

TUTKIMUSSELOSTUS

PAPPILAN KOULU, PÄÄRAKENNUS
KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS
ILMANVAIHTOTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

6.11.2018



Sisällys

1	Yleistiedot.....	4
1.1	Tutkimuskohde.....	4
1.2	Tilaaaja	4
1.3	Tutkimusten tavoite	4
1.4	Tutkimusajankohta	4
1.5	Tutkimuksen tekijät.....	4
2	Tiivistelmä.....	5
3	Kohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta.....	7
4	Lähtötiedot ja tiedossa oleva korjaushistoria.....	8
4.1	Lähtötiedot	8
4.2	Tutkimusten taustaa ja aiemmissa tutkimuksissa havaitut puutteet	8
4.3	Tiedossa oleva korjaus- ja muutoshistoria	9
5	Tutkimusmenetelmät.....	10
6	Piha-alueet	12
6.1	Havainnot.....	12
6.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	15
7	Alapohja ja maanvastaaiset seinät.....	16
7.1	Rakenteet.....	16
7.1.1	Maanvastaaiset seinät.....	17
7.2	Havainnot.....	17
7.3	Merkkiainekokeet	23
7.4	Kosteusmittaukset.....	25
7.5	Materiaalinäytteet.....	29
7.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	29
8	Välipohjarakenteet	31
8.1	Rakenteet.....	31
8.2	Havainnot.....	32
8.3	Merkkiainekokeet	34
8.4	Kosteusmittaukset.....	37
8.5	Materiaalinäytteet.....	38
8.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	38
9	Ulko- ja väliseinät sekä ikkunat	38
9.1	Rakenteet.....	38
9.2	Havainnot.....	39
9.3	Merkkiainekokeet	42
9.4	Materiaalinäytteet.....	43
9.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	44
10	Yläpohja ja vesikatto	44
10.1	Rakenteet.....	44
10.2	Havainnot.....	45
10.3	Materiaalinäytteet.....	52
10.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	53
11	Ilmanvaihto ja sisäilma.....	54
11.1	Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus.....	54
11.2	Ilmanvaihtokoneet	55
11.3	Ilmamäärät	70
11.4	Kanavistot ja ilmanjako.....	71
11.5	Olosuhteiden seurantamittaukset	73
11.5.1	Paine-eron seurantamittaukset	73
11.5.2	Lämpötilan ja kosteuden seurantamittaukset	77
11.5.3	Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset.....	79

11.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	80
12	Altistumisolosuhteiden arviointi	82
13	Yhteenveto toimenpidesuosituksista	84
13.1	Kiireellisesti suoritettavat toimenpiteet.....	85
13.2	Peruskorjauksen yhteydessä suoritettavat toimenpiteet	85

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Pappilan kivikoulu, Akaa
Savikontie 2-6
37800 Akaa

1.2 Tilaaja

Akaan kaupunki
Myllytie 3
37801 Akaa

Kiinteistöpäällikkö Henri Salonen, puh: 040 335 3255

sähköposti: henri.salonen@akaa.fi

1.3 Tutkimusten tavoite

Tutkimusten ensisijaisena tavoitteena oli selvittää rakennuksen sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä ja rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta sekä ilmanvaihtojärjestelmien toimintaa. Lisäksi tavoitteena oli määrittää toimenpidesuositukset sisäilman laadun parantamiseksi sekä määrittää lähtötiedot mahdollista korjaussuunnittelua varten.

Tutkimukset tehtiin tutkimussuunnitelmassa (Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 10.8.2018) esitetyssä laajuudessa huomioiden jo kohteessa suoritettujen tutkimusten havainnot ja mittaustulokset sekä käyttäjien tekemät havainnot.

1.4 Tutkimusajankohta

Kenttätutkimukset suoritettiin 10.-12.9.2018 sekä 25. – 26.9.2018. Sisäilman seuranta-
mittaukset suoritettiin 11.-25.9.2018.

Ilmanvaihtokoneet tarkastettiin 26.9.2018 ja ilmamäärämittaukset sekä tilojen ilman-
vaihdon tarkastukset tehtiin 2.10.2018.

1.5 Tutkimuksen tekijät

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan esplanadi 2
33100 Tampere

Tutkimushanke suoritettiin seuraavalla tutkimusryhmällä:

- Hannes Timlin, TkK
- Ella Lahtinen, DI
- Toni Lammi, RI, RTA
- Aki Kohtamäki, Ins. AMK

Projekti RAFY2083.

2 Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin sisäilman laatuun ja rakenteiden kosteustekniseen toimintaan vaikuttavia puutteita sekä ilmanvaihdon toimintaa. Tehtyjen tutkimusten perusteella laadittiin toimenpide-ehdotukset havaittujen puutteiden korjaamiseksi.

Piha-alueiden sekä sadevesi- ja salaojajärjestelmän osalta merkittävimmät puutteet havaittiin salaojitusjärjestelmän toiminnassa, mikä on aiheuttanut sade- /pohjavesien nousua väestönsuojatiloihin. Suosittelemme välittömästi lisätutkimuksia/-selvityksiä salaojituksen tarkemmin kunnon, korkotason ja laajuuden selvittämiseksi sekä perusvesi- että VSS-jätevesipumppaamon tarkemman toiminnan selvittämiseksi.

Sisäilman laatua heikentäviä puutteita havaittiin liikuntasalin lattiassa sekä koko rakennuksen alapohjan- ja maanvastaisten seinien ilmatiiveydessä. Suosittelemme kiireellisenä toimenpiteenä liikuntasalin alapohjarakenteen lisätutkimuksia vauriomekanismin sekä vauriolaajuuden tarkentamiseksi ja parantamaan paikallisesti merkittävien läpivientien ilmatiiveyttä. Laajempi alapohjarakenteiden ilmatiiveyden parantaminen tulisi tehdä viimeistään peruskorjauksen tai seuraavien pintamateriaaleihin kohdistuvien korjausten yhteydessä.

Rakennuksen alkuperäisen osan välipohjissa todetut ilmatiiveyspuutteet lattia-seinäliitetyissä sekä talotekniikan läpivienneissä mahdollistavat ilmavirtaukset välipohjan täyttökerroksesta huonetilaan. Välipohjan täyttökerroksesta on aikaisemmissa tutkimuksissa havaittu ainakin paikallista mikrobikasvua. Aikaisemmissa tutkimuksissa mikrobivaurioituneiksi todetuilta alueilta (levyrakenteiset välipohjan pintarakenteet) täyttökerros ja pintarakenteet on uusittu. On kuitenkin mahdollista, että vanhassa orgaanisessa välipohjatäytössä on vanhoja paikallisia vaurioita, joita ei pystytä paikallistamaan avaamalla laajemmin rakenteita. Välipohjien täyttökerrosten kautta tapahtuvien ilmavirtausten ja täytössä mahdollisesti olevien paikallisten vaurioiden vaikutus sisäilman laatuun on todennäköisesti melko vähäinen. Suosittelemme välipohjien ilmatiiveyden parantamista viimeistään seuraavan lattianpäällysteisiin kohdistuvien korjausten yhteydessä.

Ulkoseinien ilmatiiveydessä havaittiin kohtalaisia puutteita sekä rakennuksen alkuperäisellä osalla, että laajennusosalla. Ulkoseinärakenteissa ei kuitenkaan havaittu kosteusvaurioita eikä poikkeavaa hajua, joten ilmatiiveyspuutteiden vaikutus sisäilman laatuun on todennäköisesti vähäinen. Suosittelemme ulkoseinien ilmatiiveyden parantamista sekä alkuperäisellä osalla että laajennusosalla viimeistään seuraavan peruskorjauksen tai sisäpintoihin kohdistuvien korjausten yhteydessä.

Alkuperäisellä osalla merkittävimmät havaitut puutteet ovat pohjakerroksen lämmönjakohuoneen seinien epätiiviit läpiviennit, jotka mahdollistavat lämmönjakohuoneen epäpuhtauksien kulkeutumisen viereisiin tiloihin. Alkuperäisen osan kellarikerroksen käytävillä havaittu selkeä poikkeava haju kulkeutuu lämmönjakohuoneesta läpivientien kautta. Hajujen ja muiden epäpuhtauksien kulkeutumiseen vaikuttaa epätiiviiden läpivientien lisäksi tilojen väliset painesuhteet. Suosittelemme kiireellisenä toimenpiteenä lämmönjakohuoneen alipaineistamista suhteessa viereisiin tiloihin, jotta ilmavirran suunta saadaan muutettua puhtaista tiloista lämmönjakohuoneeseen päin. Alipaineistamisen yhteydessä tulee myös parantaa väliseinien läpivientien sekä putkikanaalin ilmatiiveyttä.

Erityisesti rakennuksen alkuperäisen osan tiilikatteessa todettiin paikallisesti merkittäviä aktiivisia vesivuotoja ja vuotoriskejä ja huolto- ja korjaustarvetta. Aktiiviset vesivuodot ovat aiheuttaneet paikallista kosteusrasitusta vesikaton puurakenteille, yläpohjan betonirakenteelle sekä myös osin orgaaniselle täyttömateriaalille. Yläpohjan eristekerroksessa havaituilla paikallisilla puutteilla on todennäköisesti vaikutusta rakennuksen

sisäilman laatuun yläpohjan alalaatan epätiiviyden läpivientien kautta. Suosittelemme kiireellisenä toimenpiteenä suorittamaan vesikaton huolto- ja korjaustöitä havaittujen vesivuotojen korjaamiseksi ja lisävuotojen ehkäisemiseksi sekä tiivistämään yläpohjarakenteen alalaatassa havaitut epätiivieyskohdat.

Ilmanvaihtojärjestelmä toimii sisäilman laadun kannalta tyydyttävästi. Ilmanvaihtokoneista havaittiin tiettyjä huoltoluontoisia toimenpidetarpeita, jotka voidaan pääosin suorittaa normaalien huoltotoimien yhteydessä. Ilmanvaihdossa havaittiin toimintakatkoksia sekä merkittäviä painesuhteiden vaihteluja, joiden syyt tulee selvittää tarkemmin mm. kanavapaineiden seurantamittausten avulla.

3 Kohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta

Tutkimuksen kohteena on Akaalla sijaitsevan Pappilan koulukiinteistön nykyinen päärakennus eli kivikoulu. Rakennuksessa toimii alakoulu. Kivikoulun alkuperäinen osa on rakennettu vuonna 1949 ja laajennusosa vuonna 1993. Päärakennuksena toimivan kivikoulun lisäksi kiinteistöön kuuluu myös muita koulun käytössä olevia rakennuksia. Tämä tutkimusselostus käsittelee vain kivikoulua. Seuraavassa kuvassa (Kuva 1) on esitetty tutkittava rakennus ja muut kiinteistöllä sijaitsevat rakennukset.



Kuva 1. Satelliittikuva Pappilan koulusta. Tutkimuskohteena olevan kivikoulun alkuperäinen osa on rajattu kuvaan punaisella ja laajennusosa sinisellä. Sinisellä nuolella on kuvattu pohjoinen ilmansuunta. Keltaisella katkoviivalla on esitetty luokkasiiven ja liikunta-/ruokasiiven raja.

Kivikoulun kokonaisala on noin 2200 brm². Tässä tutkimuksessa kivikoulun osista käytetään nimityksiä luokkasiipi ja liikunta-/ruokasiipi. Luokkasiipi on alkuperäisen osan kohdalla 3-kerroksinen ja laajennuksen osalta 1-kerroksinen. Liikunta-/ruokasiipi on 1-kerroksinen, ja lisäksi sen kohdalla on osittainen kellari, jossa sijaitsee väestönsuoja. Luokkasiivessä sijaitsee opetustilojen lisäksi teknisen työn tilat, opettajienhuone, ulkokäytön varastot sekä lämmönjakuhuone. Liikunta-/ruokasiivessä sijaitsevat liikuntasali, pesu- ja pukutilat, ruokala, keittiö sekä aula.

Rakennuksen alapohjarakenne on maanvastainen betonilaatta, joka on laajennusosalla lämmöneristetty. Välipohjat ovat betonirakenteisia alalaattapalkistoja, joissa on pääasiassa pintabetonilaatta ja pienellä osalla puupintainen lattia. Yläpohja on betonirakenteinen. Ulkoseinät ovat alkuperäisellä osalla rapattuja tiili- ja kevytbetonirakenteita ja laajennusosalla betonisandwich-elementtejä. Kattomuoto on harjakatto, vesikatteena toimii alkuperäisellä osalla tiilikate ja laajennusosalla bitumikermi.

Käyttötilojen lattiapäällysteenä on pääosin muovimatto, alkuperäisen osan käytävillä ja porraskäytävissä on mosaiikkibetonia. Väestönsuojan ja lämmönjakuhuoneen lattia on maalattu betonilaatta.

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä. Rakennuksen alkuperäisellä osalla on alun perin ollut painovoimainen ilmanvaihto. Koneellinen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä on asennettu laajennusosan rakentamisen yhteydessä 1990-luvulla toteutetun peruskorjauksen yhteydessä. Ilmanvaihtokoneita ohjataan keskitetyn rakennusautomaatiojärjestelmän avulla.

Rakennuksen alkuperäisen osan pohjakerrokseen on jälkikäteen asennettu yksi pieni tulo- ja poistoilmakone, joka toimii muun ilmanvaihtojärjestelmän lisänä palvellen kahta pohjakerroksen tilaa.

Viimeisin ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja ilmamäärien säätö on lähtötietojen mukaan tehty vuonna 2015.

4 Lähtötiedot ja tiedossa oleva korjaushistoria

4.1 Lähtötiedot

Tutkimusten aikana on ollut käytettävissä seuraava tilaajan toimittama lähtötietoineisto:

- Tiedote oire- ja sisäilmakyselyn tuloksista, 10.03.2018
- PTS-ehdotukset vuosille 2016-2018, Akaan kaupunki, ei päivämäärää
- Suunnitelmallisen valvonnan tarkastuspöytäkirja, Tampereen kaupungin ympäristöterveys, 29.12.2015
- Ilmanvaihdon mittauspöytäkirja (kirjasto ja varasto), Vaileri Oy, 5.8.2015
- Ilmanvaihdon mittauspöytäkirja, Consti Talotekniikka Oy, 1.-4.6.2015
- Ilmanvaihdon puhdistusraportti, Consti Talotekniikka Oy, 29.5.2015
- Työsuojelutarkastuksen tarkastuskertomus, Aluehallintovirasto Länsi- ja Sisä-Suomi, 9.2.2015
- Työsuojelutarkastuksen tarkastuskertomus, Aluehallintovirasto Länsi- ja Sisä-Suomi, 11.12.2014
- Lisätutkimukset, osa 2, Rakennusinsinööritoimisto Jommi Suonketo, 1.12.2014
- Pöytäkirjaote, Valkeakosken kaupungin ympäristöjaosto, 18.11.2014
- Vastine koskien terveystarkastajan kuulemiskirjettä, Akaan kaupunki, 30.10.2014
- Kuulemiskirje, Valkeakosken kaupungin ympäristöpalvelut, 24.10.2014
- Tarkastuskertomus, Valkeakosken kaupungin ympäristöpalvelut, 24.10.2014
- Kuntotutkimusraportti, Rakennusinsinööritoimisto Jommi Suonketo, 14.7.2014
- Todistus sähkölaitteiston määräaikaistarkastuksesta, Hannu Kamunen, 25.1.2013
- Sisäilmaongelman ilmoituslomake, Akaan kaupunki, 2.11.2012
- ARK-piirustuksia, keittiön muutos, 23.6.2008
- ARK-piirustukset, 1. kerros, ei päivämäärää
- Julkisivupiirros, ei päivämäärää
- ARK-piirustukset, Arkkitehtitoimisto Mikko Knuuti ky, 10.12.1992
- Ilmanvaihtopiirustus, 1. kerros, KL Team Oy, 28.8.1992
- Vesi- ja viemärijohtopiirustus, KL Team Oy, 28.8.1992

4.2 Tutkimusten taustaa ja aiemmissä tutkimuksissa havaitut puutteet

Vuonna 2017 tehdyn sisäilmakyselyn (*Tiedote oire- ja sisäilmakyselyn tuloksista, 10.03.2018*) mukaan tiloissa on edelleen koettu heikkoon sisäilman laatuun viittaavaa oireilua, ja kyselyn perusteella rakennukseen on määrätty tehtäväksi jatkoselvityksiä.

Aiemmissa tutkimuksissa (*Jommi Suonketo, 14.7.2014*) on todettu mm. seuraavia puutteita/vaurioita:

- alkuperäisessä osassa
 - o yläpohjassa havaittu epätiivitä läpivientejä
 - o puupintaisessa välipohjassa havaittu epätiiviyyskohtia ja kutterinlastussa mikrobivaurioita
 - o tilan 067 kotelossa kosteusvaurioitunutta materiaalia
- laajennusosassa
 - o liikuntasalin joustolattian kivivillassa mikrobivaurio
 - o väestönsuojan portaikon kipsitasoitteessa mikrobivaurio
 - o liikuntasalin IV-konehuoneen vesivuotojäljet
 - o teknisen työn kuumakäsittelytilan katon vaurio
 - o miesten puku- ja pesutilojen ilmanvaihto ei toiminnassa
 - o liikuntasalin välinevaraston lattia painunut.

4.3 Tiedossa oleva korjaus- ja muutoshistoria

Lähtötietoaineiston, käyttäjien ja kiinteistöhuollon edustajien haastatteluiden perusteella kiinteistöön on tehty ainakin seuraavia korjaus-/muutostöitä:

- Laajennusosan rakentaminen 1993
 - o Liikuntasali ja pukutilat, ruokasali ja keittiö, teknisen työn tilat, väestönsuoja ja luokkatila 064.
- Alkuperäistä osaa koskevia peruskorjaustoimenpiteitä ja merkittäviä tilojen käyttötarkoituksen muutoksia 1993 laajennusosan rakentamisen yhteydessä.
 - o Seuraavissa tiloissa tilojen käyttötarkoitusta on muutettu ja tiloihin on tehty merkittäviä rakenteellisia muutoksia ainakin lattiarakenteiden osalta:
 - Tila 004. Ollut alun perin kiinteistöhoitotilana ja on muutettu kirjasto-/luokkatilaksi.
 - Tilat 011...017. Olleet alun perin teknisentyön luokkana ja tilat on muutettu ensin terveydenhoitajan tilaksi ja sen jälkeen luokkatiloiksi.
 - Tilat 018...020. Olleet alun perin lautavarastoa ja tilat on muutettu opettajien ja talonmiehen puku- ja pesutiloiksi sekä iltakäytön varastoksi.
 - Tilat 021...026. Olleet alun perin wc-tiloja ja tilat on muutettu ulkoviivälinevarastoiksi.
 - Tilat 104...113. Olleet alun perin voimistelusalina, näyttämöä sekä puku- ja pesutiloja. Tilat on muutettu luokkatiloiksi, opettajien työtiloiksi sekä varasto- ja WC-tiloiksi.
 - Tilat 117...120. Olleet alun perin keittiötilaa. Tilat on muutettu opettajien huoneeksi, arkistoksi sekä rehtorin toimistoksi.
 - Tila 302. On ollut alun perin osa käyttöullakkoa, josta on rajattu IV-konehuone.
 - o 1993 peruskorjauksessa on tehty lisäksi muita vähäisempiä tilamuutoksia, alkuperäisen osan kaikki pinnat on uusittu tai kunnostettu ja kaikki ikkunat on vaihdettu.
 - o Lisäksi 1993 peruskorjauksessa on uusittu ainakin osa vesi ja viemäri-johdoista sekä rakennettu koneellinen tulo- poisto-ilmanvaihtojärjestelmä

- Automaatiojärjestelmän asentaminen / uusiminen 2000-luvun alussa
- Keittiötilojen muutoksia vuonna 2008
- Pellettikattilan asennus 2010-luvun alkupuolella
- Laajennusosan kellarin väestönsuojan lattiapintojen osittainen uusiminen vesivahingon jälkeen, 2013
- Laajennusosan näyttämötarvikevaraston seinän kattovuodoista johtuvien vaurioiden korjaaminen 2013 tai 2014
- Kuntotutkimuksessa (Suonketo) tehtyjen havaintojen perusteella tehdyt korjaukset 2014 ja 2015
 - o Alkuperäisen osan välipohjan pintarakenteiden ja täyttöjen uusiminen alkuperäisen osan 1. kerroksen tilojen 102...104a ja b sekä 107...120 osalta.
 - o Alkuperäisen osan 0. kerroksen tilojen 003 ja 029 vaurioituneiden muottilautojen poistaminen, maalattian ummistaminen valulla ja tilojen poistaminen käytöstä
 - o Alkuperäisen osan 0. kerroksen tilaa 004 ja viereisiä tiloja palvelevan IV-koneen asennus ilmamäärien lisäämiseksi.
 - o Liikuntasalin lattian osittainen uusiminen
 - o Salaojien ja sadevesijärjestelmän sekä sokkelin vedeneristyksen osittainen uusiminen
 - o Alkuperäisen osan 2. kerroksen vesikatossa luokkatilan 206 kohdalla havaitun kattovuodon aiheuttamien vaurioiden korjaaminen
- Ilmanvaihdon muutostöitä, puhdistus ja säätö, vuosina 2014-2015
- Salaojien ja sadevesijärjestelmien osittainen uusiminen 2010-luvulla

5 Tutkimusmenetelmät

Pintakosteuskartoitus

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteusilmaisinta Gann Hydrotest LB70 teleskooppipinta-anturi ja LG1 -lukulaiteyhdistelmää, asteikko 0-182. Pintakosteudenilmaisimen kohdistettiin mitattavaan rakenteen pintaan ja laitteistolla havaitut arvot luettiin mittapään kytketyn lukulaitteen näytöstä. Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, missä samasta rakenteesta eri kohdista havaittuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakierrostumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut.

Viiltomittaukset

Lattiapäälysteiden alapuolinen suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HMP42-mittapäällä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää lattiapäälysteen alle päälysteeseen tehdyn viillon kautta. Viilto tiivistettiin ja mittapään annettiin tasaantua noin 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41-lukulaitteella. Mittausten välissä mittapäiden annettiin tasaantua mitattavan tilan olosuhteisiin ennen uuden mittapisteen viiltoa. Tällä vältettiin mittausepätaarkkuus, joka olisi voinut syntyä, jos mittapää olisi siirretty edellisestä mittapistestä, josta olisi mitattu korkea kosteuspitoisuus, suoraan uuteen mittapisteseen. Mittapään mittaustarkkuus suhteellisen kosteuden osalta on noin $\pm 2 \%$. Viiltomittaus on tarkimmillaan noin $+20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa. Kosteusmittauksissa käytetyt mittapää kalibroidaan Vahanen Rakennusfysiikka Oy:ssä vähintään kuuden kuukauden välein.

Rakennekosteusmittaukset

Kellarikerroksen maanvastaisen lattiarakenteen kosteusmittaus tehtiin porareikämittausmenetelmällä noudattaen ohjekortin *RT 14-10984 Betonin suhteellisen kosteuden mitta*us ohjeistusta. Mittauksessa käytettiin HMP44-kosteusmittapäitä ja HMI41-lukulaitetta. Porauksen jälkeen mittausreiät puhdistettiin, putkitettiin, putket imuroitiin ja tiivistettiin vesihöyrytiivillä kitillä 12.9.2018. Mittapäät asennettiin mittausreikiin putkituksen jälkeen ja putket tiivistettiin. Lukemat otettiin HMI41-lukulaitteella ja kirjattiin ylös 25.9.2018. Porareikämittaus on tarkimmillaan noin +20 °C lämpötilassa. Kosteusmittauksissa käytetyt mittapäät kalibroidaan Vahanen Rakennusfysiikka Oy:ssä vähintään kuuden kuukauden välein.

Seurantamittaukset

Painesuhteet

Tilojen välisten painesuhteiden seurantamittaukset toteutettiin jatkuvatoimisilla paine-eromittauksilla Beck- ja Tinytag View- mittalaite – tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla.

Ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila

Tilojen sisäilman sekä ulkoilman suhteellisen ilmankosteuden ja lämpötilan seuranta-mittaukset toteutettiin jatkuvatoimisilla mittauksilla Testo174H- mittalaite – tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin jatkuvatoimisilla Tinytag -mittalaite – tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla.

Aistinvarainen arviointi

Kaikkien tilojen pinnat tarkastettiin aistinvaraisesti rakennetta rikkomatta niiltä osin, kuin ne olivat huonekalujen ja irtaimen puolesta tarkastettavissa. Samalla arvioitiin tilojen hajuja ja aistinvaraista sisäilman laatua.

Ilmavirtaukset

Rakenteiden ja eri tilojen välisiä ilmavirtausten suuntia tarkasteltiin Regin-merkkisavun avulla. Hetkellisiä paine-eroja mitattiin Testo 512-/TSI Velocicalc 9565P -paine-eromittareilla.

Merkkiaineanalyysi

Rakenteiden ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainetutkimuksin, jotka suoritettiin ohjekortin *RT 14-11197 Rakenteiden tarkastelu merkkiainekokein* mukaisesti. Merkkiainekokeissa laskettiin kaasua (5 % H₂ + 95 % N₂) alapohjan betonilaatan alle, välipohjan täyttökerrokseen tai ulkoseinän ilmaväliin. Sensistor 9012 WRS-merkkiaineanalyysointilaitteella paikallistettiin rakenteista kohdat, joista kaasu virtasi huonetilaan. Merkkiainekokeen yhteydessä hetkelliset paine-erot mitattiin Testo 512-paine-eromittarilla.

Rakenneavaukset

Rakenteiden kuntoa ja rakennetyyppejä tarkastettiin kuntotutkijoiden määrittelemien rakenneavauspaikkojen kohdalta. Isommat rakenneavaukset teki ulkopuolinen rakenneavaaja ja kuntotutkijat tekivät itse kevyemmät avaukset. Avauksia tehtiin rakennuksen alapohjiin, ulkoseiniin ja väli-/yläpohjiin. Rakenneavauksia tehtiin yhteensä 17 kappaletta. Rakenneavausten paikat on merkitty liitteeseen 1.

Ilmamäärät

Tilojen tulo- ja poistoilmavirrat mitattiin joko SwemaFlow 125 –huppumittarilla tai määritettiin päätelaitteen paine-eron perusteella, tuloilmalaitteen mittaussyhteistä tai ns. mitauskourulla poistoilmaventtiileistä. Huppumittarin mittaustarkkuus on pienillä ilmamäärillä +/- 1 l/s ja paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään yleensä 20 % tarkkuuteen, mutta tarkkuus heikkenee pienillä ilmamäärillä ja venttiililautasten ollessa ääriasentoonsa säädettyinä.

Materiaalinäytteet mikrobianalyysi (viljely)

Materiaalinäytteiden elinkykyisten mikrobien pitoisuudet ja suvusto määritettiin STMa 545/2015 (asumisterveysasetus) mukaisella laimennossarjaviiljelyllä. Näytteenotto ja laboratorioanalyysi tehtiin Asumisterveysohjeen ja -oppaan (STM, 2003 ja Ympäristö ja terveys -lehti, 2009) ohjeistusten mukaisesti. Negatiivisen tuloksen (ei mikrobikasvustoa) antaneet näytteet suoramikroskoipoitiin viljelyn lisäksi materiaalityypin salissa. Näytteet analysoi Mikrobioni Oy (Kuopio). Analysoiva laboratorio on FINAS-akkreditoitu, ja akkreditointi kattaa käytetyt viljelymenetelmät. Tutkimustulos ilmoitetaan mikrobiryhmittäin muodossa pmy/g. Laboratorion ilmoittama määräysraja menetelmälle on 91 pmy/g tai 910 pmg/g kevyille materiaaleille ja mittausepävarmuus ho-meille 5-6 %, bakteereille 19 % ja sädesienille 22 %.

6 Piha-alueet

6.1 Havainnot

Rakennuspaikka on kohtalaisen tasainen. Rakennuksen itäpäässä maanpinta viettää pohjoiseen päin ja pohjoispuolen piha-alue on eteläpuolen piha-alueita alempana. Rakennuksen vierustoilla piha-alueen pintakerroksena on asfalttipäällyste, lukuun ottamatta pohjoispuolen tilojen 062...067 edustaa, jossa on nurmialuetta ja sokkelin vierustalla soratäyttö.

Päällystetyillä alueilla pintavedet ohjataan piha-alueen kallistuksilla sadevesikaivoihin. Nurmi-alueella pintavedet imeytetään maastoon. Rakennuksen kattovedet johdetaan syöksytoria pitkin alas ja johdetaan rännikaivojen kautta sadevesijärjestelmään.

Piha-alueen kallistuksissa havaittiin puutteita. Kallistukset seinän vierustoilla ovat pääosin varsin tasaiset eikä maanpinta vietä kaikilla sivuilla pois päin seinän vierustoilta. Rakennuksen eteläseinustalla maanpinta on lähellä ikkunoiden alareunaa.

Käyttäjien edustajan mukaan salaojitukset ja sadevesiviemäröinnit on uusittu rakennuksen pohjoissivulla ja osittain rakennuksen länsipäässä. Tutkimusten havaintojen mukaan rakennuksen ympärillä on tehty kaivuutöitä ja rännikaivot on uusittu edellä mainituilta seinustoilta. Korjausalueella havaittiin ainoastaan kaksi salaojien tarkastuskaivoa, molemmat ovat rakennuksen luoteiskulmalla. Rakennuksen eteläseinustalla havaittiin muutama alkuperäinen salaojien tarkastuskaivo, joihin liitetyt salaojaputket olivat tutkimushetkellä osittain tukkeutuneet.

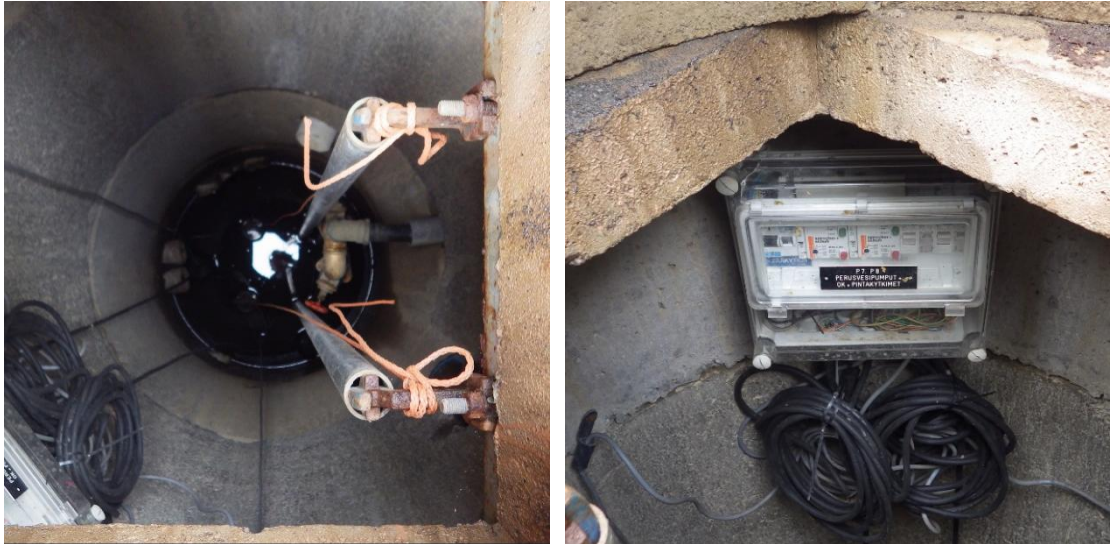
Seuraavissa valokuvissa on esitetty piha-alueista tehtyjä havaintoja.



Kuvat 2 a, b ja c. Maanpinta seinän vierustoilla on pääosin tasainen eikä vietä rakennuksesta poispäin. Maanpinta rakennuksen eteläisivulla on paikoin hyvin lähellä ikkunan alareunaa (oikea alakuva). Erityisesti rakennuksen eteläisivulla sokkelin ja päällysteen välissä on noin 5...20 mm rako (pieni kuva).



Kuva 3. Osa rännikaivoista on uusittu (vasen kuva) ja osa rännikaivoista on alkuperäisiä. Alkuperäisessä rännikaivossa ei ole roiskevesisuojausta.



Kuva 4. Salaojavedet johdetaan rakennuksen pohjoissivulla olevaan perusvesipumppaamoon. Pumppaamo on varustettu kahdella pumpulla. Pumppaamossa vedenpinta on noin 3,3 metriä rakennuksen pohjakerroksen lattiapinnan alapuolella (noin 1,1 metriä väestönsuojan lattiapinnan alapuolella) Vedenpinnan tarkistushetkellä sää oli saateeton.



Kuvat 5 a ja b. Tutkimuspäivänä 11.9.2018 olleen sadekuuron aikana väestönsuojan porrashuoneessa sijaitsevaan jätevesipumppaamoon virtasi vettä jätevesiviemäriin läpiviennistä (oikean alakulman pikkukuva). Jätevesipumppaamoon ei kulkeudu jätevesiä väestönsuojan rauhan ajan normaalikäytöllä. Vesi ei tullut viemäriputkesta, vaan putken alta. Jätevesipumppaamon uppopumppu on uusittu kesällä 2018 rankkasa-teella tapahtuneen tulvavahingon jälkeen. Lähtötiedoista ei selvinnyt, pumppaako uppopumppu vedet jätevesiviemäriin vai sadevesiviemäriin.

6.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Sade- tai pohjaveden kulkeutuminen väestönsuojan jätevesipumppaamoon (ja poikkeustilanteissa myös väestönsuojan lattialle) viittaa merkittäviin puutteisiin sadevesi- ja salaojitussuojajärjestelmän toiminnassa. Mahdollisia syitä/tekijöitä ongelman aiheuttajaksi ovat riittämätön salaojaverkosto, salaojitustason liian korkea korkeusasema suhteessa väestönsuojan lattiaan, perusvesipumppaamon toimimattomuus tai alimitoitus, tai sade- ja salaojavesien sekoittuminen. Nykyinen järjestely aiheuttaa merkittävän vesivahinkoriskin väestönsuojan tiloille. Suosittelemme kiireellisesti selvittämään salaojituksen tarkemman kunnon, korkotason ja laajuuden sekä perusvesi- ja jätevesipumppaamon tarkemman toiminnan.

Piha-alueen maanpinnan muotoilussa havaitut puutteet lisäävät ainakin paikallisesti sadevesien perustuksille ja alapohjarakenteille aiheuttamaa kosteusrasitusta. Maanpinnan muotoilu ulkoseinien vierustoilla ei ole nykyvaatimuksia vastaavalla tasolla myöskään vuosien 2016-2017 aikana uusituilta osin. Väestönsuojan tiloja lukuun ottamatta ei kuitenkaan havaittu viitteitä sokkelien tai alapohjarakenteiden tavanomaista korkeammasta kosteusrasituksesta. Piha-alueen maanpinnan muotoilu ei siten aiheuta välittömiä toimenpiteitä. Piha-alueiden vedenohjausta ja rännikaivoissa havaittuja vähäisiä puutteita suositellaan kuitenkin parantamaan viimeistään salaoji- tai sadevesijärjestelmään kohdistuvien korjausten yhteydessä.

7 Alapohja ja maanvastaiset seinät

7.1 Rakenteet

Rakennuksen alapohja on maanvastainen betonilaatta. Lattianpäällysteenä on pääosin muovimatto. Väestönsuojassa ja lämmönjakohuoneessa lattiapinnoitteena on maali. Alapohjan alapuolinen täyttö on hiekkaa. Maanvastaiset seinät ovat betoni- ja tiilirakenteisia. Laajennusosan väestönsuojan maanvastaisessa seinässä on ulkopuolinen veden- ja lämmöneristys, luokkasiiven alkuperäisen osan maanvastaisessa seinässä on sisäpuolinen veden- ja lämmöneristys.

Rakenteita selvitettiin lähtötiedoista ja rakenneavauksista. Rakenneavausten paikat on esitetty liitteessä 1.

Alapohja

Luokkasiivessä alkuperäisellä osalla pohjakerroksessa sijaitsevan tilan 004 (kirjasto/opetustila) alapohjarakenne on lähtötietojen mukaan ja rakenneavauksesta RAK2 tarkasteltuna ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

Tila 004 (PULUKI/OT), RAK2 (alapohja)

- muovimatto
- betoni 70 mm
- EPS 50 mm
- betoni 20 mm
- bitumisively
- betoni 50 mm
- hiekka

Luokkasiivessä laajennusosalla pohjakerroksessa sijaitsevan tilan 067 (OT) alapohjarakenne on rakenneavauksesta RAK6 (Ø 16 mm) tarkasteltuna ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

Tila 067 (OT), RAK7 (alapohja)

- muovimatto
- betoni 100 mm
- EPS 100 mm.

Liikunta-/ruokalasiivessä pohjakerroksessa sijaitsevan tila 176 (Liikuntasali) alapohjarakenne on rakenneavauksesta RAK7.2 tarkasteltuna ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

Tila 176 (Liikuntasali), RAK7 (alapohja)

- puulattia 7 mm
- vaneri 20 mm
- puukoolaus + kivivilla 145 mm
- rakennusmuovi
- betoni paksuus ei tied.
- EPS 30-50 mm.

Liikunta-/ruokalasiivessä pohjakerroksessa sijaitsevan näyttämön alapohjarakenne on rakenneavauksesta RAK8 (Ø 16 mm) tarkasteltuna ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

Näyttämö, RAK8 (alapohja)

- muovimatto
- betoni 100 mm
- EPS 100 mm.

Liikunta-/ruokalasiivissä kellarikerroksessa sijaitsevan tilan 052 (VSS) alapohjarakenne on kosteusmittausporareistä PR1 (Ø 16 mm) tarkasteltuna ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

TILA 052 (VSS), PR1 (alapohja)

- maali
- betoni 150 mm
- EPS 30 mm
- hiekka.

7.1.1 Maanvastaiset seinät

Luokkasiivissä alkuperäisellä osalla pohjakerroksessa sijaitsevan opetustilan (tila 004) maanvastainen seinärakenne rakenneavauksen RAK3 (Ø 16 mm, alempi) mukaan sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

TILA 004 (PULUKI/OT), RAK3 (maanvastainen seinä)

- maali
- tasoite 0...20 mm
- tiili 130 mm
- ilmapäli 25 mm
- bitumisively
- betoni avausta ei jatkettu.

Liikunta-/ruokalasiivissä kellarikerroksessa sijaitsevan väestönsuojan maanvastainen seinärakenne on vanhasta rakenneavauksesta tarkasteltuna sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

Tila 052 (VSS), vanha rakenneavaus luukussa (maanvastainen seinä)

- maali
- betoni 100 mm
- bitumikermi
- EPS 50 mm.

7.2 Havainnot

Liikuntasalia lukuun ottamatta koko rakennuksessa pohjakerroksen käyttötiloissa lattiapäällysteenä on muovimatto. Lämmönjakohuoneen ja väestönsuojan alapohjan lattiapinnoitteena on maali. Luokkasiiven porrashuoneissa lattiapäällysteenä on mosaiikkibetoni tai muovimatto. Sekä liikuntasali- että luokkasiiven alapohjien pintamateriaalit ovat pääosin hyväkuntoisia eikä niissä havaittu kupruilua, värimuutoksia tai muita aistinvaraisesti havaittavia korkeaan kosteusrasitukseen viittaavia vaurioita. Alapohjarakenteiden pintakosteuskartoituksen ja kosteusmittausten tulokset ja havainnot on raportoitu kohdassa 7.4.

Maanvastaisten seinien pintamateriaalina on kaikkialla rappaus ja maali. Maanvastaisissa seinissä ei havaittu vesivuotojälkiä, värimuutoksia, kupruilua tai muita aistinvaraisesti havaittavia korkeaan kosteusrasitukseen viittaavia vaurioita, väestönsuojan seinien suolakertymiä lukuun ottamatta. Lämmönjakohuoneen maanvastaisten seinien si-

säpinnalla on maalattu bitumisively. Bitumisively on valunut ja maalipinta irronnut bitumin pinnasta. Maanvastaisten seinien pintakosteuskartoituksen ja kosteusmittausten tulokset ja havainnot on raportoitu kohdassa 7.4.

Alimman kerroksen lattia-seinäliittymien havaittiin olevan epätiiviitä sekä liikuntasali-että luokkasiivessä. Liikuntasalin takaosassa olevan näyttämötilan ja välinevaraston kohdalla lattia-seinäliittymän ilmatiiveys on muita alueita huonompi alapohjarakenteen painumisen johdosta. Maanvastaisten rakenteiden ilmatiiveyttä tarkasteltiin aistinvaraisesti, rakenneavauksista sekä merkkiainekokeiden avulla. Maanvastaisten rakenteiden merkkiainekokeen havainnot ja tulokset on esitetty kappaleessa 7.3.

Liikuntasalin alapohjaan tehtiin kaksi rakenneavausta. Aistinvaraisesti arvioituna avauksista ei havaittu vaurioita tai poikkeavia hajuja. Materiaalinäytteen mikrobianaalysien mukaan toisessa näytteessä havaittiin epäily mikrobikasvusta ja toisessa näytteessä on analyysin mukaan selvää mikrobikasvua. Mineraalivillakerroksesta on ilmayhteys sisäilmaan laualattian reuna-alueilta sekä läpivientien kohdalta. Liikuntasalin mikrobinäytetulokset on esitetty kohdassa 7.5.

Laajennusosan väestönsuojan porrashuoneessa sijaitsee väestönsuojan jätevesikaivo, jonka kansi on epätiivis. Käyttäjiltä ja huoltomieheltä saatujen tietojen mukaan kaivo on tulvinut yli viimeksi kesällä 2018, jolloin vesi oli noussut porrashuoneen, siivouskomeron ja väestönsuojan lattialle. Tulvimisen jälkeen kaivossa oleva uppopumppu on uusittu. Lähtötietojen mukaan selvityksiä kastuneiden rakenteiden kuivatus- tai uusimistarpeesta ei ole tehty.

Lämmönjakohuoneesta lähtee maanalainen putkikanaali, jonka kautta on ilmayhteys lämmönjakohuoneen ja ulkoilman välillä. Putkikanaali kulkee lämmönjakohuoneen seinästä teknisen työn konehuoneen alapuolella rakennuksen pohjoisseinustalle. Putkikanaalista havaittiin maaperän hajua. Putkikanaali toimii todennäköisesti lämmönjakohuoneen korvausilmareittinä.

Rakennuksen pohjoisseinustalle teknisen työn konehuoneen ulkopuolelle sekä ope-
tustilan 067 ulkopuolelle tehtiin noin 0,5 m syvät kaivannot, joilla selvitettiin mahdollisen ulkopuolisen vedeneristysten toteutustapaa. Kaivannoista ei havaittu ulkopuolista veden- tai lämmöneristystä.

Maanvastaisiin rakenteisiin liittyviä rakenneavauksia ja havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa:



Kuva 6. Väestönsuojan maanvastaisissa seinissä havaittiin suolakertymiä, jotka viittaavat korkeaan kosteusrasitukseen.



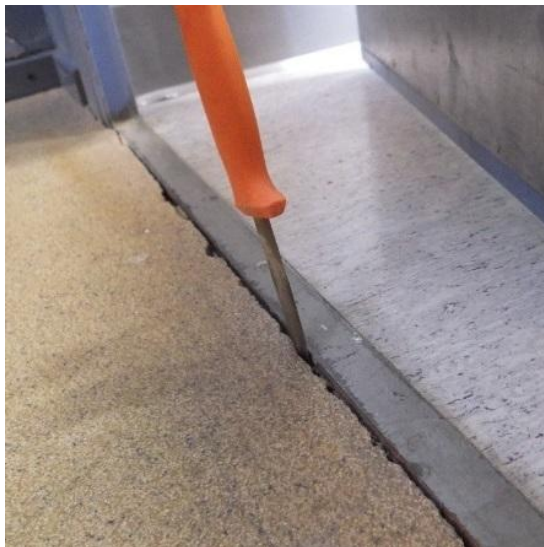
Kuva 7. Lämmönjakohuoneen (tila 008) maanvastaisten seinien sisäpuolisessa bitumisivellyssä havaittiin laajoja valumia ja sivelyn pinnassa oleva maali on halkeillut valumien johdosta.



Kuva 8. Laajennusosan väestönsuojan porrashuoneessa (tila 050) sijaitseva väestönsuojan jätevesipumppaamon peltikannessa ei ole tiivisteitä ja kannessa ei ole lukitusta. Tutkimushetkellä kaivoon virtasi sadevettä viemäriputken läpiviennistä. Kaivon tarkempi kuvaus on esitetty kappaleessa 6.1. Kaivosta havaittiin tutkimushetkellä lievää maaperän hajua.



Kuva 9. Luokkasiiven portaiden alustilassa (tila 003) havaittiin seinä-lattialiittymässä noin 20 mm leveä rako maaperään.



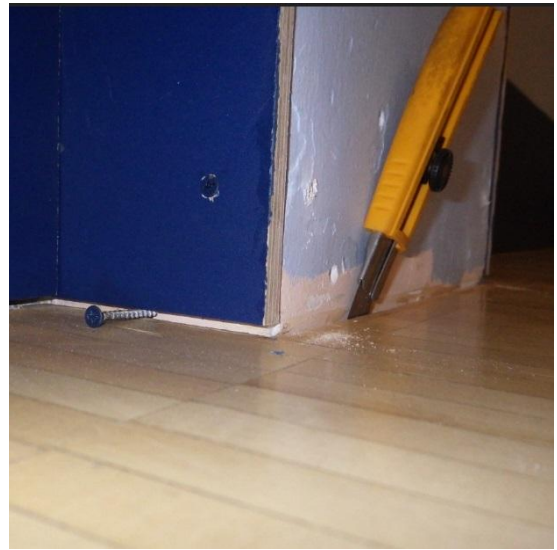
Kuva 10. Luokkasiiven laajennusosalla teknisen työn tiloissa (tilat 062...064) havaittiin epätiivaitä rakenneliittymiä (vasen kuva) ja epätiivaitä läpivientejä (oikea kuva). Tutkimushetkellä epätiivaitveyskohdista ei havaittu ilmapirtausta eikä poikkeavaa hajua.



Kuva 11. Liikuntasaliin käytävälle (tila 170) ja liikuntasalin voimisteluvälinevarastoon (tila 177) tehdyissä rakenneavauksissa havaittiin selvä rako lattia-seinäliittymässä. Rakoista ei havaittu poikkeavaa hajua eikä merkittävää ilmavirtausta tutkimushetkellä.



Kuva 12. Laajennusosan pesuhuoneiden (tilat 174 ja 151) muovimaton sauma oli auki roiskevesialueella. Pintakosteuslukemat sauman lähellä eivät poikenneet muualla pesuhuoneissa esiintyneistä lukemista.



Kuvat 13a ja b. Liikuntasalin alapohjan mineraalivillaeristeestä otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysien mukaan toisessa näytteessä havaittiin epäily mikrobikasvusta ja toisessa näytteessä on analyysin mukaan selvää mikrobikasvua. Mineraalivillaeristekerroksesta on ilmayhteys sisäilmaan lautalattian reuna-alueilta sekä läpivientien kohdalta.



Kuva 14. Sähköpääkeskuksen (tila 019) lattian pintarakenteena oleva lastulevy on rikkonainen, eikä peittänyt koko tilan lattiaa. Lastulevyn alla on maatayttö.



Kuva 15. Teknisen työn tilan ulkopuolelle tehdystä kaivannosta ei havaittu perusmuurissa ulkopuolista vedeneristystä. Routasuojaus havaittiin noin 300 mm maanpinnan alapuolella

7.3 Merkkiainekokeet

Luukkasiiven maanvastaisten rakenteiden ilmatiiveyttä tarkasteltiin kolmella merkkiainekokeella MA-K1, MA-K2 ja MA-K3. Merkkiainekoe MA-K1 tehtiin luukkasiiven alkuperäisellä osalla olevan kirjasto- /luokkatilan (tila 004) alapohjaan, merkkiainekoe MA-K2 tehtiin saman tilan maanvastaiseen seinään ja merkkiainekoe MA-K4 tehtiin laajennusosassa olevan luokkatilan (tila 067) alapohjaan. Merkkiainekokeiden tarkemmat suorituspaikat on esitetty liitteenä 1 olevassa pohjapiirustuksessa. Tutkittavat tilat alipaineistettiin ummistamalla tuloilmapäätteet teippaamalla.

Merkkiainekoe MA-K1, tila 004

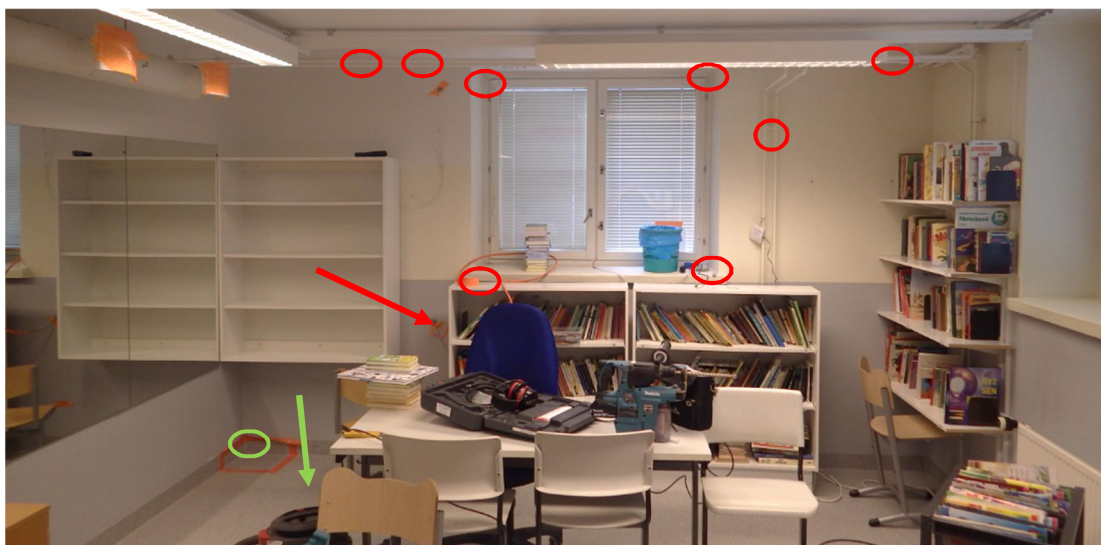
Merkkiainekokeessa MA-K1 selvitettiin maaperän ja huoneilman välisiä ilmavuotoreittejä. Kaasu syötettiin alapohjan alle maa-aineskerrokseen betonilaatan läpi poratun reiän kautta. Kaasua syötettiin 6 l/min virtausnopeudella noin 3 minuutin ajan. Merkkiainekokeen aikana tila oli noin 6...7 Pa alipaineinen alapohjarakenteeseen nähden ja noin 13...15 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden. Merkkiainekokeen aikana vallinneet painesuhteet saavutettiin teippaamalla tuloilman päätelaitteita. Merkkiainekokeessa ei havaittu ilmavuotoja maaperän ja sisätilojen välillä. Merkkiainekaasun vaikutusalueella tilan lattiapäällysteenä on muovimatto, joka on nostettu noin 100 mm seinäpinnalle. Merkkiainekaasun leviäminen täyttökerroksessa varmennettiin rakenneavauksesta havaittujen vuotojen kautta.

Merkkiainekoe MA-K2, tila 004

Merkkiainekokeessa MA-K2 selvitettiin maanvastaisen seinän ilmapölyn ja huoneilman välisiä ilmavuotoreittejä. Kaasu syötettiin maanvastaisen seinän verhomuurauksen

taakse ilmapäliin verhomuurauksen läpi poratun reiän kautta. Kaasua syötettiin 4 l/min virtausnopeudella noin 4 minuutin ajan. Merkkiainekokeen aikana tila oli noin 6...7 Pa alipaineinen ilmapäliin nähden ja noin 13...15 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden. Merkkiainekokeessa vallinneet painesuhteet saavutettiin teippaamalla tuloilman päätelaitteita. Merkkiainekokeessa havaittiin pistemäisiä ilmapuotoja maanvastaisen seinän ilmapälin ja sisätilojen välillä. Ilmapuotopaikkoja esiintyi ulkoseinä-ikkunaliittymissä, ulkoseinä-välipohjaliittymässä sekä seinällä olevien ja patterikiinnikkeiden kohdalla.

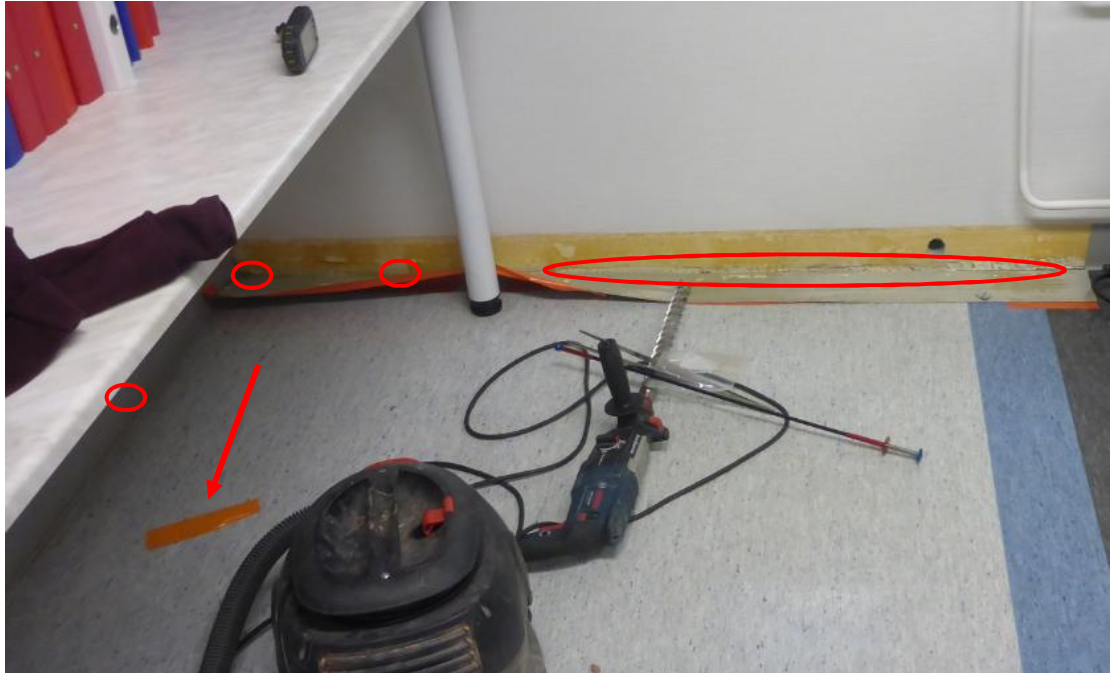
Havaintoja merkkiainekokeista MA-K1 ja MA-K2 on esitetty seuraavassa kuvassa.



Kuva 16. Yleiskuva merkkiainekokeiden MA-K1 ja MA-K2 suorituspaikasta. Merkkiainekokeen MA-K1 kaasun syöttöreiän kohta on merkitty kuvaan vihreällä nuolella ja havaitut vuotopaikat vihreällä ympyrällä. Vuoto rakenneavauskohdasta oli merkittävää, mutta muualla vuotoa ei havaittu. Merkkiainekokeen MA-K2 kaasun syöttöreikä on merkitty kuvan punaisella nuolella ja havaitut vuotopaikat punaisilla ympyröillä. Havaitut ilmapuotopaikat ovat pistemäisiä ja vuodon voimakkuus oli kohtalaista.

Merkkiainekoe MA-K3, tila 067 (OT)

Merkkiainekoe MA-K3 tehtiin luokkasiiven pohjakerroksen tilaan 067. Kaasu syötettiin alapohjan alle täyttökerrokseen betonilaatan läpi poratun reiän kautta. Kaasua syötettiin 6 l/min virtausnopeudella noin 5 minuutin ajan. Merkkiainekokeen aikana tila oli noin 9...11 Pa alipaineinen alapohjarakenteeseen nähden. Merkkiainekokeessa havaittiin ilmavuotoja alapohja-ulkoseinäliittymässä, kun jalkalista oli irrotettu. Havaintoja merkkiainekokeesta on esitetty seuraavassa kuvassa.



Kuva 17. Yleiskuva merkkiainekokeen MA-K3 suorituspaikasta. Merkkiainekaasun syöttöreian kohta on merkitty kuvaan punaisella nuolella ja havaitut vuotopaikat punaisilla ympyröillä. Havaitut ilmavuodot olivat pistemäisiä ja vuotoa havaittiin kohtalaisessa voimakkuudessa. Merkkiainekokeen suoritusketkellä muovijalkalista oli poistettu kuvan kohdalta.

7.4 Kosteusmittaukset

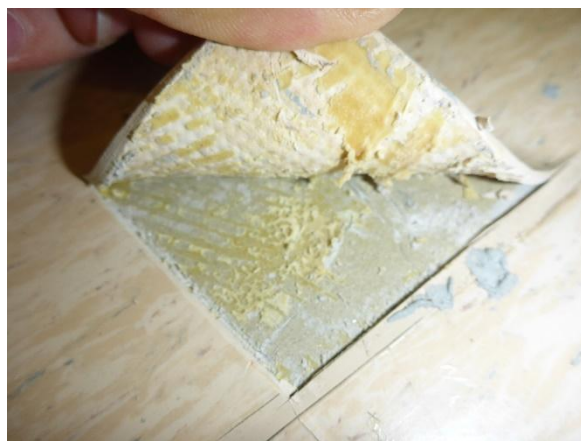
Alapohjarakenteisiin ja maanvastaisten seinärakenteiden alaosiin suoritettiin pintakosteuskartoitus. Muita alueita korkeampia pintakosteuslukemia havaittiin ainoastaan väestönsuojan lattiassa ja maanvastaisten seinien alaosissa. Pintakosteuden osoittimen lukemat on esitetty tiloittain liitteen 1 pohjakuvassa.

Muovimattopäällysteisissä tiloissa muovimaton alapuolista suhteellista kosteutta mitattiin viiltomittauksin (yhteensä 10 mittauskohtaa). Pääosin kosteuspuiteisuudet päällysteen alapuolella olivat välillä 62...72 % RH. Kohonneita kosteuspuiteisuuksia (RH > 85 %) esiintyi kahdessa tilassa paikallisesti. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 1. Viiltomittausten yhteydessä lattiapäällysteiden kuntoa arvioitiin aistinvaraisesti havainnoiden. Havainnot on esitetty valokuvissa (Kuva 18-Kuva 24).

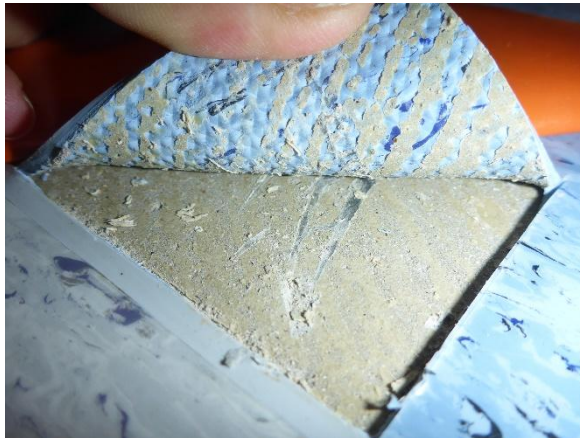
Maanvastaisista seinärakenteista suoritettiin rakennekosteusmittauksia porareikämenetelmällä. Porareikämittausten tulokset on esitetty taulukossa 2. Väestönsuojan alapohjarakenne on mittaustulosten mukaan märkä, mutta mittauskohdalla maanvastaisen seinän kosteuspuiteisuus on tavanomaisella tasolla.

Taulukko 1. Alapohjan lattiapäällysteiden alapuolelle tehtyjen viiltomittausten 11.-12.9.2018 tulokset. Taulukossa on esitetty lämpötila (t) ja suhteellinen kosteus (RH) sekä ilman kosteussisältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittapiste	Mittaussyvyys	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m³]
V1, tila 161 (Ruokala) liikunta-/ruokalasiipi	muovimaton alus	H2	21,2	87,5	16,2
	sisäilma	H4	20,7	60,2	10,8
V2, tila 170 (Käytävä) liikunta-/ruokalasiipi	muovimaton alus	H1	19,8	77,6	13,3
	sisäilma	H3	19,6	62,7	10,6
V3, tila 171 (Hlök. pu+pe) liikunta-/ruokalasiipi	muovimaton alus	H3	19,8	61,6	10,5
	sisäilma	H1	20,0	76,3	13,2
V4, tila 161 (Ruokala) liikunta-/ruokalasiipi	muovimaton alus	H2	21,1	69,3	12,7
	sisäilma	H4	20,5	60,6	10,7
V5, tila 004 (Puluki/OT) luokkasiipi	muovimaton alus	H2	20,8	66,7	12,1
	sisäilma	H4	20,4	60,8	10,8
V6, tila 005 (Op.väl.var) luokkasiipi	muovimaton alus	H1	21,0	77,6	14,2
	sisäilma	H3	20,7	60,1	10,8
V7, tila 067 (OT) luokkasiipi	muovimaton alus	H1	20,5	87,7	15,6
	sisäilma	H3	19,8	54,2	9,2
V10, tila 067 (OT) luokkasiipi	muovimaton alus	H1	21,0	71,9	13,2
	sisäilma	H3	21,8	50,1	9,1



Kuva 18. V1, tila 161 (Ruokala). Viiltomittauksen tulos 87,5 %RH. Maton tartunta hyvä, lievä kemikaalimaine haju, murtopinta liimassa.



Kuva 19. V2, tila 170 (Käytävä). Viiltomittauksen tulos 77,6 %RH. Maton tartunta heikohko, lievästi kemikaalimainen haju, murtopinta liimassa.



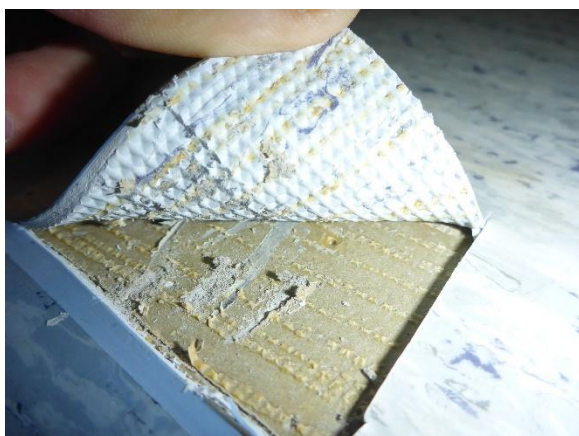
Kuva 20. V3, tila 171 (Hlö.k. pu + pe). Viiltomittauksen tulos 61,6 %RH. Maton tartunta heikohko, lievästi kemikaalimainen haju, murtopinta liimassa.



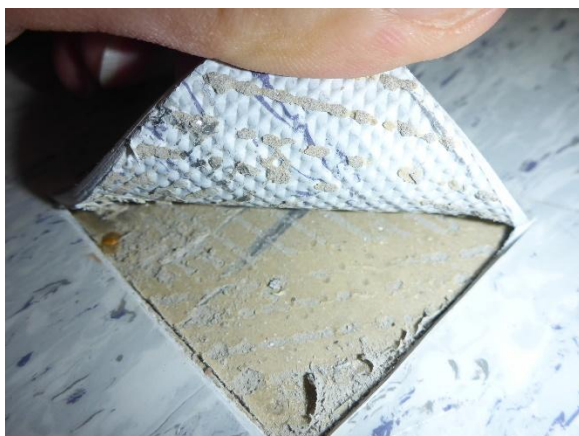
Kuva 21. V4, tila 161 (Ruokala). Viiltomittauksen tulos 69,3 %RH. Maton tartunta heikko, ei poikkeavaa hajua, murtopinta liimassa ja tasoitteessa.



Kuva 22. V5, tila 004 (PULUKI/OT). Viiltomittauksen tulos 66,7 %RH. Maton tartunta-
hyvä, ei poikkeavaa hajua, murtopinta liimassa.



Kuva 23. V6, tila 005 (Op.väl.var). Viiltomittauksen tulos 77,6 %RH. Maton tartunta
hyvä, lievästi kemikaalimainen haju, murtopinta liimassa.



Kuva 24. V7, tila 067 (OT). Viiltomittauksen tulos 87,7 %RH. Maton tartunta heikko,
lievästi kemikaalimainen haju, murtopinta liimassa.

Taulukko 2. Väestönsuojan lattiaan ja maanvastaiseen seinään tehtyjen porareikämit-
tausten tulokset. Reiät porattiin 12.9.2018, ja tulokset luettiin 25.9.2018. Taulukossa
on esitetty lämpötila (t) ja suhteellinen kosteus (RH) sekä ilman kosteussisältö (abs).
Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittapiste	Mittausvyvyys (materiaali / mittauspisteen syvyys)	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m³]
PR3, tila 052 (VSS) lattia	20 mm, bet	TA1	17,7	86,9	13,1
	50 mm, bet	TA3	17,5	90,7	13,5
	75 mm, bet	TA2		>95*	
	180 mm, hk	TA8		>95*	
PR4, tila 052 (VSS) seinä	300 mm lattiasta, bet	TA10	17,4	77,2	11,4
	700 mm lattiasta, bet	TA9	17,7	73,8	11,2
	1200 mm lattiasta, bet	TA5	18,0	72,5	11,1
sisäilma, tila 052 (VSS)	sisäilma	TA8	17,8	33,3	5,1

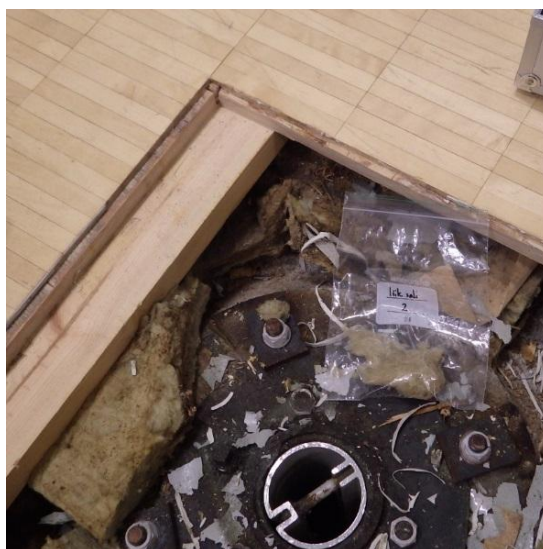
*= Mittaus keskeytettiin korkean kosteuspitoisuuden johdosta mittapään vaurioitumisriskin välttämiseksi

7.5 Materiaalinäytteet

Liikuntasalin alapohjasta otettiin mineraalivillasta kaksi materiaalinäytettä (MAT1 ja MAT2) mikrobianalyysia varten. Mikrobianalyysit suoritettiin laimennossarjamenetelmää käyttäen. Näytteessä 1 todettiin epäily mikrobikasvusta materiaalissa ja näytteessä 2 todettiin selvä mikrobikasvu materiaalissa.

Materiaalinäytteiden näytteenottopaikat on esitetty liitteessä 1 ja laboratorioanalyysien tulosraportti on kokonaisuudessaan liitteenä 2. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit suoritettiin Mikrobioni Oy:n toimesta.

Seuraavassa kuvassa on esitetty valokuvat näytteistä ja näytteenottopaikoista:



Kuva 25. Alapohjan materiaalinäytteet otettiin liikuntasaliin tehdyistä rakenneavauksista. Näyte 1 rakenneavauksesta RAK6 (vasen kuva) ja näyte 2 rakenneavauksesta RAK7 (oikea kuva). Molemmat näytteet otettiin betonilaatan ja muovikalvon päälle koolatun eristepinnan alapinnasta. Näytteessä 1 todettiin epäily mikrobikasvusta ja näytteessä 2 todettiin selvä mikrobikasvu materiaalissa. Rakenneavauksista ei havaittu mikrobiperäistä tai muuten poikkeavaa hajua.

7.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tutkimusten perusteella alapohjarakenteet ja maanvastaisten seinärakenteet toimivat pääosin kosteusteknisesti varsin hyvin. Väestönsuojan alapohjan ja maanvastaisten

seinien alaosien kosteusrasitus on suuri, mutta niiden pinnoitteena oleva maali kestää maaperästä tulevan korkean kosteusrasituksen ja päästää maaperästä tulevan kosteuden haihtumaan sisäilmaan. Suosittelemme kuitenkin vähentämään maaperästä tulevaa kosteusrasitusta tehostamalla salaojapumppaamon tai salaojien toimintaa. Tähän liittyvät toimenpidesuosituksen on annettu kappaleessa (6.2).

Liikuntasalin lattiarakenteen eristekerroksen mikrobikasvuun johtaneita syitä ja laajuutta ei saatu selvitettyä tutkimukseen sisältyvillä toimenpiteillä. Mikrobivaurioituminen voi mahdollisesti johtua joko sisäilman kosteuslisän aiheuttamasta kosteuskuormasta höyrynsulkumuovin sisäpinnalla, höyrynsulkumuovin yläpuolelta tulleesta vedestä (esimerkiksi siivousvedet tai ulkopuolinen vesivuoto) tai maaperän kosteudesta. Liikuntasalin lattian eristeitä on vaihdettu mikrobivaurion vuoksi jo aiemmin liikuntasalin pohjoisseinustalta. Nyt tehtyjen tutkimusten mukaan korjauslaajuus ei ole ollut riittävän laaja. Liikuntasalin laualattian alla eristetilassa havaitut mikrobivauriot ovat suuremmin ilmayhteydessä huonetilaan lähinnä laualattian reuna-alueilta. Laualattian ja sen alla olevan 20 mm paksun vanerin ilmatiiveys on todennäköisesti kohtalainen. Vauriolla on vaikutusta liikuntasalin sisäilmaan laatuun tietyillä painesuhteilla.

Suositlemme kiireellisesti lisätutkimuksia vauriomekanismin ja vauriolaajuuden selvittämiseksi. Edellä mainittujen asioiden selvittäminen edellyttää lisärakennevauksia ja alapohjalaatan kosteusmittauksia porareikämittauksin.

Maanvastaisten rakenteiden rakenneliittymien sekä alapohjan läpivientien ilmatiiveyspuutteet sekä rakennuksen luokkasiivessä, että liikunta-/ruokalaasiivessä mahdollistavat ilmavirtaukset maaperästä huoneilmaan silloin, kun huonetila on alipaineinen maaperään nähden. Maaperässä rakennuksen alla on jatkuvasti mikrobikasvulle otolliset olosuhteet ja mikrobikasvu täyttökerroksessa/maaperässä rakennuksen alla on todennäköistä. Näin ollen ilmavirtausten mukana voi huonetiloihin kulkeutua alapohjarakenteista ja maaperästä mikrobiperäisiä tai muita epäpuhtauksia. Haitallisten ilmavirtausten määrään vaikuttaa rakenneliittymissä olevien epätiiviiden kohtien lisäksi rakennuksen painesuhteet. Painesuhteita käsitellään tarkemmin kohdassa (11.6). Ilmatiiveyspuutteet ovat merkittävämpiä liikunta-/ruokalaasiivessä, jossa erityisesti liikuntasalin näyttämön takaosassa lattiarakenteen painuminen on kasvattanut rakenneliittymissä olevaa rakoa ja aiheuttanut lattia-seinäliittymän ilmatiiveyden heikkenemistä. Luokkasiivessä rakennuksen alkuperäisellä osalla osassa tiloista on lattiapäällysteenä seinälle nostettu muovimatto, mikä parantaa näiden tilojen ilmatiiveyttä. Muovimaton ylösnosto on kuitenkin asennettu kiintokalusteiden sokkeleita vasten, joten ilmavuodot ovat mahdollisia esimerkiksi kalusteiden takaa.

Luokkasiiven alkuperäisen osan maanvastaisen seinän alkuperäinen vedeneristys (bitumisively) on käyttöikänsä päässä ja maanvastaisen seinän ilmavälistä havaittu mikrobiperäinen haju viittaa joko seinärakenteessa olevaan mikrobikasvustoon tai siihen, että ilmaväli on yhteydessä maaperään.

Suositlemme parantamaan maanvastaisten rakenteiden ilmatiiveyttä. Seuraavat paikallisesti merkittävät ilmatiiveyspuutteet suosittelemme korjaamaan kiireellisesti:

- Liikuntasalin näyttämön lattia-seinäliittymät
- Sähköpääkeskusten alapuoliset sähköläpiviennit tiloissa 066, 164a ja 019.
 - o Sähköpääkeskuksessa 019 ilmatiiveyden parantamisen lisäksi voidaan tila myös alipaineistaa erillisen suunnitelman mukaan.
 - o Sähköpääkeskuksen tiivistämisessä on huomioitava sähköturvalliset tuotteet ja työmenetelmät
- Luokkasiiven tilojen 004 ja 013 lattia-seinäliittymän ilmatiiveyden parantaminen kalusteiden kiintokalusteiden takaa, missä ei ole toteutettu muovimaton ylösnostoa.

- Lämmönjakohuoneen putkikanaalin ilmatiiveyden parantaminen kohdassa 9.5 kuvatussa lämmönjakohuoneen alipaineistamisen yhteydessä.

Laajemmat maanvastaisteisten rakenteiden ilmatiiveyspuutteet suosittelemme korjaamaan viimeistään rakennuksen seuraavan peruskorjauksen tai lattiapäällystemateriaalien uusimisen yhteydessä. Ilmatiiveyttä tulee parantaa maanvastaisten rakenteiden osalta seuraavissa rakenteissa:

- Kaikki alapohjan ja ulkoseinien väliset rakenneliittymät sekä luokkasiivessä että liikunta- ja ruokalasiivessä
- Kaikki alapohjan ja kantavien väliseinien väliset rakenneliittymät sekä luokkasiivessä että liikunta- ja ruokalasiivessä
- Kaikki alapohjan läpiviennit sekä luokkasiivessä että liikunta- ja ruokalasiivessä

Lämmönjakohuoneessa havaittu öljyn haju on tyypillistä tiloissa, joissa sijaitsee öljypoltin. On mahdollista, että öljyä on vuosien saatossa imeytynyt paikallisesti myös lämmönjakohuoneen alapohjarakenteisiin. Lämmönjakohuoneen alapohjarakenteen ja maaperän mahdollinen öljyhiilivetypilaantuminen tulee selvittää viimeistään ennen lämmönjakohuoneen alapohjarakenteisiin kohdistuvia purkutöitä. Lämmönjakohuoneesta lähtevä avonainen putkikanaali mahdollistaa maaperän epäpuhtauksien kulkeutumisen sisäilmaan. Lämmönjakohuoneen sisäilman epäpuhtauksien kulkeutuminen ympäröiviin tiloihin tulee estää kiireellisesti rakenteita tiivistämällä ja painesuhteiden hallinnalla (kuvattu tarkemmin kappaleessa 9.5).

8 Välipohjarakenteet

8.1 Rakenteet

Välipohjarakenteita on rakennuksen alkuperäisellä osalla 1. ja 2. kerroksen sekä 2. ja 3. kerroksen välissä. Liikunta-/ruokalasiivessä välipohjaa on ainoastaan väestönsuojan yläpuolella. Alkuperäisellä osalla välipohjat ovat betonirakenteisia alalaattapalkistoja ja liikunta-/ruokalasiivessä välipohjan kantava rakenne on paikallavalettu massiivibetonilaatta.

Välipohja pohjakerroksen ja ensimmäisen kerroksen välillä

Luokkasiivessä alkuperäisellä osalla tilassa 106 (Sovitus) välipohjarakenne on rakennneavauksesta RAK12 (Ø 16 mm) tarkasteltuna ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

Tila 106 (Sovitus), RAK12 (välipohja)

- | | |
|--------------------------------|--------------|
| • muovimatto | |
| • magnesiamaassatasoite | 5...10 mm |
| • betoni | 140...170 mm |
| • muottilaudoit | 20...25 mm |
| • onkalotila/palkit/koksikuona | 250 mm |
| • betoni | 90 mm |

Luokkasiivessä alkuperäisellä osalla vuonna 2014 korjatuissa tiloissa 104a (Mus/Tekst) ja 104b (Musiikki/Tekstiilityö) sekä tiloissa 107...111 (Mus.var, käytävä, wc:t) välipohjarakenne on rakennneavauksesta RAK13 tarkasteltuna ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

Tila 107 (Mus.var.), RAK13 (välipohja)

- muovimatto

- vaneri 21 mm
- koolaus 22 mm
- koolaus + kevytsora 120 mm
- kantava vp-palkisto 230 mm
- betoni avausta ei jatkettu

Luokkasiivessä alkuperäisellä osalla tilassa 113 (Opett.työtila) välipohjarakenne on rakenneavauksesta RAK14 tarkasteltuna

Tila 113 (Opett.työtila), RAK14 (välipohja)

- muovimatto
- tasoite
- betoni 70 mm
- rakennusmuovi
- kevytsora avausta ei jatkettu

Välipohja ensimmäisen ja toisen kerroksen välillä

Luokkasiivessä alkuperäisellä osalla tilassa 206 (OT) välipohjarakenne on vanhasta rakenneavauksesta tarkasteltuna:

Tila 206, lähtötiedot (luokkasiipi, alkuperäinen osa, välipohja)

- muovimatto
- tasoite 2 mm
- betoni 170 mm
- muottilaudoitus 20...25 mm
- onkalotila + palkit + täyt. 250 mm
- betoni avausta ei jatkettu

Välipohja laajennusosan väestönsuojan yläpuolella

Liikunta-/ruokalaasiivessä tilassa 179 (tuolivarasto) välipohjarakenne on rakenneavauksesta RAK10 (Ø 16 mm) tarkasteltuna ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

Tila 179, RAK10 (välipohja)

- muovimatto
- betoni 100 mm
- EPS 100 mm
- sora 70 mm
- betoni 40 mm.

8.2 Havainnot

Välipohjien yläpinnassa lattianpäällysteenä on pääosin muovimatto, lukuun ottamatta käytävätiloja, joissa lattianpäällysteenä on mosaiikkibetoni. Välipohjien alapinnalla on osin näkyvissä tasoitettu ja maalattu alalaatta, osin alapintaan on asennettu akustiikkalevyt (akustiikkalevyjen reunat ovat paljaalla villapinnalla) ja osin alapinnalla on koitelointeja IV-kanavia varten. Käytävätiloissa välipohjien alapinnalla on alas laskettu metallinen alakatto.

Alkuperäisen osan alkuperäisten välipohjien ontelotiloista (täyttönä sahanpuru/kutterinlastu/koksikuona) havaittiin poikkeavaa kemikaalimaista hajua. Haju havaittiin sekä ensimmäisen että toisen kerroksen välipohjiin tehdyistä porareijistä, mutta vastaavaa hajua ei havaittu huonetiloissa. Ensimmäisen kerroksen välipohjan pintarakenteet ja täyttömateriaali on pääosin uusittu. Tiloissa 104 ja 107...111 täytön yläpuoliset rakenteet ovat puu- ja levyrakenteita. Muuten välipohjissa on teräsbetoninen pintalaatta.

Välipohjien täyttökerroksen ja yläpuolisten huonetilojen välistä ilmatiiveyttä tarkasteltiin aistivaraaisesti sekä kahdella merkkiainekokeella. Ilmavuotoja havaittiin lattia-seinäliityksissä sekä talotekniikan läpivientien kohdalla. Välipohjan lävistäviä talotekniikkaläpivientejä havaittiin ilmanvaihto- ja viemärihormeissa sekä patteri- ja lämmitysputkien läpivienneissä. Merkkiainekokeiden suoritustapa ja havainnot on esitetty kappaleessa 8.3.

Laajennusosan välipohjassa ei havaittu puutteita, joilla olisi vaikutusta sisäilman laatuun.

Pintakosteuskartoituksessa tai välipohjan kosteusmittauksissa ei havaittu normaalista poikkeavia pintakosteusosoittimen lukemia tai kosteusmittaustuloksia. Kosteusmittauspaikat ja tulokset on esitetty kappaleessa 8.4.



Kuva 26. Alkuperäisen osan välipohjassa havaittiin useita epätiiviitä läpivientejä. Ilmavirtauksen suunta läpivienneissä vaihteli tutkimushetkellä.



Kuva 27. IV-kotelointien yläpuolella on joitakin avonaisia läpivientejä, joista havaittiin orgaanista täyttömateriaalia (kutterinlastu) ja muottilaudoja, joissa havaittiin betonivalun aikana tarttunutta betonia.



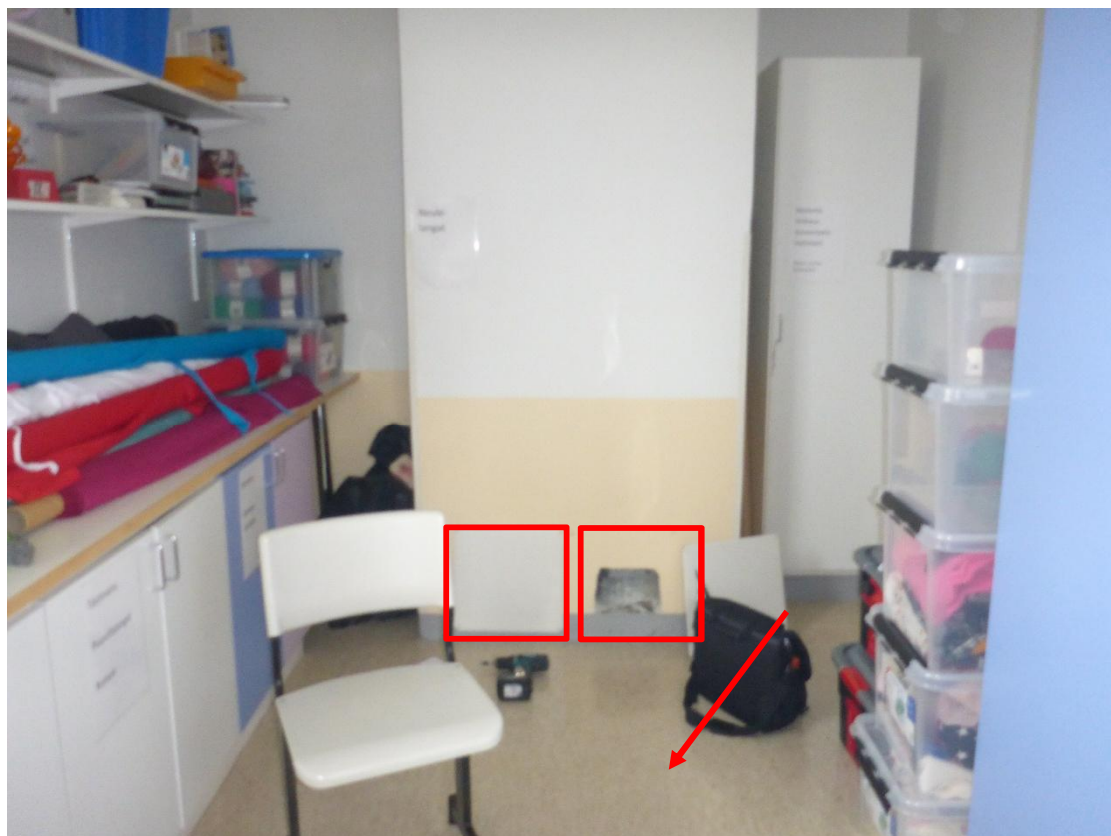
Kuva 28. Käytävätiloissa on alas laskettu katto. Alakaton yläpuolella on melko paljon pölyä.

8.3 Merkkiainekokeet

Luokkasiiven välipohjiin tehtiin kolme merkkiainekoe MA-K5, MA-K6 ja MA-K7. Merkkiainekoe MA-K5 tehtiin tilaan 105 (Tekst.t.var) välipohjaan, merkkiainekoe MA-K6 tehtiin tilan 106 (Sovitus) välipohjaan ja merkkiainekoe MA-K7 tehtiin tilan 206 (OT) välipohjaan. Merkkiainekokeiden tarkemmat sijainnit on esitetty liitteenä 1 olevassa pohjapiirustuksessa. Tutkittavat tilat alipaineistettiin ummistamalla tuloilmapäätteet teippaamalla.

Merkkiainekoe MA-K5, tila 105 (Tekst.t.var)

Merkkiainekoe MA-K5 tehtiin luokkasiiven alkuperäisen osan tilaan 105. Kaasu syötettiin välipohjan onkalotilaan pintabetonilaatan läpi poratun reiän kautta. Kaasua syötettiin 6 l/min virtausnopeudella noin 5 minuutin ajan. Merkkiainekokeen aikana tila oli noin 9...11 Pa alipaineinen välipohjan täyttökerrokseen nähden. Alipaineisuus saavutettiin teippaamalla tuloilmakanavia ja poistamalla poistoilman päätelaitteet. Merkkiainekokeessa havaittiin merkittävää ilmavuotoa huonetilaan pystyhormin tarkastusluukkujen kautta.



Kuva 29. Yleiskuva merkkiainekokeen MA-K5 toteutuksesta. Kaasun syöttöreiän kohta on merkitty kuvaan punaisella nuolella. Merkkiainekokeessa havaittiin merkittävää ilmavuotoa pystyhormin tarkastusluukkujen kautta. Kuvassa toinen tarkastusluukuista on irrotettu, ja luukun takana oleva reikä näkyy. Vuotokohdat on merkitty kuvaan punaisella.

Merkkiainekoe MA-K6, tila 106 (Sovitus)

Merkkiainekoe MA-K6 tehtiin luokkasiiven alkuperäisen osan tilaan 106. Kaasu syötettiin välipohjan onkalotilaan pintabetonilaatan läpi poratun reiän kautta. Kaasua syötettiin 6 l/min virtausnopeudella noin 5 minuutin ajan. Merkkiainekokeen aikana tilassa vallitsi noin 9...11 Pa alipaineine välipohjan täyttökerrokseen nähden. Alipaine luotiin teippaamalla tuloilman pääte-elimiiä ja poistamalla poistoilman pääte-elimiiä. Merkkiainekokeessa havaittiin pistemäistä ilmavuotoa huonetilaan nurkassa sijaitsevien patteriputkien läpivientien kautta. Alapuolisessa tilassa (004) ilmavuotoja ei havaittu.



Kuva 30. Merkkiainekokeessa MA-K6 havaittiin ilmavuotoa huonetilaan nurkassa sijaitsevien patteriputkien läpivientien kautta. Vuotokohdat on merkitty kuvaan punaisella.

Merkkiainekoe MA-K7, tila 206 (OT)

Merkkiainekoe MA-K7 tehtiin luokkasiiven alkuperäisen osan tilaan 206. Kaasu syötettiin välipohjan onkalotilaan pintabetonilaatan läpi poratun reiän kautta. Kaasua syötettiin 6 l/min virtausnopeudella noin 5 minuutin ajan. Merkkiainekokeen aikana tilassa vallitsi noin 8...12 Pa alipaineine välipohjan täyttökerrokseen nähden. Alipaine luotiin teippaamalla tuloilman pääte-elimii ja poistamalla poistoilman pääte-elimii. Merkkiainekokeessa havaittiin kohtalaista ilmavuotoa huonetilaan patteriputkien läpivientien kautta sekä välipohjan ja ulkoseinän liittymästä.



Kuva 31. Yleiskuva merkkiainekokeen MA-K7 toteutuksesta. Kaasun syöttöreiän kohta on merkitty kuvaan vihreällä nuolella. Merkkiainekokeessa havaittiin kohtalaista ilmavuotoa patteriputkien läpivientien kautta sekä välipohjan ja ulkoseinän liittymästä. Vuotokohtat on merkitty kuvaan punaisella.

8.4 Kosteusmittaukset

Rakennuksen välipohjarakenteisiin tehtiin lattiapäällysteiden alapuolelle viiltomittauksia, joiden tulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Välipohjien lattiapäällysteiden alapuolelle tehtyjen viiltomittausten 12.9.2018 tulokset. Taulukossa on esitetty lämpötila (t) ja suhteellinen kosteus (RH) sekä näiden perusteella laskettu ilman kosteussisältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittapiste	Mittaussyvyys	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m³]
V8, tila 212 (OT)	muovimaton alus	H2	21,0	41,6	7,6
	sisäilma	H4	21,2	51,6	9,5

Mittapiste	Mittaussyvyys	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m ³]
V9, tila 113 (Opett. työtila)	muovimaton alus	H7	20,9	77,5	14,2
	sisäilma	H6	20,5	50,9	9,1
V11, tila 179 (tuolivarasto)	muovimaton alus	H1	18,7	57,9	9,3
V12, tila 182 (käytävä)	muovimaton alus	H3	19,7	75,1	12,8

8.5 Materiaalinäytteet

Tässä tutkimuksessa ei otettu materiaalinäytteitä välipohjatäytöistä mikrobianalyysia varten. Lähtötietojen mukaan välipohjatäytöistä on otettu 13 mikrobinäytettä aiemmin tehdyissä tutkimuksissa (Suonketo, 2014). Ensimmäisen kerroksen näytteissä on havaittu selvää mikrobikasvua, minkä johdosta lattian pintarakenteet ja välipohjatäyttö on uusittu. Toisen kerroksen näytteissä ei ole ollut viitteitä mikrobivauriosta.

8.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen alkuperäisen osan välipohjissa todetut ilmatiiveyspuutteet lattia-seinäliitetyissä sekä talotekniikan läpivienneissä mahdollistavat ilmavirtaukset välipohjan täyttökerroksesta huonetilaan. Välipohjan täyttökerroksesta on aikaisemmissa tutkimuksissa havaittu ainakin paikallista mikrobikasvua. Aikaisemmissa tutkimuksissa mikrobivaurioituneiksi todetuilta alueilta (levyrakenteiset välipohjan pintarakenteet) täyttökerros ja pintarakenteet on uusittu. On kuitenkin mahdollista, että vanhassa orgaanisessa välipohjatäytössä on vanhoja paikallisia vaurioita esimerkiksi putki- ja siivousvesien tai rakentamisaikaisen materiaalien kostumisen johdosta, joita ei pystytä paikallistamaan avaamalla laajemmin rakenteita. Välipohjan rakennetyyppi (alalaattapalkisto) mahdollistaa ilman ja mahdollisten epäpuhtauksien suhteellisen vapaan liikkumisen välipohjan täyttökerroksessa. Tästä johtuen mahdollisten paikallistenkin vaurioiden vaikutus ulottuu laajemmalle alueelle. Välipohjan ontelotilasta havaittu poikkeavan kemikaalimaisen hajun lähde ei pystytty varmuudella selvittämään tehtyjen avausten perusteella. Haju viittaa mahdollisesti välipohjan palkkivälien ja täyttökerroksen desinfiointikäsitteilyyn raikastinta tai hajusteita sisältävällä aineella (lähtötiedoissa ei ollut mainintaa käsittelystä). Haju voi johtua myös tavallisuudesta poikkeavasta täyttömateriaalista. Täyttömateriaalien tarkempi kartoittaminen edellyttäisi laajempia avauksia.

Välipohjien täyttökerrosten kautta tapahtuvien ilmavirtausten ja täytössä olevien paikallisten vaurioiden vaikutus sisäilman laatuun on todennäköisesti kohtalaisen vähäinen, mutta selkeiden epätiiveyskohtien tiivistäminen on suositeltavaa. Suosittelemme kattavampaa välipohjien ilmatiiveyden parantamista viimeistään seuraavan peruskorjauksen tai lattianpäällysteisiin kohdistuvien korjausten yhteydessä.

9 Ulko- ja väliseinät sekä ikkunat

9.1 Rakenteet

Ulkoseinät ovat alkuperäisellä osalla rapattuja kivirakenteita ja laajennusosalla betonisandwich-elementtejä.

Luokkasiivessä alkuperäisellä osalla pohjakerroksessa sijaitsevan tilan 004 (PULUKI/OT) ulkoseinärakenne on rakenneavauksesta RAK3 (Ø 16 mm, ylempi) tarkasteltuna ja lähtötietojen (Suonketo, 2014) mukaan sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

Tila 004 (PULUKI/OT), RAK3 (ulkoseinä)

- maali
- tasoite
- punatiili 130 mm
- ilmaväli 25 mm
- bitumisively
- betoni avausta ei jatkettu.

Luokkasiivessä alkuperäisellä osalla 2. kerroksessa sijaitsevan tilan 205 (OT) ulkoseinärakenne on patterisyvennykseen tehdystä rakenneavauksesta RAK16 (Ø 16 mm) tarkasteltuna sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

Tila 205 (OT), RAK16 (ulkoseinä)

- maali/tapetti
- tasoite 30 mm
- punatiili 60 mm
- ilmaväli 20 mm
- korkkieriste 30 mm
- kevytbetoni avausta ei jatkettu.

Luokkasiivessä alkuperäisellä osalla 2. kerroksessa sijaitsevan tilan 206 (OT) ulkoseinärakenne on rakenneavauksesta RAK17 (Ø 25 mm) tarkasteltuna sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

Tila 206 (OT), RAK17 (ulkoseinä)

- maali/tapetti
- tasoite 45 mm
- kalkkiahiekkatiili 165 mm
- ilmaväli 40 mm
- kevytbetoni >150 mm
- rappaus

Liikunta-/ruokalasiivessä tilan näyttämö ulkoseinärakenne on rakenneavauksesta RAK9 (Ø 16 mm) tarkasteltuna sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

Tila Näyttämö, RAK9 (ulkoseinä)

- maali
- betoni 150 mm
- mineraalivilla 100 mm
- betoni avausta ei jatkettu.

9.2 Havainnot

Luokkasiiven alkuperäisellä osalla kivrakenteisissa ulkoseinissä ei havaittu sisäilmaan laatuun liittyviä puutteita. Ikkunat on vaihdettu 1990-luvun alussa siten, että myös vanhojen ikkunoiden karmit on poistettu. Ikkunat ovat hyväkuntoisia ja ikkunaliittymien ilmatiiveys on toteutettu PU-vaahdolla ja on tavanomaisella tasolla. Ikkunaliittymistä havaittiin ilmavuotoa pohjakerroksessa, mikä on raportoitu yksityiskohtaisemmin maanvastaisten rakenteiden yhteydessä kappaleessa 7.

Liikunta- /ruokalasiiven sekä luokkasiiven laajennusosan ulkoseinien eristetilasta havaittiin kohtalaista ilmavuotoa huonetilaan ikkunaliittymien ja elementtien saumakohdista. Ulkoseinien eristetilasta otettiin yhteensä 4 materiaalinäytettä, joissa ei havaittu viitteitä mikrobikasvusta. Ulkoseinien elementtisaumoissa havaittiin paikoitellen halkeamia.

Osa rakennuksen alkuperäisen osan pohjakerroksen entisistä maanvastaisista ulkoseinistä on laajennusosan rakentamisen yhteydessä jäänyt väliseiniksi. Joiltain osin maanvastaisen näiden seinien alkuperäisen osan sisäpuolelta on poistettu verhomuuraus bitumisivelyyn asti. Bitumisivelyn päälle on tehty koolaus ja kipsilevytys. Bitumisivelyn haitta-aineita ei analysoitu tämän tutkimuksen yhteydessä. Bitumisivelyssä ei havaittu poikkeavaa hajua.

Rakennuksen alkuperäisen osan lämmönjakohuone sijaitsee pohjakerroksessa. Lämmönjakohuoneen ja viereisen käytävätilan välisessä väliseinässä havaittiin runsaasti epätiiviyttä läpivientejä. Läpiviennit ovat pääosin käytävän alakattotilojen yläpuolella.

Rakennuksen ulkoseinistä, sokkeleista ja ikkunoista tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuvat 32 a ja b. Laajennusosalla on betonisandwich-elementtirakenteiset ulkoseinät. Liikuntasalin nurkassa yhdessä elementissä rauditus on paljastunut (ympyröity kuvan punaisella). Elementtisaumoissa havaittiin paikoitellen halkeamia (oikea kuva).



Kuvat 33 a ja b. Laajennusosan ikkunoiden pellitysten kallistus on riittävä (a). Alkuperäisen osan ikkunoiden pellitysten kallistus on hyvin loiva (b).



Kuva 34. Käytävän 006 alakattotilassa havaittiin epätiivittä läpivientejä lämmönjakohuoneeseen sekä avoimia mineraalivillapintoja. Käytävätiloissa havaittiin poikkeavaa öljyyn ja maaperään viittaavaa hajua.



Kuva 35. Alkuperäisellä osalla on aiemmin ollut ikkunoiden alapuolella korvausilma-aukot, joista tuleva ilma on ohjattu ikkunapenkin yläpuolelle. Korvausilma-aukot on ummistettu, mutta osa läpivienneistä on epätiivittä.



Kuva 36. Alkuperäisellä osalla pohjakerroksessa sijaitsevan tilan IP/AP ikkunapenkien alapinnan tapetti ja maali hilseilevät. Ikkunapenkissä ei havaittu kohonneita pintakosteuslukemia.

9.3 Merkkiainekokeet

Luokkasiiven ulkoseiniin tehtiin kaksi merkkiainekoetta MA-K1 ja MA-K3, joista ensimmäinen on raportoitu maanvastaisten seinien yhteydessä kappaleessa 7.3. Merkkiainekoe MA-K3 tehtiin tilan 067 (OT) ulkoseinään. Merkkiainekokeiden tarkemmat sijainnit on esitetty liitteenä 1 olevassa pohjapiirustuksessa.

Merkkiainekoe MA-K3, tila 067 (OT)

Merkkiainekoe MA-K3 tehtiin luokkasiiven laajennusosan tilaan 067. Kaasu syötettiin ulkoseinän ilmapäliin rakenteen sisäkuoren läpi poratun reiän kautta. Kaasua syötettiin 8 l/min virtausnopeudella noin 2 minuutin ajan. Merkkiainekokeen aikana tila oli noin 6...9 Pa alipaineinen ulkoseinän eristekerrokseen nähden. Alipaineisuus saavutettiin teippaamalla tuloilmakanavia ja poistamalla poistoilman päätelaitteet. Merkkiaineko-
keessa havaittiin kohtalaista ilmavuotoa huonetilaan ikkunaliittymistä.



Kuva 37. Kuva merkkiainekokeessa MA-K3 havaituista vuotopaikoista. Kaasun syöttöreikä on seinän alaosassa. Merkkiainekokeessa havaittiin kohtalaista ilmavuotoa tuuletusikkunan ikkunaliittymissä. Vuotokohdat on merkitty kuvaan punaisella.

9.4 Materiaalinäytteet

Laajennusosan ulkoseinärakenteiden mineraalivillaeristeistä otettiin neljä materiaalinäytettä mikrobianalyysia varten. Materiaalinäytteet otettiin ulkoseinän sisäkuoreen tehdyistä porareijistä. Mikrobianalyysit suoritettiin laimennossarjamenetelmää käyttäen. Näytteissä ei havaittu viitteitä mikrobikasvusta.

Materiaalinäytteiden näytteenottopaikat on esitetty liitteessä 1. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit suoritettiin Mikrobioni Oy:n toimesta. Laboratorioanalyysien tulospöytä on kokonaisuudessaan liitteenä 2



Kuva 38. Materiaalinäytteet MAT5 ja MAT6 otettiin näyttämön takaosasta. Näyte MAT5 otettiin seinän alaosasta ja MAT6 sivusuunnassa samalta kohtaa, mutta noin metrin korkeudelta lattiasta. Materiaalinäytteiden MAT3 ja MAT4 näytteenottokohdat on valittu tilassa 067 samalla tavalla: MAT3 seinän alaosasta ja MAT4 noin metrin korkeudelta lattiasta. Rakenneseinävauksista ei havaittu mikrobiperäistä tai muuten poikkeavaa hajua.

9.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alkuperäisen osan kiviainesrakenteisten ulkoseinän kosteus tai sisäilmateknisessä toiminnassa ei havaittu merkittäviä sisäilman laatua heikentäviä puutteita. Ulkoseinärakenteessa olevasta ilmastusta saattaa kulkeutua pieniä määriä epäpuhtauksia ikkunaliittymiä kautta. Laajennusosalla betonielementtirakenteisten ulkoseinien ikkunaliittymien ilmavuotojen kautta sisäilmaan voi päästä vähäisiä määriä esimerkiksi ulkoilman epäpuhtauksia tai mineraalivillakuituja. Eristetilasta otettujen materiaalinäytteiden mukaan eristetilassa ei kuitenkaan havaittu mikrobivaurioita, joten vaikutus sisäilman laatuun on melko vähäinen. Suosittelemme parantamaan sekä alkuperäisen osan, että laajennusosan ikkunaliittymien ja laajennusosalla myös elementtien saumakohtien ilmatiiveyttä viimeistään peruskorjauksen tai seuraavan sisäpintoihin kohdistuvan korjauksen yhteydessä.

Alkuperäisellä osalla merkittävimmät ulko- tai väliseinissä havaitut puutteet ovat pohjakerroksen lämmönjakohuoneen seinien epätiivit läpiviennit, jotka mahdollistavat ilmavirtaukset lämmönjakohuoneesta viereisiin tiloihin. Hajujen ja muiden epäpuhtauksien kulkeutumiseen vaikuttaa epätiivien läpivientien lisäksi tilojen väliset painesuhteet. Suosittelemme kiireellisenä toimenpiteenä lämmönjakohuoneen alipaineistamista suhteessa viereisiin tiloihin, jotta ilmavirran suunta saadaan muutettua puhtaista tiloista lämmönjakohuoneeseen päin. Alipaineistamisen yhteydessä tulee myös parantaa läpivientien ilmatiiveyttä.

Laajennuksen yhteydessä väliseiniksi muunnettujen maanvastaisten seinien sisäilmaan yhteydessä olevassa bitumisivelyssä ei havaittu PAH-yhdisteisiin viittaavaa hajua. Suosittelemme kuitenkin kiireellisesti selvittämään sivelyn PAH-yhdistepitoisuuden laboratorioanalyysillä tarkempien toimenpidesuosittelujen määrittämiseksi.

Laajennusosan betonijulkisivujen elementtisaumat alkavat olla teknisen käyttöikänsä päässä. Halkeilleet elementtisaumat mahdollistavat sadeveden kulkeutumisen eristetilaa ja edesauttavat mikrobikasvulle otollisten olosuhteiden syntymistä. Suosittelemme uusimaan rikkoontuneet elementtisaumamassat seuraavan 5 vuoden kuluessa.

Alkuperäisen osan ikkunoiden vesipeltien puutteet lisäävät riskiä sadeveden kulkeutumiselle rakenteeseen ikkunaliittymien kautta. Suosittelemme parantamaan ikkunapeltien kosteusteknistä toimivuutta peruskorjauksen tai seuraavan ikkunoiden ulkopuolisen huoltokorjauksen yhteydessä.

10 Yläpohja ja vesikatto

10.1 Rakenteet

Rakennuksen alkuperäisellä osalla yläpohjan kantavana rakenteena on luokkatilojen yläpuolella alalaattapalkisto ja käytävätilojen yläpuolella massiivibetonilaatta. Alkuperäisellä osalla vesikatteenä on tiilikate ja aluskatteena muovialuskate, jonka alla on tuuletusväli ja bitumikermi. Laajennusosalla yläpohjan kantavat rakenteet eivät ole tiedossa. Vesikatemateriaalina on bitumikermi. Molemmissa siivissä vesikaton kantavat rakenteet ovat puuta ja ullakkotilan korkeus on 0,5...2,5 metriä.

Luokkasiiven alkuperäisen osan yläpohjarakenne (luokkatilojen yläpuolella) on rakennneavauksesta RAK17 tarkasteltuna ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

Ullakkotila, RAK17 (yläpohja)

- | | | |
|-------------------|--------|---------|
| · Betoni | ~50 mm | |
| · Kevytbetoni | | ~100 mm |
| · Muottilaudoitus | | ~20 mm |

- Koksikuona + kutterinlastu /
palkkirakenteet ~300 mm
- Kutterinlastu ~100 mm
- Betoni avausta ei jatkettu

Luokkasiiven alkuperäisen osan yläpohjarakenne on (käytävätilojen yläpuolella) vanhasta rakenneavauksesta tarkasteltuna ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

Ullakkotila, vanha rakenneavaus (yläpohjan ohuempi osa)

- Betoni ~45 mm
- Koksikuona ~20 mm
- kaksinkertainen laudoitus ~50 mm
- Koksikuona ~100 mm
- Betoni avausta ei jatkettu

Luokkasiiven alkuperäisellä osalla vesikattorakenne on ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

Ullakkotila (vesikatto)

- Kattotiilet
- Ruoteet 25 mm
- Aluskate, muovi
- Koolaus 25 mm
- Bitumikermi
- Lautat 22 mm
- Ullakkotila + kattotuolit 500...2000 mm

10.2 Havainnot

Alkuperäisen osan vesikate on 1990 alussa uusittu tiilikate. Tiilikate on pääosin hyväkuntoinen eikä siinä havaittu merkittävässä määrin rikkonaisia tiiliä. Katon pohjoislape on voimakkaasti sammaloitunut. Alkuperäisellä osalla havaittiin kolme aktiivista paikallista vesivuotoa.

Laajennusosan vesikatto on monimuotoinen. Kermikatteessa ei aistinvaraisesti havaittu merkittäviä puutteita. IV-konehuoneen kohdalla vesikatteessa havaittiin yksittäinen aktiivinen vuotokohta. Ruokasalin katossa olevien kattoikkunoiden ylösnostoissa eteläpuolella havaittiin bitumin voimakasta valumaa.

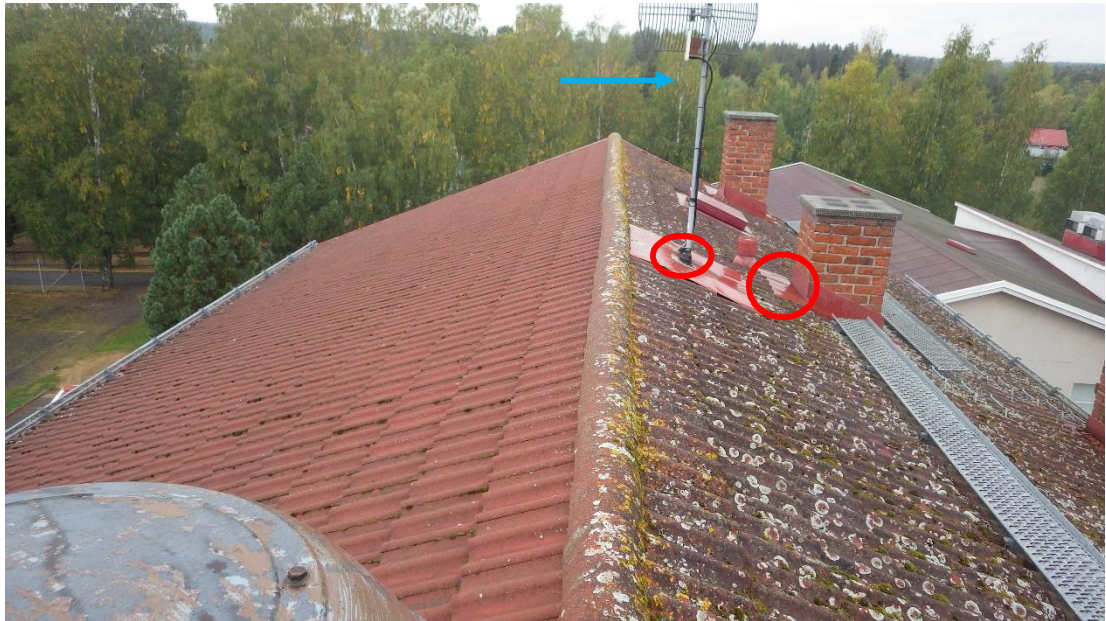
Vesikatosta ja yläpohjasta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 39. Liikunta-/ruokasaliin pohjoispuoleinen vesikatto on hieman sammaloitunut. Sininen nuoli osoittaa pohjoisen ilmansuunnan.



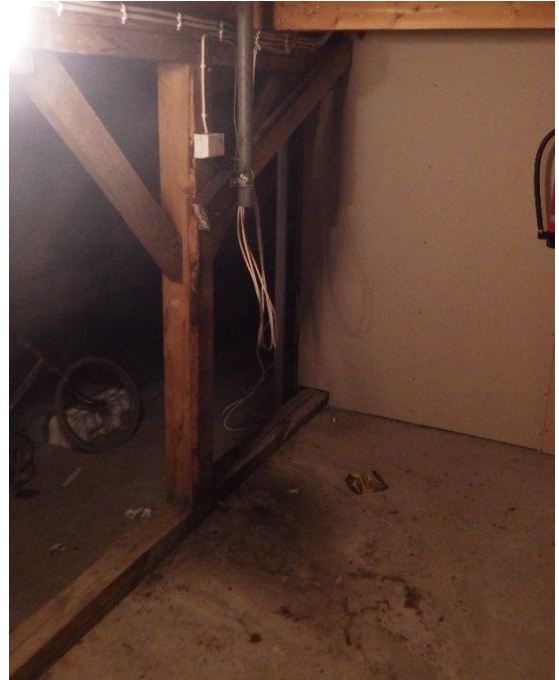
Kuva 40. Liikuntasaliin huippumurien läpiviennissä havaittiin vesivuotojälkiä sisäpuolelta tarkasteltuna. Vuotopaikka ei selvinnyt pintapuolisella tarkastelulla.



Kuva 41. Yleiskuva alkuperäisen osan vesikatolta. Kate on sammaloitunut pohjoispuolen lappeelta. Tiilikatteessa havaittiin yksittäisiä rikkonaisia tiiliä. Sininen nuoli osoittaa pohjoisen ilmansuunnan. Kuvaan on merkitty punaiselle ympyrällä vesikatteessa havaittuja aktiivisia vuotokohtia. Kolmas havaittu vuotokohta on toisessa antenniläpivienissä kuvanottokohdalla eikä siten näy yleiskuvassa. Vuotokohdat on kuvattu yläpohjatilasta käsin seuraavissa kuvissa.



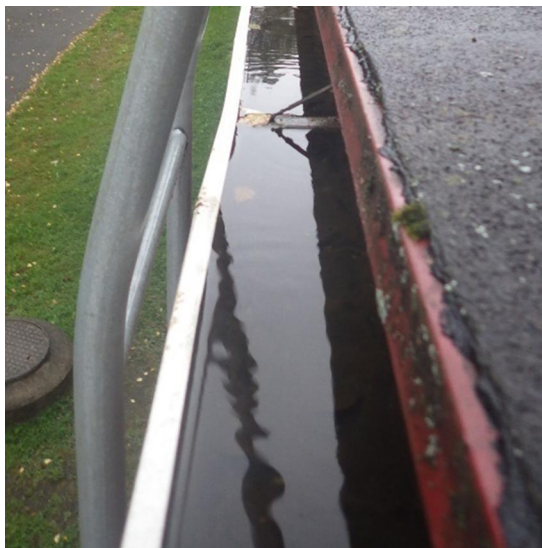
Kuva 42. Alkuperäisen osan ullakolla havaittiin aktiivinen vesivuoto tiilihormin läpiviennin yläosasta. Läpiviennin kohdalla aluskatteen ja juuripellin vesitiiveydessä havaittiin puutteita.



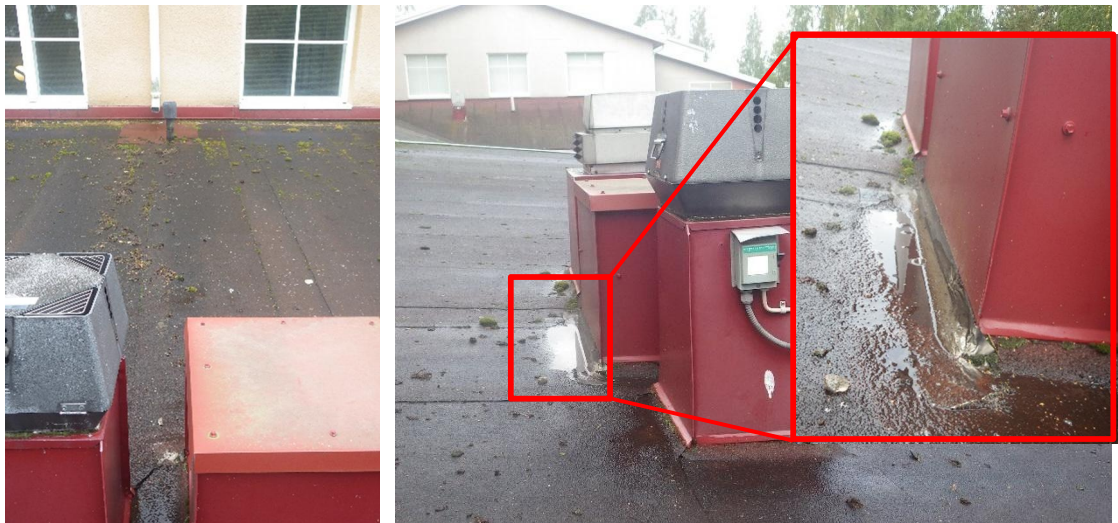
Kuvat 43a, b ja c. Alkuperäisen osan ullakolla havaittiin aktiivisia vesivuotoja kahden antenniputken läpivienneistä (a ja b). Sekä aluskatteen, että vesikatteen läpivienneissä havaittiin puutteita. Oikean puoleisen kuvan vuotokohdalle tehtiin rakenneavaus (RAK18) rakennekerrosten ja vaurioiden selvittämiseksi. Pintalaatan muottilaudoissa havaittiin aistinvaraisesti vaurioita. Avauksesta ei havaittu poikkeavaa hajua. Avauksesta otetuissa täyttökerroksen materiaalinäytteissä (näyte 1 ja näyte 2) havaittiin mikrobikasvua (kts. kohta 10.3)



Kuva 44. Ulkovälinevarastojen katoksen pintakermiä ei ole leikattu oikeaan mittaan. Kermi ohjaa kattovedet osittain räystääkourun ohi.



Kuva 45. Räystäskourut ja syöksytorvien yläpäävät olivat paikoin tukossa ja täynnä vettä.



Kuva 46. Teknisen työn tilan huippuimurin viereen lammikoituu vettä. Vesi valuu alkuperäisen osan katolta syöksytorvea pitkin laajennusosan katolle. Läpiviennin kohdalla ei havaittu vesivuotoa.



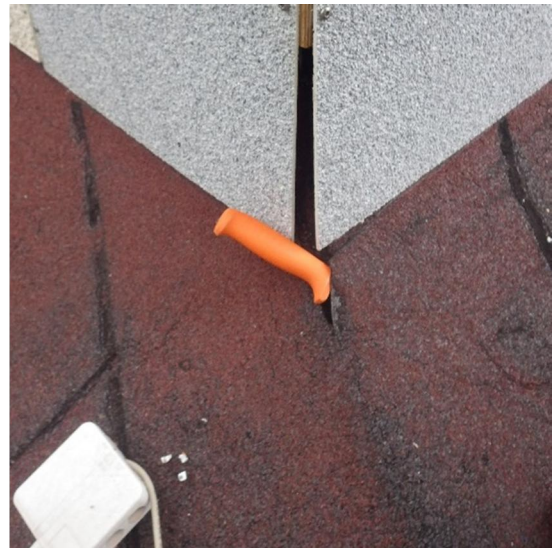
Kuva 47. Alkuperäisen osan 1. kerroksen ikkunat ovat lähellä laajennusosan kattopintaa ja ikkunapellin kallistus on loiva.



Kuva 48. Ruokalan ja aulan yläpuolella sijaitsevien kattoikkunoiden bitumikermässä havaittiin voimakasta valumaa eteläpuolella. Ylösnostoja ei ole pellitetty.



Kuva 49. Ruokalan ja aulan yläpuolella sijaitsevissa kattoikkunoissa havaittiin muutama halkeama. Muutoin ikkunat olivat hyväkuntoiset ja tiiviit.



Kuva 50. Liikunta-/ruokalasiiven vesikaton bitumikermässä havaittiin paikallisia kohtia, joissa bitumikermi tartunta alustaansa on heikko ja vedellä on pääsy kermikerrosten väliin.



Kuva 51. Yläpohjassa havaittiin epätiiviyttä läpivientejä. Läpivienneistä havaittiin orgaanista täyttömateriaalia.

10.3 Materiaalinäytteet

Yläpohjarakenteesta otettiin kolme materiaalinäytettä mikrobianalyysia varten. Mikrobianalyysit suoritettiin laimennossarjamenetelmää käyttäen. Näytteissä 7 ja 8 todettiin selvä mikrobikasvu materiaalissa. Yläpohjasta otettiin lisäksi vertailunäyte (näyte 9)

eristeenä käytetystä kutterinlastusta. Vertailunäytteessä todettiin epäily mikrobikasvusta materiaalissa.

Materiaalinäytteiden näytteenotto paikat on esitetty liitteessä 1. Laboratorioanalyysien tulosraportti on kokonaisuudessaan liitteenä 2. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit suoritettiin Mikrobioni Oy:n toimesta.



Kuva 52. Yläpohjan materiaalinäytteet otettiin yläpohjan vesivuoto-kohtaan tehdystä rakenneavauksesta RAK18. Näyte 7 otettiin yläpohjan muottilaudoituksesta, ja näyte 8 otettiin yläpohjan eristeenä käytetystä kutterinlastusta. Molemmista näytteistä todettiin selvää mikrobikasvua materiaalissa. Yläpohjasta otettiin lisäksi vertailunäyte (näyte 9) eristeenä käytetystä kutterinlastusta. Vertailunäytteessä todettiin epäily mikrobikasvusta materiaalissa. Rakenneavauksista ei havaittu mikrobiperäistä tai muuten poikkeavaa hajua.

10.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen alkuperäisellä osalla tiilikate itsessään on kohtalaisen hyväkuntoinen, mutta puutteet läpivientien toteutuksessa aiheuttavat vesivuotoja. Läpivientikohdilla muovialuskatteen läpäiseviä reikiä ei ole tiivistetty, vaan vesitiiveys on pyritty toteuttamaan pelkän tiilikatteen ja pellitysten avulla. Tiilikatteelle on ominaista, että katteen saumoista pääsee vettä aluskatteeseen päälle. Tutkimushetkellä vesikatossa havaitut paikalliset aktiiviset vesivuodot ovat aiheuttaneet paikallista kosteusrasitusta vesikaton puurakenteille, yläpohjan betonirakenteelle sekä mahdollisesti myös osin orgaaniselle täyttömateriaalille. Aktiivisista vesivuodoista on ilmoitettu kiinteistöhuoltoon ja kiinteistöhuolto on paikannut vuodot väliaikaisilla toimenpiteillä lisävaurioiden ehkäisemiseksi.

Rakennuksen molempien osien sekä laajennusosa että alkuperäisen osan pohjoispuolen lappeilla havaittu sammaloituminen hidastaa sadeveden poistumista vesikatteen päältä ja aiheuttaa suurempaa kosteusrasitusta vesikatteelle. Vesikatteen päällä seisova vesi aiheuttaa myös talvikaudella jäätyessään ja sulaessaan rapautumisriskiä erityisesti tiilikatteelle, ja näin lyhentää rakenteen teknistä käyttöikää. Laajennusosan kumi-bitumikermikatteessa ei havaittu merkittäviä puutteita paikallisten puutteiden lisäksi.

Tarvittavilla huolto- ja korjaustoimilla tiilikatteella on vielä noin 10...20 vuotta ja kumi-bitumikermikatteella noin 5-10 vuotta teknistä käyttöikää jäljellä. Suosittelemme vesikatteille kiireellisinä toimenpiteinä seuraavia korjaus- tai huoltotoimia:

- Sammaleenpoisto pohjoispuolen kattolappeilta
- Räystäskourujen ja syöksytörmien puhdistaminen

- Laajennusosan IV-konehuoneen yläpuolella olevan vuotokohdan paikallistaminen ja korjaus
- Laajennusosan bitumikermässä havaittujen muiden paikallisten puutteiden korjaaminen
- Alkuperäisen osan kaikkien vesikaton läpivientikohtien vesitiiveyden parantaminen
 - o Edellyttää tiilikatteen purkamista läpivientien ympäriltä ja aluskatteen tiivistämistä lävistävään kappaleeseen/rakenteeseen.
 - o Niin sanottujen juuripeltien uusimista ja ulottamista harjalle asti.

Alkuperäisen osan yläpohjatäyttöön on syntynyt ainakin paikallista mikrobikasvua. Yläpohjan alalaatassa havaittiin useita epätiivaita talotekniikan, erityisesti IV-kanavien, läpivientejä. Suotuisilla painesuhteilla ilmavuodot yläpohjan eristetilasta sisäilmaan ovat mahdollisia, joten yläpohjan eristetilassa olevilla vähintään paikallisilla mikrobivaurioilla voi olla vaikutusta sisäilman laatuun. Suosittelemme kiireellisenä toimenpiteenä parantamaan yläpohjan läpivientien ilmatiiveyttä.

11 Ilmanvaihto ja sisäilma

11.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Rakennuksen alkuperäisellä osalla on alun perin ollut painovoimainen ilmanvaihto. Nykyinen koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä on asennettu laajennusosan rakentamisen yhteydessä 1990-luvulla toteutetun peruskorjauksen yhteydessä. Ilmanvaihtokoneita ohjataan keskitetyn rakennusautomaatiojärjestelmän avulla.

Rakennuksen alkuperäisen osan pohjakerrokseen on jälkikäteen asennettu yksi pieni tulo- ja poistoilmakone, joka toimii muun ilmanvaihtojärjestelmän lisänä palvellen kahta pohjakerroksen tilaa.

Viimeisin ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja ilmamäärien säätö on lähtötietojen mukaan tehty vuonna 2015.

11.2 Ilmanvaihtokoneet

TK11/TF11 PK11.1

Palvelualue: Liikuntatilat / Väestönsuoja (Laajennusosa)

Ilmamäärät: Eivät selviä tyyppikilvistä
mitattu: + 3 996 l/s / - 2 150 l/s

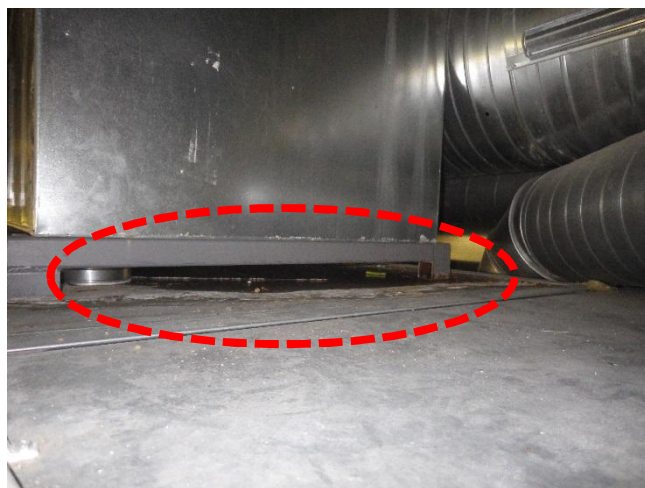
Käyntiaika: 1/1-teholla joka päivä klo 6 – 21, muun aikaa osateholla

Liikuntatiloja sekä väestönsuojaa palveleva tulo- ja poistoilmakone TK11/PK11.1 sijaitsee liikuntasalin yhteydessä sijaitsevassa IV-konehuoneessa. Ilmanvaihtokone on Fläktin valmistama ns. pakettikone, joka on valmistettu vuonna 1993. Konetta ohjataan keskitetyn rakennusautomaatiojärjestelmän avulla. IV-konehuoneessa olevien tulo- ja poistoilmakoneiden lisäksi vesikatolla on useampi samaa palvelualueita palveleva huippuimuri.

Liikunta-/ruokalasiiven havaittiin olevan rakenne- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen kenttätutkimuspäivinä 10.-11.9.2018 voimakkaasti ylipaineinen, sillä poistoilmanvaihto ko. alueella ei toiminut. Toisella tutkimuskerralla kahta viikkoa myöhemmin myös poistoilmanvaihdon havaittiin toimivan. Kiinteistöhuollolla ei ollut tiedossa vikatilanteita asiaan liittyen.

Tuloilmakone on varustettu sulkupellillä, pussisuodattimella, lämmöntalteenottolaitteella, lämmityspatterilla ja puhaltimella sekä äänenvaimentimella.

Tuloilmakoneesta havaittiin koneen käydessä ajoittain epänormaali käyntiäänä. Muita ilmanvaihtokoneesta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa (Kuva 53...Kuva 60).



Kuva 53. Poistoilmakoneen päällä on vettä ja kammion ulkopinnassa valumajälkeä.



Kuva 54 a ja b. Raitisilmakammiossa on vähäisiä kosteusjälkiä. Raitisilmapelti sulkeutuu tiiviisti.



Kuva 55. Raitisilmapellin jälkeen, ennen suodatusosaa, on jonkun verran roskaa.



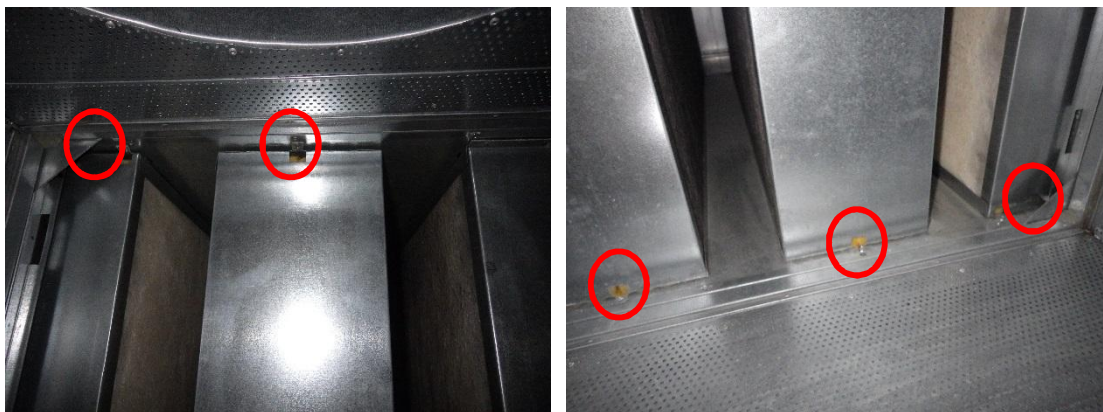
Kuva 56 a ja b. Sekä tulo- että poistoilmasuodattimien suodatusluokka on F7. Tuloilmasuodatin on selkeästi enemmän likaantunut kuin poistoilmasuodatin. Koneiden suodatinkehysten lukitukset olivat erittäin jäykät.



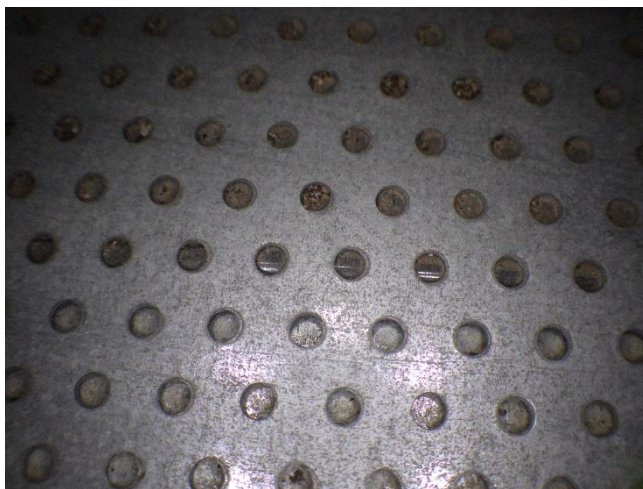
Kuva 57. LTO-kiekon harjatiiviste on kulunut ja epätiivis.



Kuva 58 a ja b. Äänenvaimentimien vaimenninpinnat on suojattu kuitukankaalla. Poistoilmapuolella näkyy äänenvaimentimessa kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 59 a ja b. Äänenvaimenninkasettien kiinnityskohdissa on mineraalivillapintoja vähäisesti näkyvissä. Kuva on otettu tuloilmakammioista.



Kuva 60. Tulo- ja poistoilmakammioiden äänenvaimenninmateriaalina on muovikalvolla ja reikäpellillä suojattu mineraalivilla.

Toimenpide-ehdotukset, TK11

- Epänormaalien käyntiäneiden syyn selvittäminen ja tarvittavat huoltotoimenpiteet
- Äänenvaimenninkasettien kiinnityskohtien mineraalivillapintojen suojaus elastisella massalla.
- Vesikattovuodon selvittäminen kohdassa 10.4 esitetyn mukaisesti.
- Normaalit huoltotoimet, joiden yhteydessä on erityisesti huomioitava:
 - o Suodatinkehysten lukitusten voitelu ja säätö
 - o LTO:n harjatiivisteiden uusiminen

TK12

Palvelualue: Keittiö/Ruokala (Laajennusosa)

Ilmamäärät: Eivät selviä tyyppikilvistä
Mitattu: + 459 l/s (2.10 klo 13)

Käyntiajat: Tuloilmakone osateholla jatkuvasti, keittiön huuvan tehostus käyttökytkimestä

Keittiötä ja ruokalaa palveleva tuloilmakone sijaitsee liikuntasalin yhteydessä sijaitsevassa IV-konehuoneessa. Ilmanvaihtokone on Fläktin valmistama ns. pakettikone, joka on valmistettu vuonna 1993. Koneita ohjataan keskitetyn rakennusautomaatiojärjestelmän avulla. IV-konehuoneessa olevan tuloilmakoneen lisäksi vesikatolla on useampi samaa palvelualueita palveleva huippuimuri, mm. keittiön huuva, jota käytetään keittiössä sijaitsevalla käyttökytkimellä.

Tuloilmakone on varustettu sulkupellillä, pussisuodattimella, lämmöntalteenottolaitteella, puhaltimella sekä yhden kanavahaaran osalta jälkilämmityspatterilla.

Koneen käydessä, havaittiin siitä ajoittain epänormaali käyntiäänä. Ilmanvaihtokone oli sisäosiltaan hyvin likainen. Ilmanvaihtokoneesta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa (Kuva 61...Kuva 65).



Kuva 61. Yleiskuva keittiön tuloilmakoneesta TK12, joka on asennettu TK11:n päälle.



Kuva 62 a ja b. Koneessa on ennen suodatusosaa melko paljon likaa.



Kuva 63. Suodattimet ovat jonkin verran likaantuneet. Suodatusluokka on F7.



Kuva 64 a ja b. LTO-patteri on erittäin likainen.



Kuva 65. Puhallinkammio on hyvin likainen. Puhaltimen hihnat olivat melko kireällä.

Toimenpide-ehdotukset, TK12

- Epänormaalin käyntiäänien syyn selvittäminen ja tarvittavat huoltotoimenpiteet
- Normaalit huoltotoimet, joiden yhteydessä on erityisesti huomioitava kammioiden, LTO-patterin ja puhaltimen huolellinen puhdistus

TK21 / PF-21.1

Palvelualue: Pohja-, 1.- ja 2.-kerros (Alkuperäinen osa)

Ilmamäärät: Eivät selviä tyyppikilvistä

Mitattu: + 2 715 l/s / - 1 805 l/s (tuloilman osalta mittaustulos epävarma epäluotettavasta mittauspaikasta johtuen)

Käyntiaika: 1/1-teho ma – pe, osateholla la ja su klo 0-24.

Rakennuksen alkuperäisen osan luokkasiipeä palveleva tulo- ja poistoilmakone TK21 sijaitsee luokkasiiven ullakkokerroksessa sijaitsevassa IV-konehuoneessa. Ilmanvaihtokone on Fläktin valmistama ns. pakettikone, joka on valmistettu vuonna 1993. Konea ohjataan keskitetyn rakennusautomaatiojärjestelmän avulla. IV-konehuoneessa olevien tulo- ja poistoilmakoneiden lisäksi vesikatolla on samaa palvelualueetta palvelevia huippuimureita.

Tuloilmakone on varustettu sulkupellillä, pussisuodattimella, lämmöntalteenotolla, lämmityspatterilla ja puhaltimella sekä äänenvaimentimella. Erillinen poistoilmakone on varustettu suodattimella, lämmöntalteenotolla, puhaltimella, äänenvaimentimella sekä sulkupellillä.

Ilmanvaihtokoneesta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvin Kuva 66...Kuva 74



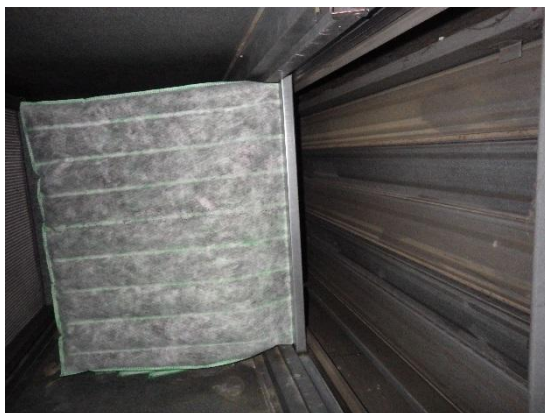
Kuva 66. Yleiskuva tulo- ja poistoilmakoneesta TK21.



Kuva 67 a ja b. Raitisilmakammiossa sisällä ja kanavistossa ulkopuolella on kosteusjälkiä.



Kuva 68. Raitisilmapelti ennen suodattimia on hyvin likainen.



Kuva 69 a ja b. Tuloilmasuodattimien välissä ei ole tiivistettä, eikä suodatinkehikossa ole pintaa, johon suodattimen etureuna tiivistyisi suodattimien välisessä kohdassa.



Kuva 70. Tuloilmasuodattimien suodatinkammiossa on kosteusjälkiä.



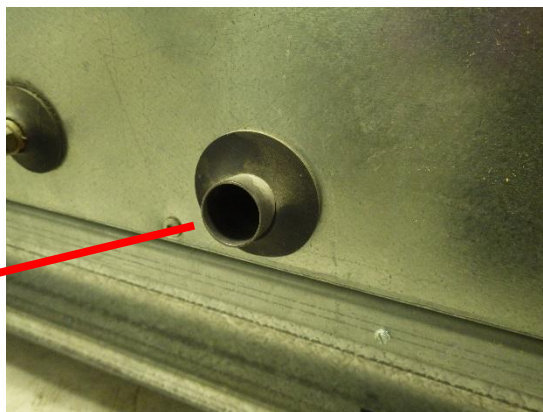
Kuva 71 a ja b. Lämmityspatteri on likainen.



Kuva 72. Tuloilmakammio on puhdas. Vaimenninmateriaalina on reikäpellillä ja muovikalvolla suojattua mineraalivillaa. Äänenvaimentimet ovat kuitukankaalla suojattua mineraalivillaa. Äänenvaimentimet ovat osin likaisia. Äänenvaimenninkasettien kiinnityskohdissa on mineraalivillaa vähäisesti näkyvissä.



Kuva 73 a ja b. Poistoilmakammio on puhdas. Lämpömittarin läpivienti on tiivistämättä sisäpuolelta.



Kuva 74 a ja b. Putkiläpivienti on tulppaamatta ja siitä on koneen käydessä merkittävä ilmavirtaus iv-konehuoneesta poistoilmakoneen sisälle.

Toimenpide-ehdotukset, TK21

- Veden/tuiskulumen raitisilmakammioon kulkeutumisen estäminen (ulkoilmalaitteen parantaminen ja/tai viemäroinnin lisääminen raitisilmakammioon)
- Äänenvaimentimen kiinnityskohtien villapintojen sekä sisäpuoleltaan tiivistämättömien lämpömittarien tmv. läpivientien tiivistäminen elastisella massalla.
- Poistokoneen tulppaamattoman läpiviennin tulppaaminen (ohjeistettu tehtäväksi kiireellisenä heti kenttätutkimusten jälkeen)
- Koneen sisäosien puhdistaminen (epäpuhtaudet ja kosteusjäljet)
- Suodattimien välissä tulee käyttää tiivistettä, mikäli suodattimen etupinta ei tiivisty suodatinkehikkoon (huomioitava myös sivusuuntainen tiivistyminen)

TK22

Palvelualue: Tekniset työt (Alkuperäinen osa)

Ilmamäärät: Suunniteltu: + 386 l/s

Mitattu: 1/1: + 626 l/s, 1/2: + 288 l/s

Käyntiaika: 1/1 ma-pe klo 14-15, muun aikaa 1/2-teholla.

Teknisen työn tiloja palveleva tuloilmakone TK22 on sijoitettu teknisen työn luokan kattoon. Ilmanvaihtokone on Fläktin valmistama ns. pakettikone, joka on valmistettu vuonna 1993. Konea ohjataan keskitetyn rakennusautomaatiojärjestelmän avulla. Teknisen työn poistoilmakoneena on vesikatolle sijoitettu huippuimuri.

Tuloilmakone on varustettu sulkupellillä, pussisuodattimella, lämmityspatterilla ja puhaltimella.

Kone pysäytettiin tarkastusta varten, mutta rakennusautomaatiojärjestelmän grafiikka näytti koneen olevan edelleen käynnissä.

Ilmanvaihtokone pitää käydessään kovaa ääntä, minkä johdosta sitä ei haluta käyttää täydellä teholla silloin, kun tiloja käytetään. Ilmanvaihtokone on sijoitettu tilan kattoon ja koneen alapuolella säilytetään puutavaraa, joka hankaloittaa koneen huoltamista, mm. suodattimien vaihdon osalta. Ilmanvaihtokoneesta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa (Kuva 75...Kuva 81).



Kuva 75. Yleiskuva tuloilmakoneesta TK22. Kone on sijoitettu teknisen työn tilan kattoon. Tuloilmakammioon ei ole puhdistusluukkua.



Kuva 76. Raitisilmapelti ei sulkeudu, kun kone sammutetaan. Raitisilmasäleikössä on lehtiä.



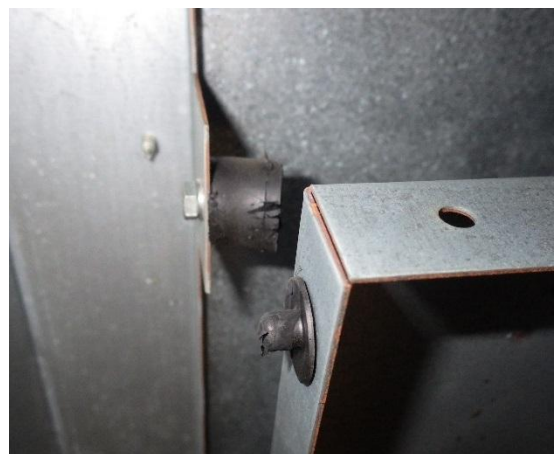
Kuva 77 a ja b. Suodatusluokka on F7. Suodattimet ovat jonkin verran likaantuneet.



Kuva 78. Lämmityspatteri on melko puhdas ja hyväkuntoinen.



Kuva 79. Patterin läpivienti on epätiivis ja siitä pääsee puupölyä koneen sisälle.



Kuva 80 a ja b. Kaksi puhaltimen yhteensä neljästä vaimennuskumista on katkennut ja puhallin roikkuu kahden vaimennuskumin varassa.



Kuva 81. Heti koneen jälkeen olevissa tuloilmakanavissa on tulpat, joita ei ole kiinnitetty ruuvaamalla tai niittaamalla.

Toimenpide-ehdotukset, TK22

- Puhaltimen katkenneiden tärinänvaimenninkumien korjaaminen (ohjeistettu tehtäväksi kiireellisenä huoltotyönä jo kenttätutkimusten jälkeen)
- Tuloilmanavien tulppien kiinnittäminen ruuvikiinnityksellä niin, että se on avattavissa puhdistusta varten (ohjeistettu tehtäväksi kiireellisenä huoltotyönä jo kenttätutkimusten jälkeen).
- Raitisilmapellin korjaus
- Puhdistusluukun lisääminen tuloilmakammioon tai tuloilmakanavaan heti kanavan jälkeen
- Patterin epätiivisiin läpiviennin tiivistäminen
- RAU-järjestelmän vian syyn selvittäminen (järjestelmä näyttää koneen olevan käynnissä, vaikka se on pysäytetty)

Vallox Digit, tilassa 005

Palvelualue: Opetustila 004 ja AP/IP 013

Ilmamäärät: Suunniteltu: + 100 l/s / - 100 l/s (mittauspöytäkirja 5.8.2015, Vaileri Oy)
Mitattu: + 91 l/s -112 l/s (mitattu täydellä teholla)

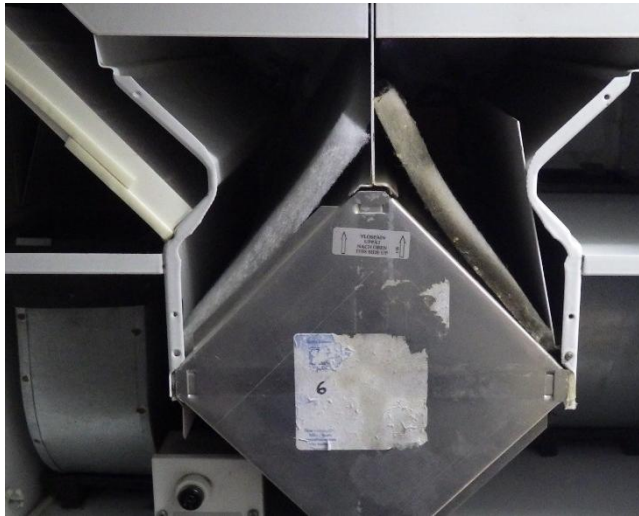
Käyntiaika: Käsikäytöllä, asetettu täydelle teholle.

Kahta luokkatilaa (muun ilmanvaihtojärjestelmän rinnalla) palveleva tulo- ja poistoilmakone on sijoitettu varastotilaan 005. Ilmanvaihtokone on Valloxin valmistama ns. pakettikone, joka on valmistettu vuonna 2002. Koneetta ei ole liitetty rakennusautomaatiojärjestelmään ja sitä ohjataan paikallissäätimellä. Viimeisin suodatinvaihto on koneessa olevien merkintöjen mukaan tehty kesäkuussa 2018.

Ilmanvaihtokoneesta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvin (Kuva 82...Kuva 85).



Kuva 82 a ja b. Yleiskuva iv-koneesta.



Kuva 83. Koneen karkeasuodattimet sijaitsevat ennen LTO-kennoa. Tuloilmassa on lisäksi hienosuodatin, joka sijaitsee ilmavirran suunnassa puhaltimen jälkeen.



Kuva 84. LTO-kenno on likainen.



Kuva 85. Kone on sisäosiltaan hyvin likainen.

Toimenpide-ehdotukset, Vallox Digit

- Koneen huolellinen puhdistus seuraavan suodatinvaihdon yhteydessä.

11.3 Ilmamäärät

Tilojen ilmamääriä mitattiin pistokoeluntuotoisesti, keskittyen rakennuksen alkuperäisen osan luokkasiipeen. Ilmamäärämittausten tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 4). Ajantasaisia iv-piirustuksia ei ollut kaikilta osin käytössä (tehdyistä muutostöistä ei ollut dokumentteja käytettävissä).

Taulukko 4. Ilmamäärämittausten 2.10.2018 tulokset. Suunnitellut ilmamäärät on otettu vuoden 1993 peruskorjauksen ja laajennuksen IV-suunnitelmista.

Tila	Tuloilma [dm ³ /s]		Poistoilma [dm ³ /s]	
	Mitattu	Suunniteltu	Mitattu	Suunniteltu
Opetustila 004	+ 10,7 + 18,4 (lisäksi 2 tuloa, joita ei mitattu)	Ei selviä suunnitelmista, tiloissa tehty muutostöitä	- 34,4* - 37,2 - 35,1	- ei tiedossa* - 37,5 - 37,5
Opetustila 013 AP/IP	+ 57,2 + 62,2 + 60,2 + 63,8 yht. + 243	Ei selviä suunnitelmista, tiloissa tehty muutostöitä	- 40,2 - 42,2 - 9,4 - 19,4 - 24,4 - 27,0 - 26,5 yht. - 189	Ei selviä suunnitelmista, tiloissa tehty muutostöitä
Opetustila 104b + (sovitus 106)	+71,7 + 68,3 + 64,3 (+ 36,0) yht. + 240	+ 230	- 42,6 - 36,7 - 35,1 - 39,5 - 39,7 (- 26,7) yht. - 220	- 200
WC 109			- 21,9	- 20
WC 110			- 21,5	- 20
Opetustila 206	+ 76,3 + 70,7 yht. + 147	+ 135	- 36,0 - 37,0 - 36,1 - 35,5 yht. - 145	- 135

11.4 Kanavistot ja ilmanjako

Päätelaitteet ja kanavistot ovat pääasiassa vuoden 1993 peruskorjauksen ajalta. Yksittäisiä päätelaitteita on uusittu tiloissa tehtyjen muutostöiden yhteydessä. Tilojen ilmanjako on toteutettu pääasiassa seinäpinnoille asennetuilla tuloilman päätelaitteilla ja katto- tai seinäpinnoille asennetuilla poistoilman kartioventtiileillä. Ilmanvaihtokanat ovat kantti- ja kierrosumakanavaa. Ilmanjako toimii pistokoeluonteisesti tarkastettujen tilojen osalta aistinvaraisesti arvioituna pääasiassa tyydyttävästi tai hyvin. Päätelaitteista ja ilmanjaosta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa



Kuva 86. Ilmanjakotapa opetustilassa 013. Tilaan on tuotu lisää ilmanvaihtoa jälkikäteen lisätyllä ilmanvaihtokoneella.



Kuva 87 a ja b. Luokkatilojen alkuperäinen tuloilman päätelaite. Päätelaitteet olivat sieltään paikoin likaisia.



Kuva 88. Tuloilman päätelaitteessa on äänenvaimennusmateriaalina mineraalivilla, joka oli yhdessä tarkastetussa päätelaitteessa irti niin, että avoimet villapinnat olivat näkyvissä.



Kuva 89 a ja b. Tuloilman päätelaitteen villapintoja on näkyvissä. Reunapintoja on osin käsitelty maalilla.



Kuva 90 a ja b. Teknisen työn luokan päätelaite avattuna. Vaimennuspinnat on suojattu lasikuitukankaalla.



Kuva 91. Vanhoja painovoimaisen ilmanvaihdon venttiileitä on paikoin näkyvissä, esim. luukkasiiven porrashuoneessa.

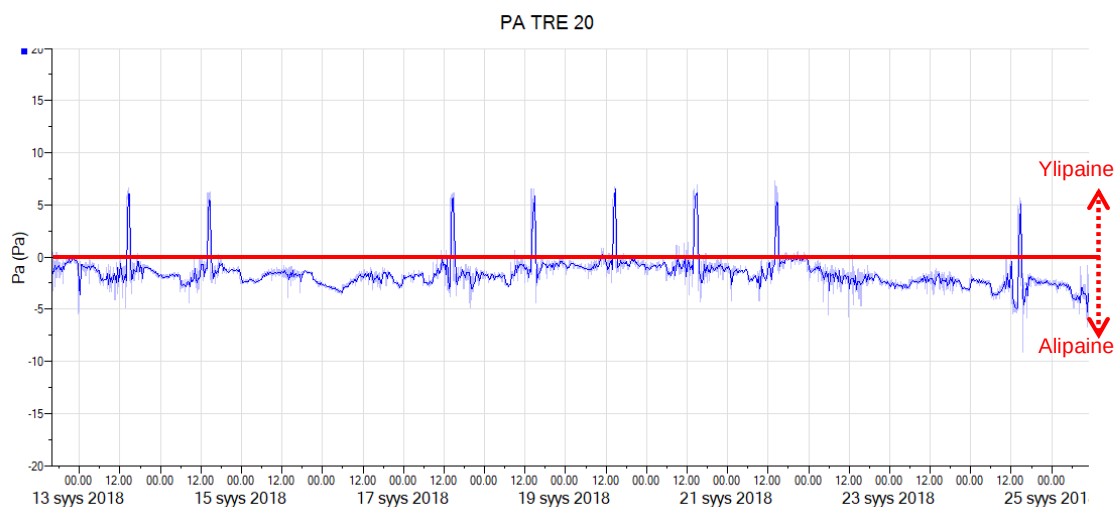
Alkuperäisen osan pohjakerroksessa havaittiin ajoittain tunkkaista hajua (tilat 002, 029, 103 ja 204). Ko. tiloihin on johdettu paikoin vain hyvin vähän (tai ei ollenkaan) tuloilmaa, ja niiden ilmanvaihtuvuus on melko heikko.

11.5 Olosuhteiden seurantamittaukset

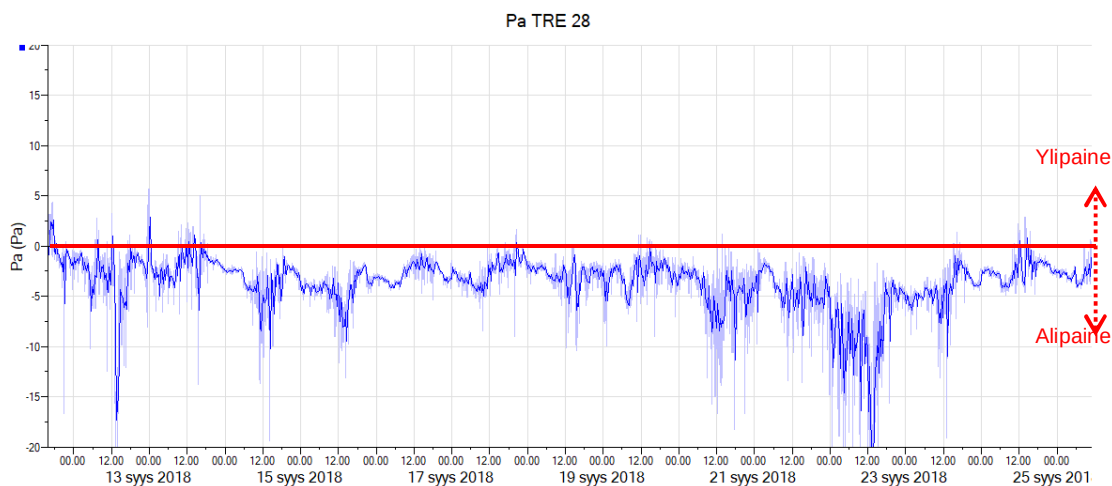
11.5.1 Paine-eron seurantamittaukset

Sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin seurantamittauksena luukkasiivessä tiloista 004, 064, 102, 113, 203 ja 212 ja liikunta-/ruokalasiivessä tiloissa 161 ja keittiö. Lisäksi mitattiin tilan 008 (Lämmönjakohuone) ja 006 (käytävä) välistä paine-eroa. Mittaukset tehtiin aikavälillä 11.-25.9.2018. Paine-eron seurantamittausten tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (Kuvaaja 1...Kuvaaja 9). Paine-eron ollessa negatiivinen, on huonetilan sisäilma alipaineinen ulkoilmaan nähden. Seurantamittalaitteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

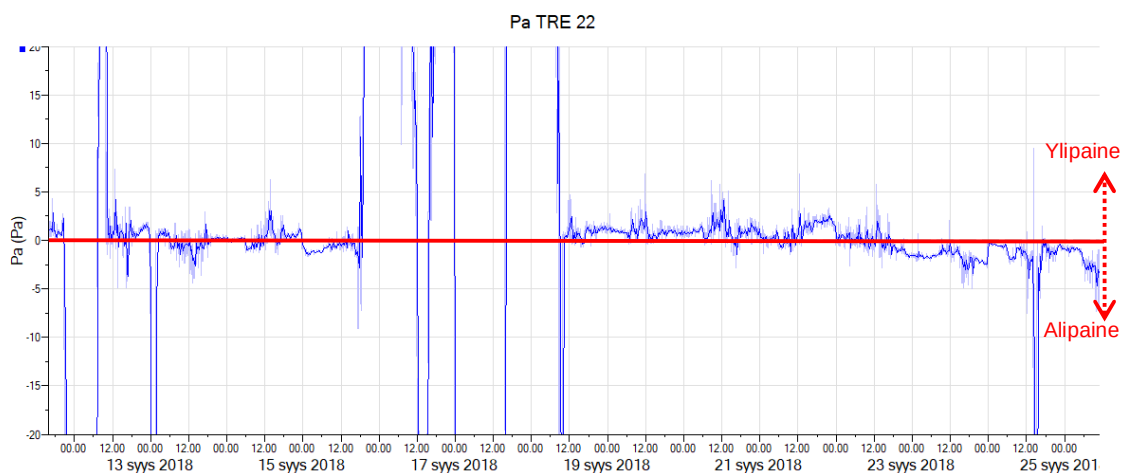
Liikunta-/ruokalasiiven havaittiin olevan tutkimuspäivinä 10.-11.9.2018 voimakkaasti ylipaineinen, sillä poistoilmanvaihto ei toiminut. Ylipainetilanne näkyy mittausjakson (Kuvaaja 7) alussa. Toisella tutkimuskerralla väestönsuojan ilmanvaihdon havaittiin olevan samoissa tiloissa voimakasta.



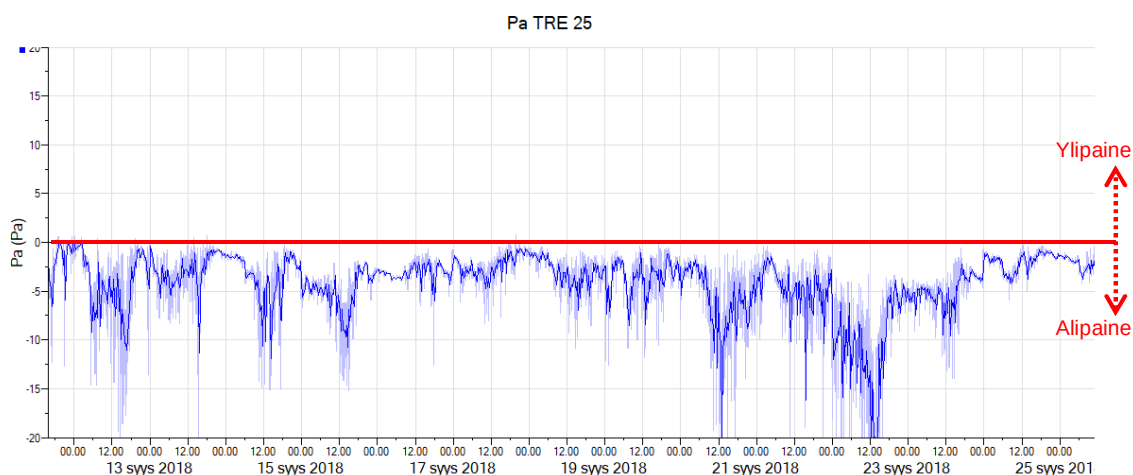
Kuvaaja 1. Luokkasiiven pohjakerroksen tilan 067 (Puutyösali) paine-ero ulkoilmaan nähden 11.-25.9.2018.



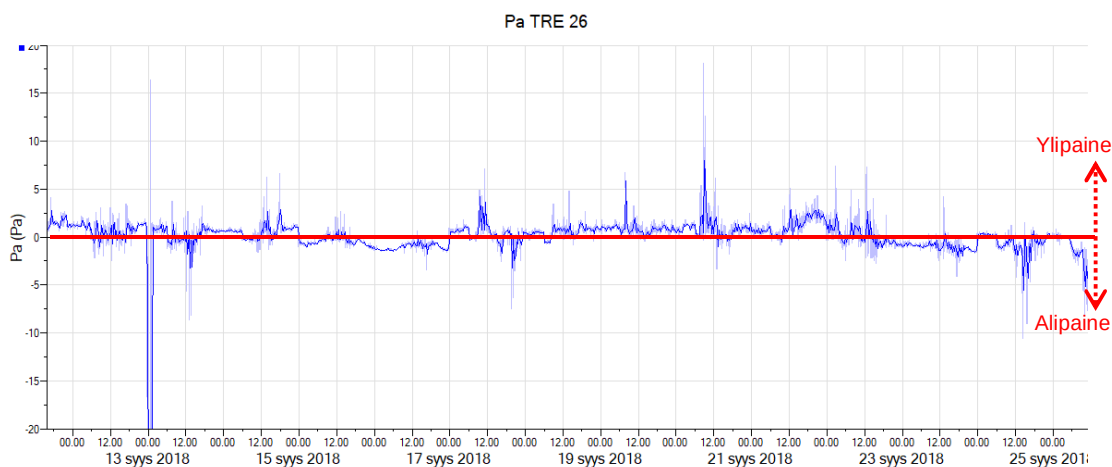
Kuvaaja 2. Luokkasiiven pohjakerroksen tilan 004 PULUKI/OT paine-ero ulkoilmaan nähden 11.-25.9.2018.



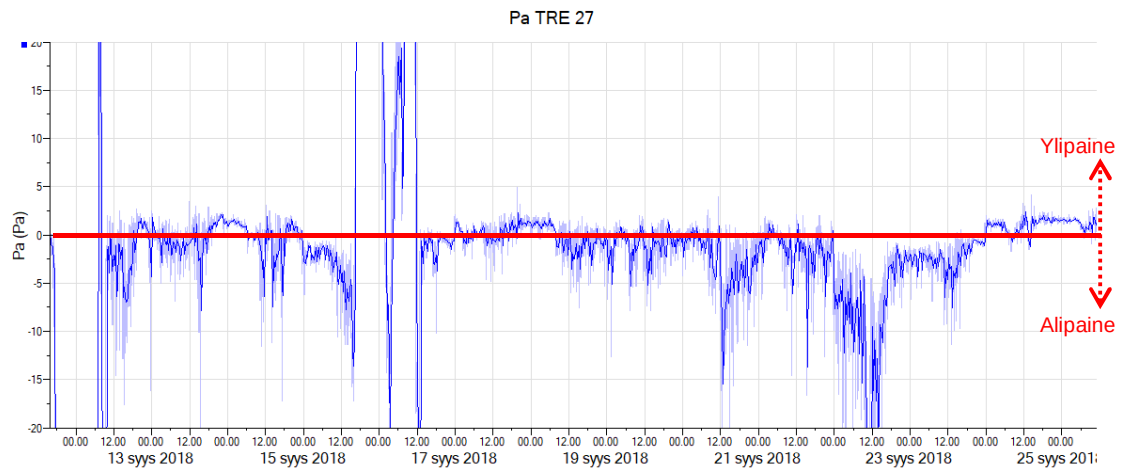
Kuvaaja 3. Luokkasiiven 1. kerroksen tilan 102 (Käytävä) paine-ero ulkoilmaan nähden 11.-25.9.2018.



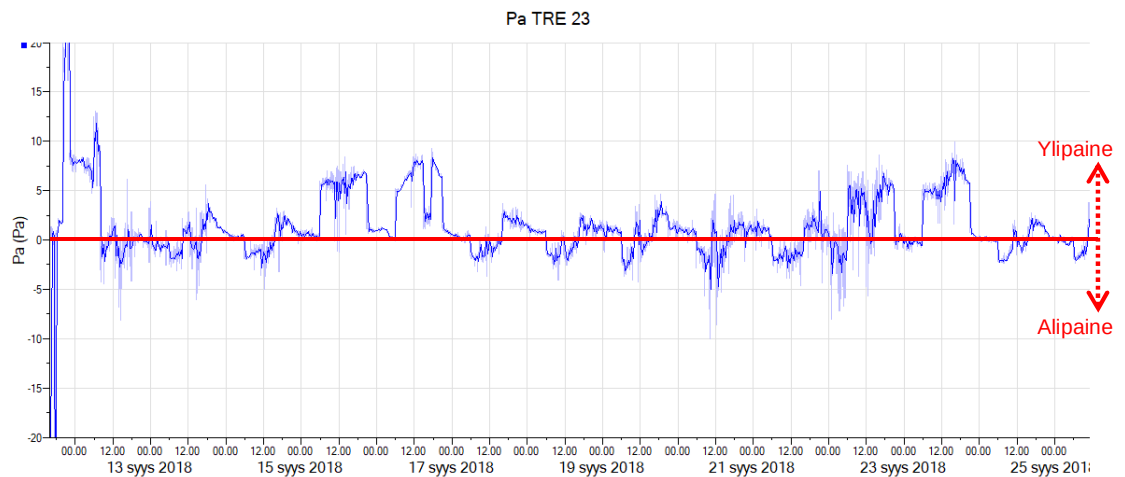
Kuvaaja 4. Luokkasiiven 1. kerroksen tilan 113 (Opett.työtila) paine-ero ulkoilmaan nähden 11.-25.9.2018.



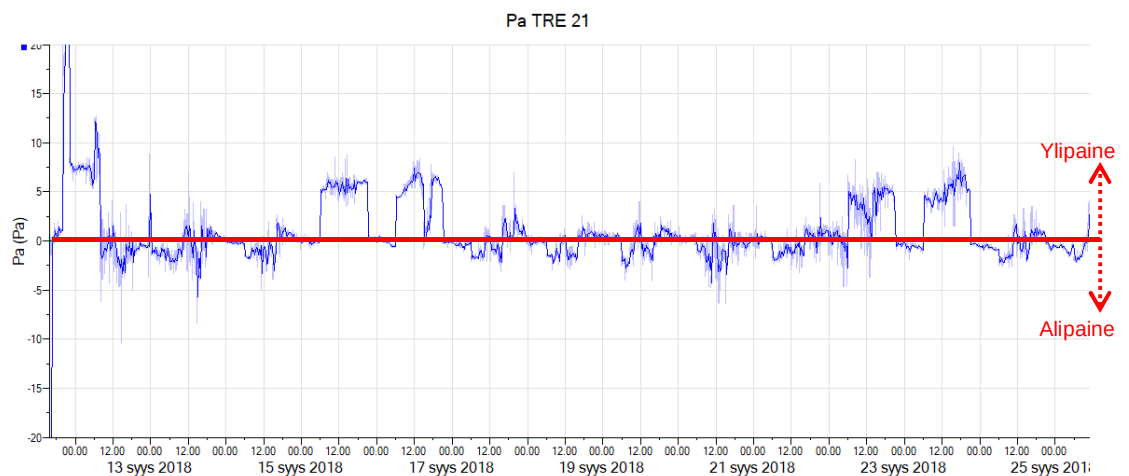
Kuvaaja 5. Luokkasiiven 2. kerroksen tilan 203 (Käytävä) paine-ero ulkoilmaan nähden 11.-25.9.2018.



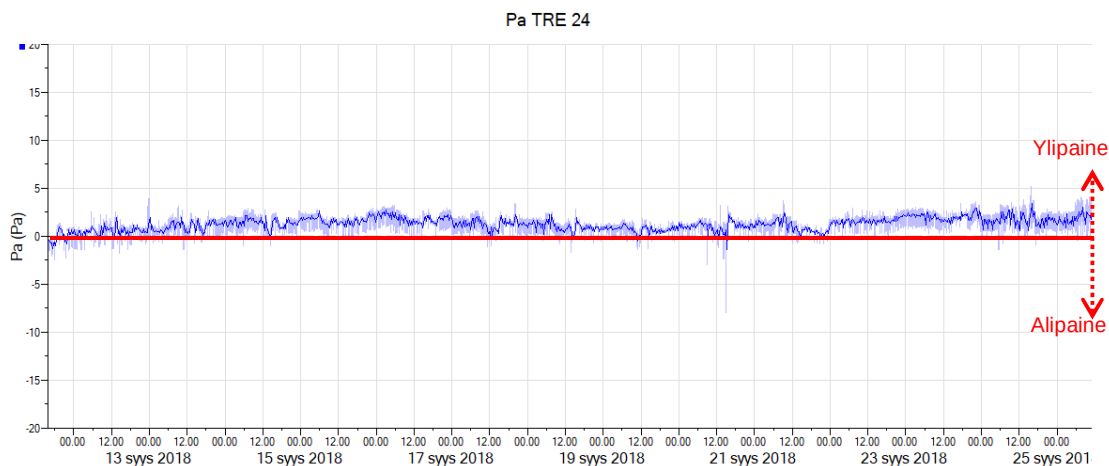
Kuvaaja 6. Luokkasiiven 2. kerroksen tilan 212 (OT) paine-ero ulkoilmaan nähden 11.-25.9.2018.



Kuvaaja 7. Liikunta-/ruokala siiven tilan 161 (Ruokala) paine-ero ulkoilmaan nähden 11.-25.9.2018.



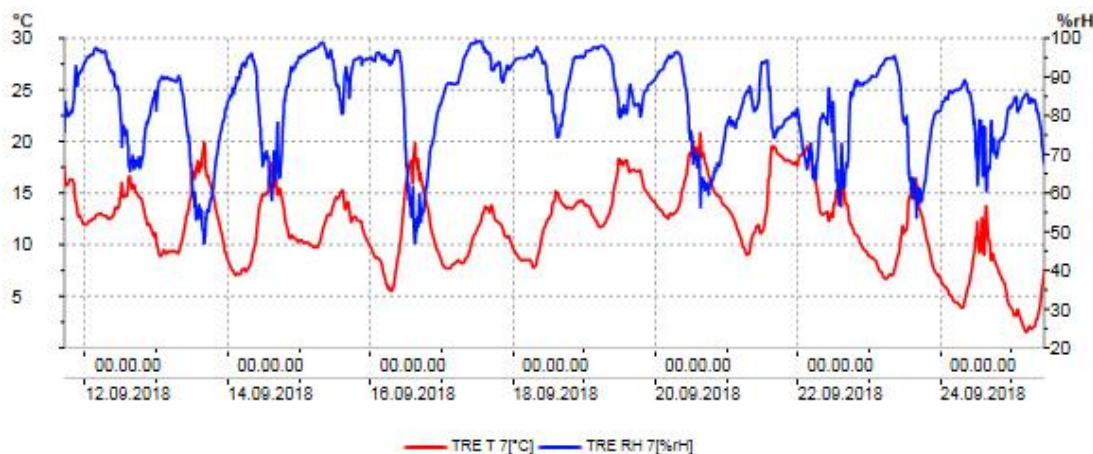
Kuvaaja 8. Liikunta-/ruokala siiven tilan keittiö paine-ero ulkoilmaan nähden 11.-25.9.2018.



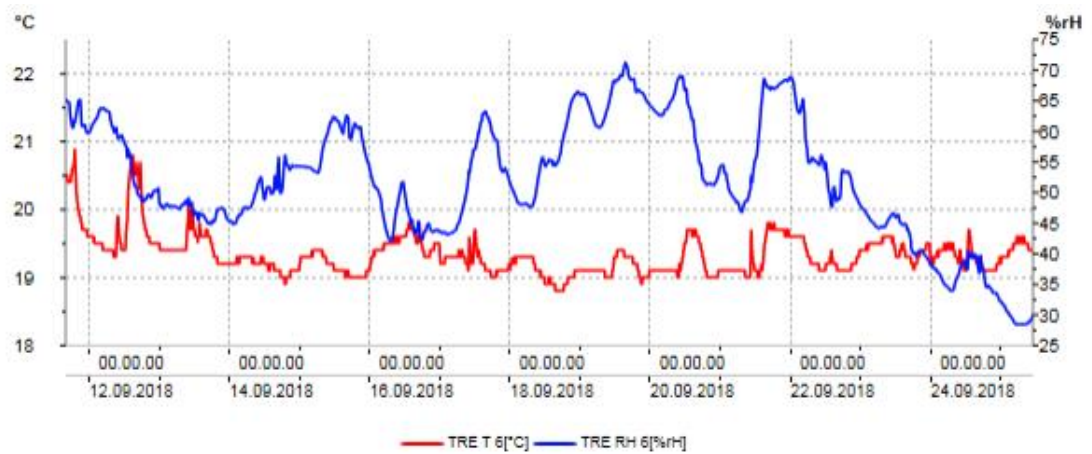
Kuvaaja 9. Tilan 008 (Lämmönjakohuone) paine-ero tilaan 006 (käytävä) nähden 11.-25.9.2018.

11.5.2 Lämpötilan ja kosteuden seurantamittaukset

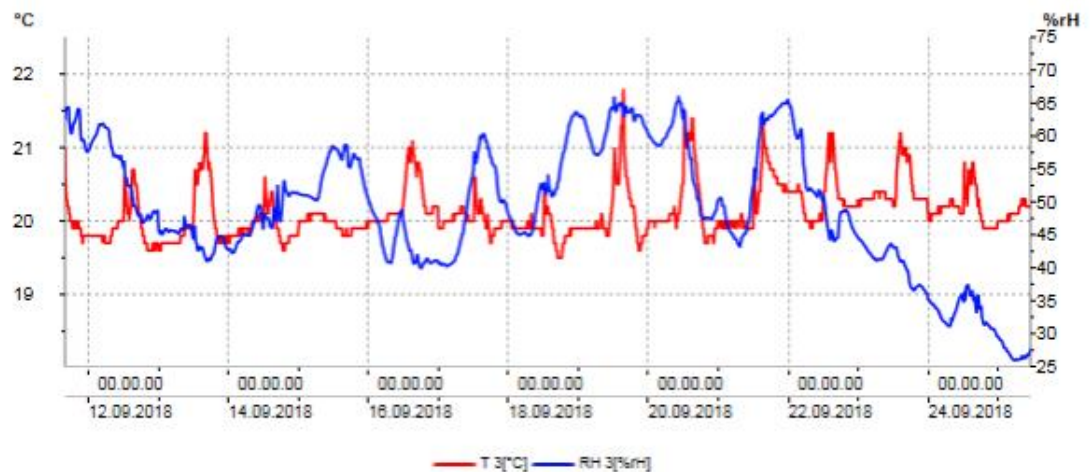
Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin seurantamittauksena luokkasii-
vessä tiloista 004, 113 ja 112. Lisäksi mitattiin ulkoilman lämpötila ja suhteellista kos-
teutta. Mittaukset tehtiin aikavälillä 11.-25.9.2018. Sisäilman lämpötilan ja kosteuden
seurantamittausten tulokset on esitetty kuvaajissa (Kuvaaja 10- Kuvaaja 13). Seuran-
tamittalaitteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.



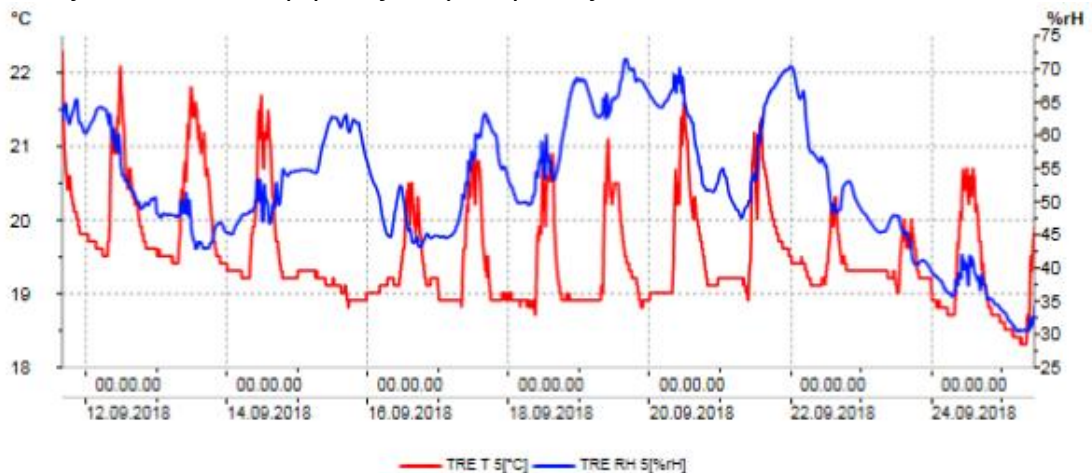
Kuvaaja 10. Ulkoilman lämpötila ja suhteellinen kosteus 11.-25.9.2018.



Kuvaaja 11. Tilan 004 (PULUKI/OT) lämpötila ja suhteellinen kosteus 11.-25.9.2018.



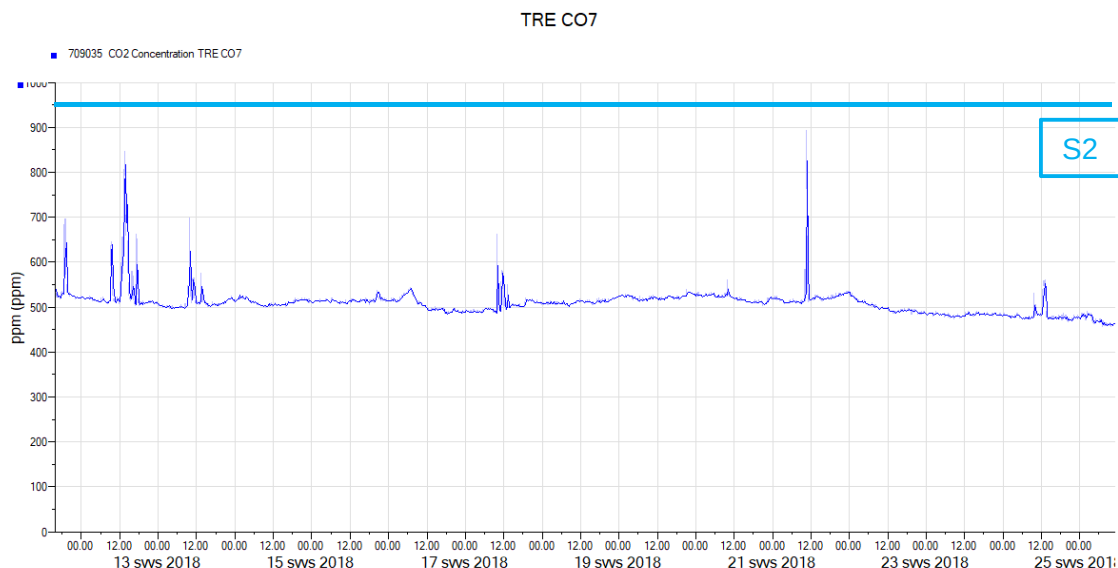
Kuvaaja 12. Tilan 113 (Opett.työtila) lämpötila ja suhteellinen kosteus 11.-25.9.2018.



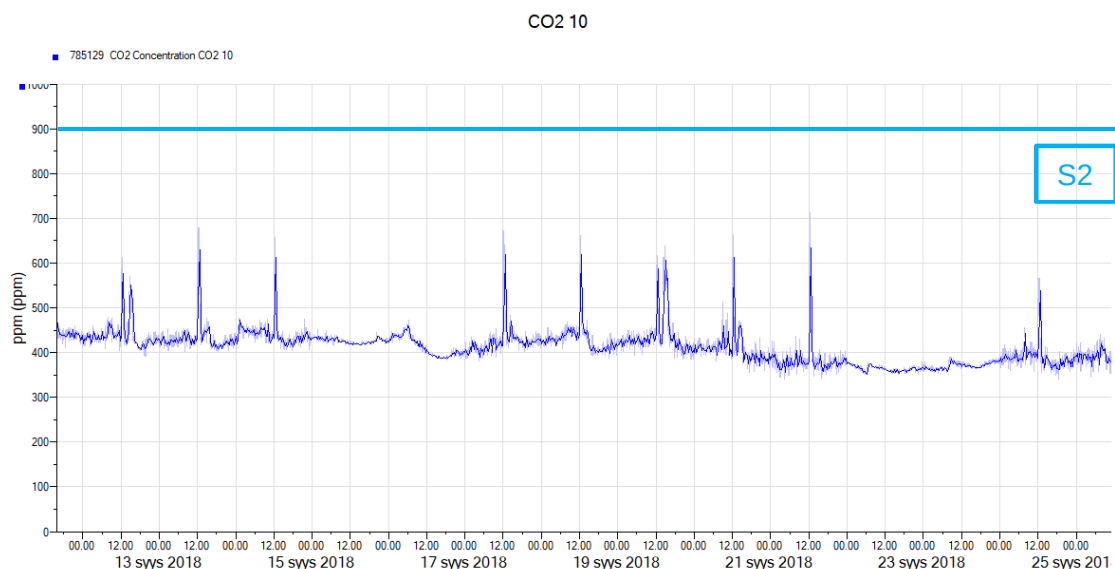
Kuvaaja 13. Tilan 212 (OT) lämpötila ja suhteellinen kosteus 11.-25.9.2018.

11.5.3 Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset

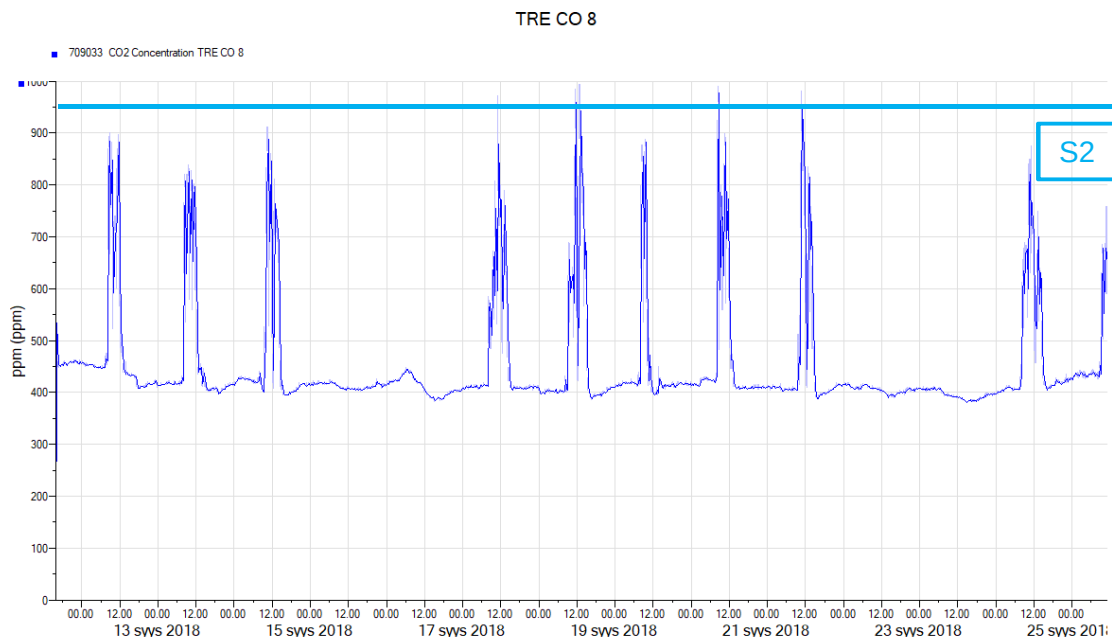
Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin seurantamittauksena luokkasiivessä tiloista 004, 113 ja 212. Mittaukset tehtiin aikavälillä 11.-25.9.2018. Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittausten tulokset on esitetty kuvaajissa (Kuvaaja 14-Kuvaaja 16). Seurantamittalaitteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.



Kuvaaja 14. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus tilassa 004 (PULUKI/OT) aikavälillä 11.-25.9.2018. Sisäilmastoluokan S2 hiilidioksidipitoisuuden raja ~950 ppm on esitetty kuvaajassa sinisellä. (S2: hyvä sisäilmasto, hiilidioksidipitoisuus <550 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus Ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm.)



Kuvaaja 15. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus tilassa 113 (Opett.työtila) aikavälillä 11.-25.9.2018. Sisäilmastoluokan S2 hiilidioksidipitoisuuden raja ~950 ppm on esitetty kuvaajassa sinisellä. (S2: hyvä sisäilmasto, hiilidioksidipitoisuus <550 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus Ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm.)



Kuvaaja 16. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus tilassa 212 (OT) aikavälillä 11.-25.9.2018. Sisäilmastoluokan S2 hiilidioksidipitoisuuden raja ~950 ppm on esitetty kuvaajassa sinisellä. (S2: hyvä sisäilmasto, hiilidioksiditaso <550 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus Ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm.)

11.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokoneet

Ilmanvaihtokoneet ovat pääasiassa vuodelta 1993 ja ne ovat teknisesti tyydyttävässä kunnossa. Ilmanvaihtokoneilla on teknistä käyttöikää jäljellä n. 5-10 vuotta, jonka jälkeen suosittelemme varautumaan niiden uusimiseen. Ilmanvaihtokoneissa ei havaittu merkittävästi sisäilmaan laatuun vaikuttavia puutteita. Havaitut puutteet liittyvät yleisimmin koneiden sisäosien puhtauteen, johon tulee jatkossa kiinnittää nykyistä enemmän huomiota. Suurin osa havaituista puutteista voidaan korjata seuraavan iv-koneiden perushuollon yhteydessä. Tämän lisäksi havaittiin muutama kiireellisesti hoidettava puute, jotka on tuotu kiinteistöhuollon tietoon jo kenttätutkimusten yhteydessä. Konekohtaiset toimenpide-ehdotukset on esitetty tarkemmin kohdassa 11.2.

Suodatinvaihtojen yhteydessä tulee tarkastaa, että suodattimet kohtaavat suodatinkehiksen tiivisteet ja tarvittaessa lisätä suodattimien väliin tiivistenauhan, mikäli suodattimen etupintaa vasten ei ole suodatinkehikkoa. Tiivistettä lisättäessä tulee myös huomioida, että suodatin tiivistyy myös sivusuunnassa suodatinkehikon pintaa vasten.

Liikuntasalia ja väestönsuojaa palvelevien ilmanvaihtokoneiden alueella havaittiin poistoilmanvaihdon toiminnassa katkoksia, joiden syy ei ole tiedossa. Suosittelemme varmistamaan kyseisen vaikutusalueen ilmanvaihtokoneiden käynnin kanavapainemittauksin.

Ilmamäärät

Siltä osin, kun ilmanvaihtosuunnitelmat olivat käytössä ja tilojen käyttötarkoitusta ei ollut muutettu, olivat pistokoeluontoisesti mitatut ilmamäärät hyvin lähellä suunniteltuja

ilmamääriä. Tutkimusten yhteydessä tehtyjen mittausten perusteella mitattujen opetus-tilojen maksimihenkilömäärät (mitoitus 6l/s/hlö, taide- ja taitoaineet 8l/s/hlö) ilmanvaihdon määrään nähden ovat:

Opetustila 013: 40 hlö Opetustila 104b: 40 hlö
Opetustila 206: 24 hlö

Sisäilman hiilidioksidi on pääosin peräisin ulkoilmasta, jossa hiilidioksidin pitoisuus on noin 400 ppm. Sisätiloissa tärkein hiilidioksidin lähde on ihmisen hengitysilma. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus on indikaattori, joka kuvaa sisäilman laatua ja ilman vaihtuvuuden riittävyyttä kuormitukseen nähden.

Mitatuissa tiloissa sisäilman hiilidioksidipitoisuudet olivat mittausjaksolla alhaisia, alittaen hyvin pieniä hetkellisiä ylityksiä lukuun ottamatta sisäilmaluokituksen S2 Hyvä sisäilmasto ohjearvon 950 ppm (<550 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus). Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden mittauksen perusteella ilmanvaihdon ilmamäärät ovat mitatuissa tiloissa tilojen käyttöön nähden riittävät.

Kanavistot, päätelaitteet ja ilmanjako

Ilmanvaihtokanavat on puhdistettu viimeksi kolme vuotta sitten. Luokkatilojen ilmanjako toimii tyydyttävästi tai hyvin, mutta paikoin käytävillä ja portaikoissa on alueita, joilla ilma vaihtuu aistinvaraisesti arvioiden heikosti. Näiden alueiden osalta suosittelemme LVI-suunnittelijan toimesta selvittämään, että voiko kyseisten alueiden ilmanvaihtoa nykyjärjestelmän avulla lisätä.

Luokkatilojen tuloilman päätelaitteissa on mineraalivillaa, josta voi vähäisissä määrin irrota mineraalikuituja sisäilmaan. Kuidut voivat aiheuttaa osalle käyttäjistä ärsytysoireita. Mineraalivillapinnat on päällystetty kuitukankaalla, ja kuituja voi irrota lähinnä leikkauspinnoista tai irronneista äänenvaimennusmateriaaleista, minkä johdosta kuitujen irtoamisen riskiä voidaan pitää melko vähäisenä. Suosittelemme päätelaitteiden uusimista viimeistään seuraavien ilmanvaihtoon kohdistuvien korjaushankkeiden yhteydessä. Tätä ennen voi olla tarpeen uusien yksittäisten tilojen päätelaitteita, mikäli tiloissa koetaan kuitujen irtoamiseen viittaavaa oireilua.

Muilta osin kanavistoihin tai päätelaitteisiin ei kohdistu normaalista kunnossapidosta poikkeavia toimenpiteitä.

Painesuhteet

Rakennuksen painesuhteilla tarkoitetaan rakennuksen sisä- ja ulkoilman tai rakennuksen eri osien välisiä ilmanpaine-eroja. Ilma pyrkii virtaamaan painesuhteiden vuoksi korkeammasta paineesta alhaisempaan. Sisäilman ollessa alipaineinen ulkoilmaan nähden rakenteiden epätiivelyskohtien kautta voi kulkeutua sisäilmaan epäpuhtauksia heikentäen sisäilman laatua.

Rakennuksen alkuperäisen osan pohjakerroksessa sijaitseva lämmönjakohuone on jatkuvasti 1-2 Pa ylipaineinen käytävätilaan nähden, ja lämmönjakohuoneen ovi sekä seinien läpiviennit ovat paikoitellen epätiivitä. Lämmönjakohuoneesta kulkeutuu hajua ja mahdollisia epäpuhtauksia pohjakerroksen tiloihin. Suosittelemme järjestämään tilan ilmanvaihdon siten, että lämmönjakohuone pysyy jatkuvasti alipaineisena muihin tiloihin nähden.

Liikunta- ja ruokalasiiven paine-ero on pääasiassa lähellä nollaa, mutta mittausjaksolla tapahtuu viikonloppuisin säännöllisiä jaksoja, joiden aikana tilat ovat melko voimakkaasti ylipaineiset. Ylipaineistuminen tapahtuu n. aikavälillä klo 6 – 21, joka on ko. vaikutusalueen tuloilmakoneen 1/1-tehon käyntiaika. Rakennusautomaation perusteella vaikutusalueen erillispoistoilla on tuloilmakoneesta poikkeavat käyntiajat, mikä ei täy-

sin kuitenkin selitä tämäntyyppistä paine-eron vaihtelua. Suosittelemme selvittämään syyn muutokseen ko. vaikutusalueen ilmanvaihtokoneiden kanavapainemittauksella (tulo- ja poistoilmakoneen kanavapaineet sekä kaikkien erillispoistojen kanavapaineet) ja tekemään niiden perusteella mahdollisesti suositeltavat korjaustoimenpiteet.

Puutyöluokan ilmanvaihtokonetta käytetään äänitason voimakkuuden johdosta iltapäiväisin vain tunnin mittaisella tehostusjaksolla, kun taas tilaa palveleva poistoilmakone käy jatkuvasti 1/2-teholla. Tämä aiheuttaa tilaan säännöllisen tunnin mittaisen ylipainejakson. Lyhyestä ylipainejaksosta ei koidu merkittävää haittaa, mutta se voi edesauttaa esim. puutyöstä syntyvän puupölyn leviämistä ympäröiviin tiloihin. Ilmanvaihtokoneen tehostusjaksolle tilojen käyttämisen jälkeen ei lähtökohtaisesti ole tarvetta, joten suosittelemme harkitsemaan sen poistamista käytöstä.

Luokkasiiven käyttötilojen paine-ero ulkoilmaan nähden vaihteli keskimäärin välillä +2...- 5 Pa. 1. ja 2. kerroksen paine-eromittauksissa esiintyi useampia samanaikaisia merkittäviä muutoksia, joissa tarkasteltava tila yli- tai alipaineistui merkittävästi. Suosittelemme selvittämään ilmanvaihdon toimintaa näillä alueilla kanavapaineiden seurantamittauksin sekä tekemään niiden perusteella mahdollisesti määräytyvät korjaustoimenpiteet. Muilta osin mitattuja painesuhteita voidaan sisäilman laadun kannalta pitää kohtalaisen hyvinä.

Kattavampi painesuhteiden tasapainotus on ajankohtaista seuraavan ilmamäärien säädön yhteydessä, tai silloin kun rakennuksessa suoritetaan rakennuksen vaipan tiiveyteen vaikuttavia rakenneteknisiä korjaustoimenpiteitä.

Sisäilman lämpötila ja kosteus

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STM 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista) mukaan huoneilman lämpötilan tulee olla oleskelutiloissa lämmityskaudella välillä +20...+26 °C ja lämmityskauden ulkopuolella välillä +20...+32 °C. Sisäilma koetaan miellyttäväksi yleensä noin +20...+22 °C lämpötilassa.

Rakennuksen sisälämpötilat olivat mitatuissa tiloissa päivisin käytön ulkopuolella hie-man matalat, mutta nousivat jonkin verran tiloissa oleskelun myötä. Sisäilman laadun kannalta hieman alhainen sisäilman lämpötila (~+19 °C) on kuitenkin hyvä asia, eikä sen suhteen suositella toimenpiteitä, mikäli tiloista ei raportoida esim. vetohaittaa. Mittausjaksolla sisäilman suhteellinen kosteus oli tavanomainen.

12 Altistumisolosuhteiden arviointi

Tämän luvun tarkoituksena on arvioida sisäilman altistumisolosuhteita Työterveyslaitoksen julkaisun "Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen" -mukaisesti. Arvioinnissa kiinnitetään huomiota sisäilman laadun ohje- ja viitearvoihin, rakenteiden mikrobivaurioitumiseen, ilmapuotoreitteihin, kuitulähteisiin, betonirakenteiden poikkeaviin kosteuspitaisuuksiin sekä mahdollisiin haitta-aine-esiintymiin. Arviointi kattaa rakennuksen käyttötilat, ei esim. teknisiä tiloja tai varastotiloja, joissa ei lähtökohtaisesti oleskella pitkiä aikoja. Näiden tilojen mahdollinen vaikutus käyttötilojen sisäilman laatuun on kuitenkin arvioinnissa huomioitu.

Rakennuksessa on jo aiemmin tehty kuntotutkimuksia. Aiempien tutkimusten osalta on huomioitu havainnot, mittaus-, näyte- tai muut tulokset niiltä osin, kun niillä voidaan arvioida olevan vaikutusta rakennuksen nykytilanteeseen.

Kohteessa on tehty sisäilmastokysely kuluvana vuonna. Kysely on kuitenkin toteutettu tavalla, johon ei löydy luotettavaa vertailuaineistoa, joten siinä esitetyt tulokset on otettu

kokonaisarvioinnissa huomioon vain suuntaa antavasti. Kyselyssä nousi esiin kokemus tunkkaisesta sisäilmasta sekä ilmanvaihdon riittämättömyydestä.

Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään seuraavien osa-alueiden perusteella:

A. Mikrobivaurioiden laajuus rakenteessa

B. Ilmayhteys ja ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot

C. Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilmaston laatuun

D. Rakennuksesta peräisin olevat sisäilman epäpuhtaudet (mm. mineraalivillakuidut, materiaaliemissiöt, muovimattojen hajoamistuotteet, kreosootin haju, asbesti):

Altistumisen todennäköisyys ilmoitetaan neliportaisella asteikolla:

-Tavanomaisesta poikkeava olosuhde epätodennäköinen

-Tavanomaisesta poikkeava olosuhde mahdollinen

-Tavanomaisesta poikkeava olosuhde todennäköinen

-Tavanomaisesta poikkeava olosuhde erittäin todennäköinen

Terveydellisen merkityksen arvioinnin tekee terveysviranomainen tai työterveyshuolto käyttäen apuna kohteesta tehtyjä selvityksiä

A. Mikrobit

Rakenteista otettiin tämän tutkimuksen yhteydessä yhteensä yhdeksän materiaalinäytettä mikrobianalyysiä varten. Näistä näytteistä neljässä ei analysoitu mikrobikasvua materiaaalissa, kahdessa analysoitiin epäily mikrobikasvusta materiaaalissa ja neljässä analysoitiin selvä mikrobikasvu materiaaalissa.

Liikuntasalin alapohjasta otetun kahden materiaalinäytteen perusteella liikuntasalin alapohjarakenteessa on ainakin paikallista mikrobikasvua.

Ulkoseinistä otetuista neljästä materiaalinäytteestä ei yhdestäkään analysoitu mikrobikasvua.

Rakennuksen alkuperäisen osan yläpohjan vesivuotokohdista otetuista kahdesta materiaalinäytteestä analysoitiin selvää mikrobikasvua. Kuivan verrokkialueen näytteestä ei analysoitu mikrobikasvua, mutta suoramikroskopoinnissa näytteestä havaittiin itiöitä ja rihmastoja.

B. Ilmayhteys ja paine-erot

Etenkin maanvastaisissa rakenteissa on ilmatiiveyspuutteita. Rakennuksen painesuhteet ovat sisäilman laadun kannalta yleisesti melko hyvällä tasolla, lukuun ottamatta seurantamittausjakson aikana olevia hetkellisiä merkittäviä painesuhteiden heilahte-luja, joilla voi hetkellisesti olla merkittävä vaikutus sisäilman laatuun.

Tyypillisesti sisäilmaltaan epäpuhtaan lämmönjakohuoneen ilmatiiveys viereisiin tiloi-hin nähden on puutteellinen ja paine-ero mahdollistaa epäpuhtauksien kulkeutumisen lämmönjakohuoneesta käyttötiloihin.

C. Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtokanavat on puhdistettu ja ilmamäärät on säädetty noin kolme vuotta sitten. Pistokoeluontoisesti mitattujen ilmamäärien sekä tiloissa tehtyjen hiilidioksidipitoisuuksien perusteella ilmamäärät ovat tilojen käyttöön nähden hyvällä tasolla. Ilmanjako tiloissa on pääosin toimiva.

Ilmanvaihtokoneet ovat pääosin hyvässä tai tyydyttävässä kunnossa. Koneissa on joitain hygieniapuutteita sekä huoltotarpeita, mutta sisäilman laadun kannalta ne toimivat pääosin vähintään tyydyttävästi.

D. Rakennuksesta peräisin olevat epäpuhtaudet

Väestönsuojan maanvastaisiin rakenteisiin kohdistuu kosteusrasitusta, Rakenteissa ei kuitenkaan ole orgaanista materiaalia, joka vaurioituisi kosteuden vaikutuksesta.

Lattiapäällysteiden alapuolisen kosteusputoitusmittauksien sekä tehtyjen aistinvaraisten havaintojen perusteella alapohjan lattiapäällysteet ovat ainakin pääosin hyväkuntoisia.

Tutkimusten yhteydessä otettiin tehdyistä rakenneavauksista yhteensä kolme asbestinäytettä, joista rakennuksen alkuperäisen osan välipohjan magnesiamassa sekä vesikaton aluskatteen bitumikermi sisältävät asbestia. Asbestikuidut eivät aiheuta riskiä rakennuksen käytölle, mutta ne tulee huomioida, kun kyseisiin rakennuksiin tehdään korjaus- tai purkutöitä.

Ainakin osa ilmanvaihdon tuloilmalaitteista sisältää mineraalivillaa, josta on vähäinen riski teollisten mineraalikulkeutumisesta sisäilmaan.

Arvio altistumisolosuhteesta

Tehtyjen tutkimusten perusteella sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä ovat laajennusosalla etenkin liikuntasalin alapohjan, vähintään paikalliset mikrobiepäpuhtaudet sekä rakennuksen alkuperäisellä osalla lämmönjakohuoneen epäpuhtauksien vaikutus viereisiin tiloihin sekä yläpohjan mikrobiepäpuhtaudet. Rakenneliittymien ilmatiiveys on paikallisesti heikko, minkä johdosta epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Rakennuksen painesuhteet ovat sisäilman laadun kannalta melko hyvät, joka osaltaan vähentää epäpuhtauksien kulkeutumista rakenteiden sisältä sisäilmaan.

Tehtyjen tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava olosuhde on käyttötiloista liikuntasalissa todennäköinen ja muissa tiloissa mahdollinen. Liikuntasalin osalta altistumisolosuhde on tulkittu nykytiedon valossa, ja se perustuu melko pieneen näytemäärään ja saattaa muuttua suositeltujen lisätutkimusten perusteella. Suosittelemme päivittämään altistumisolosuhteiden arviointia esitettyjen lisätutkimusten ja -selvitysten suorittamisen jälkeen.

Muissa tiloissa ei ole todettu yhtä merkittäviä puutteita, mutta lähinnä epäpuhtauksien kulkeutuminen johdosta tavanomaisesta poikkeava olosuhde on muissa rakennuksien osissa mahdollinen.

13 Yhteenveto toimenpidesuosituksista

Seuraavaksi on esitetty suositeltavat sisäilman laadun parantamiseen tai rakenteiden kosteustekniseen parantamiseen liittyvät toimenpiteet. Korjaustyöt tulee pääsääntöisesti suorittaa erillisen detaljitasoisen korjaussuunnitelman mukaan.

13.1 Kiireellisesti suoritettavat toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien sisäilman laatuun tai rakenteiden kosteustekniseen toimintaan liittyvien korjaustoimenpiteiden suorittamista viipymättä:

- Lisäselvitykset salaojituksen tarkemmin kunnon, korkotason ja laajuuden selvittämiseksi sekä perusvesi- ja jätevesipumppaamon tarkemman toiminnan selvittämiseksi.
- Lisäselvitykset liikuntasalin alapohjarakenteen vauriomekanismin ja vauriolajuuden selvittämiseksi.
- Lisäselvitykset painesuhteiden merkittävän vaihtelun syyn selvittämiseksi sekä tarvittavat korjaustoimenpiteet selvityksen tulosten perusteella.
- Maanvastaisten rakenteiden ilmatiiveyden parantaminen seuraavissa paikallisesti merkittävien epätiiveyskohtien osalta:
 - o Liikuntasalin näyttämön lattia-seinäliittymät
 - o Sähköpääkeskusten alapuoliset sähköläpiviennit tiloissa 066, 164a ja 019.
 - Sähköpääkeskuksessa 019 ilmatiiveyden parantamisen sijaan voidaan tila myös alipaineistaa erillisen suunnitelman mukaan.
 - o Luokkasiiven tilojen 004 ja 013 lattia-seinäliittymän ilmatiiveyden parantaminen kiintokalusteiden takaa, missä ei ole toteutettu muovimaton ylösnostoa.
 - o Lämmönjakohuoneen ja putkikanaalin välisen ilmayhteyden sulkeminen
- Lämmönjakohuoneen alipaineistaminen suhteessa viereisiin tiloihin. Alipaineistamisen yhteydessä tulee myös parantaa läpivientien ilmatiiveyttä.
- Vanhojen maanvastaisten ulkoseinien bitumisivelyn haitta-aineiden analysoiminen.
- Seuraavat vesikattoihin kohdistuvat korjaus- tai huoltotoimenpiteet.
 - o Sammaleen poisto pohjoispuolen kattolappeilta
 - o Räystäskourujen ja syöksytorvien puhdistaminen
 - o Laajennusosan IV-konehuoneen yläpuolella olevan vuotokohdan paikallistaminen ja korjaus.
 - o Laajennusosan bitumikermessä havaittujen muiden paikallisten puutteiden korjaaminen.
 - o Alkuperäisen osan kaikkien vesikaton läpivientikohtien vesitiiveyden parantaminen
 - Edellyttää tiilikatteen purkamista läpivientien ympäriltä ja aluskatteen tiivistämistä lävistävään kappaleeseen/rakenteeseen.
 - Niin sanottujen juuripeltien uusimista ja ulottamista harjalle asti.
 - o Yläpohjan alalaatan läpivientien ilmatiiveyden parantaminen
- Ilmanvaihtokoneiden huolto- ja korjaustoimenpiteet kohdan 11.2 mukaan
- Käytävien ja portaikkojen ilmanvaihdon parantamismahdollisuuksien selvittäminen

13.2 Peruskorjauksen yhteydessä suoritettavat toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien toimenpiteiden suorittamista viimeistään rakennuksen seuraavan peruskorjauksen tai muun tiloihin tai kyseiseen rakenneosaan kohdistuvan korjaustyön yhteydessä:

- Piha-alueiden vedenohjauksen sekä sadevesi- ja salaojajärjestelmän parantaminen

- Maanvastaisteisten rakenteiden rakenneliittymien ilmatiiveyspuutteiden korjaaminen. Ilmatiiveyttä tulee parantaa maanvastaisten rakenteiden osalta seuraavissa rakenteissa:
 - o Kaikki alapohjan ja ulkoseinien väliset rakenneliittymät sekä luokkasiivessä, että liikunta- ja ruokalasiivessä
 - o Kaikki alapohjan ja kantavien väliseinien väliset rakenneliittymät sekä luokkasiivessä, että liikunta- ja ruokalasiivessä
 - o Kaikki alapohjan läpiviennit sekä luokkasiivessä, että liikunta- ja ruokalasiivessä
- Välipohjien rakenneliittymien ja läpivientien ilmatiiveyden parantamista viimeistään seuraavan lattianpäällysteisiin kohdistuvien korjausten yhteydessä.
- Laajennusosan betonielementtijulkisivujen saumojen uusiminen viimeistään viiden vuoden kuluessa.
- Ulkoseinen rakenneliittymien (ikkunaliittymät, elementtien saumakohdat laajennusosalla) ilmatiiveyden parantaminen viimeistään seuraavan sisäpintoihin kohdistuvan korjauksen yhteydessä
- Ikkunapeltien kosteusteknisen toimivuuden parantaminen rakennuksen alkupeiräisellä osalla viimeistään seuraavan ikkunoiden ulkopuolisen huoltomaalauksen yhteydessä.
- Ilmanvaihtokoneiden uusiminen 5-10 vuoden kuluessa

Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Paikkakunta, 6.11.2018



Hannes Timlin, TkK



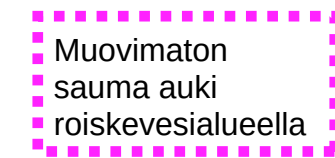
Toni Lammi, RI, RTA
C-22429-26-16

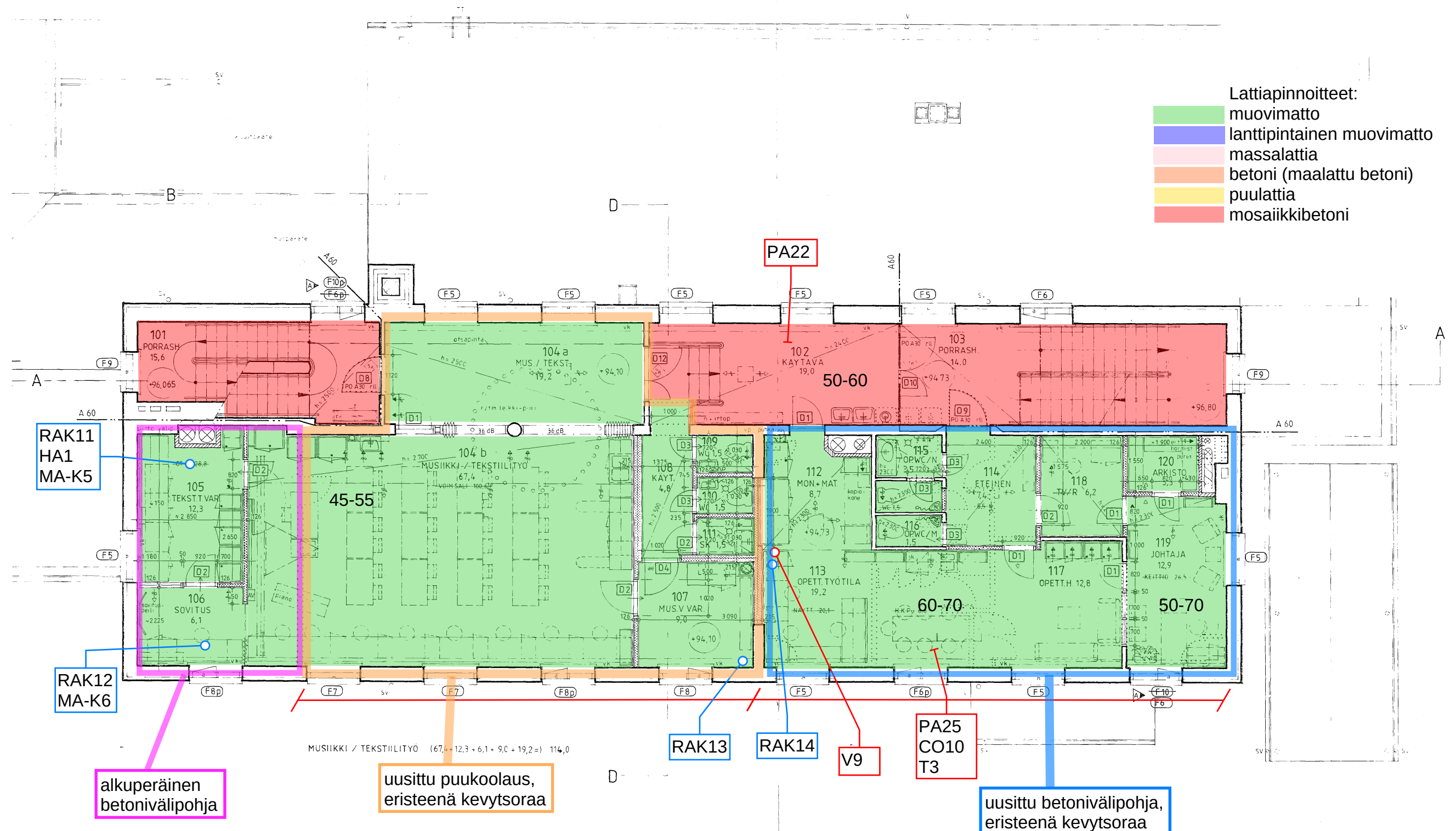
- Liitteet:
1. Pohjakuvaliite
 2. RM2018-1075, Analyysivastaus, mikrobinäytteet
 3. TT3218, Analyysivastaus, haitta-ainenäytteet

Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaan, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.

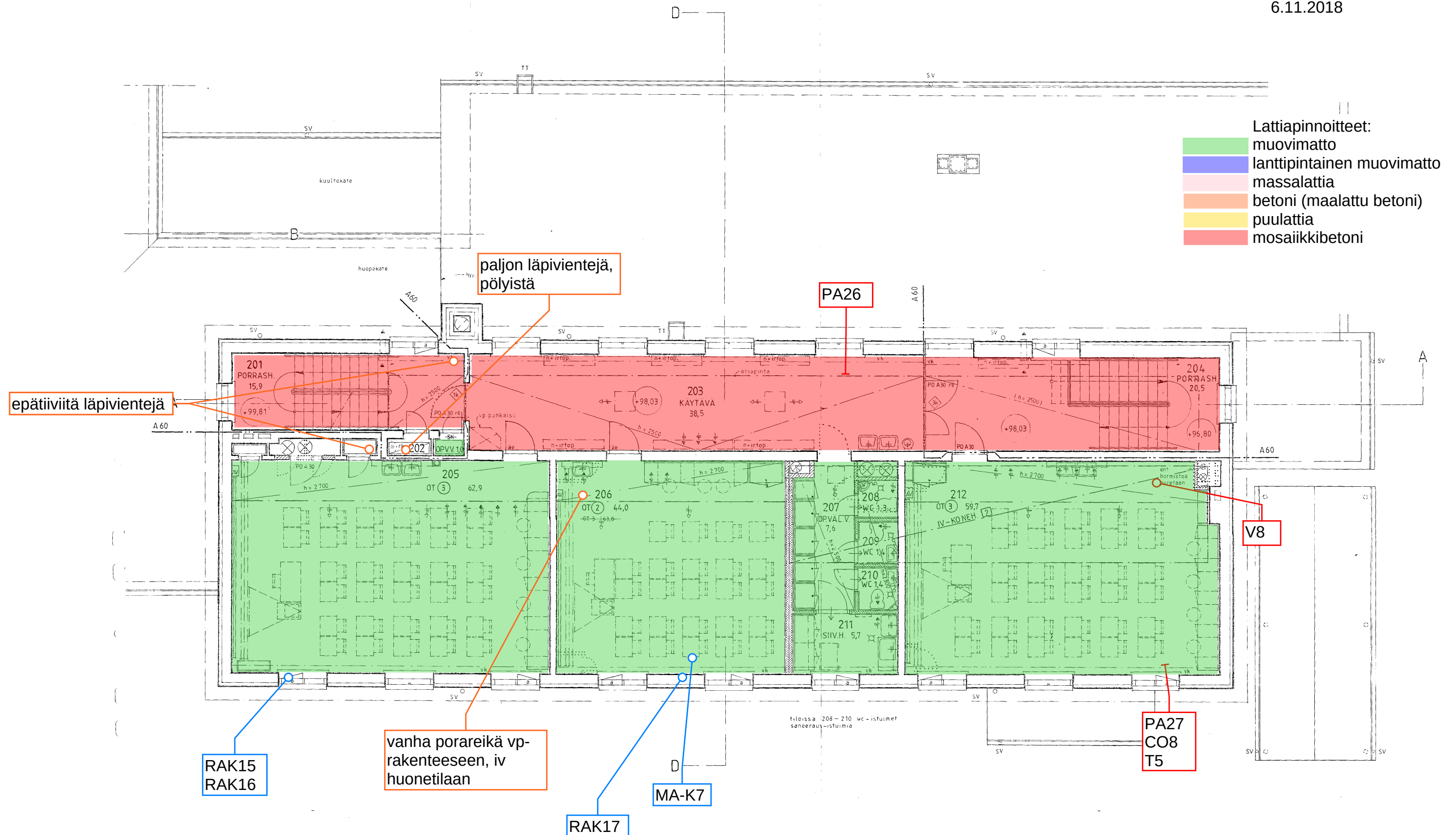
V3

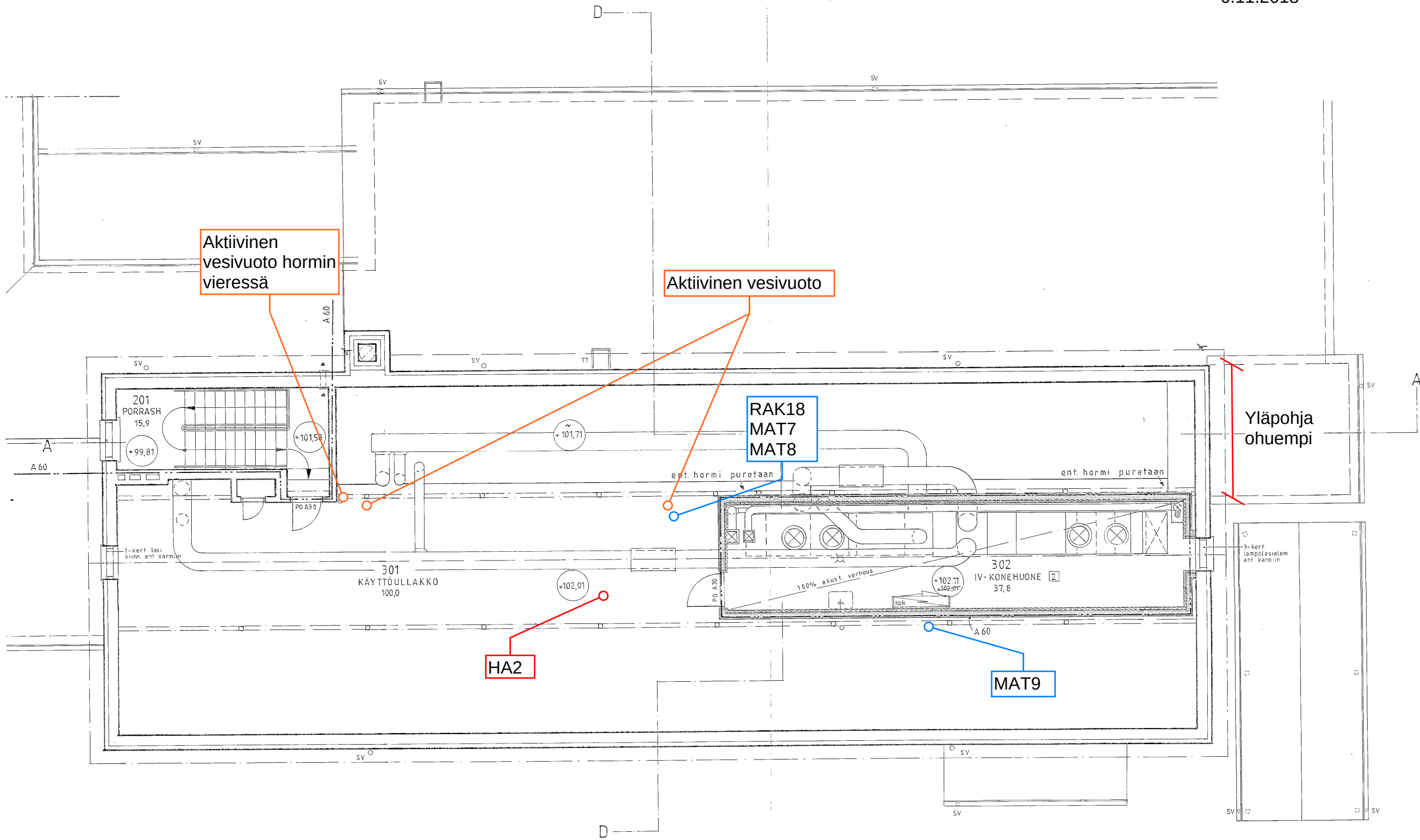
viemärin hajulukon
ohitustulppa halki





6.11.2018





suolakertymiä
seinässä

seinä:
alhaalla 120
keskellä 90
ylhäällä 80

seinä:
alhaalla 150
ylhäällä 90

seinä:
alhaalla 110
keskellä 60
ylhäällä 80

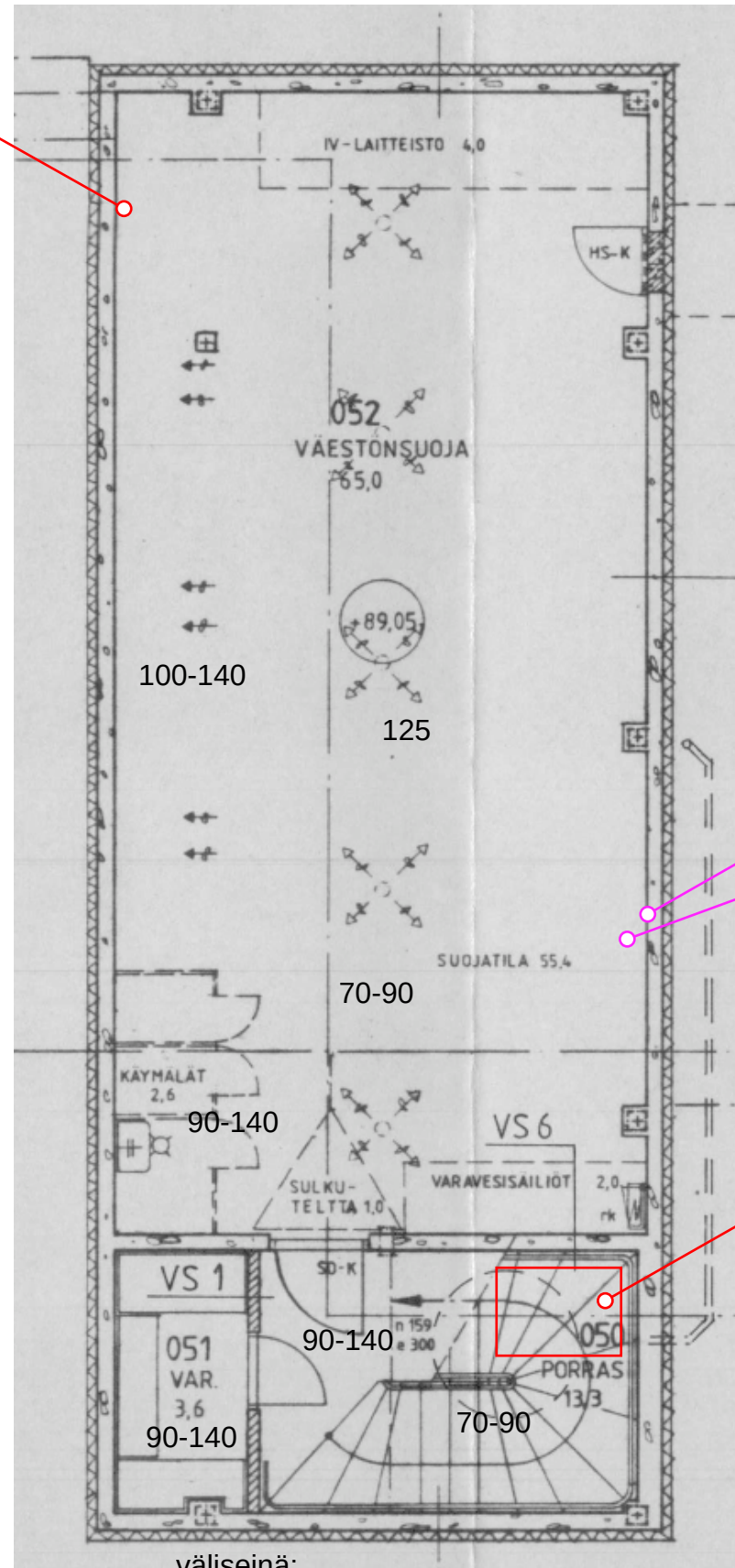
väliseinä:
alhaalla 100-140
keskellä 65
ylhäällä 65

seinä:
alhaalla 130
keskellä 85
ylhäällä 80

PR1

PR2

Väestönsuojan
jätevesikaivo



Hannes Timlin
Vahnen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan Esplanadi 2
33100 Tampere



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Pappilan koulu, Päärakennus

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Hannes Timlin ja Ella Lahtinen, Vahnen Rakennusfysiikka Oy, 26.9.2018. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 28.9.2018 ja viljelty 28.9.2018.

ANALYYSIT:

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä laimennossarjamenetelmällä käyttäen pintaviljelytekniikkaa. Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin sädesienet.

TULOKSEN TULKINTA:

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan sieni-itiöpitoisuus yli 10 000 pesäkkeen muodostavaa yksikköä (pmy)/g viittaa sienikasvuun (homeet ja/tai hiivat) näytteessä. Bakteeripitoisuus yli 100 000 pmy/g ja sädesienipitoisuus yli 3 000 pmy/g viittaavat bakteeri- ja/tai sädesienikasvuun näytteessä. Pitoisuuksien ohella tulkinnassa tarkastellaan myös mikrobilajistoa ja ns. kosteusvaurioindikaattorisukujen tai -lajien esiintymistä erityisesti, kun näytteen homepitoisuus on 5 000 – 10 000 pmy/g.

MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmän määritysraja on 91 pmy/g tai 910 pmy/g kevyille materiaaleille. Määritysraja on ilmoitettu jokaisen näytteen kohdalla tulostaulukossa.

MITTAUSEPÄVARMUUS:

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. Menetelmän luonteesta johtuen mittausepävarmuuteen vaikuttaa myös itse mittausulos, joten menetelmäkohtaista mittausepävarmuusarviota ei voida antaa. Laboratorion teknisen suorituksen mittausepävarmuus on homeille 5 % (M2-alusta) ja 6 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 19 % ja sädesienille 22 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa tilavuusmittausten, siirrostilavuuden, laimennoskertoimen ja pesäkelaskennan mittausepävarmuudet. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa.

YHTEENVETO TULOKSISTA:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Tarkemmat analyysitulokset on esitetty raportin lopussa.

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	1, Mineraalivilla, Alapohja. liikuntasali	pieni homepitoisuus, mutta indikaattorimikrobia. Bakteripitoisuus alle määritysrajan	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	2, Mineraalivilla, Alapohja. liikuntasali	suuri homepitoisuus, indikaattorimikrobeita. Bakteripitoisuus alle määritysrajan	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	3, Mineraalivilla, Ulkoseinä alaosa. tila 067	home- ja bakteripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	4, Mineraalivilla, Ulkoseinä keskiosa. tila 067	home- ja bakteripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	5, Mineraalivilla, Ulkoseinä alaosa. liikuntasalin näyttämö	homepitoisuus alle määritysrajan. Pieni bakteripitoisuus, indikaattorimikrobia vain yksittäiset pesäkkeet	ei mikrobikasvua materiaalissa
	6, Mineraalivilla, Ulkoseinä keskiosa. liikuntasalin näyttämö	home- ja bakteripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	7, Muottilauta, Yläpohja. vuotokohta	suuri homepitoisuus, indikaattorimikrobeita. Bakteereissa suuri sädesienipitoisuus	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	8, Kutterinlastu, Yläpohja. vuotokohta	suuri homepitoisuus, indikaattorimikrobeita. Bakteereissa suuri sädesienipitoisuus	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	9, Kutterinlastu, Yläpohja. vertailunäyte	pienet home- ja bakteripitoisuudet, mutta mikroskopoinnissa rihmastoja ja itiöitä (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa

Lisätietoja:

Näytteestä 9 otettiin myös teippinäyte suoraan mikroskooppiseen tarkasteluun. Tarkastelussa todettiin rihmastoja ja itiöitä. Korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

Kuopiossa, 12.10.2018

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

Lyhenteiden selitykset:

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen mikrobi, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut mahdolliset pesäkkeet helposti alleen

< mr = alle määritysrajan

* = kosteusvaurioindikaattori

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

Jos tulos on yli tai alle pesäkkeiden luotettavan laskentarajan (lineaarisen mittausalueen ulkopuolella), se on arvio ja asia todetaan alaviitteellä kyseisten tulosten osalta. Tulokset on ilmoitettu kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

Näyte: 1, Mineraalivilla, Alapohja. liikuntasali (tutkimustunnus: RM185827)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	2700	Kokonaispitoisuus	<mr
*Aspergillus-ryhmä Restricti		2700		

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: 2, Mineraalivilla, Alapohja. liikuntasali (tutkimustunnus: RM185828)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	1000000	2600000	Kokonaispitoisuus	<mr
*Aspergillus versicolor	1000000	1300000		
*Aspergillus-ryhmä Restricti		1300000		
*Tritirachium sp.	9100			

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Tulos M2-alustalla on arvio.

Näyte: 3, Mineraalivilla, Ulkoseinä alaosa. tila 067 (tutkimustunnus: RM185829)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	<mr

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: 4, Mineraalivilla, Ulkoseinä keskiosa. tila 067 (tutkimustunnus: RM185830)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	<mr

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: 5, Mineraalivilla, Ulkoseinä alaosa. liikuntasalin näyttämö (tutkimustunnus: RM185831)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	16000
			muut bakteerit	15000
			*sädesienet	910

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 910 pmy/g

Tulos THG-alustalla on arvio.

Näyte: 6, Mineraalivilla, Ulkoseinä keskiosa. liikuntasalin näyttämö (tutkimustunnus: RM185832)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	<mr

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: 7, Muottilauta, Yläpohja. vuotokohta (tutkimustunnus: RM185833)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	650000	370000	Kokonaispitoisuus	600000
*Aspergillus versicolor	650000	360000	muut bakteerit	5000
*Acremonium sp.		9100	*sädesienet	590000
*Scopulariopsis sp.		+		
Penicillium sp.	+	+		

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 910 pmy/g

M2- ja DG18-alustoilla havaittiin myös Penicilliumia ja Scopulariopsisista.

Näyte: 8, Kutterinlastu, Yläpohja. vuotokohta (tutkimustunnus: RM185834)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	40000	28000	Kokonaispitoisuus	71000
Penicillium sp.	17000	15000	muut bakteerit	45000
hiivat	12000	5500	*sädesienet	26000
*Aspergillus versicolor	4500	6300		
Aureobasidium sp.	2700			
*Paecilomyces sp.	1800			
Phoma		910		
steriilit	910			
Phoma sp.	910			
*Scopulariopsis sp.		91		

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 91 pmy/g

Tulos DG18-alustalla on arvio.

Näyte: 9, Kutterinlastu, Yläpohja. vertailunäyte (tutkimustunnus: RM185835)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	91	Kokonaispitoisuus	360
Cladosporium sp.		91	muut bakteerit	360
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 91 pmy/g

VIITTEET:

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

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

Tutkimusseloste TT 3218

Pappilan koulu, päärakennus
Laboratoriotutkimukset

11.10.2018

Tilaajan tiedot

Tilaaja Akaan kaupunki
Osoite Myllytie 3
Postinumero 37800
Postitoimipaikka Toijala
Yhteyshenkilön nimi
Yhteyshenkilön puhelin
Yhteyshenkilön sähköposti

Kohteen tiedot

TT-tunnus 3218
Nimi Pappilan koulu, päärakennus
Osoite
Postinumero
Kaupunki
Valmistumisvuosi 1949
Tilauskoodi
Tilauspäivämäärä 3.10.2018
Erityishuomiot

Tutkimukset

Tutkimus	Näytetunnukset	Tutkimuksia yht.
Asbestianalyysi	HA1, HA2, HA3	3 kpl
PAH		1 kpl
Muita tutkimuksia:	Lisätietoa:	
Liite 1	Asbestianalyysiraportti (1 sivu)	
Liite 2	ALS Finland Oy:n analyysiraportti K1803573 (2 sivua)	
Tutkimusraportti liitteineen	6 sivua	

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

Tämän tutkimusraportin osittainen kopiointi on kielletty ilman Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n kirjallista lupaa

Näytteet

#	Tunnus	Rakenneosa	Pituus (min)	Pituus (max)	Leveys	Ilmansuunta	Tarkenne
1	HA1	magnesiummassa					välipohja, tila 105
2	HA2	bitumikermi					aluskate, alkuperäinen osa
3	HA3	eriste					paloeriste, öljypolttimen savupiipun ympäriltä, alkuperäinen osa

Laboratorion yhteyshenkilöt

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Linnoitustie 5
FI-02600 Espoo
Puhelin: 0207 698 698
Fax: 0207 698 699

Projektinumero

Yhteyshenkilön nimi

Sähköposti

Tilauksen kirjaajan nimi

Sähköposti

Ella Lahtinen

ella.lahtinen@vahanen.com

Ella Lahtinen

ella.lahtinen@vahanen.com

10.10.2018

Akaan kaupunki
Myllytie 3
37800 Toijala

ASBESTIANALYYSI

Analyysimenetelmä

Analyysit tehdään materiaalista riippuen stereo- ja polarisaatiomikroskoopeilla (VM) ja / tai pyyhkäisyelektronimikroskoopilla (SEM), joka on kvalitatiivista alkuaineanalyysiä varten varustettu energiadiispersiivisellä röntgenspektrometrillä (EDS). Tutkimustulokset pätevät vain tutkituille näytteille.

Asbestilla tarkoitetaan Valtioneuvoston asetuksessa 798/2015 seuraavien silikaattimineraalien kuitumaisia muotoja: aktinoliitti, antofylliitti, grüneriitti (amosiitti), krysotiili, krokidoliitti, tremoliitti ja erioniitti.

Kohde

Pappilan koulu, päärakennus

Näytteenottaja

Ella Lahtinen

Tulokset

Näyte	Materiaali	Asbestia	Tyyppi	Analyysi
HA1	Välipohja, magnesiamaassa, tila 105	Kyllä	Antofylliitti	VM
HA2	Aluskate, bitumihuopa, alkuperäinen osa	Kyllä	Antofylliitti	VM
HA3	Paloeriste, puukuitulevy, öljypolttimen savupiipun ympäriltä, alkuperäinen osa	Ei	—	VM

Espoossa 10.10.2018

Jaakko Sääntti
Erityisasiantuntija

Tämän dokumentin saa kopioida vain kokonaan, ellei yritys ole antanut kirjallista lupaa osittaiseen kopiointiin.



Vastaanotettu 2018-10-05
Raportoitu 2018-10-11

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Kyösti Nieminen

Linnoitustie 5
02600 Espoo
Finland

Projekti TT 3218
Tilausnumero

Materiaalin analysointi

Asiakkaan näytetunnus HA2/3218						
Näytteenottaja Ella Lahtinen						
Näyttenumero H18012394						
Analyysi	Tulos	Mittausepävarmuus (±)	Yksikkö	Menetelmä	Analysoija	Allekirjoitus
Esikäsittely						
esikäsittely/murskaus < 1 kg *	-			1	1	ANHU
PAH 16, S-BM-PAHL						
naftaleeni	1.70	0.510	mg/kg	2	1	ANHU
asenaftyleeni	1.83	0.549	mg/kg	2	1	ANHU
asenaftteeni	24.5	7.34	mg/kg	2	1	ANHU
fluoreeni	18.6	5.58	mg/kg	2	1	ANHU
fenantreeni	355	106	mg/kg	2	1	ANHU
antraseeni	48.3	14.5	mg/kg	2	1	ANHU
fluoranteeni	904	271	mg/kg	2	1	ANHU
pyreeni	779	234	mg/kg	2	1	ANHU
bentso(a)antraseeni	540	162	mg/kg	2	1	ANHU
kryseeni	594	178	mg/kg	2	1	ANHU
bentso(b)fluoranteeni	689	207	mg/kg	2	1	ANHU
bentso(k)fluoranteeni	253	75.9	mg/kg	2	1	ANHU
bentso(a)pyreeni	398	120	mg/kg	2	1	ANHU
dibentso(ah)antraseeni	106	31.7	mg/kg	2	1	ANHU
bentso(ghi)peryleeni	307	92.2	mg/kg	2	1	ANHU
indeno(123cd)pyreeni	283	85.0	mg/kg	2	1	ANHU
PAH, 16 yhdistettä yhteensä	5300		mg/kg	2	1	ANHU



* =näyte tutkittu akkreditoimattomalla menetelmällä.

Menetelmäkuvaus	
1	Näytteen esikäsittely sisältäen tarvittaessa murskauksen, esikäsittävän näytteen paino ≤ 1 kg. Näytteen punnitus tapahtuu näytteen vastaanottamisen yhteydessä Helsingin toimipisteessämme ja punnitukseen käytetty vaaka ei kuulu säännöllisen kalibroinnin piiriin.
2	Polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen (PAH 16) määrittäminen GC-MS-tekniikalla menetelmien US EPA 8270, EN 15527 ja ISO 18287mukaan.

	Hyväksyjä
ANHU	Anna Huttunen

Analysoija ¹	
1	Analysoinnista vastaa ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfê 336/9, 190 00, Praha 9, Tšekki, joka on akkreditoitu tšekkiläisen akkreditointielimen CAI (Czech Accreditation Institute) toimesta (the Testing Laboratory No. 1163).

Mittausepävarmuus on ilmoitettu laajennettuna mittausepävarmuutena, jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2, jolloin luotettavuustaso on noin 95%.

Alihankkijoiden mittausepävarmuus on yleensä annettu laajennettuna mittausepävarmuutena, jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2. Laboratoriolta saa lisätietoja pyydettäessä.

Analyytitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Tutkimusraportin saa kopioida vain kokonaisuudessaan. Muussa tapauksessa kopiointista on saatava lupa laboratoriolta.

Tilausta koskevat yleiset sopimusehdot, ks. voimassa oleva tarjous tai ALS Finland Oy:n kotisivut (www.alsglobal.fi).

Vain digitaalisesti allekirjoitettu PDF- raportti on alkuperäinen. Kaikki muut tulostetut versiot ovat kopioita.

¹ Analyysin suorittava ALS- tai alihankintalaboratorio.