

Seitsemän veljeksen koulu, rakennus ”Kuntola”

Keskusraitti 1, 05200 Rajamäki

Sisäilma-, rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus
2.10.2019

Työnro 31 11346.17

RTA Saija Korpi
DI Eeva Jokinen
Rkm Timo Ekola



Tiivistelmä

Tutkimuksen kohteena on Nurmijärven Rajamäellä sijaitseva, vuonna 1986 valmistunut Seitsemän veljeksien koulun Kuntola-niminen rakennus. Rakennusta on laajennettu vuonna 1999. Koulurakennus on yksikerroksinen, pääosin tiiliverhoitu ja pulpettikattoinen rakennus, joka on varustettu koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdoilla. Lämmitysmuotona on kaukolämpö.

Rakennuksessa on koettu sisäilman laatuun liittyviä oireita ja tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakenteiden kuntoa ja kosteusteknistä tilannetta sekä sisäilman laatuun vaikuttavia häiritseviä tekijöitä. Työn toimeksiantajana on Nurmijärven kunta (Tilakeskus) ja yhteyshenkilönä kohteessa on toiminut Mika Laakso.

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

Tutkimusten perusteella merkittävimpänä sisäilman laatuun heikentävästi vaikuttavana tekijänä voidaan pitää alkuperäisen rakennuksen ulkoseinäeristeisiin muodostuneita mikrobivaurioita ja kyseisistä seinärakenteista erilaisten liittymien kautta tapahtuvia ilmapuotoja sisäilmaan päin. Lisäksi alkuperäisen rakennuksen vanha liikuntasalin ulkoseinä rakenne on jätetty laajennuksen yhteydessä väliseinä-rakenteeksi. Kyseisessä seinärakenteessa todettiin mikrobivaurioita ja suora ilmayhteys eristetilasta sisäilmaan liikuntasaliin johtavien ovien kohdalla.

Laajennusosan maanvaraisten lattioiden muovimattopinnoitteista ja/ tai niiden alapuolisista kiinnitysliimoista emittoituu viitearvot ylittäviä poikkeavia pitoisuuksia VOC- yhdisteitä (2-etyyli-1-heksanoli), mikä viittaa lattiapinnoitteen ja/tai sen kiinnitysliiman vaurioitumiseen. Maanvaraiset betoniset alapohjarakenteet ovat pääosin kosteusteknisesti toimivia.

Painesuhdemittausten perusteella sisätilat ovat pääosin alipaineisia ulkoilman nähden, jolloin korvausilman sekoittumista seinä-, lattia- ja yläpohjaliittymärakenteiden kautta huonetiloihin päin tapahtuu jatkuvasti. Ilmanvaihtojärjestelmässä havaittiin painesuhdemittausten perusteella epätasapainoa erityisesti laajennusosan fysiikka- kemia ja musiikkiluokan osalla. Epätasapainossa oleva ilmanvaihtojärjestelmä voi aiheuttaa sisäilman laatuun liitettyjä oirekokemuksia.

Merkittävimmät rakenteelliset korjaustoimenpiteet kohdistuvat vanhan osan ulkoseinä-rakenteisiin ja väli-sieniäksi jääneiden liikuntahallin vanhoihin ulkoseinä-rakenteisiin. Laajennusosalla korjaukset kohdistuvat lattiapinnoitteiden paikallisiin tutkimuksiin.

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

Seitsemän veljeksen koulu, rakennus ”Kuntola”

SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleistiedot	5
1.1	Tutkimuskohde	5
1.2	Tilaaaja.....	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	Tilaaajan luovuttamat lähtötiedot	8
3.2	Tutkimuksen aikana saadut tiedot	8
3.3	Tiedossa oleva korjaushistoria.....	8
4	Tutkimusmenetelmät ja käytetyt tutkimuslaboratoriot.....	8
5	Rakenneteknisten tutkimusten tulokset	9
5.1	Piha-alueet, sadevesi- ja salaojajärjestelmät.....	9
5.1.1	Sijainti ja rakenne.....	9
5.1.2	Havainnot.....	11
5.1.1	Johtopäätökset.....	12
5.1.2	Toimenpide-ehdotukset	12
5.2	Perustukset	13
5.2.1	Sijainti ja rakenne.....	13
5.2.2	Havainnot.....	13
5.2.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	14
5.3	Alapohjarakenteet	14
5.3.1	Sijainti ja rakenne.....	14
5.3.2	Havainnot.....	16
5.3.3	Kosteusmittaukset.....	18
5.3.4	VOC-emissionäytteet (BULK)	18
5.3.5	Mikrobianalyysit	20
5.3.6	Johtopäätökset.....	20
5.3.7	Toimenpide-ehdotukset	20
5.4	Julkisivut; ulkoseinät, ikkunat ja ovet	21
5.4.1	Sijainti ja rakenne.....	21
5.4.2	Havainnot.....	22
5.4.3	Mikrobianalyysit	27
5.4.4	Merkitseminen.....	29
5.4.5	Johtopäätökset.....	30
5.4.6	Toimenpide-ehdotukset	30
5.5	Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet	30
5.5.1	Sijainti ja rakenne.....	30
5.5.2	Havainnot.....	30
5.5.3	Mikrobianalyysit	32

5.5.4	Johtopäätökset.....	33
5.5.5	Toimenpide-ehdotukset	33
5.6	Yläpohjat ja vesikatot	33
5.6.1	Sijainti ja rakenne.....	33
5.6.2	Havainnot.....	34
5.6.3	Johtopäätökset.....	37
5.6.4	Toimenpide-ehdotukset	37
5.7	Muut havainnot.....	37
5.7.1	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	39
6	Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimusten tulokset	39
6.1	Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus.....	39
6.2	Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus	39
6.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	40
7	Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset.....	40
7.1	Paine-ero.....	40
7.1.1	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	41
7.2	Hiilidioksidipitoisuus	41
7.2.1	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	41
7.3	Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus.....	41
7.3.1	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	42
7.4	Teolliset mineraalikulut ja pölyt	43
7.4.1	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	43
8	Altistumisolosuhteiden arviointi.....	43
9	Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä	44
9.1	Johtopäätökset.....	44
9.2	Suosittelavat jatkotoimenpiteet	44
9.3	Käytönaikaista toimintaa turvaavat toimenpiteet.....	45
9.4	Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa	45
10	Päiväys ja allekirjoitukset.....	46

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: Seitsemän veljeksien koulu, rakennus ”Kuntola”
Osoite: Keskusraitti 1, 05200 Rajamäki

Tehtävä: Sisäilma-, rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus

Työnumero: 31 11346.17

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: Jyrki Lühr
Puhelin: 040 317 4173
Sähköposti: jyrki.lihr@nurmijarvi.fi

1.3 Vastuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat

Nimi: A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Osoite: Puutarhakatu 10, 33210 Tampere
Sähköposti: etunimi.sukunimi@ains.fi

Vastuhenkilö: 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 suorittivat Nurmijärven kunnan oma henkilökunta.

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

1.5 Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää tutkittavien tilojen nykyistä sisäilman laatua, rakenteiden kosteusteknistä kuntoa ja toteutustapaa ja sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä. Tutkimus koski Seitsemän veljeksien koulun Kuntola nimistä rakennusta.

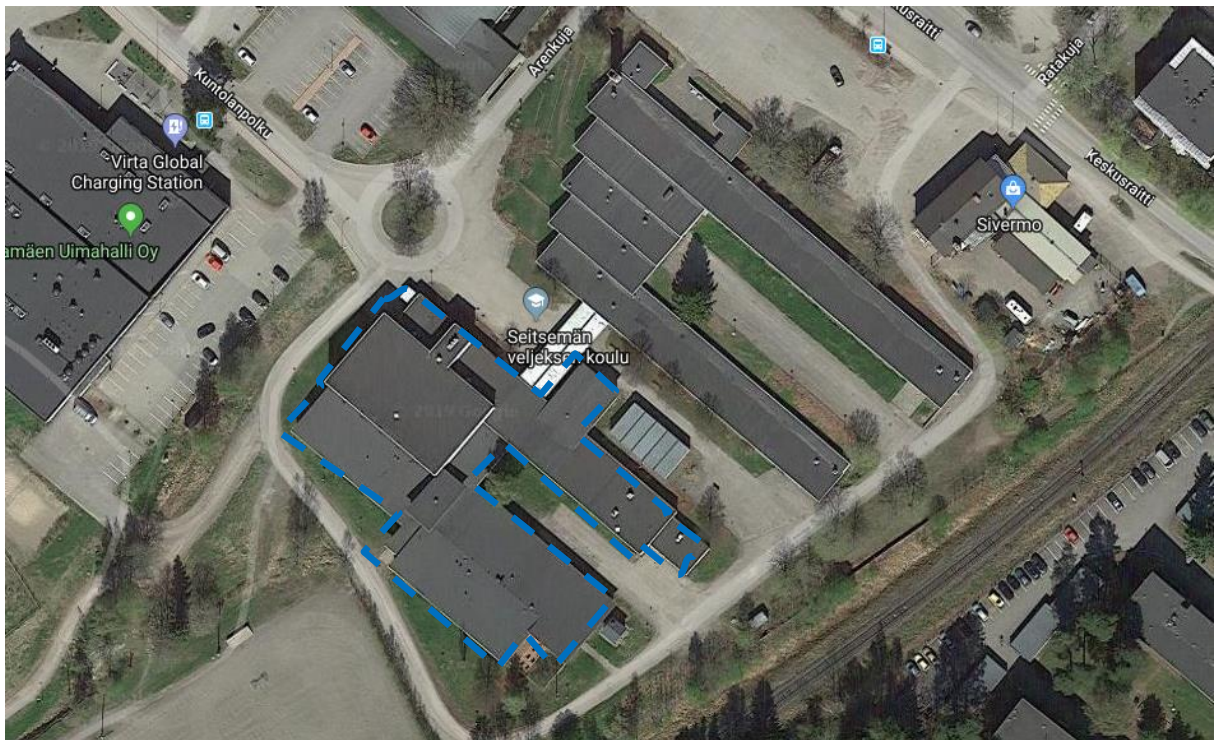
1.6 Tutkimuksen ajankohta

Tutkimukset suoritettiin 23.5.2019 ja 27.06.2019 välisenä aikana.

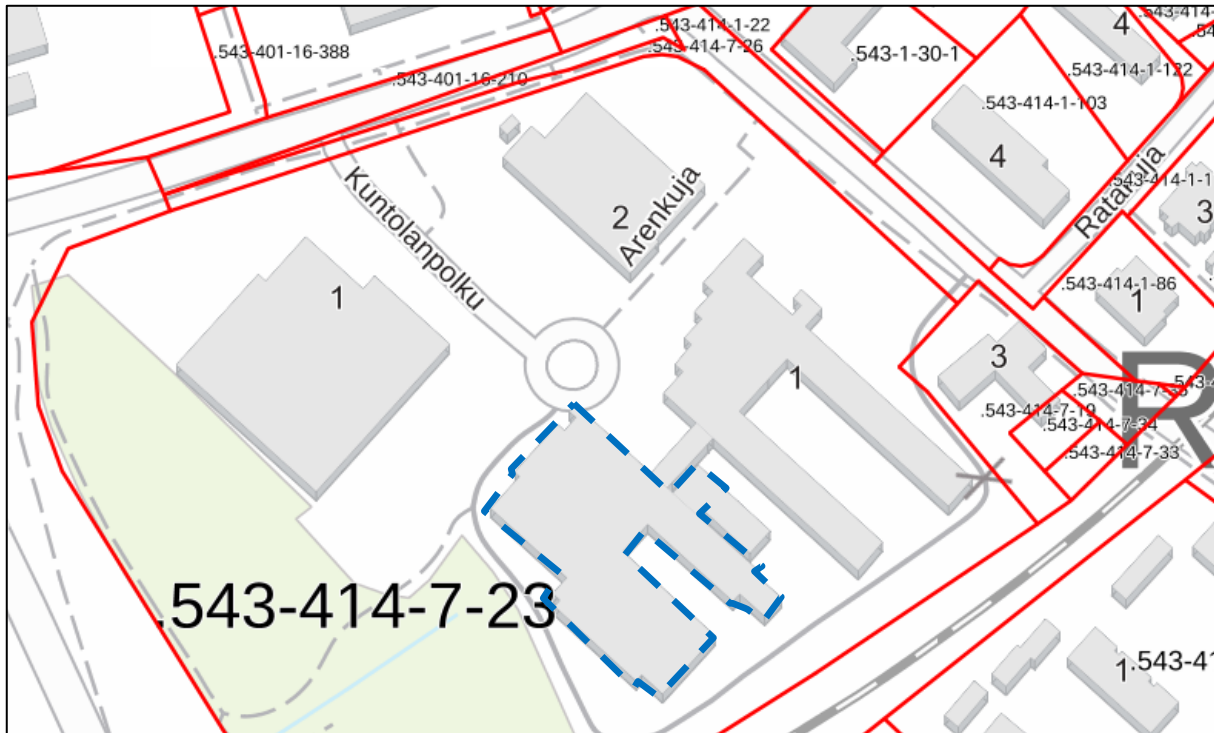
2 Kohteen yleiskuvaus

Rakennus Kuntola on alunperin valmistunut vuonna 1986. Rakennukseen on tuolloin kuulunut liikuntasali aputiloiheen ja keittiö-/ruokailutilat aputiloiheen. Rakennuksen laajennus ja saneeraus on valmistunut vuonna 1999-2000 (kuva 3).

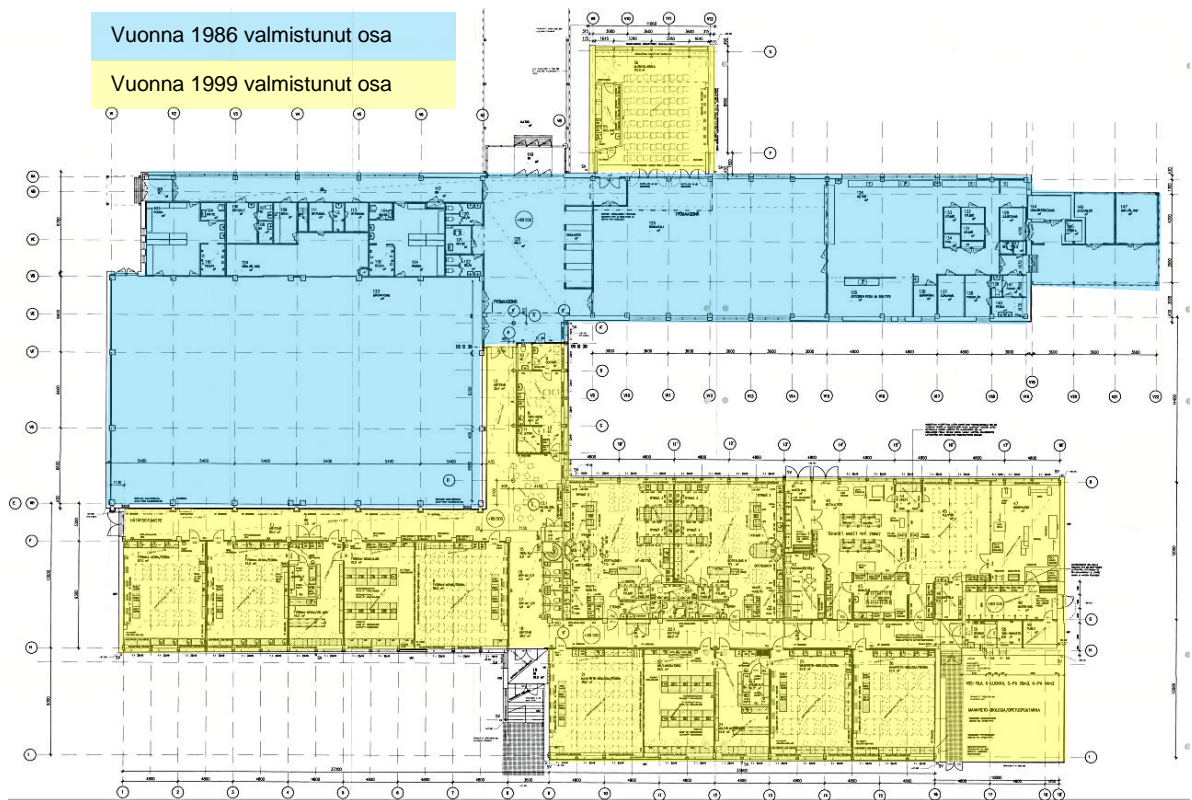
Pääasiallinen rakennusmateriaali	Betoni, tiili, puu
Rakennusvuosi	1986
Laajennus	1999
Kerros-luku	1
Kerrosala	3 444 m ²
Tilavuus	16 360 m ³
Perustamistapa	Teräsbetonianturat
Vesikatto	Pulpettikatto, bitumikermikate
Ilmanvaihtojärjestelmät	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto LTO:illa
Lämmitysjärjestelmät	Kaukolämmitys



Kuva 1
Tutkittava rakennus rajattuna (Lähde: Google Maps)



Kuva 2
 Tutkittava rakennus rajattuna (Lähde: Paikkatietoikkuna)



Kuva 3
 Rakennuksen pohjapiirustus. Rakentamisvaiheet v. 1986 ja v.1999

3 Lähtötiedot

3.1 Tilaajan luovuttamat lähtötiedot

Vuoden 1998 laajennuksen osalta rakennepiirustuksia, Insinööritoimisto Kimmo Kaitila Oy:

- Rakennetyypit
- VSS:n leikkaukset
- Vesikaton leikkauspiirustuksia
- Salaojapiirustus
- Salaojapiirustus, viranomaistarkastusmerkintöineen
- Salaojapiirustus, tarkekorot
- Runkoleikkauspiirustuksia
- Pohjapiirustus
- Perustusleikkauspiirustuksia
- Musiikkiluokan runkoleikkaukset
- Höyrynsulun liittyminen muihin rakenteisiin
- Alapohja, mittapiirustus

3.2 Tutkimuksen aikana saadut tiedot

Henkilökunnalta saatujen tietojen mukaan oireilua on koettu erityisesti fysiikka-kemia 1 -luokkatilassa sekä maantieto-biologia 23 luokassa.

3.3 Tiedossa oleva korjaushistoria

Rakennuksen korjaushistoriasta ei ollut tietoja saatavilla.

4 Tutkimusmenetelmät ja käytetyt tutkimuslaboratoriot

Tässä tutkimuksessa on käytetty seuraavia tutkimusmenetelmiä

- Pintakosteuskartoitus (lattiapinnat ja ulko- ja väliseinien alaosat)
- Viiltomittaus (alapohjarakenne, yhteensä 14 kpl)
- Rakenneavaukset (ulkoseinät, väliseinät, alapohja)
- Materiaalinäytteiden mikrobianalyysi (34 kpl)
- Rakenteiden tiiveyskoe (merkkiainetutkimus, ulkoseinärakenne liittymiseen)
- Pinnoille laskeutuneen pölyn tutkimukset
 - Pölyn mineraalikuittujen laskenta 14 vrk (6 kpl)
- Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus
 - Aistienvaarainen puhtauden tarkistus
- Pitkäaikaiset paine-eromittaukset
 - Sisätilan ja ulkoilman välinen paine-ero yhteensä kahdeksasta eri huonetilasta
- Pitkäaikaiset lämpötilan, suhteellisen kosteuden ja hiilidioksidin seurantamittaukset neljästä eri huonetilasta
- Lattiapinnoitteiden ja betonin VOC-emissionäytteet (BULK) (6 kpl)

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

Rakennus sijaitsee loivalla rinnetontilla, jossa maanpinta laskee loivasti etelään päin. Pääsisäänkäynnin puoleisella rakennuksen pohjoisseinustalla maanpinta on tasainen rakennuksen vierustalla, eikä varsinaisia kallistuksia poispäin rakennuksesta ole tehty. Lisäksi pohjoispuolen seinustoilla kasvaa suuria pensaita, jotka lisäävät ulkoseinään kohdistuvaa kosteusrasitusta. Rakennuksen eteläpuolella maanpinnan kallistukset ovat rinteen mukaisesti poispäin rakennuksesta. Rakennuksen ympärillä olevat alueet ovat pääosin nurmi- tai asfalttipintaisia. Viereiselle hiekkakentälle johtava pihatie on sorapäällysteinen.



Kuva 4
Rakennuksen pohjoispuolella maanpinta on tasainen. Piha on asfaltoitu.



Kuva 5
Rakennuksen eteläpuolella maanpinta viettää rinteen mukaisesti rakennuksesta poispäin.

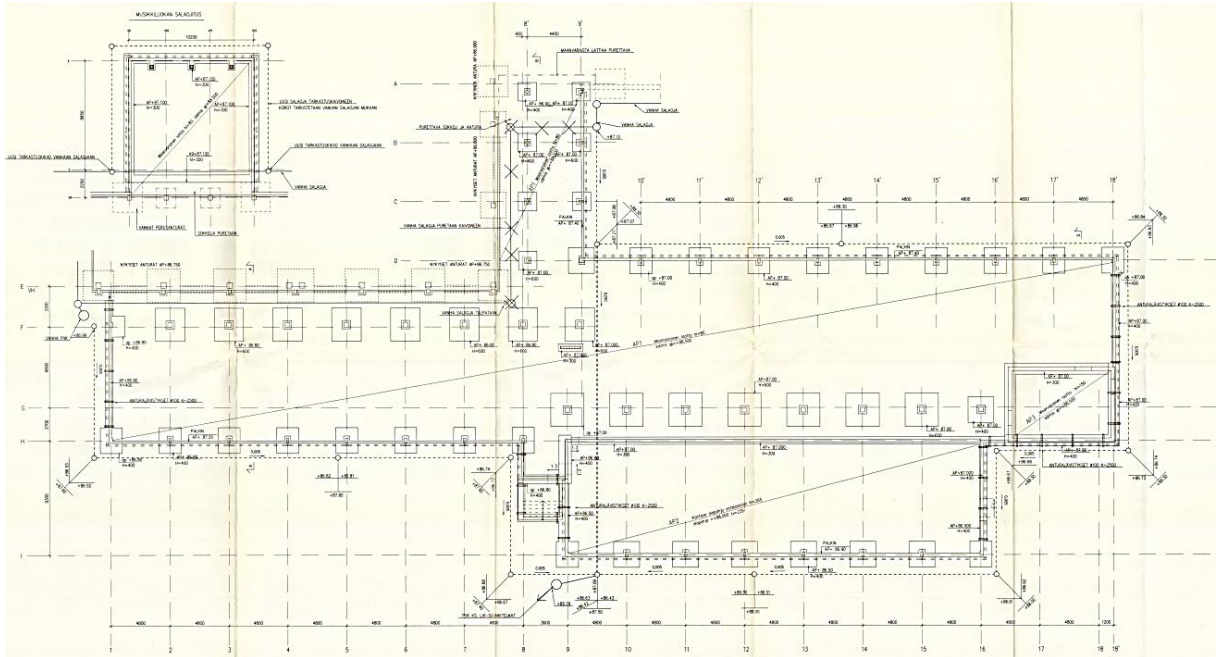


Kuva 6
Yleiskuvaa keittiön ja kotitalousluokkien välisestä piha-alueesta.

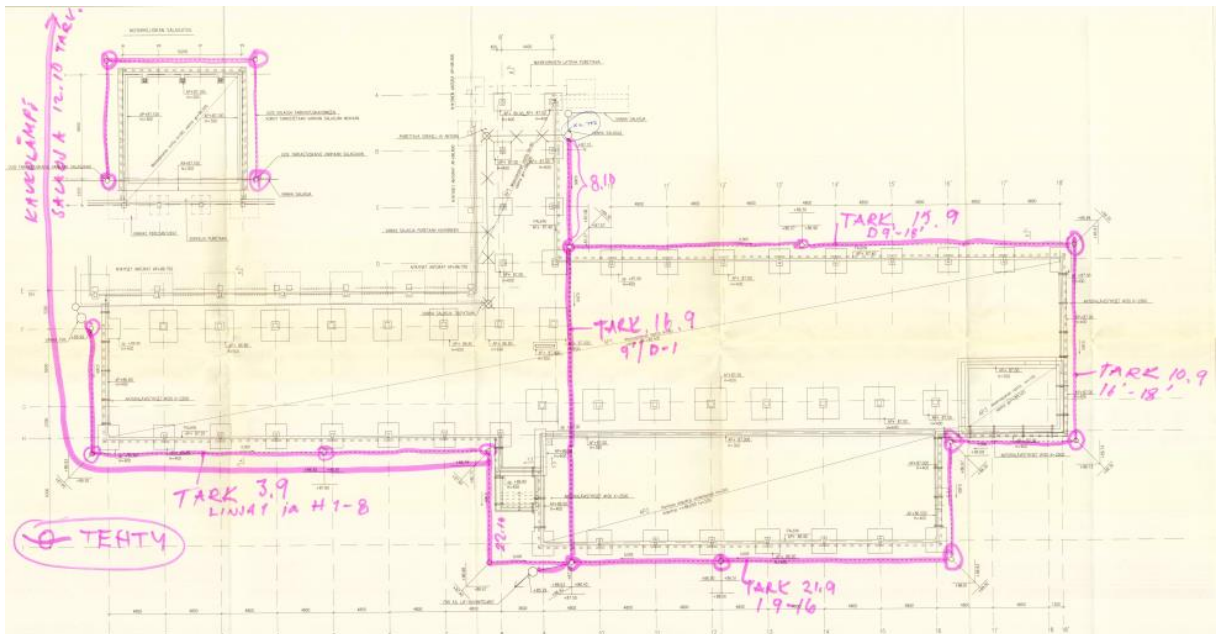


Kuva 7
Rakennuksen pohjoispuolella ulkoseinänvierustalla on kasvillisuutta, jotka lisäävät ulkoseinään kohdistuvaa kosteusrasitusta.

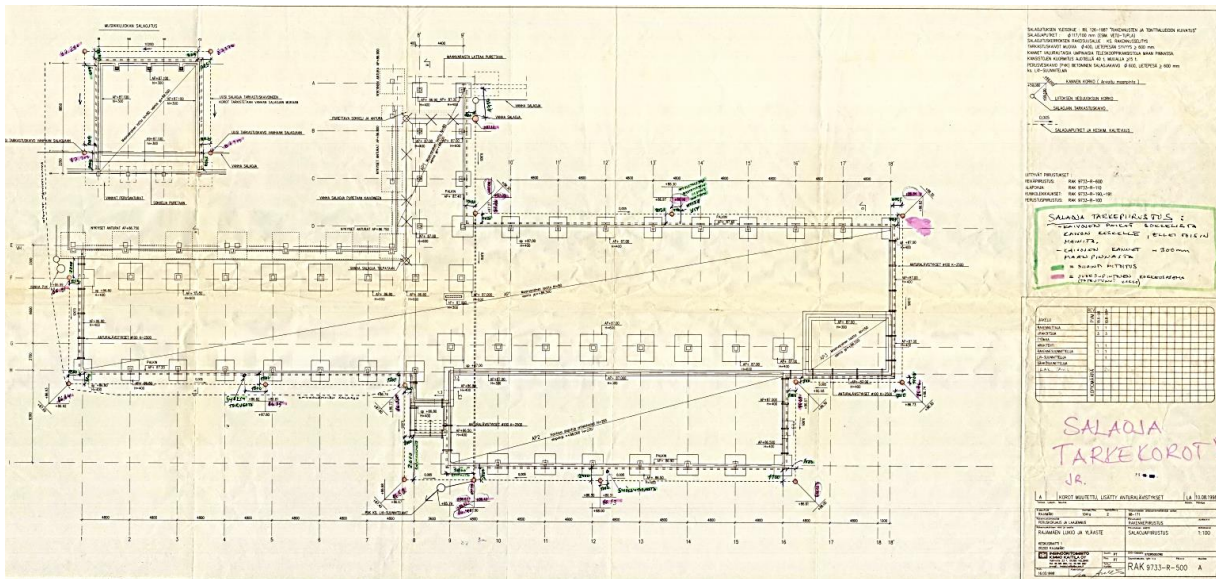
Rakennuksen ympärillä olevat piha-alueen (sadevesi-) ja salaojajärjestelmät on esitetty LVI-piirustuksessa vuodelta 1998.



Kuva 8
Alkuperäinen rakennepiirustus, salaojajärjestelmä.



Kuva 9
Salaojapiirustus, työ-/tarkastusmerkintöjä (piirustus kaupungin arkistomateriaalista).



Kuva 10

Salaojapiirustus, työ-/ tarkastusmerkitöjä. Salaojien toteutuneet tarkekorot (piirustus kaupungin arkitomateriaalista).

5.1.2 Havainnot

Piha-alueiden pintavedet on asfaltti- ja sora-alueilla ohjattu sadevesikaivoihin. Kattovedet ohjataan niinkään sadevesijärjestelmään rännikaivojen kautta. Kattovesien ohjaus syöksytorviin ja edelleen rännikaivoihin on osittain toteutettu puutteellisesti. Musiikkiluokan ja pääsisääntulon välisessä syvennyksessä kattovedet valuvat räystäskourusta yli kastellen seinärakennetta. Musiikkiluokan ja ruokalan välisessä kulmauksessa syöksytorvesta on todennäköisesti roiskunut vettä seinärakenteisiin, sillä seinässä on havaittavissa kosteusjälkiä.

Alkuperäisten rakennepiirustusten mukaan rakennuksen ympärille on asennettu salaojajärjestelmä. Rakennuksen ympärillä olevia salaojakaivoja havaittiin. Salaojien kokonaisvaltaista olemassaoloa tai toimintaa ei tutkimuksen yhteydessä voitu todentaa.



Kuva 11

Kattovedet on johdettu syöksytorvista rännikaivoihin.



Kuva 12

Kattovedet on ohjattu rännikaivoihin.



Kuva 13
Musiikkiluokan ja pääsisäänkäynnissä räystäs-kourun kallistuksissa on puutteita, suoraan räystäältä tippuva vesi pääsee kastelemaan seinärakenteita.



Kuva 14
Musiikkiluokan ja ruokalan välisessä kulmauksessa syöksytorstista on päässyt roiskumaan vettä myös sokkeli – ja seinäpinnalle.



Kuva 15
Asfaltoidulla alueella pintavedet on johdettu ritaläkaivoihin.



Kuva 16
Sora-alueella pintavedet on johdettu ritaläkaivoihin.

5.1.1 Johtopäätökset

Rakennuksen pintavedet ja kattovedet on johdettu pääosin sadevesijärjestelmään. Rakennuksen perustuksiin ja ulkoseinärakenteisiin kohdistuu yksittäisissä kohdissa kosteusrasitusta rännikaivoista tai räystäkourusta roiskuvista kattovesistä.

5.1.2 Toimenpide-ehdotukset

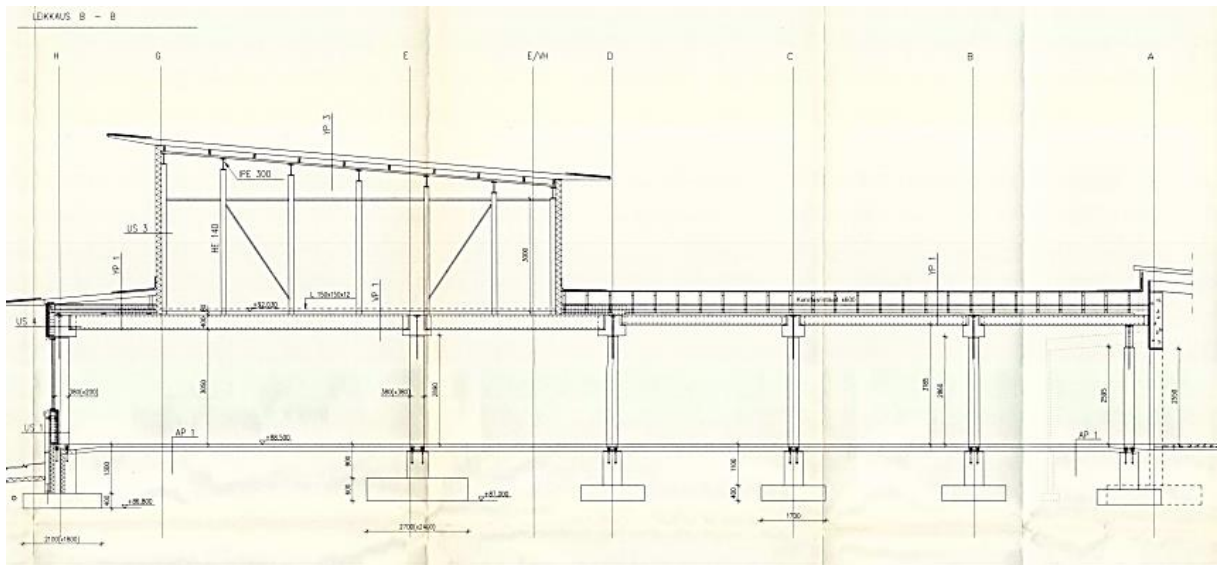
Yksittäiset puutteet kattovesien ohjauksissa tulee korjata. Salaojajärjestelmän kunto suositellaan varmistettavaksi huuhtelulla ja salaojakuvauksella. Salaojajärjestelmä tulee huuhdella säännöllisesti.

Kasvillisuus suositellaan poistettavaksi ulkoseinien vierustoilta ulkoseinärakenteen ulkoseinään kohdistuvan kosteusrasituksen pienentämiseksi.

5.2 Perustukset

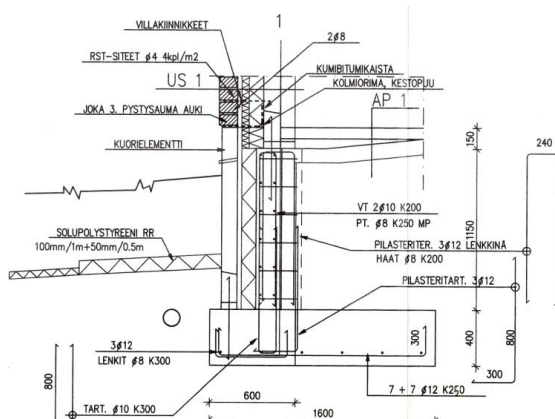
5.2.1 Sijainti ja rakenne

Käytössä oli alkuperäiset rakennepiirustukset laajennuksen osalta vuodelta 1989. Kyseisten rakennepiirustusten perusteella rakennus on perustettu maanvaraisten jatkuvien teräsbetonianturoiden varaan. Sokkeliosuus on teräsbetonia ja sokkelihalkaisuna on käytetty EPS-eristystä koko rakennuksessa. Alkuperäisissä rakennepiirustuksissa ei ole esitetty sokkelin vedeneristettä. Perustuspiirustukset ja pääasiallisimmat rakenneleikkaukset on esitetty seuraavissa vuodelta 1989 olevissa piirustuksissa.



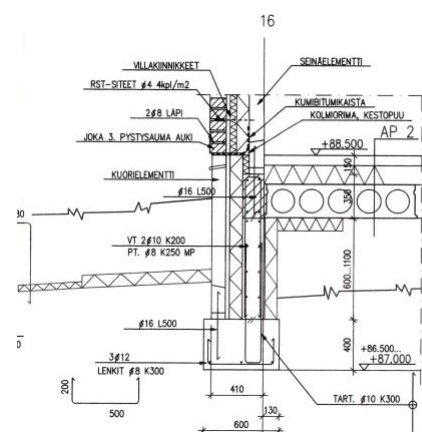
Kuva 17

Rakennus on perustettu teräsbetonianturoiden varaan. Alkuperäinen rakenneleikkauspiirustus.



Kuva 18

Perustusleikkaus maanvaraisen alapohjalaatan kohdalla.



Kuva 19

Perustusleikkaus ryömintätalillisen alapohjaraakenteen (ontelolaatta) kohdalla.

5.2.2 Havainnot

Sokkelirakenteiden ulkopinnoilla ei havaittu erillistä veden- tai kosteudeneristystä.

Paikan päällä tehtyjen havaintojen mukaan rakennuksen alkuperäisellä osuudella (keittiö, ruokala, liikuntasali) sokkelirakenne on toteutettu paikallavaluna. Laajennusosalla näkyvä sokkeli on toteutettu

suunnitelma-asiakirjojen mukaan kuorielementteinä. Sokkelin elementtisaumat ovat ikääntyneet ja niissä esiintyy halkeilua.

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



Kuva 20
Sokkelin elementtisaumat ovat halkeilleet.

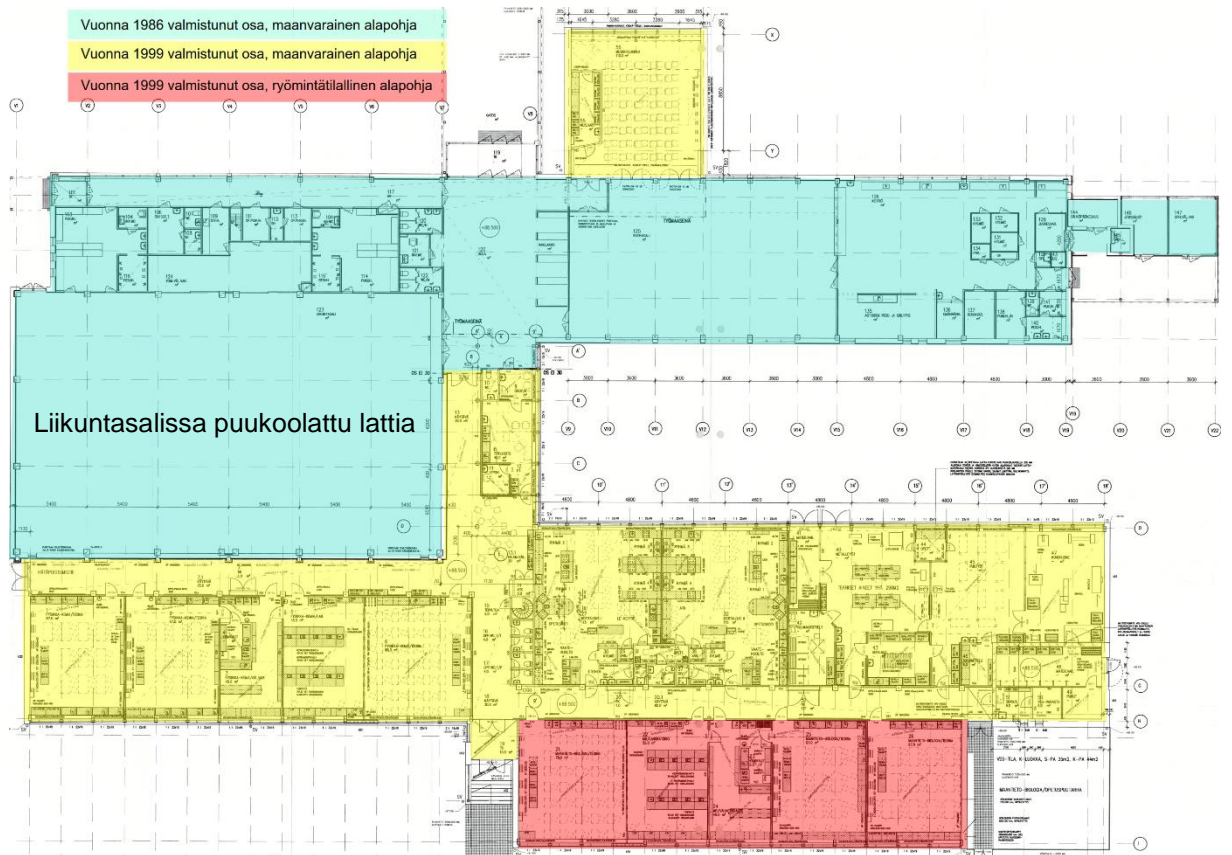
5.2.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Sokkelielementtien elastisten elementtisaumojen uusiminen.

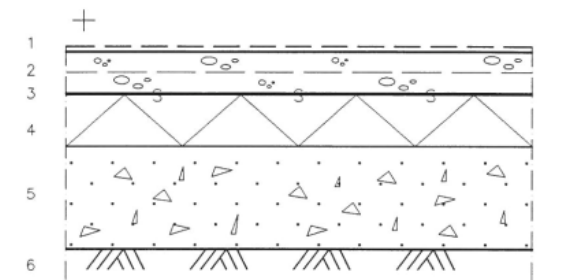
5.3 Alapohjarakenteet

5.3.1 Sijainti ja rakenne

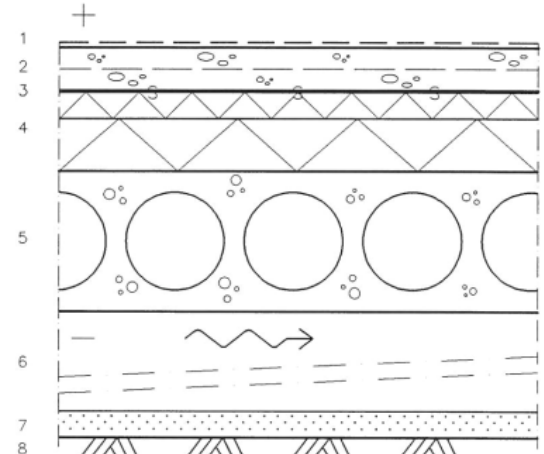
Saatujen lähtötietojen perusteella alapohjarakenteena on pääosin maanvarainen alapohjarakenne. Lisäksi rakennuksen eteläpuolella on ryömintätalallinen alapohjarakenne maantieto-biologia-luokkien kohdalla. Ryömintätalallinen alapohjarakenne on toteutettu ontelolaatoilla. Alapohjarakenteiden sijainnit on esitetty seuraavassa rakennepiirustuksessa.



Kuva 21
Rakennuksen alapohjarakenteet.



- 80 mm 1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Teräsbetoni-laatta BY 31 luokka A-4-30, rauditus: verkko 5-150 B 500 K
- 3 Suodatinkangas, käyttöluokka I
- 100 mm 4 Lämmöneriste, solupolystyreeni (tiheys $\geq 20 \text{ kg/m}^3$)
- $\geq 200 \text{ mm}$ 5 Koneellisesti tiivistetty salaojakerros, tiiviyys $\geq 90 \%$
- 6 Perusmaa, kallistus salaojiin 1:100



- 80 mm 1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
- 2 Teräsbetoni-laatta BY 31 luokka A-4-30 rauditus: verkko 5-150 B 500 K
- 3 Suodatinkangas, käyttöluokka I
- 150 mm 4 Lämmöneriste, solupolystyreeni 100 + 50 mm (tiheys $\geq 20 \text{ kg/m}^3$)
- 265 mm 5 Kantava rakenne, ontelolaatta rakennepiirustusten mukaan
- $\geq 400 \text{ mm}$ 6 Tuuletettu alustila
- $\geq 50 \text{ mm}$ 7 Karkea sora
- 8 Perusmaa, kallistus salaojiin $\geq 1:100$

Kuva 22
Rakennetyyppileikkaus v. 1998 suunnitelma-asiakirjoista, alapohjan perusrakenne.

Kuva 23
Rakennetyyppileikkaus v. 1998 suunnitelma-asiakirjoista, kantavan, ryömintätällisen alapohjan rakenne.

5.3.2 Havainnot

Alapohjarakennetta tarkasteltiin kahdessa tarkastuspisteessä, jossa alapohjarakenteen läpi porattiin 30 mm kokoinen reikä ja rakennekerrokset tarkastettiin. Tarkastuspisteet tehtiin musiikkiluokkaan 56 ja fysiikka-kemia 6 luokkaan. Lisäksi alapohjarakenne pystyttiin tarkastamaan ryömintätilaan johtavan luukun kautta. Liikuntasalissa lattiarakenteeseen tehtiin kaksi suurempaa rakenneavausta, joista toisesta tehtiin myös tarkastusporaus puukoolauksen alla olevaan betonilaattaan. Tarkastuspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa tunnuksilla AP1 – AP5.

Lattiapinnoitteena alkuperäisellä rakennuksen osuudella on käytetty pääosin vinyylilaatta tai tiililaattaa. Luokkatiloissa lattiapinnoitteena on muovimatto. Rakennuksen märkätiloissa lattiapinnoitteena on käytetty muovimattoa tai keraamista laattaa.

Tarkastetut alapohjarakenteet ovat musiikkiluokassa/fysiikka-kemia-luokassa seuraavat:

- lattiapinnoite
- betoni 60 mm
- EPS-eriste 150/100 mm
- karkea sora / hiekka

Musiikkiluokassa erikerroksen paksuus on suurempi ja maatäyttö on tehty karkearakeisella soralla. Fysiikka-kemia-luokassa EPS-eristeen vahvuus on pienempi ja maatäyttö on toteutettu hiekalla. Alkuperäisissä rakennesuunnitelmissa betonilaatan vahvuudeksi on esitetty 80 mm.

Ryömintätillaisella osuudella alapohjan rakenne on seuraava:

- lattiapinnoite
- betoni 70 mm
- EPS-eriste 150 mm
- ontelolaatta 270 mm
- ryömintätila 500...700 mm
- hiekka

Ryömintätila on eristetty alkuperäisten suunnitelmien mukaisesti EPS-eristeellä. Ryömintätillassa on myös poistoilmahuuhallin, jonka korvausilma on järjestetty sokkelissa olevien tuuletusaukkojen kautta.

Liikuntasaliin tehtiin kaksi alapohjan rakenneavausta, joista tarkasteltiin alapohjarakennetta:

- mosaiikkiparketti 7 mm
- lattiavaneri 25 mm
- koolaus + villa 45 mm
- koolaus + villa 45 mm
- koolaus + villa 65 mm
- bitumisively
- betoni 80 mm
- hiekka



Kuva 24
Yleiskuvaa ryömintätilasta. Ryömintätilan maapohja on hienojakoista hiekkaa. Ryömintätilassa ei ole havaittavissa ulkopuolista kosteusrasitusta tai ryömintätilaan ei ole ohjautunut pinta/valumavesiä.



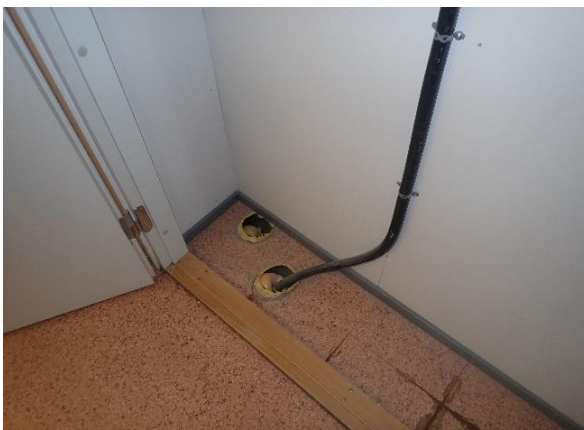
Kuva 25
Ryömintätilan läpivientien tulisi olla tiivistetty, muuten ilmuuodot ryömintätilasta sisäilmaan ovat mahdollisia.



Kuva 26
Ryömintätilassa on poistoilmavaihto, korvausilma ryömintätilaan johdetaan sokkeliin tehtyjen tuuletusaukkojen kautta.



Kuva 27
Ryömintätilan sokkelipinnat on lämmöneristetty EPS-eristeellä ryömintätilan puolelta.



Kuva 28
Sähkökaapeleiden läpiviennit on tiivistetty polyuretaanilla.



Kuva 29
Sähkökaapeleiden läpiviennit on tiivistetty polyuretaanilla.

5.3.3 Kosteusmittaukset

Alapohjarakenteille suoritettiin pintakosteuskartoitus, jossa havaittiin viitteitä kohonneesta kosteudesta lähinnä yksittäisillä paikallisilla alueilla. Kyseisiin kohtiin tehtiin muovimattopinnoitteen alapuoleisia viiltomittauksia, joissa suhteellisen kosteuden mittaustulokset vaihtelivat välillä 41...77 %RH. Pinnoitealustat ovat viiltomittauspisteissä kuivat. Korkeimmat mittaustulokset sijaitsivat vesipisteiden läheisyydessä. Viiltomittauksen sijainnit on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa ja kosteusmittaustulokset liitteessä 3 olevassa kosteusmittauspöytäkirjassa.

Viiltomittauksien lisäksi liikuntasalin eristeyksen suhteellista kosteutta mitattiin molemmissa rakennauspisteissä. Mittaustulokset olivat 45 %RH / 20,0 °C ja 48 %RH / 18,2 °C, jotka ovat normaalitasolla.

5.3.4 VOC-emissionäytteet (BULK)

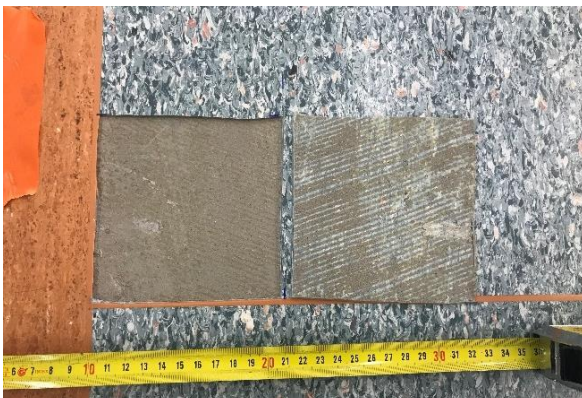
Muovimattojen alapuolista kuntoa tarkasteltiin myös aistinvaraisin menetelmin. Muovimattojen alla havaittiin epänormaalia hajua, jonka vuoksi lattiapinnoitteen kunnan varmistamiseksi otettiin yhteensä kuusi VOC-emissionäytettä eli niin kutsuttu BULK-näytettä. Näytteitä otettiin muovimattopinnoitteesta neljä kappaletta ja vinyylilaattapinnoitteesta kaksi kappaletta. Muovimattopinnoitteista otetut näytteet otettiin kohdasta, johon oli tehty myös viiltomittaus. Muovimattopinnoitetuissa kohdissa BULK 3, 4 ja 6 näytteenottokohdissa pinnoitteesta todettiin lievää kemikaalimaista hajua. Kuivin viiltomittauksen tulos mitattiin BULK2-näytteen kohdalla. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.



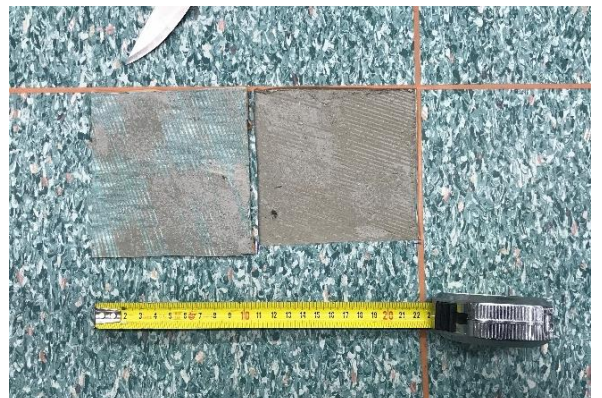
Kuva 30
Vinyylilaatan alapinnan kuntoa tarkasteltiin myös aistinvaraisesti (BULK 5).



Kuva 31
Vinyylilaatan alapinnan kuntoa tarkasteltiin myös aistinvaraisesti (BULK1), ruokas.125.



Kuva 32
Muovimattojen alapinnan kuntoa tarkasteltiin aistinvaraisesti (BULK3). Lattiapinnoitteesta todettiin lievää kemikaalimaista hajua.



Kuva 33
Muovimattojen alapinnan kuntoa tarkasteltiin aistinvaraisesti (BULK2). Lattiapinnoitteesta ei todettu poikkeavaa hajua.

Näytteet analysoitiin Mikrobioni Oy:n laboratoriossa Kuopiossa. Tarkemmat tiedot laboratorion käyttämästä tutkimusmenetelmästä esitetään laboratorion testausselesteessä liitteessä 4. Tutkimusmenetelmät ja viitearvot on esitetty liitteessä 5. TVOC-tuloksen mittausepävarmuus on ilman näytteenottoa 34 % ja yksittäisten, tolueeniekvivalenttina määritettyjen yhdisteiden mittausepävarmuus on yleisesti suurempi.

Saatuja tuloksia verrataan Työterveyslaitoksen asettamiin viitearvoihin. Viitearvot perustuvat Työterveyslaitoksen asiakas- ja seurantanäytteiden BULK-emissioihin (Lähde: <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf>). Emittoituvien päästöjen määrä kerrotaan yksikössä $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$. Muovimattojen osalta viitearvot riippuvat muovimatossa käytetystä pehmittimestä. Tulosten perusteella on oletettavaa, että pehmittiminä on käytetty di-etyyliheksyyliiftalaattia, jolloin viitearvot ovat seuraavan taulukon mukaiset. Samoja viitearvoja käytetään myös vinyylilaattojen kunnan arvioinnissa.

Taulukko 1

Työterveyslaitoksen esittämät viitearvot BULK-emissioista muovimatoille, kun pehmittiminä on käytetty di-etyyliheksyyliiftalaattia.

Muovimatto	
TVOC, $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$	200
2-Etyyli-1-heksanoli, $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$	70

Seuraavassa taulukossa on esitetty näytteiden VOC-emissiotulokset TVOC-kokonaispitoisuuden ja 2-etyyli-1-heksanolin osalta.

Taulukko 2

VOC-emissionäytteiden tulokset (viitearvot ylittävät tulokset lihavoitu).

	Tila	Materiaali	TVOC, $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$	2-Etyyli-1-heksanoli, $\mu\text{g}/(\text{m}^3\text{g})$
BULK1	Ruokasali 125	Vinyylilaatta + kiinnitysliima + tasoite	140	90
BULK2	Maantieto-biologia 26	Muovimatto + kiinnitysliima + tasoite	41	23
BULK3	Kotitalous 1, 27	Muovimatto + kiinnitysliima + tasoite	160	140
BULK4	Fysiikka-kemia 6	Muovimatto + kiinnitysliima + tasoite	190	150
BULK5	Käytävä 71	Vinyylilaatta + kiinnitysliima + tasoite	37	14
BULK6	Fysiikka-kemia 1	Muovimatto + kiinnitysliima + tasoite	130	92

Tuloksista voidaan havaita, että kokonais-VOC-määrä eli TVOC ei ylitä annettua viitearvoa yhdessäkään näytteessä. Sen sijaan 2-etyyli-1-heksanoli-pitoisuudet ylittävät viitearvot neljässä näytteessä. Mittausepävarmuus huomioiden myös näytteet BULK1, BULK3 JA BULK4 ylittävät viitearvot TVOC:n osalta.

Verrattaessa näytteiden tuloksia keskenään, voidaan havaita, että viiltomittauksessa kuivimmaksi todetussa kohdassa BULK2 näytteen pitoisuudet ovat selvästi alhaisemmat kuin muissa näytepisteissä. Tämä voi viitata korkeampaan kosteusrasitukseen muissa näytteenottokohdissa. Alapohjarakenteen kosteusteknisessä toimivuudessa ei todettu puutteita, joten kosteusrasitus on todennäköisesti rakennusaikaista kosteutta. Samoin kahden vinyylilaattanäytteen välillä on pitoisuuksissa selvä ero.

5.3.5 Mikrobianalyysit

Liikuntasalissa mineraalivillalla sisäpuolelta eristetyistä alapohjarakenteesta otettiin kaksi mikrobinäytettä. Mikrobinäytteiden näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa ja analyysivastaukset liitteessä 4. Molemmat näytteet otettiin liikuntasalin reuna-alueilta.

Taulukko 3

Alapohjan materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset

Näytenumero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
MN33	Liikuntasali 123	AP	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN34	Liikuntasali 123	AP	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon

Toisessa liikuntasalin alapohjaeristeestä otetussa näytteessä todettiin viite vauriosta. Näytteessä esiintyi mikrobeja kohtalaisesti ja lisäksi näytteessä todettiin yksittäisiä pesäkkeitä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

5.3.6 Johtopäätökset

Alapohjan rakenneselvitysten ja kosteusmittausten perusteella maanvaraiset betonilattia-alapohjarakenteet ovat kosteusteknisesti toimivia ja tutkimushetkellä lattioissa ei todettu merkittäviä kosteuspoikkeamia. Vinyylilaatoista ja muovimattopinnoitteista otetuissa VOC-emissionäytteissä TVOC- ja 2-etyyli-1-heksanoli-pitoisuudet ylittyivät osassa näytteistä, mikä viittaa lattiapinnoitteeseen ja sen kiinnitysliimaan kohdistuneeseen kosteusrasitukseen, joka on todennäköisesti aiheutunut rakentamisaikana liian kostealle alustalle liimatusta lattiapinnoitteesta. Ryömintätilaisella alapohjarakenteen alueella lattiapinnoitteen vaurioitumista ei yksittäisen BULK2 näytteen perusteella ole tapahtunut.

Puurakenteisen liikuntasalin kohdalla alapohjarakenteissa ei aistinvaraisin havainnoin todettu näkyviä vaurioita (rakennearvauspisteet, näyttämön reuna-alueet), näyteanalyysien perusteella eristeissä ei todettu merkittäviä mikrobivaurioita.

On epätavanomaista, että TVOC-pitoisuus koostuu pääosin kokonaan 2-etyyli-1-heksanolista. Korkea TVOC-pitoisuus ja 2-etyyli-1-heksanoli-pitoisuus voivat johtua monesta eri tekijästä tai niiden yhdistelystä. Lattiapinnoitteena käytetty muovimatto/vinyylilaatta voi itsessään olla VOC-päästöjen lähde tai niitä voi syntyä lattiapinnoitteen tai sen kiinnitysliiman vaurioitumisen johdosta. Vaurioituminen voi alkaa, mikäli muovimattopinnoitteen alapuolinen suhteellinen kosteus nousee riittävän korkealle. Yleisesti suuntaantavana raja-arvona pidetään 85 %RH:n kosteutta, mutta vaurioituminen riippuu myös kosteusaltistuksen kestosta sekä lattiatasoitteen/betonilaatan alkalisuudesta sekä itse muovimattopinnoitteesta ja sen kiinnitysliimasta. Kosteus voi olla rakennusaikaista kosteutta tai maaperästä nousevaa kosteutta. Vaurioituminen voi jatkua, vaikka suhteellinen kosteus laskisi alhaisemmaksi.

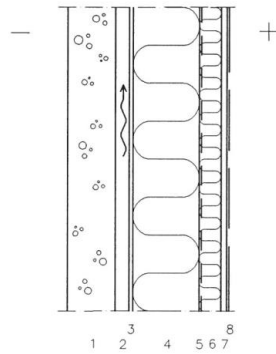
5.3.7 Toimenpide-ehdotukset

Lattiapinnoitteiden uusintoja suositellaan laajennusosan maanvaraisten muovimattopinnoitettujen lattioiden osalla (fysiikka-kemia luokat ja kotitalousluokat) sekä ruokasaliolosuhteissa.

5.4 Julkisivut; ulkoseinät, ikkunat ja ovet

5.4.1 Sijainti ja rakenne

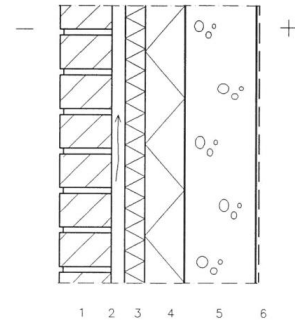
Alkuperäisestä rakennuksen osasta ei ollut käytettävissä rakennepiirustuksia. Laajennusosan ulkoseinärakenne päätyseinien ja ikkunaseinien osalta on esitetty seuraavissa kuvissa.



110 mm	1	Teräsbetonielementti
30 mm	2	Työvara
9 mm	3	Tuulensuoja kipsilevy
150 mm	4	Lämmöneriste, mineraalivilla ryhmä 01.045 kantava rakenne, pystyrunko 150x50 k600
0,2 mm	5	Höyrynsulku, polyeteenikalvo, saumat 200 mm limittäin
50 mm	4	Lämmöneriste, mineraalivilla ryhmä 01.045 vaakakoolaus 50x50 k600
	5	Kipsilevy
	6	Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Kuva 34

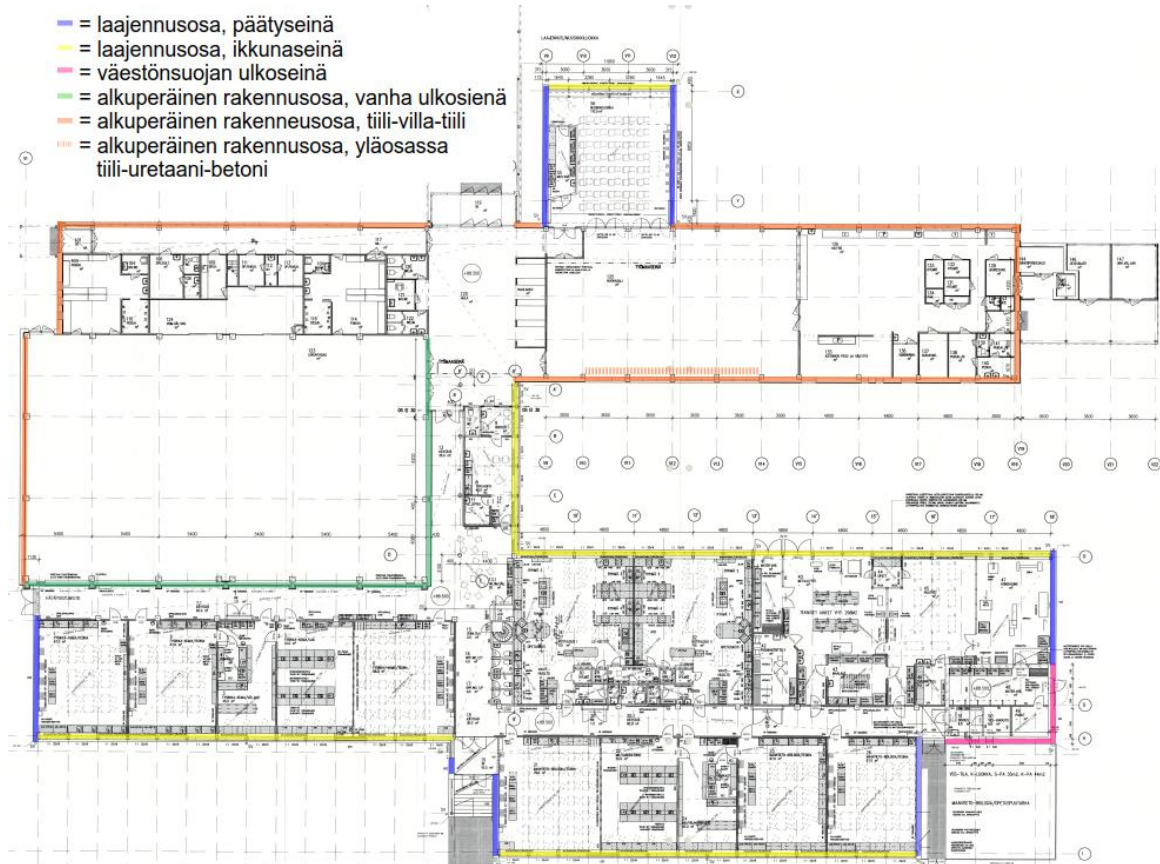
Laajennusosan ulkoseinärakenne rakennuksen päädyissä (alkuperäinen rakennetyyppiirro).



130 mm	1	Julkisivumuuraus ja saumat rakennusselityksen mukaan, laasti M100/600, muuraussiteet ruostumatonta terästä ≥ 4 kpl/m ² , \emptyset 4
30 mm	2	Työvara
50 mm	3	Pinnoitettu tuulensuoja, mineraalivilla ryhmä 03.050
100 mm	4	Lämmöneriste, mineraalivilla ryhmä 02.005
	5	Teräsbetoni, rakennepiirustusten mukaan, BY 40 luokka 2
	6	Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

Kuva 35

Laajennusosan ulkoseinärakenne rakennuksen ikkunaseinillä (alkuperäinen rakennetyyppiirro).



Kuva 36
Rakennuksen ulkoseinärakenteet.

5.4.2 Havainnot

Ulkoseinärakenteiden kuntoa tarkasteltiin 30 rakenneavauspisteessä. Suoritettujen rakenneavausten perusteella ulkoseinärakenne on laajennetulla rakennuksen osalla pääosin alkuperäisten suunnitelmien mukainen. Puurunkoisten ulkoseinärakenteiden alohjauspuun alle on asennettu tiiviste solumuovikais-tale (nk. talotiiviste), jonka alle myös ulkoseinän höyrinsulkumuovi on käännetty. Rakenne on tällöin saatu ilmatiiviiksi. Ulkoseinärakenteen höyrinsulkumuovi on sijoitettu 50 mm:n suuruisen mineraalivilla-levyn taakse, jolloin sähköjohdot kulkevat ulkoseinärakenteessa höyrinsulun sisäpuolella.

Alkuperäisellä rakennuksen osalla ulkoseinärakenne on seuraava sisältä ulospäin lueteltuna:

- kalkkihiekkatiili 130 mm
- mineraalivilla 170 mm
- kalkkihiekkatiili 130 mm

Julkisivuverhouksen takana ei havaittu yhtenäistä tuuletusväliä. Tiiliverhouksen alareunaan on jätetty tuuletusaukot, mutta ulkoseinärakenteen tuulettuminen on puutteellista, sillä tuuletusväli on tukkeutunut laastipurseista ja lisäksi tuuletusvälin suuruus on liian pieni.

Keittiön pesulinjaston vastaisella ulkoseinällä havaittiin sisäpuolella viitteitä kohonneesta kosteudesta pintakosteusmittarilla. Myös ulkoseinärakenteen ulkopuolella oli havaittavissa poikkeavaa värjäytymää tiilijulkisivussa. Rakenne on kostunut astinpesukonelinjan taustalla puutteellisesti tiivistetyistä lattia- ja seinäliittymistä, avoimista seinäkiinnityspisteistä ja epätiiviestä viemäriämpiviennistä. Em paikkojen kohdilta voi kosteutta päästä kulkeutumaan rakenteisiin. Kyseisiin kohtiin tehtiin myös rakenneavaukset.

Ruokalan etelän puoleisella julkisivulla, ikkunoiden yläpuolella ulkoseinän eristeenä on käytetty polyuretaanilevyä. Rakenne on sisältä ulospäin lueteltuna:

- betoninen sisäkuori
- polyuretaanilevyeriste 100 mm
- tuuletusväli 30 mm
- kalkkihiekkatiili 130 mm



Kuva 37
Rakennuksen julkisivuun tehtiin rakenneavauksia ikkunoiden alapuolelle sekä ulkoseinärakenteiden alaosiin (US29, US30).



Kuva 38
Mineraalivilloissa on havaittavissa ilmavuotojen aiheuttamaa tummentumaa (US30). Julkisivuverhouksen ja eristeen välissä ei ole yhtenäistä tuuletusväliä.



Kuva 39
Ikkunan alapuolinen rakenneavaus (US29).



Kuva 40
Ikkunan alapuolinen rakenneavaus (US3).



Kuva 41
Musiikkiluokan ja pääsisäänkäynnin väliin tehdyssä ulkoseinän rakenneavauksessa havaittiin eristetilassa jyrsijöiden jälkiä (US1).



Kuva 42
Jyrsijöiden aiheuttamia jälkiä oli havaittavissa myös liikuntasalin pukuhuoneiden vastaisella ulkoseinällä (US28).



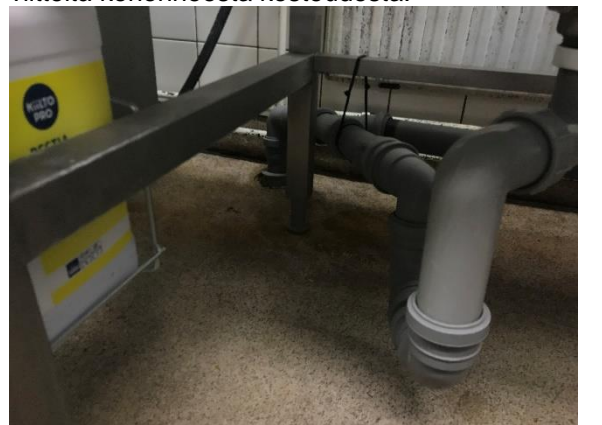
Kuva 43
Liikuntasalin päädyssä, ulkoseinän yläosaan tehty rakenneavaus (US23). Mineraalivillaeriste on kiinni julkisivuverhouksessa, jolloin eristetilä ei pääse tuulettumaan.



Kuva 44
Keittiön pesulinjaston vastaisella seinustalla oli ulkopuolella havaittavissa kosteusvaurioon viittaavia jälkiä. Molempiin kohtiin tehtiin rakenneavaukset. Pesulinjaston kohdalla ulkoseinän sisäpinnassa havaittiin pintakosteusmittarilla viitteitä kohonneesta kosteudesta.



Kuva 45
Keittiön astianpesukonelinjan taustalla lattia- ja seinäliittymärajasuma on avoin ja seinässä on avoimia kiinnityspisteitä joista voi imeytyä kosteutta rakenteisiin.



Kuva 46
Keittiön astianpesukonelinjan taustalla viemärin lattia- ja seinäliittymä on avoin, läpiviennin ympäriltä voi imeytyä kosteutta rakenteisiin.



Kuva 47
Pesulinjaston kohdalle tehdyssä avauksessa havaittiin mineraalivillassa tummentumaa (US9). Mineraalivillasta otetussa näytteessä todettiin vahva viite vauriosta.



Kuva 48
Avauskohdan pilarissa havaittiin kosteusvaurioon viittaavaa kalkkihärmää. Myös tiilissä esiintyy värjäytymää.



Kuva 49
Avauskohdan pilarissa havaittiin kosteusvaurioon viittaavaa kalkkihärmää (US9). Myös tiilissä esiintyy värjäytymää.



Kuva 50
Pintakosteuden ilmaisimella pilarissa havaittiin viitteitä kohonneesta kosteudesta (US9).



Kuva 51
Keittiön pesulinjaston kohdalle tehdyssä rakeneavauksessa havaittiin tiilisaumoissa kosteusvaurioon viittaavaa kalkkihärmää (US8).



Kuva 52
Ruokasalin etelän puoleisella julkisivulla, ikkunoiden yläosissa lämmöneristeenä on käytetty uretaanilevyä.



Kuva 53
Polyuretaanilevy on kiinnitetty suoraan betoniin sisäkuoreen.



Kuva 54
Ruokasalissa ikkunoiden yläpuolella on betoninen sisäkuori.



Kuva 55
Laajennetulla rakennuksen osalla ulkoseinien avaukset suoritettiin sisäkautta (US14). Höyrinsulkumuovi on sijoitettu kahden villakerroksen väliin.



Kuva 56
Laajennetulla osalla lämmöneristeet vaikuttivat aistinvaraisesti arvioituna yleisesti hyväkuntoisilta (US13). Kipsilevyjen sisäpinnoissa ei havaittu aistinvaraisesti viitteitä vaurioista.



Kuva 57
Kotitalousluokkaan 1 (27) tehdyssä rakennearvauksessa havaittiin hieman ilmavuodon aiheuttamaa tummentumaa patterin termostaatin kohdalla (US12).



Kuva 58
Alaohjauspuun alla on käytetty talotiivistettä (US12). Höyrinsulun alareuna on käännetty alaohjauspuun alle, jolloin rakenne on saatu tiiviiksi.

Rakennuksen ikkunat ovat molemmissa rakennuksen osissa alkuperäisiä. Alkuperäisen ja laajennetun osan ikkunat ovat kaksipuitteisia, kolmelasisia MSE-ikkunoita, joissa ulkopuite on alumiinia. Ikkunat ja pellitykset ovat pääosin hyväkuntoiset. Ikkunoiden välisissä peitelauoituksissa havaittiin puutteita, laudat ovat jonkin verran halkeilleet alaosiastaan ja ponttiliitokset ovat alkaneet rakoilla. Lisäksi laudoitukset olivat paikoitellen irti alaosiastaan, jolloin sadevesi voi päästä kastelemaan ulkoseinärakenteita. Ulko-ovet ovat pääosin alumiinirunkoisia, lasiaukollisia ovia, jotka vaikuttivat aistinvaraisesti arvioiden hyväkuntoisilta.



Kuva 59
Yleiskuvaa laajennetun osan ikkunoista.



Kuva 60
Laajennetulla osalla ikkunat ja pellitykset ovat pääosin hyväkuntoiset.



Kuva 61
Ikkunan väliset peitelaudat tulisi kiinnittää uudelleen.



Kuva 62
Alkuperäisen rakennuksen osan ikkunat ovat hyväkuntoiset.

5.4.3 Mikrobianalyysit

Ulkoseinärakenteisiin tehdyistä rakenneavauksista otettiin 30 materiaalinäytettä mikrobiviljelyyn. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa Kuopiossa, Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa ja analyysivastaukset liitteessä 4.

Taulukko 4

Ulkoseinän materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset

Näyte-numero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
MN1	Aula 120	US alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN2	Musiikkiluokka 56	US alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN3	Ruokasali 125	US ikk. alta	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN4	Ruokasali 125	US alaosa	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN5	Keittiö 126	US ikk. alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN6	Keittiö 126	US alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN7	Astioidenpesu 135	US yläosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN8	Astioidenpesu 135	US ikk. alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN9	Astioidenpesu 135	US alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN10	Ruokasali 125	US ikk. alta	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
MN11	Kotitalous 1	US ikk. vierestä	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN12	Kotitalous 1	US alaosa	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN13	Metallityö 40	US ikk. alta	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN14	Puutyö 45	US alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN15	Maantieto-biologia 26	US alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN16	Maantieto-biologia 25	US alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN17	Maantieto-biologia 21	US alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN18	Fysiikka-kemia 6	US ikk. vierestä	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN19	Fysiikka-kemia 6	US alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN20	Fysiikka-kemia 1	US alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN21	Fysiikka-kemia 1	US alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN22	Liikuntasali 123	US alaosa	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN23	Liikuntasali 123	US yläosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN24	Liikuntasali 123	US alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN25	Liikuntasali 123	US yläosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
MN26	Liikuntasali 123	US alaosa	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN27	Liikuntasalin käytävä 117	US ikk. alta	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta
MN28	Liikuntasalin käytävä 117	US alaosa	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN29	Liikuntasalin käytävä 117	US ikk. alta	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
MN30	Liikuntasalin käytävä 117	US alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta

Otetuista näytteistä näytteet MN11 – MN21 on otettu laajennetun rakennuksen osan ulkoseinärakenteista. Muut näytteet on otettu alkuperäisen rakennuksen osan ulkoseinärakenteista. Materiaalinäytteiden tuloksista voidaan havaita, että mikrobivaurioita esiintyi lähes kaikissa alkuperäisen rakennuksen osan ulkoseinärakenteista otetuista näytteistä. Näytteissä todettiin yleisesti runsaasi mikrobeja sekä niu-

kasti tai kohtalaisesti kosteusvaurioon viittaavia mikrobilajistoja. Laajennetun rakennuksen osan puurunkoisista ulkoseinärakenteista otetuista näytteistä ainoastaan näytteessä MN12 todettiin viite vauriosta. Kyseisessä kohdassa on ulkopuolella syöksytorni, jolloin kattovedet ovat voineet päästä kastelemaan ulkoseinärakennetta.

5.4.4 Merkkiainekokeet

Ulkoseinärakenteen ilmatiiveyttä havainnoitiin merkkiainekokeilla. Ulkoseinän eristetilaan johdettiin ulkopuolelta, sokkelin elementtisaumojen tai ulkoseinän tuuletusaukkojen 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 ilmavuotoja ikkunaliittymissä sekä ulkoseinän ja alapohjan sekä pilarien liittymäkohdissa.



Kuva 63
Laajennetulla rakennuksen osalla havaittiin merkkiainekokeessa ilmavuotoja alapohja- ja ulkoseinäliittymissä.



Kuva 64
Laajennetulla rakennuksen osalla havaittiin merkkiainekokeissa ilmavuotoja ikkunaliittymissä.



Kuva 65
Alkuperäisellä rakennuksen osalla havaittiin merkkiainekokeissa ilmavuotoja niin alapohja- ja ulkoseinäliittymissä.

5.4.5 Johtopäätökset

Alkuperäisen, vuonna 1986 rakennetun rakennuksen osalla lähes kaikissa ulkoseinän lämmöneristeistä otetuissa mikrobinäytteissä todettiin vahva viite mikrobivauriosta tai viite mikrobivauriosta. Lisäksi merkkiainekokeiden perusteella ulkoseinän lämmöneristeistä tapahtuu ilmavuotoja sisäilmaan päin eli ulkoseinien vaurioituneista lämmöneristeistä on ilmayhteys sisäilmaan ja ilmavuodot voivat heikentää sisäilman laatua. Ulkoseinän tiili-villa-tiili-rakenteen puutteellinen tuuletus estää esimerkiksi viistosateen aiheuttamaa kosteutta haihtumasta rakenteesta, jolloin ulkoseinän kosteusrasitus kasvaa. Lisäksi alkuperäisen rakennuksen osan lyhyet räystäät lisäävät saderasitusta etenkin myös seinärakenteen yläosiin. Ulkoseinien alaosan kosteusrasitusta lisää myös sokkelin puuttuva vedeneristys. Keittiössä astianpesulinjaston vastaisella seinällä todettiin aktiivinen kosteusvaurio, jonka on aiheuttanut puutteet sisäpuoliossa vedeneristeessä.

Vuonna 1999 laajennetulla osuudella ulkoseinän eristemateriaaleissa ei todettu mikrobivaurioita, lukuun ottamatta kotitalousluokan sisäkulmauksesta otettua näytettä, jossa todettiin viite vauriosta. Rakenteeseen on todennäköisesti päässyt kosteutta seinän takana olevan syöksytorven vuoksi. Levyseinärakenteiden ikkuna- ja pilariliittymissä sekä lattialiittymissä havaittiin merkkiainekokeiden perusteella ilmavuotoja.

5.4.6 Toimenpide-ehdotukset

Alkuperäisellä rakennuksen osuudella ulkoseinän luotettava korjaaminen edellyttää kaikkien ulkoseinärakenteiden mineraalivillaeristeiden poistamista. Lisäksi astianpesulinjaston vaurioalueen kohdalla tulee ulkoseinärakenne kuivata ennen uusien eristeiden asentamista sekä sisäpuolinen kosteusrassi rakenteisiin tulee estää.

Laajennetun rakennuksen osan kotitalousluokan 1 sisäkulmauksessa suositellaan mineraalivillaeristeiden uusimista ulkoseinän alaosassa paikalliselta, mikrobivaurioituneelta alueelta. Levyseinäosuuksilla havaitut ilmavuodot suositellaan tiivistettäväksi.

5.5 Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet

5.5.1 Sijainti ja rakenne

Liikuntasalin etelän ja idän puoleiset seinärakenteet ovat alkuperäisiä ulkoseinärakenteita, jotka on laajennuksen yhteydessä jätetty väliseinärakenteiksi. Vanhojen ulkoseinien rakenteena on tiili-villa-tiili-rakenne.

Rakennuksen muut väliseinärakenteet ovat pääosin tiili-/betonirakenteisia ja lisäksi laajennuksen osalla on myös teräsrankaisia, kevytrakenteisia väliseiniä.

5.5.2 Havainnot

Liikuntasalin vanhojen ulkoseinärakenteiden kuntoa tutkittiin tekemällä kaksi rakennevausta. Aistinvaraisesti väliseinärakenteiden mineraalivillaeristeissä oli havaittavissa ilmavuotojen aiheuttamaa tummentumaa. Muissa väliseinärakenteissa ei aistinvaraisesti havaittu viitteitä vaurioista. Maantieto-biologia-luokkien vastaisen väliseinän juurella havaittiin keväällä lukuisia muurahaisia.



Kuva 66
Vanhan ulkoseinän rakennetta tarkasteltiin liikuntasalin ovien vierestä eteisaulan puolelta (VS1).



Kuva 67
Vanhan ulkoseinän mineraalivillaeristeissä todettiin voimakasta tummentumaa. Näyteanalyysin perusteella seinäeristeissä on vahva viite materiaalin mikrobivaurioista.



Kuva 68
Toinen vanhan ulkoseinän rakenneavaus tehtiin käytävään 71 (VS2). Näyteanalyysin tulos viittaa eristemateriaalin mikrobivaurioon.



Kuva 69
Vanhan ulkoseinän mineraalivillaeristeissä todettiin voimakasta tummentumaa rakenteen läpi tapahtuneiden ilmvuotojen johdosta.



Kuva 70
Laajennusosan kevytrakenteisen väliseinät on toteutettu metallirangoilla (VS3).



Kuva 71
Laajennusosan maantieto-biologia-luokkien vastaisella väliseinällä havaittiin keväällä runsaasti muurahaisia.

Rakennuksen sisäpuoliset tilapinnat ovat pääosin hyväkuntoisia. Liikuntasalin yhteydessä olevien pukuhuoneiden märkätiloissa vedeneristeenä latioissa toimii muovimatto. Seinien vedeneristyksestä ei saatu varmuutta. Mikäli märkätilat on toteutettu ennen vuotta 1998, ei rakenteissa todennäköisesti ole nykymääräysten mukaista vedeneristettä.



Kuva 72
Yleiskuvaa alkuperäisen rakennuksen osan sisäänuloaulasta. Lattiapinnoitteena on käytetty tiililaattaa.



Kuva 73
Yleiskuvaa julkisivusta. Lattiamateriaalina on mosaiikkiparketti.



Kuva 74
Liikuntasalin pukuhuoneiden yhteydessä olevien märkätilojen latioissa vedeneristeenä toimii muovimatto. Seinien vedeneristeestä ei ole varmuutta.



Kuva 75
Yleiskuvaa laajennetun osan luokkahuoneesta.

5.5.3 Mikrobianalyysit

Molemmista vanhan ulkoseinän rakenneavauksista otettiin materiaalinäytteet mikrobiviljelyyn. Näytteenotokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa ja analyysivastaukset liitteessä 4.

Taulukko 5

Väliseinän materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset

Näytenumero	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
MN31	Aula 120	VS alaosa	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta

MN32	Käytävä (fy-ke)	VS alaosa	Mineraalivilla	Viittaa vaurioon
------	-----------------	-----------	----------------	------------------

Sisääntuloaulan puolelta oteussa näytteessä todettiin vahva viite vauriosta ja fysiikka-kemia-luokkien käytävän puolelta otetussa näytteessä viite vauriosta. Molemmissa näytteissä esiintyi kosteusvaurioon viittavia mikrobeja.

5.5.4 Johtopäätökset

Liikuntahalliosassa väliseinäksi jääneen ulkoseinän lämmöneristeissä todettiin mikrobivaurioita. Lähtökohtaisesti vanhat väliseiniksi jätetyt ulkoseinärakenteet ovat mahdollisia sisäilman laatua heikentäviä rakenteita, koska usein vanhojen ulkoseinien lämmöneristeisiin on muodostunut mikrobivaurioita ennen niiden jäämistä väliseiniksi.

Rakennuksen sisäpuoliset tilapinnat ovat pääosin hyväkuntoiset. Pukuhuoneiden märkätilojen vedeneristyksestä ei saatu varmuutta, eikä niiden korjaushistoriasta ollut saatavilla tietoja.

5.5.5 Toimenpide-ehdotukset

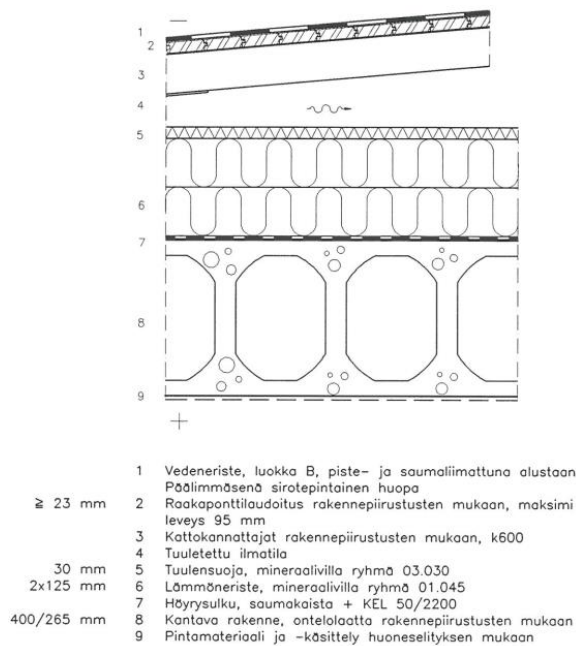
Vanhan ulkoseinärakenteen (liikuntasali – käytävä) lämmöneristeiden mikrobivaurioiden luotettava korjaaminen edellyttää vaurioituneiden mineraalivillaeristeiden poistamista rakenteesta. Korjausten yhteydessä tulee parantaa rakenteen ilmatiiveyttä.

Mikäli pukuhuoneiden märkätilat on toteutettu ennen vuotta 1998, suositellaan märkätilojen saneerausta, jolloin lattia- ja seinäpinnoille saadaan asennettua nykymääräysten mukainen vedeneriste.

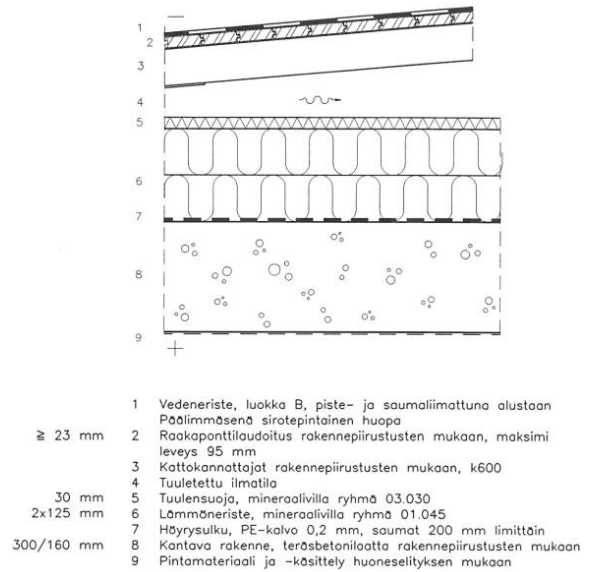
5.6 Yläpohjat ja vesikatot

5.6.1 Sijainti ja rakenne

Alkuperäiseltä rakennuksen osuudelta ei ollut käytettävissä rakennepiirustuksia. Vuonna 1999 laajennetulla osuudella yläpohjarakenteena on käytetty yleisesti ontelolaatasta. Lisäksi väestönsuojan ja muiden paikallavalettujen rakenteiden kohdalla on käytetty teräsbetonilaattaa.



Kuva 76
 Laajennetun rakennuksen osan yläpohjarakenne yleensä. Alkuperäinen rakennetyyppi-
 piirros vuodelta 1998.



Kuva 77
 Laajennetun rakennuksen osan VSS:n yläpohjarakenne. Alkuperäinen rakennetyyppi-
 piirros vuodelta 1998.

5.6.2 Havainnot

Rakennusten vesikatteena on bitumikermikate, joka on aistinvaraisesti arvioituna vielä pääosin hyväkuntoinen. Liikuntahalliosan vesikatteessa esiintyy melko runsaasti katteen "pussittamista".

Rakennuksen kantavat vesikattorakenteet on toteutettu puurakanteisin tehdasvalmisteisin kattoristikoin tai paikallatehdyin puurakantein. Rakenteet on kannateltu ontelolaatan, TT-laatan tai paikallavaletun betoniholvin päältä. Vanhan osan aulatilaa ja ruokalan kohdalla on ns. vinokatto-osuus, jossa kantavana rakenteena on ontelolaatta. Yläpohjatiloissa lämmöneristeenä on joko puhallusmineraalivilla (laajennusosat) tai mineraalivilla (alkuperäiset osat). Ontelolaataston päällä yläpohjissa todettiin höyrinsulkukermi, joka on nostettu tiiviisti mm liikuntahallin vanhaa ulkoseinää vasten. TT- laataston päällä ainakin saumaosilla on kermikaistat höyrinsulkuina.

Yläpohjatilat ovat yleisesti tarkastetuilla osin tuulettuvia ja toimivia. Yläpohjatiloissa katealustoissa ei havaittu kate tai läpivientivuodoista aiheutuneita kosteusjälkiä. Yläpohjatiloissa kulkevat iv-kanavistot on lämmöneristetty.

Liikuntasaliosan ja aulan päällä oleva yläpohjan liittymäkohdassa räystäskourun päästä on valunut vettä ulkoseinää pitkin.



Kuva 78
Yleiskuva rakennuksen v 1998 laajennusosan vesikatoilta. Vesikatteet ovat yleisti hyväkuntoisia.



Kuva 79
Yleiskuva rakennuksen v 1998 laajennusosan vesikatoilta. Vesikatteet ovat yleisesti hyväkuntoisia.



Kuva 80
Yleiskuva rakennuksen alkuperäisen osan vesikatolta musiikkiluokkalaajennuksen vesikatolle.



Kuva 81
Yleiskuva pukuhuone- ja pesuhuonetilojen päällä olevasta vesikatosta. Katteen pinnalla on jonkinverran sammalta.



Kuva 82
Liikuntasaliosan vesikatteessa esiintyy melko runsaasti vesikatteen pussittamista.



Kuva 83
Rästaskourun kallistus on puutteellinen ja katovedet pääsevät valumaan ulkoseinärakennetta pitkin (liikuntahalliosaa vasten oleva seinäkulmaus)



Kuva 84

Yleiskuvaa laajennusosan yläpohjasta liikuntahallia vasten. Yläpohjarakenne on tuulettuva ja toimiva. Vesikate tai läpivientivuodoista aiheutuvia kosteusjälkiä ei havaittu. Yläpohjassa ontelolaatan päällä on höyrynsulkukermi.



Kuva 85

Yleiskuvaa laajennusosan yläpohjasta. Yläpohjarakenne on tuulettuva ja toimiva. Vesikate tai läpivientivuodoista aiheutuvia kosteusjälkiä ei havaittu. Ilmanvaihtoputket on lämmöneristetty. Lämmöneristeenä yläpohjassa on puhallusvilla.



Kuva 86

Yleiskuva liikuntahalliosan yläpohjasta. Vesikate tai läpivientivuodoista aiheutuvia kosteusjälkiä ei havaittu. Lämmöneristeenä yläpohjassa on puhallusvilla



Kuva 87

Yleiskuva keittiötilan yläpohjasta. Vesikate tai läpivientivuodoista aiheutuvia kosteusjälkiä ei havaittu. Lämmöneristeenä yläpohjassa on mineraalivilla.



Kuva 88
Yläpohjasta keittiöön johtavien iv kanavaläpivienti ympäristöt ovat avoimia (liittymärakenteet tiivistettävä)



Kuva 89
Yleiskuva pukuhuonetilojen päällä olevasta yläpohjasta. Yläpohjarakenne on tuulettuva ja toimiva. Vesikate tai läpivientivuodoista aiheutuvia kosteusjälkiä ei havaittu.

5.6.3 Johtopäätökset

Rakennusten vesikatteen ovat yleisesti hyvässä... tyydyttävässä kunnossa. Yläpohjatilat ovat tuulettuvia ja toimivia, yläpohjatiloiissa ei havaittu kate- tai läpivientivuodoista aiheutuneita kosteusmerkkejä. Paikallisia kosteudenhallinnan puutteita todettiin räystäskourujen päissä, joista on tapahtunut paikallisia vesivahinguita ulkoseinäpinoille.

5.6.4 Toimenpide-ehdotukset

Varaus liikuntahalliosan pussittavan vesikatto-osan vesikatteen uusintaan. Huoltotoimena ulkoseinää pitkin valuttaneiden räystäskourujen päiden kunnostus.

5.7 Muut havainnot

Alakattojen yläpuolista puhtautta, mahdollisia läpivientejä sekä kuitulähteitä tarkasteltiin aistinvaraisesti. Liikuntasalin oviaukkojen yläpuolella vanhan ulkoseinä rakenteen ulkokuori on purettu ja vanhat ulkoseinäeristeet on jätetty avonaisiksi. Kuitujen ja mahdollisten mikrobien kulkeutuminen sisätiloihin on mahdollista sisätilojen ollessa alipaineiset. Lisäksi kuitulähteitä esiintyi paikallisesti myös muualla alakattojen päällä. Alakattojen päällä kulkee myös pinnoittamattomia vesiputkia, joista voi irrota mineraalikulkuja sisäilmaan. Lisäksi alakattojen päällä olevissa johtokouruissa ja yläkaappien päällä esiintyi paikoin runsaasti yläpölyä.

Fysiikka-kemia-luokkien viereisen käytävän ja pääovilta tulevan käytävän risteyskohdassa havaittiin alakattojen päällä vanerinen kotelorakenne. Kotelorakenteen sisällä vaneripinnalla on aistinvaraisesti havaittavissa mikrobikasvua.



Kuva 90
Liikuntasalin ovien yläpuolella vanhan ulkoseinärakenteen ulkokuori on purettu, mutta vanhat eristeet on jätetty avoimena rakenteeseen.



Kuva 91
Alakattojen päällä havaittiin paikallisesti kuitulähteitä.



Kuva 92
Alakattojen päällä kulkee pinnoittamattomia, mineraalivillalla eristettyjä putkia, joista voi irrota mineraalikuituja sisäilmaan.



Kuva 93
Fysiikka-kemia-luokkien viereisen käytävän ja pääovilta tulevan käytävän risteyskohdassa alakattojen päällä on vanerinen kotelointi, jossa on havaittavissa selvää mikrobikasvua.



Kuva 94
Yläpölyjä esiintyi kaappien päällä paikoitellen runsaasti.



Kuva 95
Johtohyllyt tulisi puhdistaa.

5.7.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alakattojen päällä havaittiin useampia kuitulähteitä, jotka tulisi mahdollisuuksien mukaan poistaa tai pinnoittaa. Vanhan ulkoseinän eristetila on jätetty avoimeksi alakaton päällä, jolloin epäpuhtauksien (mm. kuidut, mikrobit) kulkeutuminen sisäilmaan on mahdollista. Eristetilassa on todettu mikrobivaurioita (kts. luku 5.4.3). Vanhat ulkoseinärakenteet mineraalivillaaeristeet suositellaan poistettavaksi. Kaapelikourujen ja muiden yläpölyjen puhdistamista suositellaan tehostettavaksi.

Fysiikka-kemia-luokkien viereisen käytävän ja pääovilta tulevan käytävän risteyskohdassa oleva mikrobivaurioitunut, vanerinen kotelointi tulee purkaa.

6 Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimusten tulokset

6.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihtolaitteisto lämmöntalteenotolla. Rakennuksessa on kaksi erillistä ilmanvaihtokonehuonetta. Ilmanvaihtokoneet ovat rakentamisaikaisia alkuperäisiä laitteistoja. Ilmanvaihtokanavisto on saatujen tietojen mukaan nuohottu maaliskuussa 2018.

6.2 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus

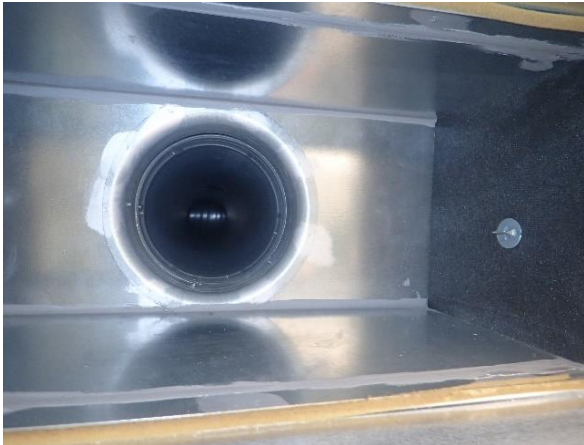
Ilmanvaihtojärjestelmän puhtautta tarkasteltiin ottamalla pölynkoostumusnäytteitä tuloilmakanavasta. Lisäksi tehtiin aistinvaraista arviointia. Aistinvaraisen arvioinnin perusteella tuloilmakanavat vaikuttivat puhtailta.



Kuva 96
Tuloilmakanavien ja päätelaitteiden puhtautta tarkasteltiin aistinvaraisesti.



Kuva 97
Kanavissa tai päätelaitteissa ei havaittu pölyä.



Kuva 98
Kanavat ja päätelaitteet ovat aistinvaraisen arvioinnin perusteella puhtaat.



Kuva 99
Kanavistot on nuohottu maaliskuussa 2018.

6.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

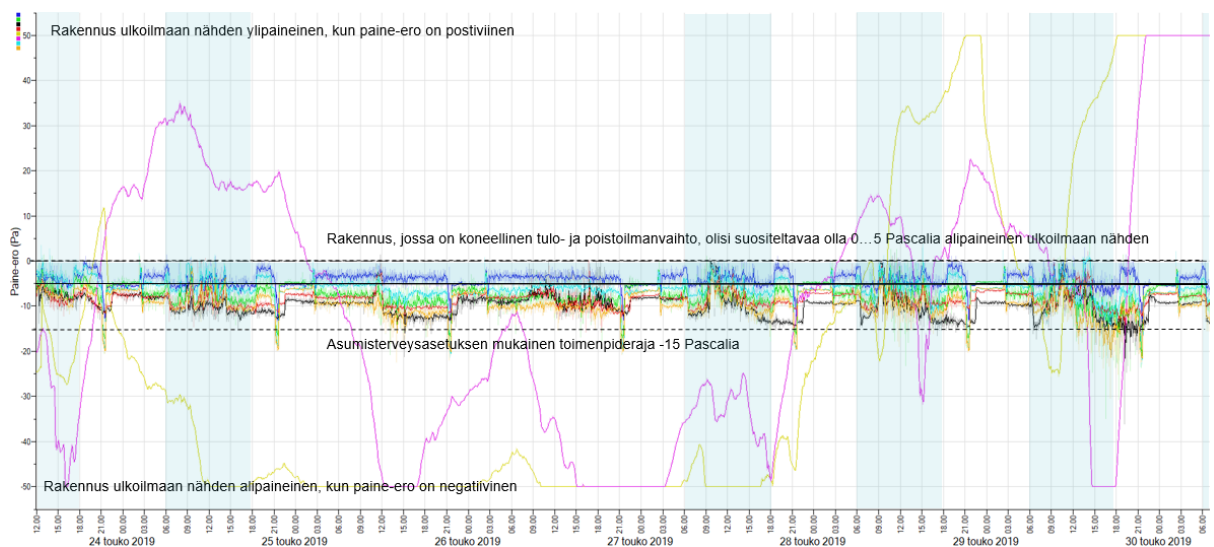
Ilmavaihtolaitteisto tulee nuohota ja suodattimet vaihtaa säännöllisesti.

7 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset

7.1 Paine-ero

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä kahdeksassa tilassa. Mittausten tulokset on esitetty seuraavassa kuvaajassa sekä liitteessä 2. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

■ Kotitalous 032
 ■ Fysiikka-kemia 1
 ■ Liikuntasali
 ■ Ruokala
 ■ Musiikkiluokka
 ■ Fysiikka-kemia lab 5
 ■ Maantieto/biologia 26
■ Maantieto/biologia lab 22



Kuva 100
Ulkoilman ja sisäilman välisen paine-eron mittaustulokset. Kuvaajassa on sinisellä korostettu arkipäivät klo 6:00 – 18:00.

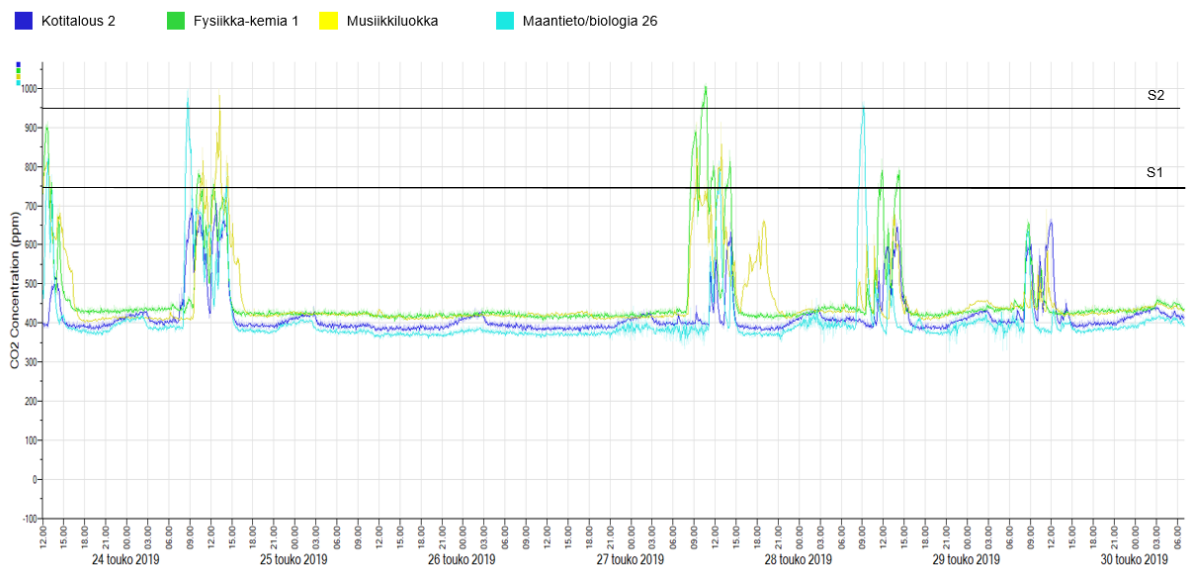
Mittaustuloksista voidaan havaita, että fysiikka-kemian laboratoriotilassa 5 ja musiikkiluokassa paine-eromittauksissa ei ole havaittavissa ilmanvaihtokoneen käyntiaikoja, vaan paine-erot vaihtelevat viikon mittauksen aikana -50...50 Pascalin välillä. Muissa tiloissa paine-erot vaihtelevat pääosin -15...0 Pascalin välillä.

7.1.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Paine-eromittausten perusteella tulee fysiikka-kemian laboratoriotilan ja musiikkiluokan ilmanvaihdon toiminta tarkistaa ja suorittaa tarvittaessa ilmanvaihtolaitteiston kuntotutkimusluonteisia toimenpiteitä.

7.2 Hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuksia mitattiin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla yhteensä neljässä eri tilassa. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.



Kuva 101

Hiilidioksidipitoisuuden mittaustulokset.

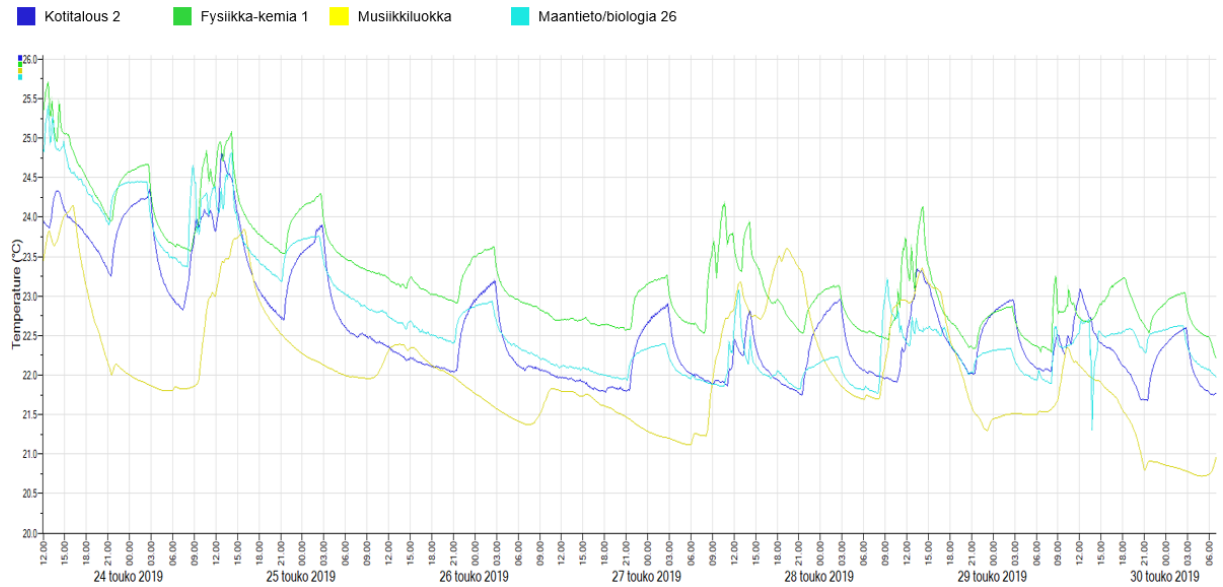
Mittaustulosten perusteella kaikissa mittapisteissä Asumisterveysasetuksen mukainen toimenpideraja 1550 ppm alittuu selvästi. Hiilidioksidipitoisuudet kuuluvat pääosin S2-luokkaan (raja-arvo 950 ppm, hyvä sisäilmasto), yksittäisiä raja-arvon ylityksiä lukuun ottamatta.

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.

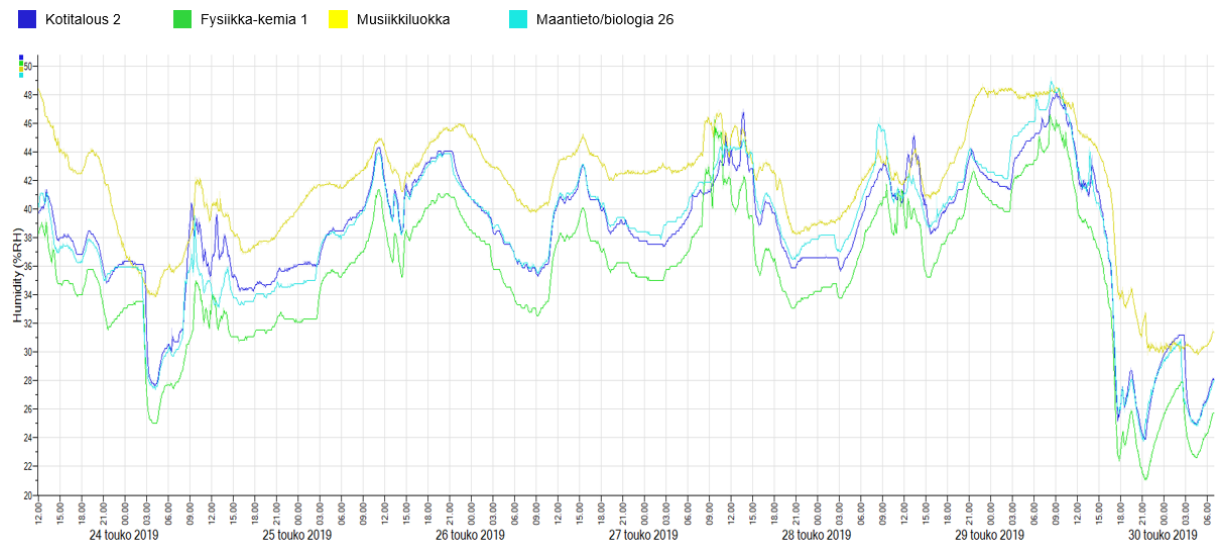
7.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

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



Kuva 102
Sisäilman lämpötilan mittaustulokset.

Korkein lämpötila mitatulla ajanjaksolla on ollut noin 25,5 astetta. Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan sisäilman lämpötilan toimenpideraja päiväkodeissa on 32 astetta lämmityskauden ulkopuolella.



Kuva 103
Sisäilman suhteellisen kosteuden mittaustulokset.

Arkipäivinä suhteellinen kosteus vaihtelee molemmissa tiloissa noin 22...42 %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.

7.4 Teolliset mineraalikulut ja pölyt

Teollisten mineraalikulujen esiintymistä tutkittiin kahden viikon laskeuma-aikana (23.05.2019 – 06.06.2019) laskeumalevyille kerääntyneestä pölystä geeliteippi -menetelmällä kuudessa eri huonetilassa (musiikkiluokka tila 56, ruokasali tila 25, liikuntasali tila 123, maantieto tila 26 ja kotitalous tila 2 (32)). Tarkemmat tiedot tutkimusmenetelmistä on esitetty liitteessä 5 ja laboratorion analyysivastaukset liitteessä 4. Näytteenotkokohdat on merkitty liitteessä 1 olevaan pohjakuvaan.

Taulukko 6

Teollisten mineraalikulujen pitoisuus laskeumapölystä

Näyte	Tila	Näytteen kertymä-aika	Kuitua / cm ²
MVL1	Musiikkiluokka 56	14 vrk	0,1
MVL2	Ruokasali	14 vrk	0,1
MVL3	Liikuntasali	14 vrk	0,1
MVL4	Fysiikka-kemia, tila 1	14 vrk	0,1
MVL5	Kotitalous 2 (32)	14 vrk	0,1

Saatujen analyysivastauksen perusteella tasopinnoille laskeutuneen pölyn mineraalikulupitoisuudet ovat alhaiset eikä toimenpideraja (0,2 kuitua/cm²) ylitä yhdessäkään näytteenottopisteessä.

7.4.1 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tasopinnoilta otetuissa mineraalikulunäytteissä ei todettu toimenpiderajan ylittäviä määriä mineraalikulua.

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 käytävissä 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 sisäilmatutkimusten tulosten perusteella. Altistumisen arviointi perustuu seuraavien tekijöiden arviointiin:

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

Poikkeavan altistumisolosuhteen mahdollisuutta sisäilman epäpuhtauksille voidaan arvioiden seuraville 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 laatuun vaikuttavat häiritsevät tekijät ovat vanhimman rakennusosan ulkoseinärakenteiden (tiili-villa-tiili) lämmöneristeiden mikrobivauriot, sekä liikuntasalin ja laajennusosan väliin jääneen vanhan ulkoseinän mikrobivauriot. Merkkiainetutkimuksen perusteella mikrobivaurioituneista rakenteista tapahtuu ilmapuotoja sisäilmaan päin mm. ulkoseinärakenteiden liittymistä, ikkunaliittymistä sekä pilariliittymistä. Laajennusosan maanvaraisten lattioiden muovimattopinnoitteissa sekä ruokailutilan vinyylilaattapinnoitteissa todettiin poikkeavina pitoisuuksina VOC-yhdisteitä. Laajennusosan fysiikka- ja kemia luokkahuonetiloissa ilmanvaihto on epätasapainossa

Tehtyjen tutkimusten perusteella vanhimman rakennusosan alueella tavanomaisesta poikkeava olosuhde on *todennäköinen*. Altistumisolosuhteeseen haitallisuuteen vaikuttaa erityisesti rakenteiden mikrobivauriot ja niiden laajuus, sillä korjauslaajuus koskee vanhan rakennusosan koko ulkoseinärakennetta. Kaikkien todettujen vaurioiden korjauslaajuus on merkittävä ja vaurioituneista rakenteista on säännöllisiä ja useita ilmapuotoreittejä oleskelutilojen sisäilmaan.

Tehtyjen tutkimusten perusteella laajennusosan alueella tavanomaisesta poikkeava olosuhde on *mahdollinen*, koska laajennusosan maanvastaisten alapohjien muovimattopinnoitteista ja/tai niiden alapuolisista liima- ja tasoiteaineista todettiin paikoin emittoituvan poikkeavia pitoisuuksia VOC-yhdisteitä (2-Etyyli-1-heksanoli). Lisäksi ilmanvaihto on epätasapainossa fysiikka-kemia luokkatilojen osalla.

9 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

9.1 Johtopäätökset

Merkittävimmät korjaustarvetta aiheuttavat tekijät ovat alkuperäisen rakennuksen osan ulkoseinärakenteissa havaitut mikrobivauriot. Merkkiainekokeessa systemaattisia ilmapuotoja todettiin mikrobivaurioituneista ulkoseinän lämmöneristeistä, jolloin eristemateriaaleissa esiintyvät epäpuhtaudet pääsevät kulkeutuman myös sisäilmaan. Lisäksi alkuperäisen rakennuksen osan liikuntasalin vanha ulkoseinärakenne on laajennusvaiheessa jätetty väliseinärakenteeksi, jonka mikrobivaurioituneesta eristetilasta on suora ilmayhteys sisäilmaan. Edellä mainitut tekijät heikentävät erityisesti alkuperäisen rakennuksen osan sisäilman laatua. Lisäksi laajennusosan maanvastaisten alapohjien muovimattopinnoitteista ja/tai niiden alapuolisista liima- ja tasoiteaineista todettiin emittoituvan poikkeavia pitoisuuksia VOC-yhdisteitä (2-Etyyli-1-heksanoli).

9.2 Suositeltavat jatkotoimenpiteet

Piha-alueet, sadevesi- ja salaojajärjestelmät

- Salaojajärjestelmän kunnon selvitys ja tarvittaessa huuhtelu. Jatkotoimenpiteet arvioidaan kuvauksen ja huuhtelun perusteella.
- Sokkelin vedeneristäminen etenkin ns. vanhan osan alueella.

Perustukset, sokkelit

- Sokkelien kuorielementtien elementtisaumojen uusiminen

Alapohjarakenteet

- Muovi- ja vinyylilaattapinnoitteiden uusinta alueilla, joissa todettiin poikkeavat pitoisuudet VOC-yhdisteitä (laajennusosan maanvaraiset lattiat, ruokalan lattia)

Julkisivut; ulkoseinät, ikkunat ja ovet

- Ulkoseinän mikrobivaurioituneiden eristemateriaalien uusiminen koko alkuperäisen rakennuksen ulkoseinärakenteiden osalta.
- Ulkoseinärakenteen sisäkuoren liittymärakenteiden ja läpivientien tiivistäminen.
- Uudessa ulkoseinärakenteessa tulee huolehtia riittävästä ulkoseinärakenteen tuuletuksesta
- Laajennetun rakennuksen osan kotitalousluokan 1 mineraalivillaeristeiden uusiminen ulkoseinän alaosassa paikalliselta, mikrobivaurioituneelta alueelta sekä levyseinäliittymien tiivistäminen ilmatiiveiksi.

Väliseinät ja muut sisäpuoliset rakenteet

- Vanhan ulkoseinärakenteen mikrobivaurioituneiden eristemateriaalien uusiminen liikuntasalin ja käytävien välisen vanhan ulkoseinärakenteen osalta
- Varaus alkuperäiskuntoisten märkätilojen uusimiseen

Yläpohjat ja vesikatot

- Liikuntasaliosan vesikatteen uusinta

Ilmanvaihtojärjestelmät

- Ilmanvaihtolaitteisto tulee nuohota ja suodattimet vaihtaa säännöllisesti. Ilmanvaihto tulee tasapainottaa ja säätää erityisesti laajennusosien fysiikka- kemia sekä musiikkiluokkatilojen osalla. Painesuhdevaihteluiden syyn selvitys vaatii ilmanvaihdollisesti kuntotutkimusluonteisia toimenpiteitä.

Muut toimenpiteet

- Alakattojen yläpuolelta mineraalivillakuitulähteiden poistaminen tai kuitupintojen sulkeminen
- Johtokourujen ja muiden yläpölyjen puhdistus. Yläpölyjen puhdistusta tulee tehostaa.
- Mikrobivaurioituneen koteloinnin poistaminen alakattojen päältä

9.3 Käytönaikaista toimintaa turvaavat toimenpiteet

- Väliaikaisena käyttöä turvaavana ratkaisuna voidaan ajatella soveltuvien ilmanpuhdistimeen käyttöä.

9.4 Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa

Tehdyt jatkotoimenpidesuositukset ovat korjaussuunnittelun 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 säännöt. 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)

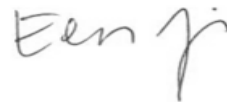
10 Päiväys ja allekirjoitukset

Tampereella 2.10.2019

A-Insinöörit Suunnittelu Oy



Rkm Timo Ekola
Projektipäällikkö



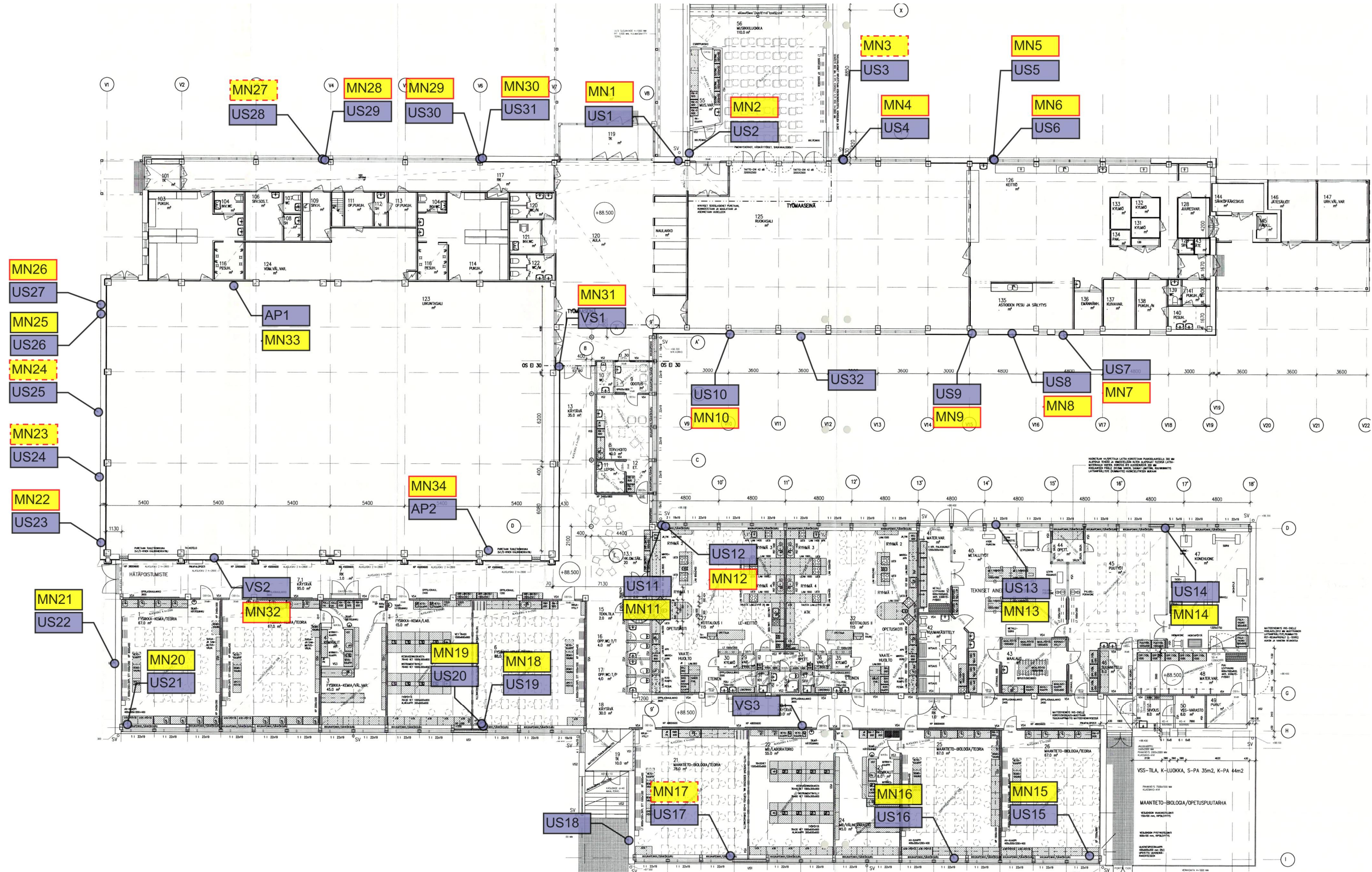
DI Eeva Jokinen,
Projekti-insinööri, sisäilmatutkija



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






Pohjapiirustus
Rakeneavaukset, mikrobinäytteenottokohdat

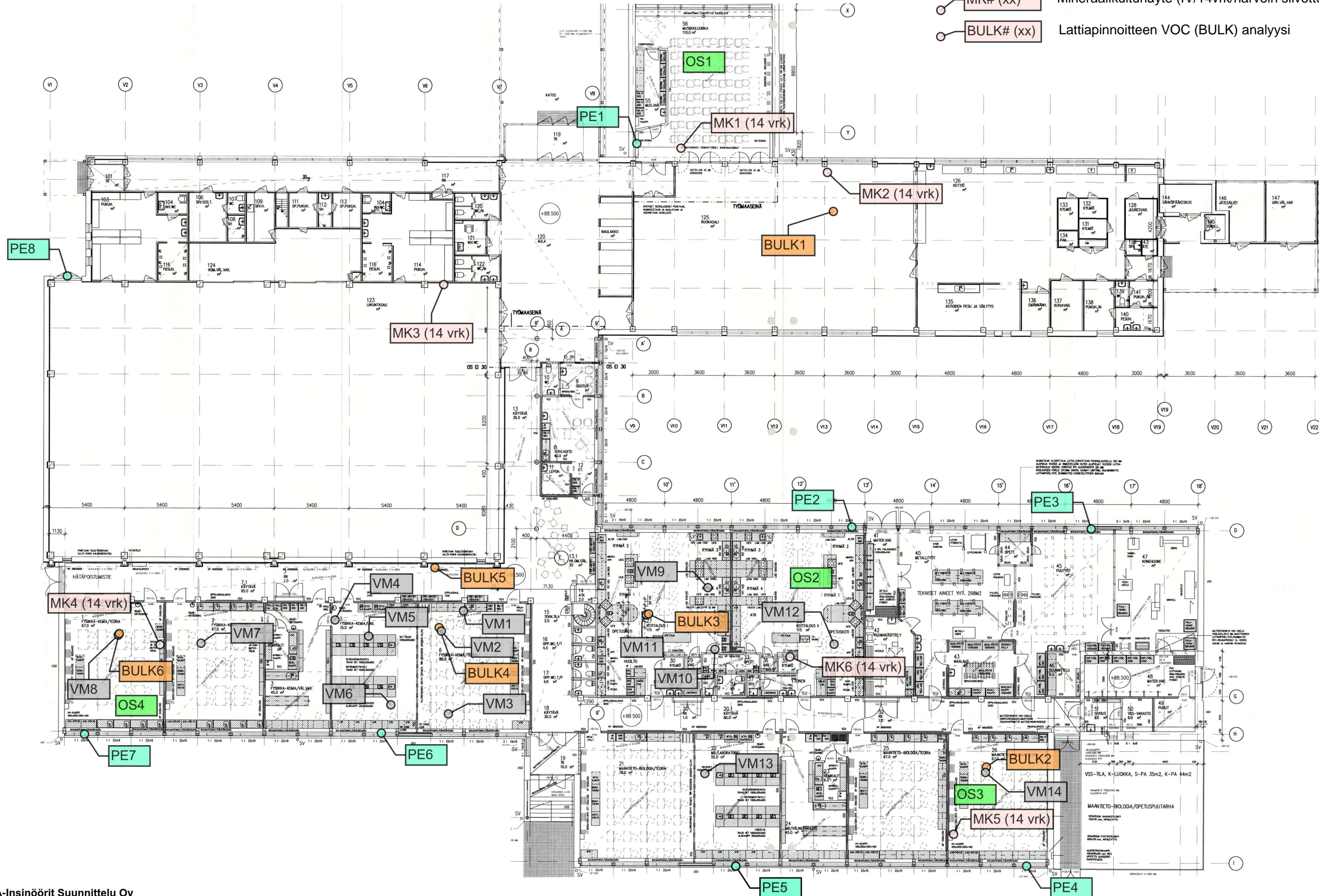
- XX# Rakeneavaus (AP / VP / VS / US / YP)
- XX# Materiaalien mikrobi, ei viitettä vauriosta
- XX# Materiaalien mikrobi, heikko viite vauriosta
- XX# Materiaalien mikrobi, vahva viite vauriosta / viite vauriosta



Pohjapiirustus

Viilto- ja paine-eromittausten, olosuhtemittausten, mineraalikuitunäytteiden ja pölynkoostumysnäytteiden sijainnit

-  **PE#** Paine-eron mittauspiste
-  **OS#** Sisäilman olosuhteiden mittauspiste (CO₂, T, RH)
-  **VM#** Suhteellisen kosteuden mittauspiste (viilto- ja paine-eromittaus)
-  **MK# (xx)** Mineraalikuitunäyte (IV/14vrk/harvoin siivottu pinta)
-  **BULK# (xx)** Lattiapinnan VOC (BULK) analyysi



Kohde: Kuntola, Seitsemän veljeksen koulu

Päivitetty 19.9.2019

Työnumero: 31 11346.17

Mittaaja: Eeva Jokinen

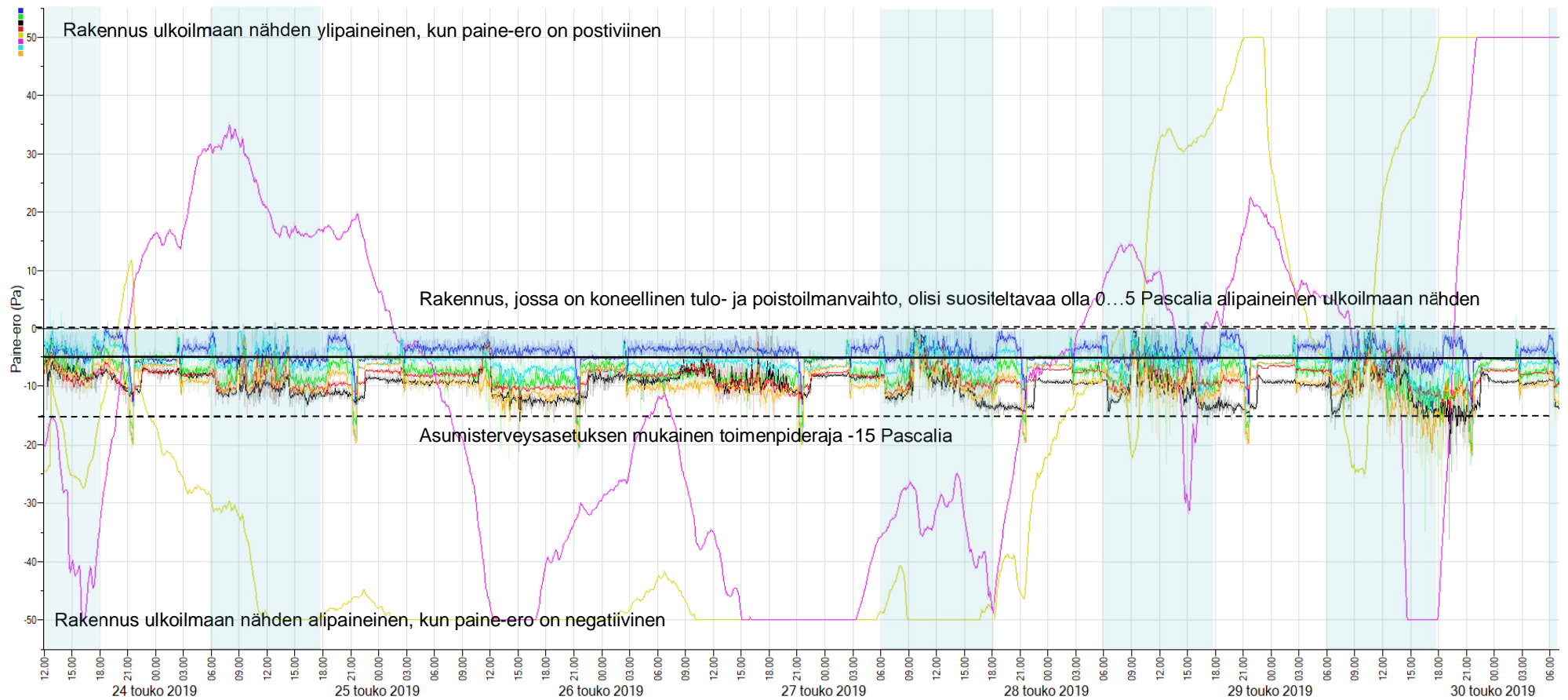
Mittalaitteet ja mittaus tarkkus: Vaisala HM40 ja HMP40S mittapää: $\pm 1,7\%RH$ (0-90%RH), $\pm 2,5\%RH$ (90-100%RH), 0-40°C
 Vaisala HM40 ja HM42 Probe mittapää: $\pm 1,5\%RH$ (0-90%RH), $\pm 2,5\%RH$ (90-100%RH), 0-40°C

Kalibrointipöytäkirjat saa nähtäville niitä erikseen pyydetessä

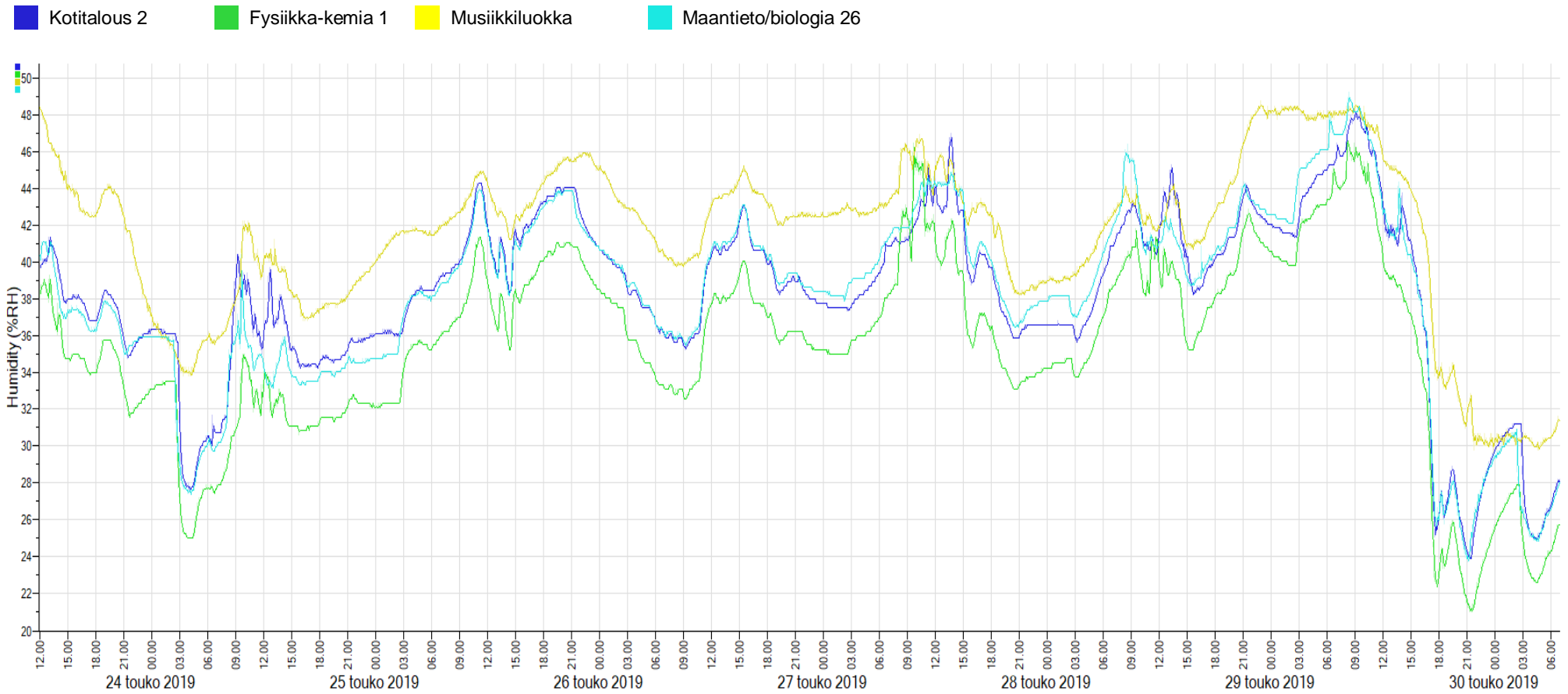
päiväys	nro	tila	rakenne	materiaali	anturi nro	RH %	°C	absoluut. kosteus g/m ³
26.6.19	VM1	Fysiikka-kemia 6	AP	Muovimaton alapinta	16	75,1	23,0	15,4
26.6.19	VM2	Fysiikka-kemia 6	AP	Muovimaton alapinta	19	72,8	23,4	15,3
26.6.19	VM3	Fysiikka-kemia 6	AP	Muovimaton alapinta	8	71,6	23,7	16,4
26.6.19	VM4	Fy-ke lab 5	AP	Muovimaton alapinta	15	76,7	23,2	15,2
26.6.19	VM5	Fy-ke lab 5	AP	Muovimaton alapinta	22	73,0	23,6	14,8
26.6.19	VM6	Fy-ke lab 5	AP	Muovimaton alapinta	20	69,6	23,9	15,7
26.6.19	VM7	Fysiikka-kemia 2	AP	Muovimaton alapinta	21	72,7	24,3	13,0
26.6.19	VM8	Fysiikka-kemia 1	AP	Muovimaton alapinta	18	58,6	23,9	12,7
27.6.19	VM9	Kotitalous 1	AP	Muovimaton alapinta	8	72,0	21,5	13,6
27.6.19	VM10	Kotitalous 1	AP	Muovimaton alapinta	22	72,5	21,7	13,8
27.6.19	VM11	Kotitalous 1	AP	Muovimaton alapinta	18	71,7	21,7	13,7
27.6.19	VM12	Kotitalous 2	AP	Muovimaton alapinta	21	71,7	22,7	14,5
27.6.19	VM13	Ma-bi lab 22	AP	Muovimaton alapinta	15	53,0	23,3	11,1
27.6.19	VM14	Maantieto-biologia 26	AP	Muovimaton alapinta	16	40,7	23,7	8,7
27.6.19	ET1	Liikuntasali	AP	Eristetila	16	44,5	20,0	7,7
27.6.19	ET2	Liikuntasali	AP	Eristetila	8	47,6	18,2	7,4

Paine-ero sisätilojen ja ulkoilman välillä (Pa) 23. – 30.5.2019

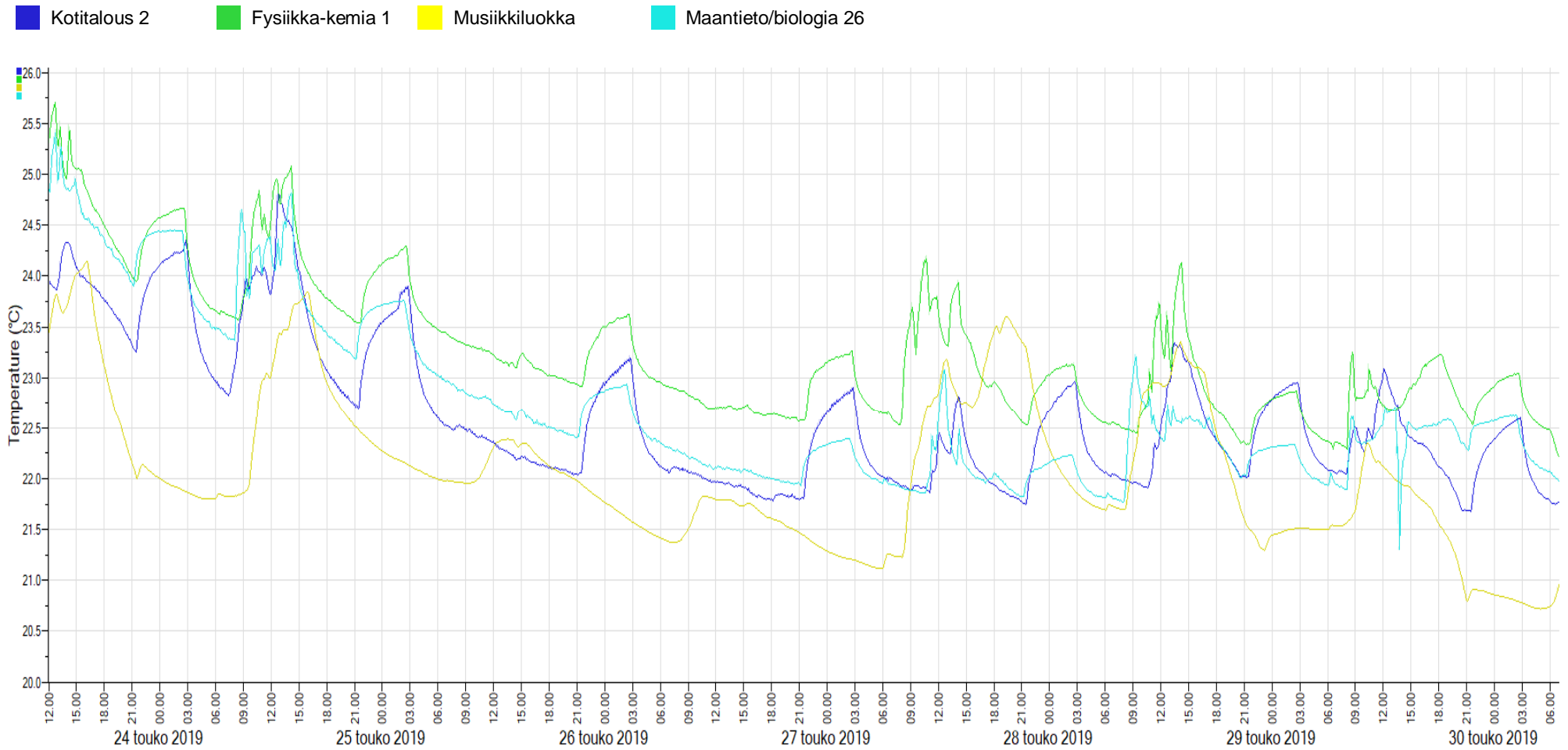
- Kotitalous 2
- Fysiikka-kemia 1
- Liikuntasali
- Ruokala
- Musiikkiluokka
- Fysiikka-kemia lab 5
- Maantieto/biologia 26
- Maantieto/biologia lab 22



Sisäilman suhteellinen kosteus (%RH) 23. – 30.5.2019

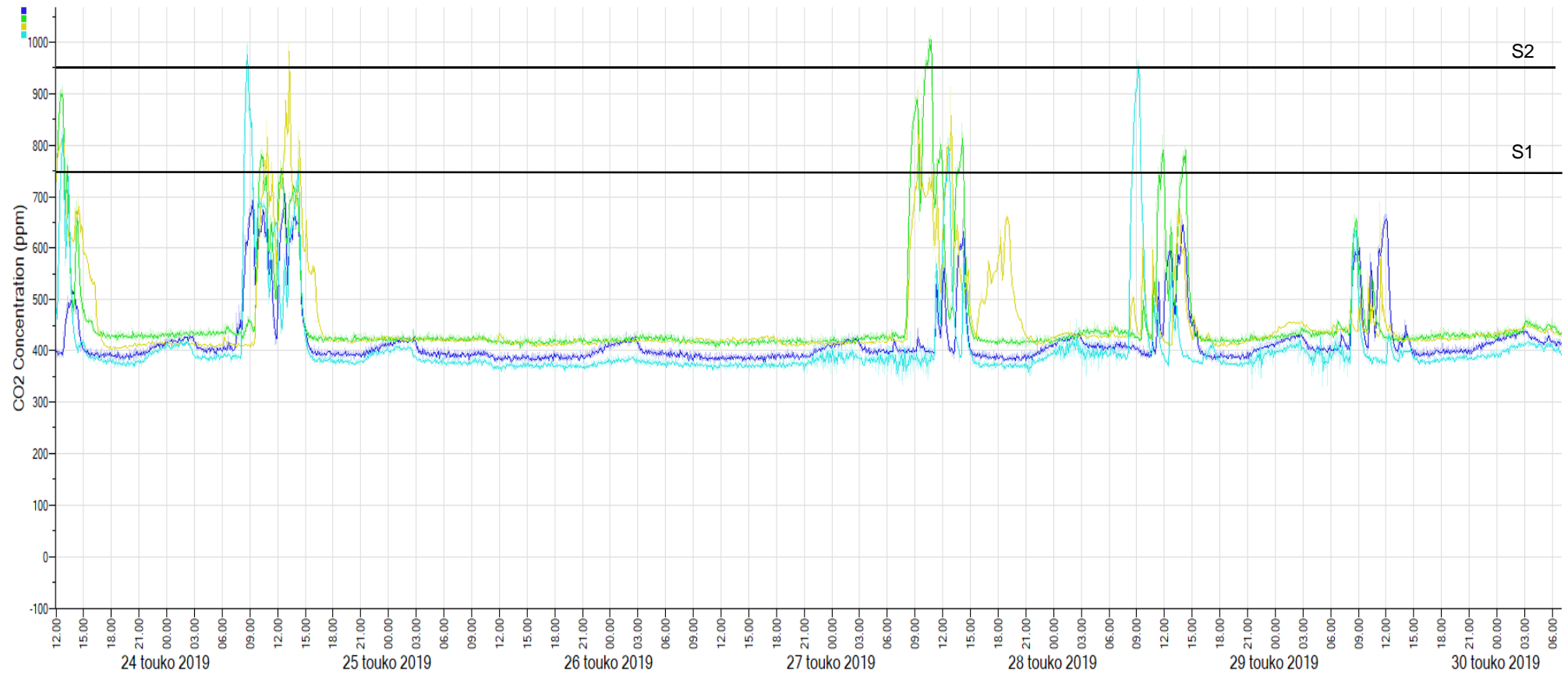


Sisäilman lämpötila (°C) 23. – 30.5.2019



Sisäilman hiilidioksidipitoisuus (ppm) 23. – 30.5.2019

■ Kotitalous 2
 ■ Fysiikka-kemia 1
 ■ Musiikkiluokka
 ■ Maantieto/biologia 26



3111346.17

Sisällysluettelo

Materiaalinäytteen mikrobianalyysit.....	2
VOC-emissionäytteet (BULK).....	9
Mineraalikuitulaskenta	17

3111346.17

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi


 Analyysivastaus
397348
MB19-01248
11.7.2019

1 (7)

 A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Eeva Jokinen
Puutarhakatu 10
33210 TAMPERE

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Eeva Jokinen
Näytteenottoaika: Seitsemän veljeksien koulu, "Kuntola", 31 11347.17
Näytteenottopäivämäärä: 25.6.2019 - 26.6.2019
Vastaanottopäivämäärä: 27.6.2019
Näytemäärä: 34 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

Mesofiiliset sienet
 Mesofiiliset sienet
 Mesofiiliset sienet
 Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit

Kasvatusalustat

Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)
 Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)
 2% mallasuuteagar (M2-agar)
 Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)

**Kasvatus-
lämpötila**

25 °C

25 °C

25 °C

25 °C

**Kasvatus-
aika**

7 vrk

7 vrk

7 vrk

7-14 vrk

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

3111346.17

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
397348
MB19-01248

2 (7)

Tutkitut näytteet

1. Aula 120, US, alaosa, min.villa
2. Musiikkiluokka 56, US, alaosa, min.villa
3. Ruokasali 125, US, ikk. alta, min.villa
4. Ruokasali 125, US, alaosa, min.villa
5. Keittiö 126, US, ikk. alta, min.villa
6. Keittiö 126, US, alaosa, min.villa
7. Astioidenpesu 135, US, yläosa, min.villa
8. Astioidenpesu 135, US, alaosa, min.villa
9. Astioidenpesu 135, US, alaosa, min.villa
10. Ruokasali 125, US, ikk. alta, min.villa
11. Kotitalous 1, 127, US, ikk. vierestä, min.villa
12. Kotitalous 1, 127, US, alaosa, min.villa
13. Metallityö 40, US, ikk. alta, min.villa
14. Puutyö 45, US, alaosa, min.villa
15. Maantieto-biologia 26, US, alaosa, min.villa
16. Maantieto-biologia 25, US, alaosa, min.villa
17. Maantieto-biologia 21, US, alaosa, min.villa
18. Fysiikka-kemia 6, US, ikk. vierestä, min.villa
19. Fysiikka-kemia 6, US, alaosa, min.villa
20. Fysiikka-kemia 1, US, alaosa, min.villa
21. Fysiikka-kemia 1, US, alaosa, min.villa
22. Liikuntasali 123, US, alaosa, min.villa
23. Liikuntasali 123, US, yläosa, min.villa
24. Liikuntasali 123, US, alaosa, min.villa
25. Liikuntasali 123, US, yläosa, min.villa
26. Liikuntasali 123, US, alaosa, min.villa
27. Liikuntasalin käytävä 117, US, ikk. alta, min.villa
28. Liikuntasalin käytävä 117, US, alaosa, min.villa
29. Liikuntasalin käytävä 117, US, ikk. alta, min.villa
30. Liikuntasalin käytävä 117, US, alaosa, min.villa
31. Aula 120, VS (vanha US), alaosa, min.villa
32. Käytävä (Fyke), VS (vanha US), alaosa, min.villa
33. Liikuntasali 123, AP, min.villa
34. Liikuntasali 123, AP, min.villa

Tulosten tulkinta

vahva viite vauriosta
vahva viite vauriosta
heikko viite vauriosta
viittaa vaurioon
vahva viite vauriosta
vahva viite vauriosta
vahva viite vauriosta
vahva viite vauriosta
vahva viite vauriosta
vahva viite vauriosta
vahva viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
viittaa vaurioon
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
viittaa vaurioon
heikko viite vauriosta
heikko viite vauriosta
ei viitettä vauriosta
viittaa vaurioon
viittaa vaurioon
vahva viite vauriosta
vahva viite vauriosta
viittaa vaurioon
ei viitettä vauriosta
viittaa vaurioon

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

3111346.17

Työterveyslaitos

 Analyysivastaus
397348
MB19-01248

3 (7)

Analyytitulos:

Näyte	Mesofilliset sienet				Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar		
1.	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * ++ <i>Chaetomium</i> * + <i>Cladosporium</i> + <i>Eurotium</i> * + <i>Mucor</i> ° + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä +++ <i>A. penicillioides</i> * + <i>A. versicolor</i> * + <i>Eurotium</i> * ++ <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * ++ <i>Chaetomium</i> * + <i>Cladosporium</i> + <i>Eurotium</i> * + <i>Mucor</i> ° + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä +++ Muut bakteerit +++ <i>Streptomyces</i> * -		
2.	Yhteensä +++ <i>A. fumigatus</i> * + <i>A. versicolor</i> * + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +++ <i>Sphaeropsidales</i> * + <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Aureobasidium</i> ° + <i>Cladosporium</i> +++ <i>Eurotium</i> * + <i>Penicillium</i> ++ <i>Sphaeropsidales</i> * +	Yhteensä +++ <i>A. niger</i> ° + <i>Chaetomium</i> * + <i>Cladosporium</i> + <i>Fusarium</i> * + <i>Penicillium</i> +++ <i>Rhizopus</i> ° + <i>Ulocladium</i> * +	Yhteensä ++ Muut bakteerit ++ <i>Streptomyces</i> * -		
3.	Yhteensä ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
4.	Yhteensä ++ <i>A. fumigatus</i> * +(3) <i>A. ochraceus</i> * +(1) <i>A. versicolor</i> * +(3) <i>Alternaria</i> + <i>Aureobasidium</i> ° +(1) <i>Blastobotrys</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. ochraceus</i> * +(2) <i>A. penicillioides</i> * +(3) <i>A. versicolor</i> * +(13) <i>Blastobotrys</i> + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. fumigatus</i> * +(3) <i>A. ochraceus</i> * +(2) <i>Blastobotrys</i> + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(16)		
5.	Yhteensä ++ <i>A. fumigatus</i> * + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++ <i>Rhizopus</i> ° +	Yhteensä +++ <i>A. penicillioides</i> * + <i>Cladosporium</i> +++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Arthrinium</i> + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++ <i>Rhizopus</i> ° +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
6.	Yhteensä +++ <i>A. fumigatus</i> * + <i>A. versicolor</i> * ++ <i>Cladosporium</i> ++ <i>Penicillium</i> + <i>Rhizopus</i> ° ++	Yhteensä ++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Acremonium</i> * + <i>Cladosporium</i> + <i>Eurotium</i> * + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++ <i>Rhizopus</i> ° +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		
7.	Yhteensä +++ <i>A. fumigatus</i> * + <i>Alternaria</i> + <i>Cladosporium</i> +++ <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>Cladosporium</i> +++ <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>Cladosporium</i> +++ <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -		

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

3111346.17

Työterveyslaitos

 Analyysivastaus
397348
MB19-01248

4 (7)

Näyte	Mesofiiliset sienet						Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		THG-agar	
8.	Yhteensä +++		Yhteensä +++		Yhteensä +++		Yhteensä ++	
	<i>A. ochraceus</i> * +		<i>A. ochraceus</i> * +		<i>A. ochraceus</i> * +		Muut bakteerit +	
	<i>A. versicolor</i> * +		<i>A. versicolor</i> * +		<i>A. versicolor</i> * ++		<i>Streptomyces</i> * ++	
	<i>Penicillium</i> +++		<i>Penicillium</i> ++		<i>Penicillium</i> +++			
9.	Yhteensä +++		Yhteensä +++		Yhteensä ++		Yhteensä ++	
	<i>Penicillium</i> +++		<i>A. ochraceus</i> * +		<i>Cladosporium</i> +		Muut bakteerit ++	
	<i>Rhizopus</i> ° +		<i>A. versicolor</i> * +		<i>Fusarium</i> * +		<i>Streptomyces</i> * -	
	steriilit +		<i>Cladosporium</i> +		<i>Penicillium</i> ++			
			<i>Fusarium</i> * +		<i>Rhizopus</i> ° +			
			<i>Penicillium</i> +++		steriilit +			
			<i>Rhizopus</i> ° +					
			steriilit +					
10.	Yhteensä +++		Yhteensä +++		Yhteensä +++		Yhteensä ++	
	<i>Penicillium</i> +++		<i>Cladosporium</i> +++		<i>Penicillium</i> +++		Muut bakteerit ++	
	<i>Sphaeropsidales</i> * +		<i>Penicillium</i> ++		<i>Sphaeropsidales</i> * +		<i>Streptomyces</i> * +	
			<i>Sphaeropsidales</i> * +					
11.	Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä +		Yhteensä -	
					<i>Penicillium</i> +		Muut bakteerit -	
							<i>Streptomyces</i> * -	
12.	Yhteensä ++		Yhteensä ++		Yhteensä ++		Yhteensä +	
	<i>A. fumigatus</i> * +(7)		<i>Cladosporium</i> ++		<i>A. fumigatus</i> * +(4)		Muut bakteerit +	
	<i>Cladosporium</i> +		<i>Penicillium</i> ++		<i>A. niger</i> ° +(1)		<i>Streptomyces</i> * -	
	<i>Mycotypha</i> +				<i>Cladosporium</i> +			
	<i>Penicillium</i> +				<i>Penicillium</i> +			
					steriilit +			
13.	Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä -	
							Muut bakteerit -	
							<i>Streptomyces</i> * -	
14.	Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä -	
							Muut bakteerit -	
							<i>Streptomyces</i> * -	
15.	Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä -	
							Muut bakteerit -	
							<i>Streptomyces</i> * -	
16.	Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä +	
							Muut bakteerit +	
							<i>Streptomyces</i> * -	
17.	Yhteensä +		Yhteensä ++		Yhteensä +		Yhteensä -	
	<i>Cladosporium</i> +		<i>Cladosporium</i> ++		<i>Cladosporium</i> +		Muut bakteerit -	
							<i>Streptomyces</i> * -	
18.	Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä -		Yhteensä -	
							Muut bakteerit -	
							<i>Streptomyces</i> * -	

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

3111346.17

Työterveyslaitos

 Analyysivastaus
397348
MB19-01248

5 (7)

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
19.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
20.	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. fumigatus</i> * +(2) <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
21.	Yhteensä + <i>Chaetomium</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	
22.	Yhteensä ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. fumigatus</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(2)	
23.	Yhteensä + <i>A. fumigatus</i> * +(5) <i>Chaetomium</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + <i>Alternaria</i> + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> + steriilit +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
24.	Yhteensä ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>Cladosporium</i> ++ <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. fumigatus</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> ++ <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
25.	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + <i>Geotrichum</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä -	Yhteensä + <i>A. fumigatus</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(1)	
26.	Yhteensä + <i>A. fumigatus</i> * +(3) <i>Cladosporium</i> + <i>Geotrichum</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. penicilliioides</i> * +(16) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. fumigatus</i> * +(3) <i>Blastobotrys</i> + <i>Cladosporium</i> + <i>P. variotii</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * ++(36)	
27.	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A. penicilliioides</i> * +(2) <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
28.	Yhteensä ++ <i>A. fumigatus</i> * +(1) <i>A. ochraceus</i> * +(1) <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Cladosporium</i> + hilvat, vaalea + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>A. penicilliioides</i> * +(2) <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Blastobotrys</i> + <i>Eurotium</i> * +(18) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. ochraceus</i> * +(3) <i>Blastobotrys</i> + <i>Cladosporium</i> + <i>Eurotium</i> * +(2) hilvat, vaalea + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(1)	

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 0220256-9, www.ttl.fi

3111346.17

Työterveyslaitos

 Analyysivastaus
397348
MB19-01248

6 (7)

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit ja aktinomykeetit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
29.	Yhteensä ++ <i>A. fumigatus</i> * +(2) <i>Blastobotrys</i> + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. restrictus</i> * +(4) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>Cladosporium</i> + <i>Geotrichum</i> + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
30.	Yhteensä +++ <i>A. fumigatus</i> * + <i>Blastobotrys</i> + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Blastobotrys</i> + <i>Cladosporium</i> + <i>Eurotium</i> * + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä +++ <i>Absidia</i> ° + <i>Blastobotrys</i> + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä ++ Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * ++	
31.	Yhteensä + <i>A. ochraceus</i> * + <i>A. versicolor</i> * + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A. ochraceus</i> * + <i>A. penicilliioides</i> * ++ <i>A. versicolor</i> * + <i>Eurotium</i> * + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A. ochraceus</i> * + <i>A. versicolor</i> * + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
32.	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * +(3)	
33.	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + Muut bakteerit + <i>Streptomyces</i> * -	
34.	Yhteensä ++ <i>A. ochraceus</i> * +(1) <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>A. ochraceus</i> * +(2) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä ++ <i>Penicillium</i> ++	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -	

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

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisoheje 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

3111346.17

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
397348
MB19-01248

7 (7)

Työympäristölaboratoriot

Jenni Tirkkonen
erityisasiantuntija
KuopioMaija-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

3111346.17

VOC-emissionäytteet (BULK)

raportti MV2019-097



Eeva Jokinen
A-insinöörit Suunnittelu Oy, Tampere
Puutarhakatu 10
33210 Tampere



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Seitsemän veljeksen koulu, Kuntola, Nurmijärvi

NÄYTTEET:

Materiaalinäytteet on ottanut Eeva Jokinen ja Timo Ekola, A-insinöörit Suunnittelu Oy, 27.6.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 1.7.2019. Näytteet on analysoitu 2.7.2019.

ANALYYSIT:

Emissionäytteet kerättiin mikrokammiolaitteella (Micro-Chamber, μ CTE) Tenax TA adsorbenttiin. Analyysit tehtiin kaasukromatografilaitteistolla, johon oli yhdistetty massaselektiivinen detektori (TD-GC-MS). Yhdisteet tunnistettiin retentioaikojen sekä kirjastohaun perusteella (kirjasto nist02.L).

Tolueenin, styreenin, 2-etyyli-1-heksanolin, naftaleenin ja 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyyraatin (TXIB) pitoisuus laskettiin oman vertailuaineen avulla. Muiden heksaanin ja heksadekaanin väliseltä kiehumispistealueelta löytyneiden yhdisteiden pitoisuudet laskettiin ns. tolueeniekvivalenttina.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (ns. TVOC) saatiin laskemalla kaikkien heksaanin ja heksadekaanin väliltä löytyneiden yhdisteiden tolueeniekvivalenttina määritetyt pitoisuudet yhteen. Lasketut tulokset ilmoitetaan lopuksi tutkittua näytemäärää kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

TVOC-tuloksen mittaasepävarmuus ilman näytteenottoa on 30 % (luottamusvälillä 95 %). Yksittäisten, oman vertailuaineen avulla määritettävien yhdisteiden mittaasepävarmuudet ovat välillä 26 - 67 % riippuen yhdisteestä. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yhdisteiden mittaasepävarmuudet ovat suurempia.

Tällä menetelmällä tehty analyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan se kertoo ainoastaan sen, mitä yhdisteitä ja missä keskinäisessä suhteessa, tutkitusta materiaalista emittoituu käytetyissä olosuhteissa.

3111346.17

raportti MV2019-097


TULOKSEN TULKINTA:

Tuloksen tulkintaan ei ole olemassa virallisia ohjearvoja. Alla olevassa taulukossa on esitetty Työterveyslaitoksen määrittämiä viitearvoja, joita voidaan hyödyntää materiaalien VOC tulosten arvioinnissa. Viitearvot perustuvat Työterveyslaitoksen sisäiseen aineistoon. Menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eivätkä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

Materiaalien VOC-emissioiden viitearvot erilaisille materiaalityypeille	
PVC	
<i>pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)</i>	
TVOC	200 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli	70 µg/m ³ g
PVC	
<i>pehmittimenä DINCH (di-isononyyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)</i>	
TVOC	500 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli	50 µg/m ³ g
C9-alkoholit	320 µg/m ³ g
TASOITTEET JA BETONI	
TVOC	50 µg/m ³ g
2-etyyli-1-heksanoli	40 µg/m ³ g
LINOLEUM	
TVOC	650 µg/m ³ g
propaanihappo	100 µg/m ³ g

3111346.17

raportti MV2019-097


ANALYYSITULOKSET:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä.

Tulokset on ilmoitettu toluleenivasteella laskettuna. Mikäli yhdisteen pitoisuus näytteessä on alle 1 µg/m³g, sitä ei ole merkitty tulostaulukkoon, mutta se on mukana TVOC-arvossa.

(*), laskettu omalla vasteella

Näyte: 1, Vinyylilaatta, Ruokasali 125 (tutkimustunnus: MV190290, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,1dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	140
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
undekaani	1.2
TERPEENIT	
longifoleeni	10
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
2-etyyli-1-heksanoli	90 (*170)
ALDEHYDIT	
nonanaali	1.9
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	36 (25% TVOC:sta)

3111346.17

raportti MV2019-097



Näyte: 2, Muovimatto, Maantieto-biologia 26 (tutkimustunnus: MV190291, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,1dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	41
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
etylibentseeni	1.3
styreeni	4.9 (*5.1)
YKSJARVOISET ALKOHOLIT	
2-etyyli-1-heksanoli	23 (*43)
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	12 (29% TVOC:sta)

3111346.17

raportti MV2019-097



Näyte: 3, Muovimatto, Kotitalous 1. 27 (tutkimustunnus: MV190292, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,1dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	160
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
styreeni	3.6 (*3.9)
YKSJARVOISET ALKOHOLIT	
1-butanoli	1.2
2-etyyli-1-heksanoli	140 (*250)
ALDEHYDIT	
nonanaali	4.0
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	18 (11% TVOC:sta)

3111346.17

raportti MV2019-097



Näyte: 4, Muovimatto, Fysiikka-kemia 6 (tutkimustunnus: MV190293, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,1dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	190
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
styreeni	1.0 (*0.8)
YKSJARVOISET ALKOHOLIT	
1-butanoli	3.3
2-etyyli-1-heksanoli	150 (*280)
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	37 (19% TVOC:sta)

3111346.17

raportti MV2019-097



Näyte: 5, Vinyylilaatta, Käytävä 71 (tutkimustunnus: MV190294, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,2dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³ g)
TVOC	37
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
2-etyyli-1-heksanoli	14 (*27)
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	
2-fenoksietanoli	1.6
ESTERIT JA LAKTONIT	
2-etyyliheksaanihapon etyyliesteri	1.3
MUUT YHDISTEET	
trietyylifosfaatti	5.5
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	14 (37% TVOC:sta)

Näyte sisälsi pieniä määriä erilaisia yhdisteitä, joiden tunnistaminen riittäväällä varmuudella on vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

3111346.17

raportti MV2019-097



Näyte: 6, Muovimatto, Fysiikka-kemia 1 (tutkimustunnus: MV190295, näytteenottoaika 30min, näytetilavuus 2,1dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³g)
TVOC	130
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
styreeni	1.0 (*0.9)
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
2-etyyli-1-heksanoli	92 (*190)
ALDEHYDIT	
nonanaali	1.2
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	36 (27% TVOC:sta)

Kuopiossa, 4.7.2019

Teija Meklin

Mikrobioni Oy

VIITTEET:

ISO 16000-6, 2004, Indoor air - Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID, 1-25.

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira ohje 8/2016.

Järnström H., Reference values for building material emissions and indoor air quality in Residential buildings, 2007, VTT publications 672.

Saarela, K., ym., TVOC-haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio ja sen eri Laskentatavat, Sisäilmastoseminaari 2005, Sisäilmayhdistys raportti 23.

Työterveyslaitos. Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin. 2017.

3111346.17

Mineraalikuitulaskenta



94405/MVL

TUTKIMUSRAPORTTI

11.6.2019

1/1



TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN PITOISUUS LASKEUMAPÖLYSTÄ			
Tilaaaja:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy		
Kohde:	rakennus Kuntola	Tilauspäivä:	6.6.2019
Projektinumero:	31 11346.17	Toimituspäivä:	10.6.2019
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 määrittelyvarmuudesta 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 *
MVL1	Musiikkiluokka, tila 56; hyllyn päällystä	14 vrk	0,1
MVL2	Ruokasali, tila 25; hyllyn päällystä	14 vrk	0,1
MVL3	Liikuntasali, tila 123; seinämän päällystä	14 vrk	0,1
MVL4	Fysiikka-Kemia, tila 1; hyllyn päällystä	14 vrk	0,1
MVL5	Maantieto-Biologia, tila 26; pöytätasen päällystä	14 vrk	0,1
MVL6	Kotitalous, tila 32; kaapin päällystä	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 ylimentävät tulokset on lihavoitu. Toimenpiderajaa IV-kanaviston sisäpintojen kuitupitoisuudelle ei ole asetuksessa määritetty.




Heikki Meriluoto, Tutkija, Geologi
p. 030 571 9908, heikki.meriluoto@labroc.fi

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	Rakenteen hetkellinen kosteusmittaus	4
3.1.1	Tutkimusvälineet	4
3.1.2	Tulosten tulkinta	4
3.1.3	Epävarmuustarkastelu	4
3.2	Viiltomittaus	4
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	5
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 mineraalikuittujen laskenta	7
6.1.1	Näytteenotto	7
6.1.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot	7
7	Tuloilmakanavien pöly ja puhtaus	8
7.1	Aistienvarainen puhtauden tarkistus	8
8	Pitkäaikaiset paine-eromittaukset	8
8.1	Tutkimusvälineet	8
8.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot	8
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

20.9.2019

11	Sisäilman hiilidioksidi	12
11.1	Tutkimusvälineet	12
11.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot	12
12	Materiaalien mikrobialyysit	13
12.1	Materiaalinäytteenotto	13
12.2	Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä	13
12.3	Tulosten tulkinta laimennossarjamenetelmällä	13
12.4	Tulosten tulkinta qPCR-menetelmällä	14
13	Materiaalien VOC-emissiot (BULK)	15
13.1	Tutkimusmenetelmä	15
13.2	Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot	15

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 pyydettyessä.

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 kosteuspuiteisuuden 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 kosteuspuiteisuutta koko mittausvytyydeltä, eikä sen perusteella voida eritellä kosteuspuiteisuutta 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 mittajaan 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 Rakenteen hetkellinen kosteusmittaus

Mittaustavalla voidaan selvittää tutkittavan rakenteen (yleensä kotelo tai kevytrakenteinen seinä) kosteussisältöä suuntaa antavasti. Tutkittavaan rakenteeseen tehdään reikä mittapäätä varten, jota ei putkiteta. Mittapään tasaantumisaika on tyypillisesti n. 20...45 minuuttia. Mittapään läpivienti tiivistetään vesihöyrytiivillä kitillä.

3.1.1 Tutkimusvälineet

Sisäilman ja rakenteiden suhteelliset kosteudet ja lämpötilat mitattiin Vaisala HMI41 -mittalaitteella ja HMP42 mittapäällä.

3.1.2 Tulosten tulkinta

Rakenteiden kosteussisältö on riippuvainen sisäilman lämpötilasta ja suhteellisesta kosteudesta. Rakenteissa voidaan todeta olevan normaalista poikkeavaa kosteutta, kun mitatun rakenteen absoluuttinen kosteussisältö on lämpötilasta riippuen yli 14...18 g/m³. Referenssimittauspistettä korkeammat rakennekosteudet voivat viitata rakenteissa olevasta normaalista korkeammasta kosteussisällöstä.

3.1.3 Epävarmuustarkastelu

Mittapään HMP42 mittaustarkkuus on ± 2 % RH kun suhteellinen kosteus on < 90 %. Suhteellisen kosteuden ollessa > 90 % mittaustarkkuus on ± 3 % RH. Tasalämpöisissä rakenteissa mittaus on luotettava, mutta ulkovaipparakenteiden ilmavuodot ja lämpötilaerot sisäilmaan nähden saattavat aiheuttaa merkittävän mittavirheen. Mittaus on tarkimmillaan, kun rakenteen lämpötila on välillä $+15...+25$ °C.

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 vesihöyrytiivillä kitillä. Mittapään tasaantumisaika on n. 20 minuuttia. Lisätietoa mittauksesta löytyy RT-kortista 14-10984.

20.9.2019

3.2.1 Tutkimusvälineet

Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila ja lattiapinnoitteen alle tehdyt suhteellisen kosteuden mitaukset 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 liimatiilassa 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 mittapäättä 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 riittävästi monta mittauspistettä. Tällöin saadaan kattavasti rajattua alueet, joilla on poikkeavaa kosteuspitoisuutta. Referenssimittaukset ovat olennainen osa mittauksia, joilla selvitetään rakenteen ns. normaalitila. Mittausmenetelmää voidaan pitää tarkkana.

4 Rakenneavaukset

Rakenneavauksia tehdään rakennetyyppien selvittämiseksi ja rakenteen kunnan 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, kosteustieteellistä 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 $\varnothing 8 \dots 28$ mm iskuporakoneella ja $\varnothing 52 \dots 100$ mm timanttikorakoneella (kuivaporaus). Levyrakenteiden rakenneavaukset tehdään käsityökaluin, monitoimityökalulla tai reikäsaahalla. 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 vesihöyrytiivillä kitillä ja niiden ja kaasunsyöttölaitteiston tiiveys tarkistetaan ennen tutkimusta. Merkkiainetutkimuksessa merkkiaineikaasua 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

Merkkiaineikaasuna käytettiin Formier 5 -seoskaasua, jossa on 5 % vetyä ja 95 % typpeä ja on siten tiheydeltään ilmaa vastaava seos. Merkkiaineikaasua syötettiin kaasupulloon liitetyllä virtaussäätimellä, jolla kaasun syöttömäärää voidaan säätää. Merkkiainevuotojen tutkimiseen käytettiin Inficon Sensistor XRS 9012 -merkkiaineanalysaattoria. Merkkiainelaitteanalysaattorin herkkyyttä voidaan säätää tasoille 1-10. Tutkimus suoritettiin pääsääntöisesti herkkyysasetuksella 5, mutta tarkemmassa paikallistamisessa tarvittaessa herkemällä 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 tulokinnassa 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 $\pm 0,25$ 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 levy pinta 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

20.9.2019

tulkintoja mahdollisista epäpuhtauslähteistä, kun myös tuloilmakanavista otetaan näytteitä. Analyysitulokset ilmoitetaan kuitujen lukumääränä pinta-alaa kohden (kuitua/cm²). Synteettiset epäorgaaniset kuidut eivät todennäköisesti aiheuta ongelmia, jos kuitupitoisuudet säännöllisesti siivotuilla pinnoilla (pöydät ym.) ovat alle 0,2 kuitua/cm² (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa III, 8/2016). Harvoin siivotuilla pinnoilla kuitupitoisuuden tulisi olla alle 3 kpl/cm². Jos kuitujen lukumäärät harvoin siivotuilla pinnoilla ovat yli 10 kpl/cm², 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.

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 Pro-dual -paine-eronäytöt ja Tinytag TGPR-0704 -paine-erologgeri sekä Beck-anturi ja Tinytag TGC 0046 -paine-erologgeri) avulla. Käytettyjen mittalaitteiden mittaustarkkuus on $\pm 1\%$ ($\pm 50\text{Pa}$).

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 ilmavuoja 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 %	

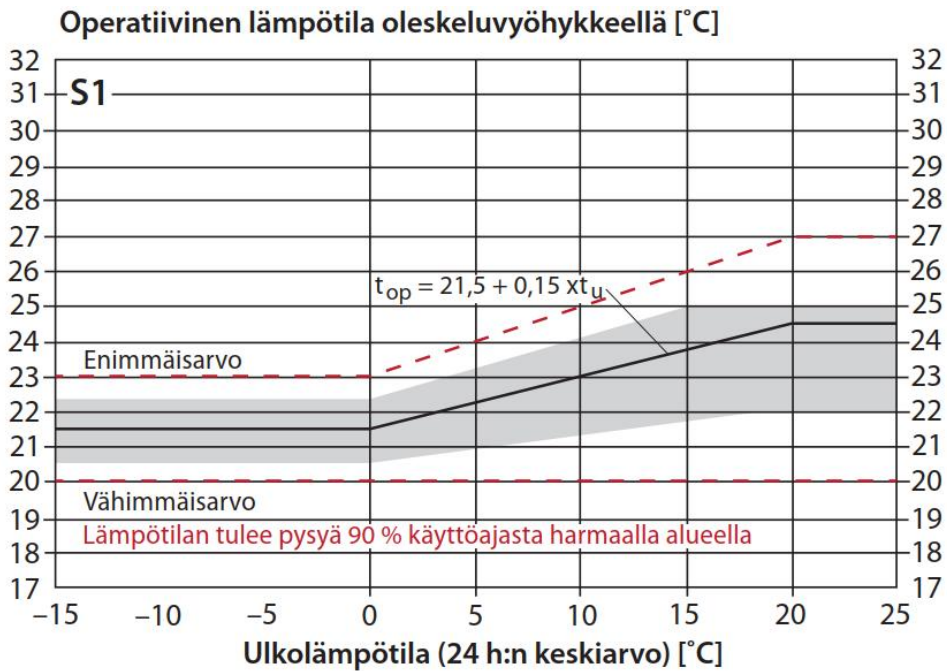
¹⁾ S1-luokassa operatiivisen lämpötilan on oltava tila/huoneistokohtaisesti aseteltavissa välillä $t_{op} \pm 1,5$ °C. Jos samassa huoneessa on useita henkilöitä, käytetään lämpötilan tavoitetasona taulukossa esitettyjä tavoitearvoja.

²⁾ Suluissa asumisterveysasetuksen mukaiset toimenpiderajat.

Taulukko 1. Sisäilmastoluokituksen 2018 operatiivisen lämpötilan tavoitearvot eri sisäilmastoluokissa.

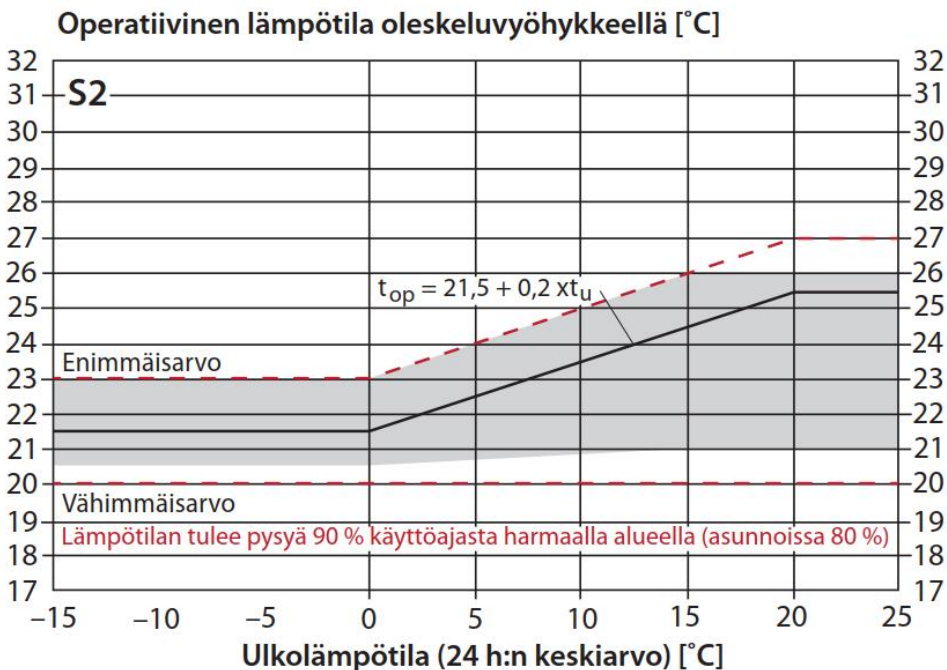
Ulkolämpötilalla t_u tarkoitetaan ulkoilman 24 tunnin liukuvaa keskiarvoa lähimmällä säähavaintopaikalla. Tilan käyttäjän toivomuksesta voidaan sisälämpötilan antaa laskea alle tavoitetason tai antaa kesällä nousta yli tavoitetason. Operatiivisen lämpötilan tulee olla tavoitearvon sallitun vaihteluvälin 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 mitaamalla 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 ylittyä, 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 vuodenaajasta. 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 ilmanvaihdesta 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.

12.3 Tulosten tulkinta laimennossarjamenetelmällä

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun näytteen home- ja hiivasienten pitoisuus on vähintään 10^4 pmy/g tai aktinomykeettien pitoisuus 3000 pmy/g. Aktinomykeettien esiintymistä arvioidaan lisäksi niiden indikaattorimerkityksen avulla, kun niiden pitoisuudet ovat alle 3000 pmy/g (kts. alla). Näytteen bakteeripitoisuus vähintään 10^5 pmy/g viittaa bakteerikasvuun materiaalissa. Sienikasvusto materiaalissa viittaa materiaalissa olevaan kosteus- ja mikrobivaurioon. Mikäli

materiaalissa havaitaan vain suuri bakteeripitoisuus, tämä voi johtua myös materiaalin likaisuudesta, joten ainoastaan bakteeripitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta. Tulosten tulkinnassa on otettava huomioon menetelmän tekninen mittaasepävarmuus ja muut tuloksen luotettavuuteen vaikuttavat tekijät, kuten esimerkiksi pesäkkeiden laskennan yhteydessä tehdyt arviot.

Vaikka sienipitoisuus jää alle 10^4 pmy/g voivat löydökset viitata mikrobikasvustoon silloin, kun näytteessä havaitaan kosteus- ja homevaurioon viittaavia kosteusvaurioindikaattoreita ja sienten kokonaispitoisuus on 5000 - 10000 pmy/g tai näytteen sienisuvusto on epätavallisen yksipuolinen (1-2 lajia/sukua) ja pitoisuus kuitenkin >5000 pmy/g. Usean indikaattorin esiintyminen pieninä pitoisuuksina saattaa viitata itiöiden kerääntymiseen näytemateriaalin ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon. Jos rakennusmateriaalinäytteen sienipitoisuus on alle määritysrajan tai näytteessä havaitaan vain yksittäisiä pesäkkeitä, kyseessä voi olla vaurioitumaton näyte tai kuivunut kasvusto. Tällöin materiaaleille tehdään suoramikroskopiointi.

Suoraan maaperän tai ulkoilman kanssa kosketuksessa oleviin lämmöneristeisiin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia itiöitä, jotka eivät ole muodostaneet varsinaista kasvustoa lämmöneristeessä. Tutkimusten perusteella rakenteiden sisällä olevissa lämmöneristeissä havaittu mikrobikasvu liittyy kuitenkin usein todellisiin, rakennusteknisesti havaittuihin kosteusvaurioihin. Eristemateriaaleissa todettua mikrobikasvua pidetään toimenpiderajan ylityksenä vain, jos rakenteesta on varmistettu ilmayhteys sisätiloihin.

12.4 Tulosten tulkinta qPCR-menetelmällä

qPCR (kvantitatiivinen polymeraasiketjureaktio) menetelmä mittaa sekä elävien, että kuolleiden mikrobien määrää spesifisesti niin, että vain analyysin kohteeksi valitut mikrobit mitataan. Laboratorioon lähetetyistä näytteistä analysoidaan aina seuraavat mikrobiryhmät, joiden pitoisuuksille tulosten tulkinta perustuu: homeet ja hiivat, Penicillium ja Aspergillus (mittaa Penicillium- ja Aspergillus-homesukujen sekä Paecilomyces variotii-lajin edustajat), ja Streptomyces-bakteerisuku (viitteet: US EPA, Rintala ym. 2006). Lisäksi voidaan tehdä kaikkien bakteerien määrää (bakteerit) ja Mycobacterium-bakteerisuvun määrää (Mycobacterium) mittaava analyysi (viitteet: Kärkkäinen ym. 2010, Torvinen ym. 2010).

Laboratorio	Homeet ja hiivat	PenAsp*	Streptomyces
Työterveyslaitos	300 000	100 000	2 000
Mikrobioni	100 000	60 000	6 000

Laboratorioiden viitearvot qPCR-menetelmälle, jolloin materiaalinäytteessä on viite mikrobikasvusta. Yksikkönä se/g.

* Penicillium- ja Aspergillus-homesukujen sekä Paecilomyces variotii-lajin edustajat

Pitoisuus ilmoitetaan yksikössä se/g (soluekvivalenttia/gramma näytettä) tai vieraskielisellä vastineella ce/g.

Sädesienille ei ole tällä hetkellä käytössä koko ryhmän kattavaa qPCR-menetelmää.

Menetelmien määritysrajat vaihtelevat riippuen näytemateriaalista ja menetelmästä. Määritysrajat on ilmoitettu laboratorioanalyyseissä. Mikrobikasvun esiintymistä on esitetty asteikolla: ei mikrobikasvua materiaalissa, epäily mikrobikasvusta materiaalissa ja selvä mikrobikasvu materiaalissa.

Mittaasepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. Metropolilabin menetelmäkohtainen mittaasepävarmuus on Yleishome-menetelmälle 40 %, Penicillium/Aspergillus -menetelmälle 26 % ja Streptomyces -

menetelmälle 24 %. Metropolilabin mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Työterveyslaitoksen mittausepävarmuuslaskelmat ovat pyynnöstä nähtävillä laboratoriossa.

13 Materiaalien VOC-emissiot (BULK)

Tutkimuksella on tarkoitus selvittää materiaalinäytteestä emittoituvien päästöjen määrää, jolla selvitetään tilassa olevien VOC-päästöjen lähdettä.

13.1 Tutkimusmenetelmä

Tutkittavasta pintarakenteesta otetaan materiaalinäyte (esim. tasoite, liima, muovimatto), joka kääritään folioon ja toimitetaan laboratorioon analysoitavaksi. Suositeltavaa on, että yhteen näytteeseen toimitetaan vain yhtä materiaalia.

13.2 Tulosten tulkintaperusteet ja viitearvot

Saatuja tuloksia verrataan Työterveyslaitoksen asettamiin viitearvoihin. Viitearvot perustuvat Työterveyslaitoksen asiakas- ja seurantanäytteiden BULK-emissioihin. Emittoituvien päästöjen määrä kerrotaan yksikössä $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$.

PVC, jossa pehmittimenä DEHP	
TVOC	200
2-Etyyli-1-heksanoli	70
PVC, jossa pehmittimenä DINCH, DINP tai DIDP	
TVOC	500
2-Etyyli-1-heksanoli	50
C ₉ -alkoholit	320
Tasoitteet ja betonit	
TVOC	50
2-Etyyli-1-heksanoli	40
Linoleum	
TVOC	650
Propanihappo	100

Taulukko 4. Työterveyslaitoksen esittämät viitearvot BULK-emissioista (Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin, 27.2.2017)

Tarkemmat tutkimusmenetelmät esitetään laboratorion analyysivastauksessa.