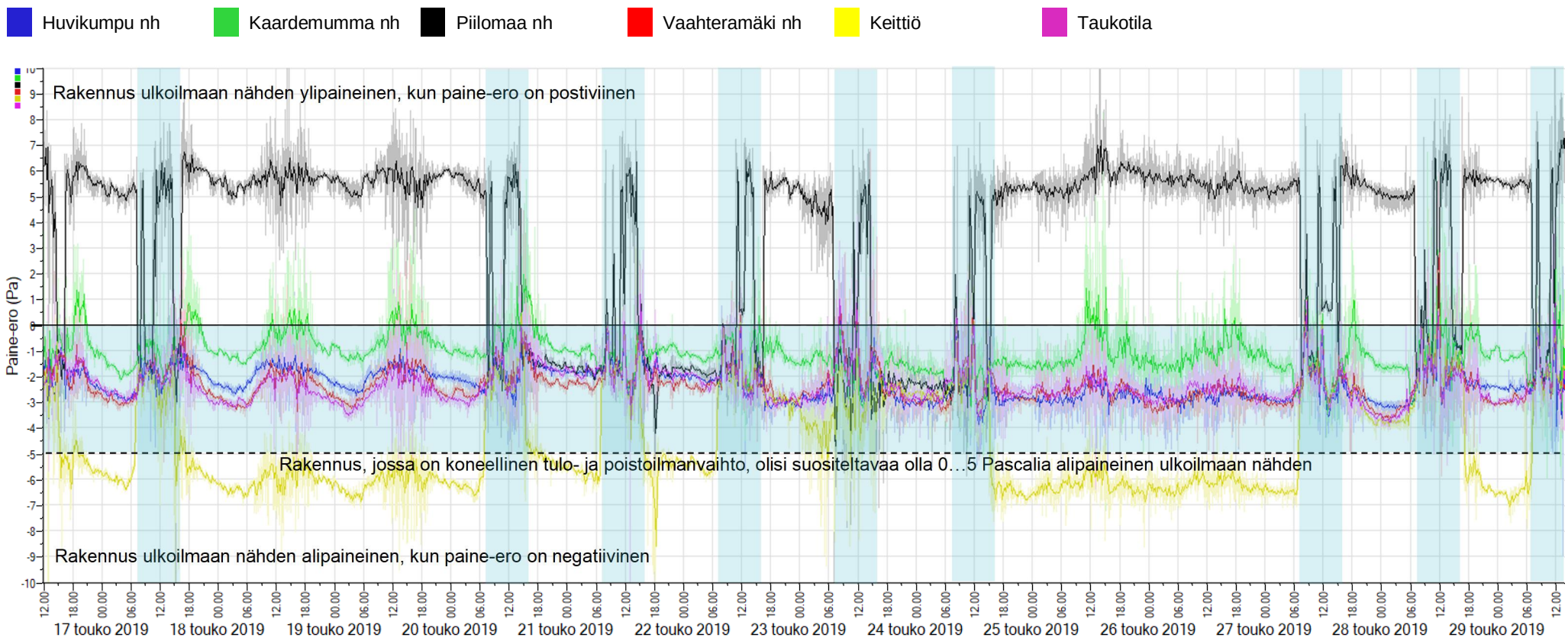
Mittalaitteet ja mittaustarkkus: **Päivitetty:** 17.7.2019

Vaisala HM40 ja HMP40S mittapää: ±1,7%RH (0-90%RH), ±2,5%RH (90-100%RH), 0-40°C
Vaisala HM40 ja HM42 Probe mittapää: ±1,5%RH (0-90%RH), ±2,5%RH (90-100%RH), 0-40°C
Kalibrointipöytäkirjat saa nähtäville niitä erikseen pyydettäessä.

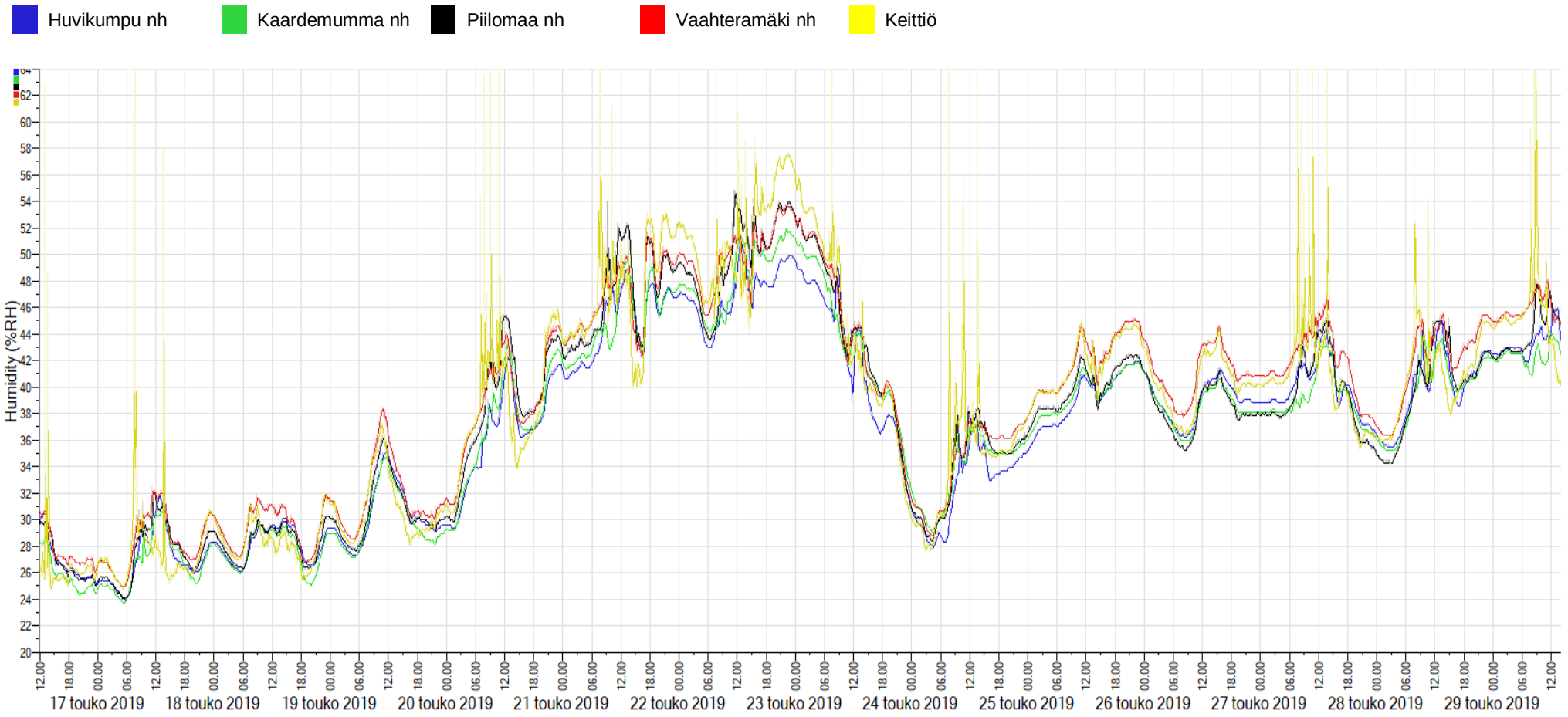
nro	aloitus pvm	mittaus pvm	tila	rakenne	materiaali	syvyys mm	antu-ri nro	RH %	°C	abs. kost. g/m^3	Mittaustulkinta
VM1	-	2.7.2019	Piilomaa, nukkumahuone	AP	Muovimaton alapinta	-	15	59,0	23,0	12,1	
VM2	-	2.7.2019	Huvikumpu, nukkumahuone	AP	Muovimaton alapinta	-	16	53,1	23,0	10,9	
VM3	-	2.7.2019	"Verstas"	AP	Muovimaton alapinta	-	8	58,4	22,1	11,4	
VM4	-	2.7.2019	Kaardemumma, nukkumahuone	AP	Muovimaton alapinta	-	18	73,6	19,9	12,6	
VM5	-	2.7.2019	Vaahteramäki, ryhmähuone	AP	Muovimaton alapinta	-	20	50,8	22,6	10,2	
VM6	-	2.7.2019	Vaahteramäki, pienryhmähuone	AP	Muovimaton alapinta	-	22	79,4	20,9	14,5	Koholla
VM7	-	2.7.2019	Henkilökunnan ruokailutila	AP	Muovimaton alapinta	-	19	52,9	22,2	10,4	
PR1	2.7.2019	9.7.2019	Piilomaa, nukkumahuone	AP	Betoni	15	9	52,4	21,3	9,8	
	2.7.2019	9.7.2019	Piilomaa, nukkumahuone	AP	Betoni	30	22	57,3	21,9	11,1	
PR2	2.7.2019	9.7.2019	Huvikumpu, eteisaula	AP	Betoni	15	24	58,1	20,6	10,4	
	2.7.2019	9.7.2019	Huvikumpu, eteisaula	AP	Betoni	30	29	64,5	20,7	11,6	
PR3	2.7.2019	9.7.2019	Kaardemumma, eteisaula	AP	Betoni	15	15	69,2	19,2	11,4	
	2.7.2019	9.7.2019	Kaardemumma, eteisaula	AP	Betoni	30	12	74,0	19,3	12,3	
PR4	2.7.2019	9.7.2019	Vaahteramäki, eteisaula	AP	Betoni	15	13	73,3	20,3	12,9	
	2.7.2019	9.7.2019	Vaahteramäki, eteisaula	AP	Betoni	30	26	81,1	20,3	14,3	

Lisätiedot:

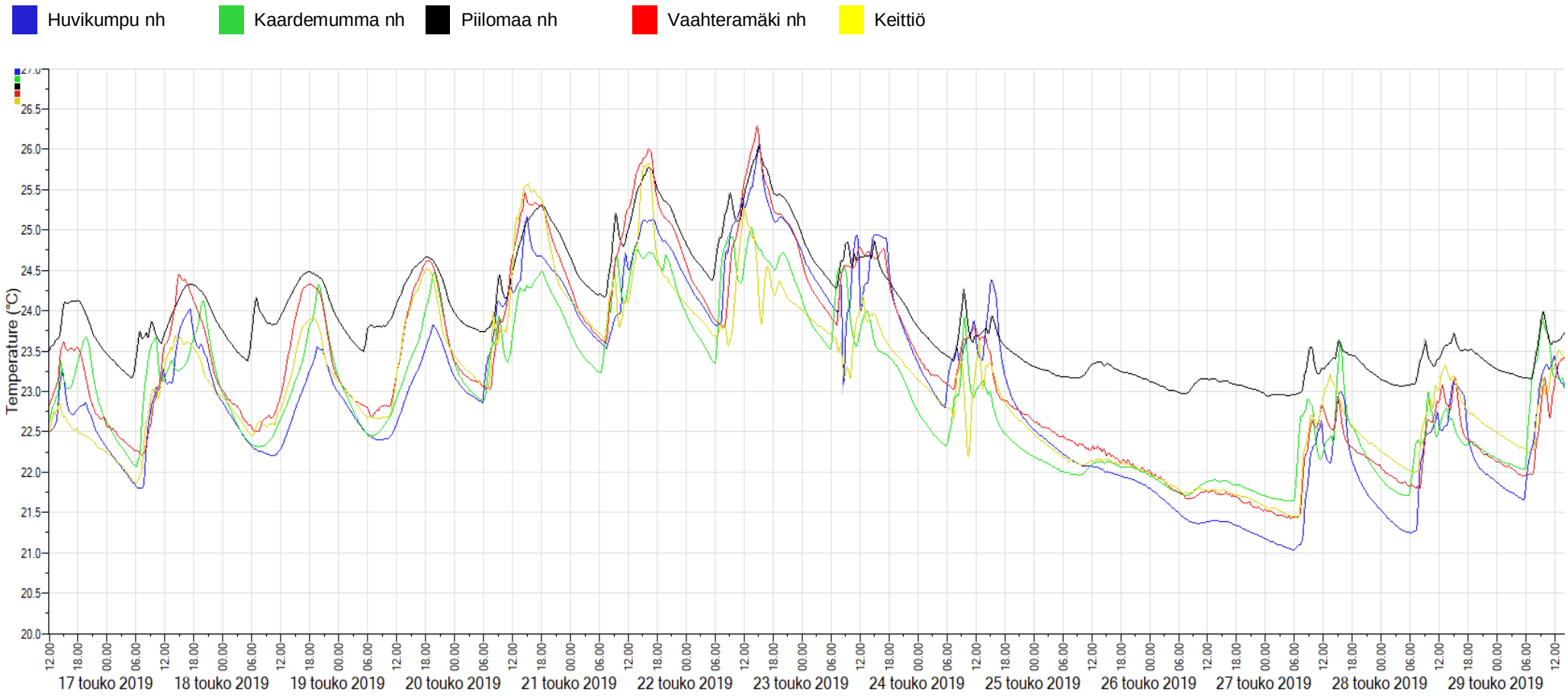
Paine-ero sisätilojen ja ulkoilman välillä (Pa) 16. – 29.5.2019



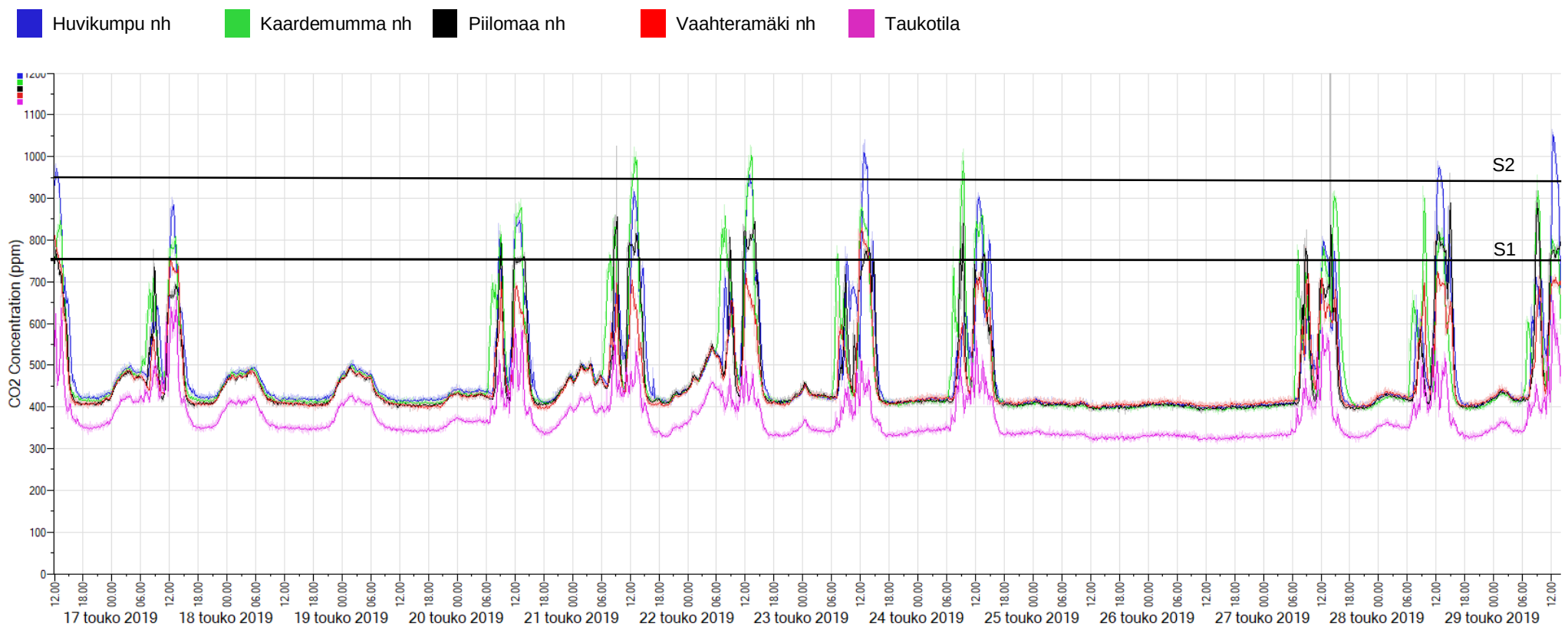
Sisäilman suhteellinen kosteus (%RH) 16. – 29.5.2019



Sisäilman lämpötila (°C) 16. – 29.5.2019



Sisäilman hiilidioksidipitoisuus (ppm) 16. – 29.5.2019



Sisällysluettelo

Materiaalinäytteen mikrobianalyysit 2
Mineraalikuitulaskenta tasopinnoilta 9
Mineraalikuitulaskenta tuloilmakanavasta 10
Pölynkoostumusnäyte tuloilmakanavasta 11

Materiaalinäytteen mikrobianalyysit

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
397608
MB19-01264
16.7.2019

1 (7)

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Eeva Jokinen
Puutarhakatu 10
33210 TAMPERE

ilac-MRA FINAS Finnish Accreditation Service T013 (EN ISO/IEC 17025)

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja:	Eeva Jokinen
Näytteenottopaikka:	Tornitien päiväkoti, 31 11346.19
Näytteenottopäivämäärä:	2.7.2019
Vastaanottopäivämäärä:	3.7.2019
Näytemäärä:	32 kpl
Analyysimenetelmä:	Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-031) Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla. Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ = runsaasti (50-200 pmy/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 pmy/malja). Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira. Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

Mikrobiryhmät	Kasvatusalustat	Kasvatus-lämpötila	Kasvatus-aika
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

Tutkitut näytteet	Tulosten tulkinta
1. Piilomaa, ryhmähuone, US, alaosa, mineraalivilla	heikko viite vauriosta
2. Piilomaa, ryhmähuone, US, alaosa, mineraalivilla	viittaa vaurioon
3. Piilomaa, nukkumahuone, US, ikk. alta, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
4. Piilomaa, nukkumahuone, US, alaosa, mineraalivilla	viittaa vaurioon
5. Huvikumpu, ryhmähuone, US, ikk. alta, mineraalivilla	ei viitettä vauriosta
6. Huvikumpu, pienryhmähuone, US, alaosa, mineraalivilla	viittaa vaurioon
7. Huvikumpu, pienryhmähuone, US, alaosa, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
8. Huvikumpu, pienryhmäh., US, alaohjaspuun alta, mineraalivilla	vahva viite vauriosta

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
397608 2 (7)
MB19-01264

9.	Sali, US, alaosa, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
10.	Sali, US, alaosa, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
11.	"Verstas"-pienhuone, US, alaosa, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
12.	"Verstas"-pienhuone, US, ikk. alta, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
13.	Kaardemumma ryhmäh., US, ikk. alta, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
14.	Kaardemumma, vanha vesileikkih., US, alaosa, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
15.	Kaardemumma, vanha vesileikkih., US, ikk. alta, mineraalivilla	heikko viite vauriosta
16.	Kaardemumma, nukkumahuone, US, ikk. alta, mineraalivilla	heikko viite vauriosta
17.	Kaardemumma, nukkumahuone, US, alaosa, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
18.	Kaardemumma, nukkumahuone, US, alaosa, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
19.	Kaardemumma, WC, US, alaosa, mineraali-villa	heikko viite vauriosta
20.	Vaahteramäki, märkäeteinen, US, alaosa, mineraalivilla	viittaa vaurioon
21.	Vaahteramäki, ryhmähuone, US, alaosa, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
22.	Vaahteramäki, pienryhmähuone, US, ikk. alta, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
23.	Vaahteramäki, pienryhmähuone, US, alaosa, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
24.	Vaahteramäki, pienryhmähuone, US, alaosa, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
25.	Vaahteramäki, pienryhmähuone, US, alaohjauspuu	heikko viite vauriosta
26.	Vaahteramäki, nukkumahuone, US, ikk. alta, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
27.	Vaahteramäki, nukkumahuone, US, alaosa, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
28.	Toimisto, ("opettajat"), US, alaosa, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
29.	Toimisto, ("opettajat"), US, alaosa, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
30.	Keittiö, US, ikk. alta, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
31.	Keittiö, US, alaosa, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
32.	Keittiö, US, ikk. alta, mineraalivilla	vahva viite vauriosta

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
397608 3 (7)
MB19-01264

Analyysitulos:

Näyte	Mesofiiliset sienet						Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		THG-agar	
1.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+(1)	*A. restrictus**	+(4)	*Cladosporium*	+	Muut bakteerit	+
	steriilit	+	*Cladosporium*	+			*Streptomyces**	-
			Penicillium	+				
2.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-
	Penicillium	+	*A. restrictus**	+(15)			Muut bakteerit	-
			Cladosporium	+			*Streptomyces**	-
			Penicillium	+				
3.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	Penicillium	+	*A. restrictus**	+++	*A. fumigatus**	+	Muut bakteerit	+
			Cladosporium	+	*Penicillium*	+	*Streptomyces**	-
			Penicillium	+	steriilit	+		
4.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+(1)	*A. restrictus**	+(11)	*A. fumigatus**	+(1)	Muut bakteerit	+
	Cladosporium	+	*Cladosporium*	+	*Penicillium*	+	*Streptomyces**	-
	Penicillium	+	*Penicillium*	+				
5.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	++
	*A. fumigatus**	+(1)	*Cladosporium*	+	*A. fumigatus**	+(1)	Muut bakteerit	++
	Cladosporium	+			*Cladosporium*	+	*Streptomyces**	-
	Geotrichum	+						
	Penicillium	+						
6.	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+(1)	*A. versicolor**	++(28)	*A. fumigatus**	+(3)	Muut bakteerit	+
	*A. versicolor**	+(15)	*Penicillium*	+	*A. versicolor**	+(19)	*Streptomyces**	-
	Penicillium	+			*Cladosporium*	+		
					Penicillium	+		
7.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+	*A. restrictus**	+	*A. fumigatus**	+	Muut bakteerit	+
	Penicillium	+	*Cladosporium*	++	*Cladosporium*	+	*Streptomyces**	-
			Penicillium	+	*Penicillium*	+		
8.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	++
	*A. fumigatus**	+	*A. restrictus**	+	*A. fumigatus**	+	Muut bakteerit	++
	Cladosporium	+	*Cladosporium*	++	*Cladosporium*	+	*Streptomyces**	-
	Geotrichum	+	*Eurotium**	+	*Penicillium*	+		
	Penicillium	+	*Penicillium*	+	steriilit	+		
	steriilit	+						
9.	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	++++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++
	Cladosporium	+	*Cladosporium*	++++	*Absidia°*	+	Muut bakteerit	++
	*Engyodontium**	+	*Engyodontium**	+++	*Cladosporium*	+	*Streptomyces**	+++
	hiivat, vaalea	+	*Penicillium*	+++	*Engyodontium**	+++		
	Penicillium	+++			*Penicillium*	+		

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
397608
MB19-01264

4 (7)

Näyte	Mesofiiliset sienet						Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		THG-agar	
10.	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++
	*A. versicolor**	++	*A. restrictus**	+	*A. versicolor**	+	Muut bakteerit	++
	*Engyodontium**	+	*A. versicolor**	+	*Engyodontium**	++	*Streptomyces**	+++
	Penicillium	+	*Blastobotrys*	+	*Penicillium*	++		
			*Engyodontium**	+				
			Penicillium	+++				
11.	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	++++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	++
	*A. fumigatus**	+	*Cladosporium*	+++	*Arthrinium*	+	Muut bakteerit	+
	Cladosporium	+	*Engyodontium**	+++	*Cladosporium*	+	*Streptomyces**	+
	*Engyodontium**	+	*Penicillium*	++	*Engyodontium**	+++		
	Penicillium	+	*Rhizopus°*	+	*Penicillium*	+		
	Rhizopus°	+			*Rhizopus°*	+		
12.	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	++++	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	Cladosporium	++	*A. restrictus**	++++	*A. fumigatus**	+	Muut bakteerit	+
	Penicillium	+	*Cladosporium*	+++	*Cladosporium*	+	*Streptomyces**	-
	steriilit	+	*Penicillium*	+	*Penicillium*	+		
					steriilit	+		
13.	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+
	Penicillium	+++	*Cladosporium*	+	*Penicillium*	+++	Muut bakteerit	+
			hiivat, vaalea	+			*Streptomyces**	+
			Penicillium	++				
14.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+	*A. fumigatus**	+	*A. fumigatus**	+	Muut bakteerit	+
	Aureobasidium°	+	*A. versicolor**	+	*Cladosporium*	+	*Streptomyces**	-
	Penicillium	+	*Arthrinium*	+	*Penicillium*	+		
			Cladosporium	+++				
			Penicillium	+				
15.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+(4)	*A. fumigatus**	+(1)	*A. candidus*	+	Muut bakteerit	+
	*Chaetomium**	+(1)	*A. restrictus**	+(16)	*A. fumigatus**	+(2)	*Streptomyces**	-
	Penicillium	+	*Cladosporium*	+	*Cladosporium*	+		
			Penicillium	+	hiivat, vaalea	+		
					Penicillium	+		
16.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	Penicillium	+	*A. restrictus**	+(5)	*A. fumigatus**	+(1)	Muut bakteerit	+
			Cladosporium	+	*Penicillium*	+	*Streptomyces**	+(4)
			*Eurotium**	+(3)				
			Penicillium	+				
17.	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++
	A. flavus°	+	*A. niger°*	+	*A. flavus°*	+	Muut bakteerit	+
	*A. fumigatus**	+	*A. ochraceus**	+	*A. versicolor**	+++	*Streptomyces**	+++
	A. niger°	+	*A. versicolor**	+	*Penicillium*	+		
	*A. versicolor**	+++	*Cladosporium*	++				
	Penicillium	+	*Eurotium**	++				
			Penicillium	+				

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
397608
MB19-01264

5 (7)

Näyte	Mesofiiliset sienet						Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		THG-agar	
18.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+	*Cladosporium*	+++	*A. fumigatus**	+	Muut bakteerit	+
	Arthrinium	+	*Penicillium*	+	*Alternaria*	+	*Streptomyces**	-
	Penicillium	+	steriilit	+	*Cladosporium*	+		
	Sphaeropsidales*	+			*Engyodontium**	+		
					Penicillium	+		
19.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+(2)	*A. fumigatus**	+(2)	*Penicillium*	+	Muut bakteerit	+
	Geotrichum	+	*Cladosporium*	+			*Streptomyces**	-
	Penicillium	+	*Penicillium*	+				
20.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+(9)	*A. fumigatus**	+(2)	*A. fumigatus**	+(8)	Muut bakteerit	+
	Cladosporium	+	*A. restrictus**	+(6)	*Penicillium*	+	*Streptomyces**	-
	Penicillium	+	*Cladosporium*	+	steriilit	+		
			Penicillium	+				
			Rhizopus°	+(1)				
21.	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+	*A. fumigatus**	+	*A. flavus°*	+	Muut bakteerit	+
	Cladosporium	++	*Alternaria*	+	*Rhizopus°*	+	*Streptomyces**	-
	Penicillium	+	*Cladosporium*	+++	*Trichoderma**	+		
			Penicillium	+				
22.	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	++
	Cladosporium	+	*Cladosporium*	++	*Cladosporium*	+	Muut bakteerit	++
	Penicillium	+	*Penicillium*	+	hiivat, vaalea	+	*Streptomyces**	-
	Sphaeropsidales*	+	Sphaeropsidales*	+	*Penicillium*	+		
					Sphaeropsidales*	++		
23.	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	++
	*A. fumigatus**	+	*Cladosporium*	+++	*A. fumigatus**	+	Muut bakteerit	++
	Cladosporium	+++	*Penicillium*	+	*Arthrinium*	+	*Streptomyces**	-
	Penicillium	+			*P. variotii**	+		
					Penicillium	+		
					Rhizopus°	+		
24.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+	*A. restrictus**	+++	*A. fumigatus**	+	Muut bakteerit	+
	Geotrichum	+	*Cladosporium*	+	*Geotrichum*	+	*Streptomyces**	-
	Penicillium	+	*Eurotium**	+	*Penicillium*	+		
			Penicillium	+				
			steriilit	+				
25.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	Penicillium	+	*A. restrictus**	+(6)	*Cladosporium*	+	Muut bakteerit	+
			Cladosporium	+	*P. variotii**	+(1)	*Streptomyces**	-
			Penicillium	+	*Penicillium*	+		

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
397608 6 (7)
MB19-01264

Näyte	Mesofiiliset sienet						Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		THG-agar	
26.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+	*A. fumigatus**	+	*A. fumigatus**	+	Muut bakteerit	+
	*A. ochraceus**	+	*A. restrictus**	+++	*A. ochraceus**	+	*Streptomyces**	-
	Geotrichum	+	*Cladosporium*	++	*A. versicolor**	+		
	Penicillium	+	*Eurotium**	+	*Aureobasidium°*	+		
	Rhizopus°	+	*Penicillium*	+	*Cladosporium*	+		
					Penicillium	+		
27.	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+	*Penicillium*	+++	*Cladosporium*	+	Muut bakteerit	+
	Penicillium	+++			*Penicillium*	+++	*Streptomyces**	-
28.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+	*Cladosporium*	++	*A. fumigatus**	+	Muut bakteerit	+
	Cladosporium	+	*Eurotium**	+	*Cladosporium*	+	*Streptomyces**	-
	Penicillium	+	*Penicillium*	+	*Eurotium**	++		
	Rhizopus°	+			*Penicillium*	+		
29.	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	++	**Yhteensä**	+
	*A. fumigatus**	+	*Cladosporium*	+++	*A. fumigatus**	+	Muut bakteerit	+
	A. niger°	+	*Eurotium**	++	*Penicillium*	+	*Streptomyces**	-
	Cladosporium	+	*Penicillium*	+	*Ulocladium**	+		
	Monocillium	+	*Ulocladium**	+				
30.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	Penicillium	+	*A. restrictus**	+++	*Penicillium*	+	Muut bakteerit	+
			Cladosporium	+			*Streptomyces**	-
			Penicillium	+				
31.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	-
	*A. fumigatus**	+	*A. restrictus**	++	*A. fumigatus**	+	Muut bakteerit	-
	Cladosporium	+	*Cladosporium*	+	*Blastobotrys*	+	*Streptomyces**	-
	Penicillium	+	*Eurotium**	+	*Cladosporium*	+		
			Penicillium	+	*Geotrichum*	+		
					Penicillium	+		
32.	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++
	Penicillium	+++	*Penicillium*	+++	*Penicillium*	+++	Muut bakteerit	++
							*Streptomyces**	++

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys -lehti 8/2005, s. 56-59), A. = Aspergillus, P. = Paecilomyces, Streptomyces = aktinomykeetti (sädesieni), pesäkemäärä ilmoitettu suluissa

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
397608 7 (7)
MB19-01264

Työympäristölaboratoriot

Maija Kirsi
tuotepäällikkö
Kuopio

Maija-Liisa Lyytinen
laboratoriomestari
Kuopio

Tulokset koskevat vastaanotettuja näytteitä. Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Mineraalikuitulaskenta tasopinnoilta

LABROC

94097/MVL

TUTKIMUSRAPORTTI
4.6.2019
1/1

TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN PITOISUUS LASKEUMAPÖLYSTÄ			
Tilaaja:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy		
Kohde:	Tornitien päiväkoti	**Tilauspäivä:**	30.5.2019
Projektinumero:	31 11346.19	**Toimituspäivä:**	4.6.2019

Menetelmät:

Tilaajan toimittamille geeliteipeille kerätty laskeumapöly tutkittiin polarisaatiomikroskoopilla ja niistä laskettiin yli 20 µm pituisten teollisten mineraalikuitujen pitoisuus. Sisäinen menetelmä pohjautuu menetelmään, joka on esitetty VTT:n tiedotteessa 2360 (Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt, 2006). Arvio analyysimenetelmän määritysepävarmuudesta ilmoitetaan pyydettäessä. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannosta KSE 2013 mukaisesti. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

TULOKSET: **Näytteenottaja:** Timo Ekola

Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Näytteen kertymäaika	Kuitua/ cm2 *
1	Henkilökunnan taukotila	16.-30.5 (14 vrk)	0,1
2	Huvikumpu, ryhmähuone	16.-30.5 (14 vrk)	0,1
3	Liikuntasali, alakaton päältä	16.-30.5 (14 vrk)	**9,9**
4	Kaardemumma, ryhmähuone	16.-30.5 (14 vrk)	0,1
5	Vaahteramäki, ryhmähuone	16.-30.5 (14 vrk)	< 0,1

*STM:n asetus 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista määrittelee teollisten mineraalivillakuitujen toimenpiderajaksi 0,2 kuitua/cm2 kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä. Toimenpiderajan ylimenevät tulokset on lihavoitu. Toimenpiderajaa IV-kanaviston sisäpintojen kuitupitoisuudelle ei ole asetuksessa määritetty.

Matias Häyrynen
Tutkija, laboratorioanalyytikko
040 7732 845

Heikki Meriluoto
Tutkija, FM
050 5719 908

Mineraalikuitulaskenta tuloilmakanavasta

LABROC

95934/MVL

TUTKIMUSRAPORTTI
15.7.2019
1/1

ilac-MRA FINAS Finnish Accreditation Service T314 (EN ISO/IEC 17025)

TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN PITOISUUS LASKEUMAPÖLYSTÄ			
Tilaaja:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy		
Kohde:	31 11346.19 Tornitien päiväkoti	**Tilauspäivä:**	10.7.2019
Projektinumero:	31 11346.19	**Toimituspäivä:**	10.7.2019

Menetelmät:

Tilaajan toimittamille geeliteipeille kerätty laskeumapöly tutkittiin polarisaatiomikroskoopilla ja niistä laskettiin yli 20 µm pituisten teollisten mineraalikuitujen pitoisuus. Sisäinen menetelmä pohjautuu menetelmään, joka on esitetty VTT:n tiedotteessa 2360 (Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt, 2006). Arvio analyysimenetelmän määritysepävarmuudesta ilmoitetaan pyydettäessä. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannosta KSE 2013 mukaisesti. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

TULOKSET: **Näytteenottaja:** Eeva Jokinen

Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Näytteen kertymäaika	Kuitua/ cm2 *
1	Huvikumpu, ryhmähuone, tuloilmakanava	Tuntematon	7,1
2	"Verstas", tuloilmakava	Tuntematon	5,0
3	Vaahteramäki, nukkumahuone, tuloilmakanava	Tuntematon	21,7

*STM:n asetus 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista määrittelee teollisten mineraalivillakuitujen toimenpiderajaksi 0,2 kuitua/cm2 kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä. Toimenpiderajan ylimenevät tulokset on lihavoitu. Toimenpiderajaa IV-kanaviston sisäpintojen kuitupitoisuudelle ei ole asetuksessa määritetty.

Heikki Meriluoto, Tutkija, Geologi
p. 050 571 9908, heikki.meriluoto@labroc.fi

Pölynkoostumusnäyte tuloilmakanavasta

LABROC

95934/PEM

TUTKIMUSRAPORTTI
15.7.2019
1/1

PÖLYNKOOSTUMUS			
Tilaaja:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy		
Kohde:	31 11346.19 Tornitien päiväkoti	**Tilauspäivä:**	10.7.2019
Projektinumero:	31 11346.19	**Toimituspäivä:**	10.7.2019

Menetelmät:
Tilaajan toimittamat pölynäytteet (pyyhintäpöly pussissa) tutkittiin stereomikroskoopilla ja pyyhkäisyelektronimikroskoopilla. Pölytyypin suhteellinen määräarvio on kuvattu: (+++) = runsaasti, (++) = jonkin verran, (+) = yksittäisesti. Mineraalivillakuitujen määräarvio on ilmoitettu: alle 1 p-%, 1-5 p-% ja yli 5 p-%. Tulokset pätevät vain tutkituille näytteille. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Laboratorio ei vastaa näytteenotosta. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

TULOKSET: **Näytteenottaja:** Eeva Jokinen

Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Pölynkoostumus

1	Huvikumpu, ryhmähuone, tuloilmakanava	• **ulkoilmapölyä**
		  • silikaattinen kiviainespöly (+++)
		  • siitepöly (+++)
		• **rakennusmateriaalipölyä**
		  • kalkkikivi (+)
		  • metallioksidit (+)
		• **huonepölyä**
		  • tekstiilikuidut (+)
		  • kloridit (+)
		• **teollisia mineraalikuituja arviolta 1-5 p-%**
		  • kivivilla
		  • lasivilla
		• **muuta**
		  • muita orgaanisia kuituja (+)

2	"Verstas", tuloilmakava	• **ulkoilmapölyä**
		  • silikaattinen kiviainespöly (+++)
		  • siitepöly (+++)
		• **rakennusmateriaalipölyä**
		  • kalkkikivi (+)
		  • metallioksidit (+)
		• **huonepölyä**
		  • tekstiilikuidut (+)
		  • hilse (+)
		• **teollisia mineraalikuituja arviolta 1-5 p-%**
		  • kivivilla
		  • lasivilla
		• **muuta**
		  • muita orgaanisia kuituja (+)

3	Vaahteramäki, nukkumahuone, tuloilmakanava	• **ulkoilmapölyä**
		  • silikaattinen kiviainespöly (+++)
		  • kasvi-/eläinperäinen pöly (+)
		  • siitepöly (+++)
		• **rakennusmateriaalipölyä**
		  • kalkkikivi (+)
		  • metallioksidit (+)
		• **huonepölyä**
		  • tekstiilikuidut (+)
		• **teollisia mineraalikuituja arviolta yli 5 p-%**
		  • kivivilla
		  • lasivilla
		• **muuta**
		  • muita orgaanisia kuituja (+)

Matias Häyrynen, Tutkija, Laboratorioanalyytikko
p. 040 773 2845, matias.hayrynen@labroc.fi

TEKNOLOGIANTIE 11, 90590 OULU, PUH. 010 524 9580 | MÄNTYHAANTIE 1, 33800 TAMPERE, PUH. 010 524 9582
MALMINKAARI 10, 00700 HELSINKI, PUH. 010 524 9585 | METSÄNNEIDONKUJA 6, 02130 ESPOO, PUH. 010 524 9581 | WWW.LABROC.FI | Y-TUNNUS: 2544332-6

SISÄLLYSLUETTELO

1 Mittalaitteiden kalibrointi 3

2 Pintakosteuskartoitus 3

2.1 Tutkimusvälineet 3

2.2 Tulosten tulkinta 3

2.3 Epävarmuustarkastelu 4

3 Rakennekosteusmittaukset 4

3.1 Porareikämittaus 4

3.1.1 Mittauksen suoritus 4

3.1.2 Tutkimusvälineet 4

3.1.3 Tulosten tulkinta 4

3.1.4 Epävarmuustarkastelu 4

3.2 Viiltomittaus 5

3.2.1 Tutkimusvälineet 5

3.2.2 Tulosten tulkinta 5

3.2.3 Epävarmuustarkastelu 5

4 Rakenneavaukset 5

4.1 Yleistä 5

4.2 Kalusto 6

4.3 Tulosten tulkinta 6

4.4 Epävarmuustarkastelu 6

5 Rakenteiden tiiveyskoe (merkkiainetutkimus) 6

5.1 Mittauksen suoritus 6

5.2 Tutkimusvälineet 6

5.3 Tulosten tulkinta 7

5.4 Epävarmuustarkastelu 7

6 Pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimukset 7

6.1 Pinnoille laskeutuneen pölyn mineraalikuitujen laskenta 7

6.1.1 Näytteenotto 7

6.1.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot 8

7 Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus 8

7.1 Aistienvarainen puhtauden tarkistus 8

7.2 Tuloilmakanavien sisäpintojen pölyn mineraalikuitujen laskenta 8

7.3 Tuloilmakanavien sisäpinnoilla olevan pölyn koostumus/ laatu 8

8 Pitkäaikaiset paine-eromittaukset 9

8.1 Tutkimusvälineet 9

8.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot 9

9 Sisäilman lämpötila 9

9.1 Tutkimusvälineet 9

9.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot 9

10 Sisäilman suhteellinen kosteus 12

10.1 Tutkimusvälineet 12
10.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot 12

11 Sisäilman hiilidioksidi 12
11.1 Tutkimusvälineet 12
11.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot 12

12 Materiaalien mikrobianalyysit 13
12.1 Materiaalinäytteenotto 13
12.2 Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä 13

1 Mittalaitteiden kalibrointi

Mittalaitteet on kalibroitu noin vuoden välein. Tämä koskee seuraavia mittalaitteita:

- Gann Hydromette UNI1 ja UNI2 -pintakosteudenosoittimet ja B50/LB70 -mittausanturit
- Vaisala HM40 ja HM41 -mittalaitteet ja HMP40S, HM42 Probe ja HMP42 mittapäät (rakennekosteusmittaukset)
- Testo 435-4 -yhdistelmämittari
- Testo 512 -paine-eromittari
- Tinytag TGPR-0704 ja TGC-0046 (paine-eron seurantamittaukset)
- Tinytag TGU-4500, TV-4500 ja TV-4505 (sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset)
- Tinytag TGE-0010 (sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset)
- Andersen-keräimen ilmapumppu (lisäksi ultraäänipesu kalibroinnin yhteydessä)

Noin viiden vuoden välein kalibroidaan:

- Retrotec-ovipuhallinlaitteisto (valmistajan kalibrointi 12/2014)
- Retrotec DM32 -paine-eromittari (valmistajan kalibrointi 12/2014)

Kalibrointitodistukset saa nähtäville niitä erikseen pyydettäessä.

2 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoitus on ainetta rikkomaton ja suuntaa antava menetelmä, jossa tutkitaan lattia-, katto- ja seinäpinnoilta ns. poikkeama-alueita. Korkeat pintakosteudenosoittimen lukemat saattavat viitata kosteuteen rakenteissa. Mittaus on rakenteita rikkomaton ja nopea, mutta myös virhealtis.

2.1 Tutkimusvälineet

Pintakosteusmittaukset rakenteiden pinnoilta suoritettiin Gann Hydrotest LG1, LG2 tai LG3 -pintakosteudenosoittimilla ja B50/LB70/LB71 -mittausantureilla.

2.2 Tulosten tulkinta

Pintakosteudenosoittimien näytössä esiintyvät lukuarvot ovat välillä 0…199. Betonirakenteissa normaali lukuarvo vaihtelee yleensä välillä 50…90. Havaintojen tulokset ovat suuntaa antavia vertailuarvoja, jotka riippuvat rakenteen kosteuspitoisuuden lisäksi myös materiaaleista ja niiden kerrospaksuuksista. Tutkittavan alueen pintakosteuslukemia tulisi aina siksi verrata mahdollisuuksien mukaan ns. referenssialueeseen, jossa rakenteet ovat samanlaisia kuin tutkittavalla alueella. Mittalaite mittaa kosteuspitoisuutta koko mittaussyvyydeltä, eikä sen perusteella voida eritellä kosteuspitoisuutta eri syvyyksillä. Pelkän pintakosteudenosoittimen lukemien perusteella ei tule tehdä päätöksiä purkutöistä, vaan rakennekosteusepäilyt tulee tarvittaessa tarkistaa luotettavammalla tutkimusmenetelmällä, esim. rakennekosteus- tai viiltomittauksella.

2.3 Epävarmuustarkastelu

Pintakosteudenosoittimella voidaan paikoittain saada vertailuarvoista poikkeavia tuloksia, jotka saattavat johtua esim. rakenteellisesta poikkeamasta, metallia sisältävästä tasoitteesta, raudoitteesta, kaapeleista, ym. Virhettä mittaukseen voi aiheuttaa mittapään asennon vaihtelu suhteessa mitattavaan pintaan sekä mittaajan kosketus mitta-anturiin. Mittapäätä ei myöskään saa viedä n. 5 cm lähemmäksi nurkkaa, jolloin anturi mittaa sähkönjohtavuutta kahdesta eri pinnasta. Tutkimusmenetelmän käyttö edellyttää harjaantumista ja kykyä tulkita pintakosteudenosoittimen lukemia. Mittalaitteella voidaan melko nopeasti tutkia laajoja alueita ja havaita siellä olevia mahdollisia poikkeamia. Kelluvilla lattiapinnoitteilla, kuten laminaatilla, mittaus ei ole luotettava.

3 Rakennekosteusmittaukset

3.1 Porareikämittaus

Mittaustavalla voidaan selvittää tutkittavan rakenneosan kosteussisältöä ja -profiilia.

3.1.1 Mittauksen suoritus

Betonirakenteeseen porataan tyypillisesti 16 mm mittareikä halutulle syvyydelle, joka puhdistetaan, putkitetaan ja tiivistetään. Tämän jälkeen mittapiste jätetään tasaantumaan, jotta porauksesta syntynyt lämpö- ja kosteuspoikkeama tasaantuu. Tasaantumisessa kestää tyypillisesti 3 vuorokautta. Mittapäät voidaan asentaa putkiin joko heti putkituksen yhteydessä tai vasta tasaantumisajan jälkeen. Mittapäiden tulee antaa tasaantua putkiin asentamisen jälkeen vähintään tunti ennen niiden lukemista. Heti porauksen jälkeen mittausputkiin asennetut ja tiivistetyt mittapäät voidaan lukea 72 tunnin kuluttua. Lisätietoa mittauksesta löytyy RT-kortista 14-10984.

3.1.2 Tutkimusvälineet

Sisäilman ja rakenteisiin porattujen reikien suhteelliset kosteudet ja lämpötilat mitattiin Vaisala HM40 -mittalaitteella varustettuna HMP40S -mittapäällä. Porareiän putkituksessa käytettiin tiivisteellisiä mittausputkia ja tiivistyksessä vesihöyryntiivistä kittiä.

3.1.3 Tulosten tulkinta

Rakenteiden kosteussisältö on riippuvainen sisäilman lämpötilasta ja suhteellisesta kosteudesta. Rakenteissa voidaan todeta olevan normaalista poikkeavaa kosteutta, kun mitatun pisteen absoluuttinen kosteussisältö on lämpötilasta riippuen yli 14…18 g/m^3. Referenssimittauspistettä korkeammat rakennekosteudet voivat viitata rakenteissa olevasta normaalia korkeammasta kosteussisällöstä.

3.1.4 Epävarmuustarkastelu

Mittapään HMP40S mittaustarkkuus on ± 1,7 %, RH kun suhteellinen kosteus on < 90 %. Suhteellisen kosteuden ollessa > 90 % mittaustarkkuus on ± 2,5 % RH. Menetelmän suurimmat epätarkkuutta aiheuttavat tekijät ovat mittaustilanteessa suurimmasta pienimpään (suluissa epätarkkuustekijän suuruusluokka, RH-yksikköä): Rakenteen ja yläpuolisen ilman välinen lämpötilaero (± 15), oikea mittaussyvyys (± 10), rakenteen lämpötila epänormaali(± 10), mittausreiän putkitus (0…-15), mittapään tasaantumisaika (0…-15), mittausreiän puhdistus (-4…10), odotusaika porauksesta (0…10), mittapäätyyppi (-10…0), mittapään käytön määrä ja mittauskohteet (± 5), mittausputken tiivistys (0…-7), kalibroinnin ja

tarkistuksen tarkkuus (± 3), aika edellisestä kalibroinnista (0…-3). Mittaus on tarkimmillaan, kun rakenteen lämpötila on välillä +15…+25 °C. Tarkkoihin mittaustuloksiin pääseminen edellyttää säännöllistä tutkimuslaitteiston huoltoa, mutta erityistä huolellisuutta ja ammattitaitoa mittaustilanteessa ja sen ennakoinnissa. Mukana mittauksessa tulisi olla aina myös referenssimittaus oletetulta kuivalta alueelta, jotta saatuja mittaustuloksia voidaan verrata keskenään. Mittauksessa tulee noudattaa RT-kortin 14-10984 ohjeita.

3.2 Viiltomittaus

Mittauksella tutkitaan lattiapinnoitteen, kuten muovimaton alapuoliseen liimapintaan kohdistuva kosteusrasitusta. Mittauksessa pinnoitteeseen tehdään viilto ja sitä irrotetaan hieman esim. taltalla. Viillon kautta pieni mittapää työnnetään pinnoitteen alle. Tämän jälkeen lattiapinnoitteen viiltokohta tiivistetään vesihöyrytiiviillä kitillä. Mittapään tasaantumisaika on n. 20 minuuttia. Lisätietoa mittauksesta löytyy RT-kortista 14-10984.

3.2.1 Tutkimusvälineet

Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila ja lattiapinnoitteen alle tehdyt suhteellisen kosteuden mittaukset tehtiin Vaisala HMI41 -mittalaitteella ja HMP42 mittapäällä.

3.2.2 Tulosten tulkinta

Mittausten tarkoituksena on selvittää, ylittyykö lattiapinnoitteen alla useimpien mattoliimojen kriittisenä pidettävä suhteellisen kosteuden arvo, joka on 85 %. Suhteellinen kosteus lattiapäällysteen alla liimatilassa ei saa pitkäksi aikaa nousta yli tämän arvon. Vanhemmissa lattiapinnoitemateriaaleissa suhteellisen kosteuden arvo lattiapinnoitteen alla olisi suositeltavaa olla alle 75 %, jotta voitaisiin olla varmoja liiman ja pinnoitteen kunnosta.

Lattiapinnoitteen viiltomittauksessa on hyödyllistä tehdä myös aistinvaraiset tarkastelut: Kun lattiapinnoitetta avataan mittapäätä varten, tulee tehdä havaintoja liiman tartunnasta, koostumuksesta, väristä ja hajusta. Mittaushetkellä kosteutta ei välttämättä enää ole, mutta viitteet siitä yleensä säilyvät.

3.2.3 Epävarmuustarkastelu

Mittapään HMP42 mittaustarkkuus on ± 2 % RH kun suhteellinen kosteus on < 90 %. Suhteellisen kosteuden ollessa > 90% mittaustarkkuus on ± 3 % RH. Mittausmenetelmällä on suositeltavaa tehdä riittävän monta mittauspistettä. Tällöin saadaan kattavasti rajattua alueet, joilla on poikkeavaa kosteuspitoisuutta. Referenssimittaukset ovat olennainen osa mittausta, joilla selvitetään rakenteen ns. normaalitila. Mittausmenetelmää voidaan pitää tarkkana.

4 Rakenneavaukset

Rakenneavauksia tehdään rakennetyyppien selvittämiseksi ja rakenteen kunnon tarkistamiseksi. Samassa yhteydessä rakenteille voidaan tehdä kosteusmittauksia ja tarpeen mukaan ottaa materiaalinäytteitä haitta-aine- tai mikrobianalyysiä varten.

4.1 Yleistä

Kattavan rakenteellisen kuntotutkimuksen yksi perustehtävä on rakenneavaukset. Avauksia tarvitaan, jotta rakenteen tiiveyttä, kosteusfysikaalista toimintaa, kuntoa ja toteutustapaa voidaan tutkia kattavasti.

Yleensä rakenneavauksilla tutkitaan myös mahdollisten mikrobivaurioiden laajuutta ja vakavuutta. Rakennusmateriaalin mikrobivaurioista on kerrottu lisää kohdassa materiaalien mikrobianalyysit.

4.2 Kalusto

Rakenneavaukset betonirakenteisiin tehdään pääsääntöisesti ø8…28 mm iskuporakoneella ja ø52…100 mm timanttiporakoneella (kuivaporaus). Levyrakenteiden rakenneavaukset tehdään käsityökaluin, monitoimityökalulla tai reikäsahalla. Isommat rakenneavaukset betonirakenteisiin teetetään tarvittaessa ulkopuolisella toimijalla.

4.3 Tulosten tulkinta

Rakenneavausten yhteydessä materiaalien vaurioita voidaan arvioida aistinvaraisesti tai rakennekosteusmittauksin, mutta rakenteen vaurioitumisesta saadaan varmuus materiaalinäytteen mikrobianalyysillä. Rakenneavauksen yhteydessä selvitetään rakenteen mahdollisia ilmavuotoreittejä sisäilmaan, joka on olennainen osa rakenteen mikrobivaurion vaikutuksesta sisäilman laatuun.

4.4 Epävarmuustarkastelu

Rakenneavausten sijainti ja lukumäärä on olennainen osa tutkimuksen kattavuutta ja luotettavuutta. Rakenteelliset poikkeamat saattavat aiheuttaa väärän tulkinnan mahdollisten vaurioiden laajuudesta tai rakenteiden toteutustavasta. Joskus vanhat rakenteet on korjattu vain osittain, joka voi vaikeuttaa rakenteiden toteutustavan selvittämistä, mutta vaikeuttaa myös vaurioiden paikallistamista ja niiden laajuuden selvittämistä.

5 Rakenteiden tiiveyskoe (merkkiainetutkimus)

Merkkiainetutkimus on ulkoseinä-, alapohja-, yläpohja- ja välipohjarakenteiden tiiveyden tutkimista. Merkkiainetutkimusten avulla selvitetään rakenteiden ilmatiiveyttä sekä rakenteissa mahdollisesti olevien epäpuhtauksien tai radonin kulkeutumisreittejä sisätiloihin. Merkkiainetutkimuksella voidaan tutkia rakenteiden tiiveyttä eri tavoitetasoilla. Lisätietoa tutkimuksesta löytyy RT-kortista 14-11197.

5.1 Mittauksen suoritus

Tutkittavaan tilaan pyritään saamaan n.10 Pa alipaine tutkittavaan rakenteeseen nähden. Alipaineen luomiseksi tilaan voidaan asentaa ovipuhallinlaitteisto, joka ylläpitää tavoiteltua paine-eroa automaattisesti tutkittavaan rakenteeseen nähden. Alipainetta voidaan luoda myös muilla erillisillä alipaineistuspuhaltimilla tai rakennuksen omilla ilmanvaihtolaitteistoilla. Paine-eroa seurataan lisäksi erillisellä paine-eromittarilla.

Kaasunsyöttöpiste- ja paine-eromittauspisteet tiivistetään vesihöyrytiiviillä kitillä ja niiden ja kaasunsyöttölaitteiston tiiveys tarkistetaan ennen tutkimusta. Merkkiainetutkimuksessa merkkiainekaasua johdetaan tutkittavan rakenteen sisään ja merkkiaineen kulkeutumista sisäilmaan tutkitaan rakenneliittymien ja läpivientien kautta kaasuanalysaattorin avulla. Vuotopisteet ja -alueet merkitään, valokuvataan ja kirjataan ylös.

5.2 Tutkimusvälineet

Merkkiainekaasuna käytettiin Formier 5 -seoskaasua, jossa on 5 % vetyä ja 95 % typpeä ja on siten tiheydeltään ilmaa vastaava seos. Merkkiainekaasua syötettiin kaasupulloon liitetyllä virtaussäätimellä,

jolla kaasun syöttömäärää voidaan säätää. Merkkiainevuotojen tutkimiseen käytettiin Inficon Sensistor XRS 9012 -merkkiaineanalysaattoria. Merkkiainelaiteanalysaattorin herkkyyttä voidaan säätää tasoille 1-10. Tutkimus suoritettiin pääsääntöisesti herkkyysasetuksella 5, mutta tarkemmassa paikallistamisessa tarvittaessa herkemmällä asetuksella. Paine-ero toteutettiin Retrotec-ovipuhallinlaitteistolla ja paine-eromittarilla DM32 (jos ovipuhallinlaitteistoa käytettiin). Lisäksi paine-eroa seurattiin Testo 435-4 -yhdistelmämittarilla tai Testo 512 paine-eromittarilla.

5.3 Tulosten tulkinta

Vuotojen tulkinta on melko yksiselitteistä, mutta tutkimuksessa on otettava huomioon useita rakenteellisia seikkoja ja epävarmuutta aiheuttavia tekijöitä. Katso tarkemmin kohta epävarmuustarkastelu.

5.4 Epävarmuustarkastelu

Merkkiainekaasun syöttömäärällä on suuri vaikutus tuloksiin. Liian pienellä kaasumäärällä merkkiainetta ei ole rakenteessa riittävästi, eivätkä isotkaan rakenteelliset ilmavuodot tule esille. Vastaavasti liian suurella kaasumäärällä pienetkin vuodot korostuvat tarpeettomasti. Olennainen osa tutkimusta on sopiva ja jatkuva paine-ero tutkittavaan rakenteeseen nähden. Paine-eroa tulee seurata aktiivisesti koko tutkimuksen ajan, jotta voidaan olla varmoja alipaineistuksen toimivuudesta tutkittavalla alueella. Tutkittavat rakenteet on oltava tiedossa tutkimusta tehdessä, jotta merkkiainetta voidaan syöttää oikeisiin kohtiin. Kaasunsyöttöpisteiden määrä on myös oltava riittävä rakenteeseen nähden, jotta kaikki vuotopaikat saadaan näkyville.

Vety pystyy tunkeutumaan joidenkin materiaalien läpi (merkkiaine saattaa läpäistä maalaamattoman kipsilevyn tai rapatun tiilimuurauksen, mutta jo pinnan maalaus pysäyttää kaasun etenemisen), mikä pitää tulkinnassa huomioida. Tunkeutuvuus materiaalien läpi on merkkiaineelle hyvä ominaisuus, jos tavoitteena on ehkäistä mikrobien aineenvaihduntatuotteiden pääsy sisäilmaan.

On tyypillistä, että rakenteiden tiivistystoimenpiteiden jälkeen tehtävässä merkkiainekokeessa pienemmät vuodot korostuvat, kun ilmavuotoreittien määrä on pienentynyt.

Testo monitoimimittauslaitteen 435-4 paine-eron mittausvirhe on ± 1 %, kun mitattu paine-ero on alle 200 Pa.

Retrotec-ovipuhallinlaitteiston puhaltimen ilmoittaman ilmamäärän tarkkuus on ± 5 %. Ovipuhallinlaitteiston paine-erosäätimen DM32-4A tarkkuus on ± 1 % tai ± 0,25 Pa (joista suurempi on määräävä).

6 Pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimukset

6.1 Pinnoille laskeutuneen pölyn mineraalikuitujen laskenta

Tutkimusmenetelmällä selvitetään, esiintyykö tasopinnoille laskeutuvassa pölyssä poikkeavia pitoisuuksia teollisia mineraalivillakuituja.

6.1.1 Näytteenotto

Tilojen sisäilman kuitupitoisuutta selvitetään harvoin siivotuilta pinnoilta sekä 14 vuorokauden laskeumasta. Tutkittavaan huoneeseen asennetaan puhdistettu levypinta tai puhdistetaan taso ja rajataan se teipein. Tutkimuspisteen ei tulisi sijaita poisto- tai tuloilmapäätelaitteiden läheisyydessä, eikä ikkunalaudalla tai hyllyvälissä. Tutkimus ei estä tilojen normaalia käyttöä, mutta laskeumalevyn peittämistä ja kirjojen, tekstiilien ym. aiheuttamaa pölyämistä tiloissa tulee välttää.

6.1.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Tutkitusta tilasta otetaan geeliteippinäyte harvoin siivotulta pinnalta laskeumalevyn asennuksen yhteydessä ja/tai 2 viikon laskeuma-ajan jälkeen tasopinnalta. Harvoin siivotulta pinnalta (ei tiedossa olevaa laskeuma-aikaa) ei voida tehdä yksiselitteistä raja-arvoihin perustuvaa tulkintaa, mutta voidaan tehdä tulkintoja mahdollisista epäpuhtauslähteistä, kun myös tuloilmakanavista otetaan näytteitä. Analyysitulokset ilmoitetaan kuitujen lukumääränä pinta-alaa kohden (kuitua/cm^2). Synteettiset epäorgaaniset kuidut eivät todennäköisesti aiheuta ongelmia, jos kuitupitoisuudet säännöllisesti siivotuilla pinnoilla (pöydät ym.) ovat alle 0,2 kuitua/cm^2 (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa III, 8/2016). Harvoin siivotuilla pinnoilla kuitupitoisuuden tulisi olla alle 3 kpl/cm^2. Jos kuitujen lukumäärät harvoin siivotuilla pinnoilla ovat yli 10 kpl/cm^2, tulee siivousta tehostaa tai muuttaa menetelmiä (Työterveyslaitos). Tarkemmat tutkimusmenetelmät on esitetty laboratorion analyysivastauksessa.

7 Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus

7.1 Aistienvarainen puhtauden tarkistus

Arvioidaan tuloilmakanavien puhtautta aistinvaraisesti. Puhtautta arvioidaan kanavaan kertyneen pölyjäämän mukaisesti. Vanhoissa kanavissa on tyypillisesti vaikeasti puhdistettavaa pinttynyttä likajäämää, joka ei poistu edes ilmanvaihtokanaviston puhdistuksessa. Suorakaidekanavissa (ns. kanttikanavat) pölyä jää tyypillisesti puhdistuksenkin jälkeen kanavan reuna-alueille.

7.2 Tuloilmakanavien sisäpintojen pölyn mineraalikuitujen laskenta

Tutkimuksella selvitetään, toimiiko tuloilmajärjestelmä kuitulähteenä. Tutkimuksessa otetaan näyte geeliteipillä tuloilmakanavan pinnalta, josta lasketaan kuitupitoisuus. Tavoitteena on selvittää, esiintyykö tuloilmakanavien sisäpinnoilla poikkeavia pitoisuuksia teollisia mineraalikuituja. Ilmanvaihtojärjestelmän teollisten mineraalikuitujen lähteitä arvioitiin tuloilmakanavan sisäpinnoille kertyneestä pölystä. Menetelmäkuvaukset on esitetty liitteenä olevassa analyysivastauksessa

Ilmanvaihtokanavan teollisten mineraalikuitujen pitoisuus on keskimäärin 10-30 kuitua/cm² (Työterveyslaitos). Ilmanvaihtokanavan kuitupitoisuuden suositusarvot perustuvat tekniseen puhtauteen (Työterveyslaitos). Virallisia viitearvoja tuloilmakanavien mineraalikuitumäärille ei ole olemassa. Tuloilmakanavien sisäpintojen mineraalikuitunäytteet tutkittiin polarisaatiomikroskoopin avulla.

Tarkemmat tutkimusmenetelmät esitetään laboratorion analyysivastauksessa.

7.3 Tuloilmakanavien sisäpinnoilla olevan pölyn koostumus/ laatu

Tutkimusmenetelmällä voidaan selvittää sisältääkö tuloilmakanavan pöly poikkeavia pitoisuuksia esim. teollisia mineraalikuituja, kiviainespölyä, siitepölyä, rakennusmateriaalipölyä, metallihiukkasia, asbestikuituja ja homeitiöitä.

Pölynäyte otetaan tuloilmakanavan sisäpinnalta. Minigrip-pussi käännetään pussi nurin päin, jolla pyyhitään tuloilmakanavan sisäpintoja. Näytteenotossa tulee huolehtia, ettei pussi rikkoudu esim. terävään reunaan. Tämän jälkeen pussi käännetään ja suljetaan.

Tuloilmakanavien sisäpintojen pölynäytteet tutkittiin stereo- ja/tai pyyhkäisyelektronimikroskoopilla. Hiukkasista raportoidaan vähintään mineraalivillakuidut, homeitiöt, rakennusmateriaaliperäiset hiukkaset sekä muu mahdollinen poikkeavuus ja tavanomainen huonepöly. Mineraalivillakuitujen määräarvio ilmoitetaan painoprosentteina (p -%) kerätystä näytteestä. Mahdolliset asbestikuidut raportoidaan laadullisesti (ympäristöopas 2016).

Tulosten tulkinnassa on huomioitava, että tulos on pölyn laadullinen arviointi (semikvantitatiivinen), jolla voidaan selvittää tuloilmakanavan ja huonetilan pölyjen ja kuitujen mahdollista lähdettä.

Tarkemmat tutkimusmenetelmät esitetään laboratorion analyysivastauksessa.

8 Pitkäaikaiset paine-eromittaukset

Paine-eromittauksella voidaan arvioida ilmanvaihdon toimivuutta ja sen vaikutusta rakennuksen paine-eroihin tilakohtaisesti. Mittauksella voidaan myös arvioida mahdollisten epäpuhtauksien siirtymistä rakenteista sisäilmaan.

8.1 Tutkimusvälineet

Sisäilman seurantamittaukset suoritetaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden (Dwyer Magnesence ja Produal -paine-eronäytöt ja Tinytag TGPR-0704 -paine-erologgeri sekä Beck-anturi ja Tinytag TGC 0046 -paine-erologgeri) avulla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on ± 1 % (±50Pa).

8.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Rakennuksen ja ulkoilman välillä mitattuihin painesuhteisiin vaikuttavat rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä, rakennuksen sisälle lämpötilaeroista muodostuva paine-ero (savupiippuvaikutus) ja tutkimushetkellä vallinneet tuuliolosuhteet.

Vuonna 2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen (545/2015) soveltamisohjeen mukaan: *Jos rakennuksen alipaineisuus on yli 15 Pascalia (Pa), niin alipaineisuuden syy tulee selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa. Tällä vähennetään vuotoilmavirtauksia ja niiden mukana kulkeutuvia epäpuhtauksia.*

Jos rakennus on ylipaineinen ulkoilmaan nähden ilmanvaihdon toiminnasta johtuen, tulee ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa. Hetkellinen ylipaineisuus on mahdollista tuuliolosuhteista tai rakennuksen geometriasta johtuen, eikä vaadi korjaustoimenpiteitä.

Asumisterveysoppaan (Aurola R. ja Välikylä T., 2009) mukaan tilat, joissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, olisi suositeltavaa olla 0…-2 Pascalia alipaineisia ulkoilmaan nähden. Kokemusperäisesti voidaan todeta, että rakennus, jossa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, olisi suositeltavaa olla 0…-5 Pascalia alipaineinen ulkoilmaan nähden, jolloin rakenteista ei tapahdu merkittäviä ilmavuotoja sisäilmaan päin.

9 Sisäilman lämpötila

9.1 Tutkimusvälineet

Sisäilman lämpötilan seurantamittaukset suoritetaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden (Tinytag TGU-4500, TV-4500 ja TV-4505) avulla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on lämpötila-alueella 0 °C…50 °C ± 0,35…0,5 °C.

9.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan lämpötilojen toimenpiderajat ovat seuraavat:

- Lämmityskaudella asuinhuoneistoissa lämpötilan tulisi olla yli +18 °C ja alle +26 °C. Lämmityskauden ulkopuolella asuinhuoneiston lämpötilan tulisi olla yli +18 °C ja alle +32 °C

- Lämmityskaudella palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa huoneilman lämpötilan tulisi olla yli + 20 °C ja alle +26 °C.

- Lämmityskauden ulkopuolella lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja muissa vastaavissa tiloissa lämpötilan tulisi olla yli + 20 °C ja alle +32 °C

- Lämmityskauden ulkopuolella palvelutaloissa, vanhainkodeissa ja muissa vastaavissa tiloissa lämpötilan tulisi olla yli +20 °C ja alle +30 °C

Suomen säädöskokoelman (1009/2017) mukaan uuden rakennuksen suunniteltu huonelämpötila tulee olla lämmityskaudella 21 °C, mutta voi vaihdella välillä 20-25 °C ja lämmityskauden ulkopuolella välillä 20-27 °C. Rakennuksen huonelämpötilan on oltava suunniteltuna käyttöaikana viihtyisä, eivätkä ilman liike, lämpötilasäteily, lämpötilan vaihtelu, lämpötilaerot ja pintalämpötilat saa sitä heikentää.

Sisäilmastoluokitus 2018:n mukaan sisäilman operatiivisen lämpötilan tavoitearvot ovat seuraavat:

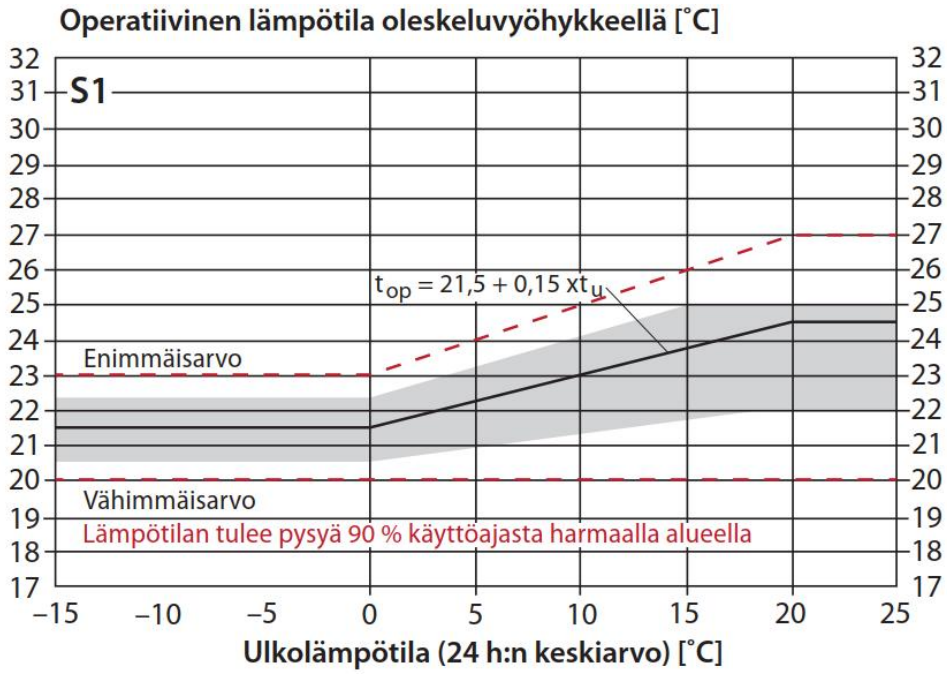
	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila t_{op} [°C]			21
$t_u \leq 0$ °C	21,5 [1)]	21,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$21,5 + 0,15 \times t_u$ [1)]	$21,5 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	24,5 [1)]	25,5	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama ylöspäin			
$t_u \leq 0$ °C	< 22,5	< 23	
$0 < t_u \leq 15$ °C	$< 22,5 + 0,166 \times t_u$	$< 23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °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)]
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} ±1,5 °C. Jos samassa huoneessa on useita henkilöitä, käytetään lämpötilan tavoitetasona taulukossa esitettyjä tavoitearvoja.
[2)] Suluissa asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat.

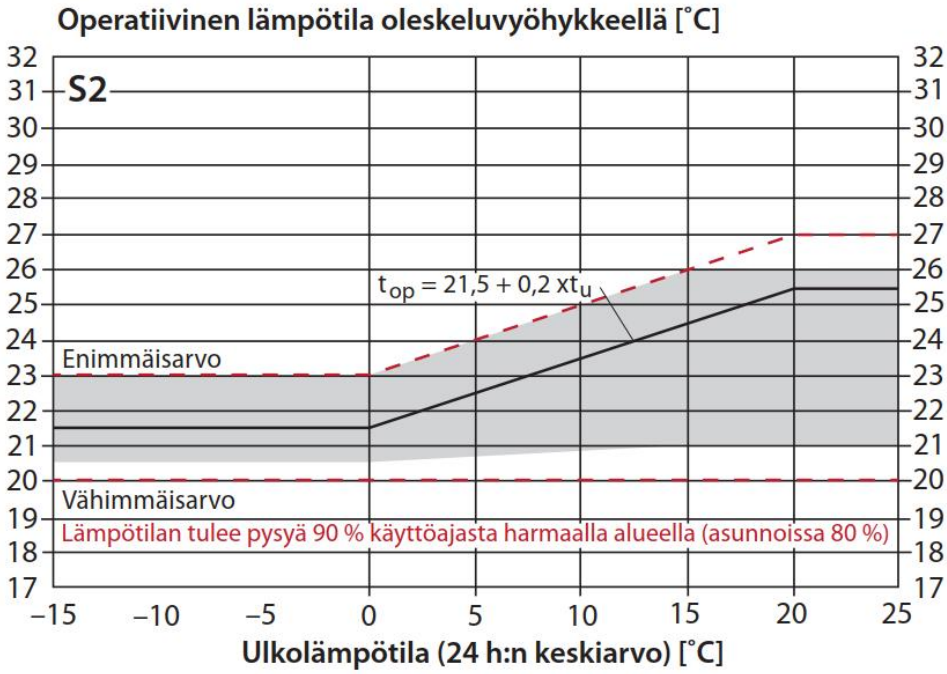
Taulukko 1. Sisäilmastoluokituksen 2018 operatiivisen lämpötilan tavoitearvot eri sisäilmastoluokissa.

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. 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 tarkasteltuna käyttöaikana) alittaa vähimmäis- tai ylittää enimmäisarvoja.

Operatiivinen lämpötila mitataan esimerkiksi nestepatsaslämpömittarilla 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 laskemalla se ilman ja pintojen lämpötiloista tai mittaamalla esimerkiksi pallolämpömittarilla standardin SFS EN 12599 mukaisesti.



Kuva 1
S1-luokan tavoitelämpötila-arvot. Tummennettu alue kuvaa tavoitearvoaluetta.



Kuva 2
S2-luokan tavoitelämpötila-arvot. Tummennettu alue kuvaa tavoitearvoaluetta.

10 Sisäilman suhteellinen kosteus

10.1 Tutkimusvälineet

Sisäilman seurantamittaukset suoritetaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden (Tinytag TGU-4500, TV-4500 ja TV-4505) avulla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on ± 3 %RH, kun lämpötila on 25 °C.

10.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Huoneilman kosteus ei saa pitkäkestoisesti olla niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvuston riskiä (Sosiaali- ja terveysministeriö, Asumisterveysasetus 545/2015). Tarkkoja sisäilman suhteellisen kosteuden vaihteluvälin raja-arvoja ei ole asetettu. Huoneilman suhteellisen kosteuden suositeltavana vaihteluvälinä on pidetty 20 – 60%. Tähän vaikuttaa kuitenkin ilmastolliset tekijät, eikä se aina ole saavutettavissa. Talviaikaan kovalla pakkasella sisäilman suhteellinen kosteus saattaa yleensä tippua melko matalalle. Jos sisäilma on erityisen kuivaa (< 20 %) pidemmän ajan, käyttäjät voivat tuntea sen epämiellyttäväksi. Alhaisella huoneilman kosteudella on todettu olevan yhteyttä hengitystieoireisiin.

Sisäilman suhteellista kosteutta tulisi tarkastella kosteuslisänä ulkoilman vallitsevaan kosteuspitoisuuteen verrattuna, tarkasteltaessa kosteuden vaikutusta rakenteisiin. Mikäli kosteuslisä on suurempi kuin 3-4 g/m³, mikrobikasvun riski rakenteissa ja sen pinnoilla lisääntyy (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016).

11 Sisäilman hiilidioksidi

11.1 Tutkimusvälineet

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset suoritetaan jatkuvatoimisten mittalaitteiden (Tinytag TGE-0010) avulla. Käytetyn mittalaitteen mittaustarkkuus on ± 50 ppm.

11.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on suurempi kuin 2100 mg/m³ (1150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. (Sosiaali- ja terveysministeriö, Asumisterveysasetus 545/2015). Ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden yleisenä arvona voidaan pitää 400 ppm. 1550 ppm pitoisuuden ylittyessä huoneilmassa, toimenpiderajan voidaan katsoa ylittyvän.

Sisäilmastoluokitus 2018:n mukaan hiilidioksidipitoisuuden tavoitearvot ovat eri sisäilmastoluokissa seuraavat, kun ulkoilman hiilidioksiditasona pidetään 400 ppm*:

S1 < 750 ppm
S2 < 950 ppm
S3 < 1200 ppm

*Hiilidioksidipitoisuustavoite koskee ihmisperäistä hiilidioksidia. Olosuhteiden pysyvyyttä tarkastellaan yhden tunnin liukuvan keskiarvon avulla.

Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on riippuvainen sijainnista ja vuodenajasta. Talviaikaan hiilidioksidipitoisuus on kesäaikaan nähden hieman korkeampi, kun kasvillisuus on lumen peitossa. Kaupunkialueella ja liikennöidyillä alueilla hiilidioksidipitoisuus on myös tyypillisesti korkeampi.

Hiilidioksidin suuri pitoisuus sisäilmassa on yleensä viite tilan riittämättömästä ilmanvaihdosta ja voi aiheuttaa tilan käyttäjälle väsymystä, päänsärkyä ja työskentelytehon huononemista.

12 Materiaalien mikrobianalyysit

Tutkimuksella selvitetään, onko tutkitun rakenteen materiaalinäytteissä poikkeavaa mikrobikasvustoa.

12.1 Materiaalinäytteenotto

Materiaalinäytteet kerätään suljettaviin muovipusseihin. Materiaalinäytteidenottoon käytetyt välineet puhdistetaan ennen jokaista näytteenottoa aseptisesti.

12.2 Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä

Suoraviljelymenetelmän tulokset ilmoitetaan käyttäen + -asteikkoa seuraavasti:

- = ei mikrobeja

+ = 1-19 pesäkettä (niukasti mikrobeja)

++ = 20-49 pesäkettä (kohtalaisesti mikrobeja)

+++ = 50-199 pesäkettä (runsaasti mikrobeja)

++++ ≥ 200 pesäkettä (erittäin runsaasti mikrobeja)

Yllä mainittua asteikkoa käytetään sekä mikrobien kokonaismäärän, että tunnistettujen mikrobien määrän arvioimiseen. Jos homeiden ja hiivojen ja aktinomykeettien kokonaismäärät ovat pieniä (-/+/++), lasketaan ja ilmoitetaan kosteusvaurioindikaattorien pesäkemäärä.

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun suoraviljelyllä materiaalinäytteessä havaitaan elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinomykeettejä runsaasti (+++/++++).

Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon silloin, kun mikrobeja on kohtalaisesti tai niukasti, mutta lajistossa on kosteusvaurioindikaattoreita.

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Valvira, 8/2016). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.