

TUTKIMUSSELOSTUS

ARVO YLPÖN KOULU, KIVIKOULU
KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS SEKÄ
ILMANVAIHTOTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

15.2.2019



Tiivistelmä

Tutkimuksen kohteena oli Arvo Ylpön koulukiinteistöön kuuluva kivikoulu, joka on rakennettu vuonna 1916. Kaksikerroksissa rakennuksessa on pääosin luokkatiloja sekä terveydenhoitajan tiloja. Tutkimuksella selvitettiin sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä, rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta ja ilmanvaihtojärjestelmien toimintaa, sekä määritettiin sisäilman laadun parantamiseksi tarvittavat korjaustoimenpiteet.

Rakennuksessa on pääosin kolme erilaista alapohjarakennetta, joista n. 2/3 on uusittu vuosina 2010 ja 2015. Aikaisemmin rakennuksessa olleet riskialttiit puurakenteiset alapohjarakenteet on uusittu nykyaikaisiksi rakenteiksi ja nykyisin kaikki alapohjarakenteet ovat betonirakenteisia. Osassa rakennusta on alkuperäinen alapohjarakenne, jossa maanvastaisen betonilaatan päällä on muovimatto. Rakenteissa on kosteusteknisiä puutteita ja rakenteeseen on syntynyt kosteusvaurioita maaperän kosteusrasituksen johdosta. Alkuperäiset alapohjarakenteet suositellaan korjaamaan. 2010 ja 2015 korjattujen alapohjien kosteustekninen toiminta on hyvä, mutta rakenteissa on ilmatiivisyyspuutteita. Ilmatiivisyyspuutteiden johdosta maaperän epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisätiloihin heikentäen sisäilman laatua. Ilmatiivisyyspuutteet suositellaan korjaamaan parantamalla rakenteen ilmatiiviyttä. Tämän lisäksi alapohjarakenne voidaan alipaineistaa, mikä parantaa korjauksen toimivuutta ja varmuutta.

Ulkoseinät ovat tiilirakenteiset ja kosteusteknisesti toimivat. Julkisivurappauksessa havaittiin joitain puutteita mm. halkeamia ja alustastaan irti olevia alueita. Rapattujen julkisivujen tarkempi kunto, korjaustarve ja soveltuvat korjausmenetelmät suositellaan selvittämään jatkotutkimuksena. Rakennuksessa on pääosin vanhat ikkunat, jotka ovat osin heikossa kunnossa. Etelän puoleisen julkisivun ikkunat on uusittu ja ne ovat hyväkuntoiset, vaikka osin huoltokorjauksen tarpeessa. Vanhat ikkunat suositellaan lähtökohtaisesti uusimaan. Ikkunarakenteissa on ilmatiivisyyspuutteita, mistä aiheutuu pääosin lämpöhukkaa sekä vähäinen riski sisäilman laadulle. Ilmatiivisyyspuutteet suositellaan korjaamaan viimeistään rakennuksen seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.

Välipohjarakenteet on korjattu kahden luokkatilan kohdalla perusteellisesti, ja kyseisen välipohjan kosteusteknisessä toiminnassa ei todettu merkittäviä puutteita. Yhdessä luokkatilassa ja aulassa välipohjarakenne on lähes alkuperäinen. Alkuperäinen välipohjarakenne on hyväkuntoinen eikä rakenteessa ole ainakaan merkittäviä tai laaja-alaisia kosteusvaurioita. Välipohjassa voi olla paikallisia ja vähäisiä vaurioita, mutta näiden mahdollinen vaikutus sisäilman laatuun on arvion mukaan vähäinen. Välipohjien ilmatiiviyys on heikko. Paikallisten ja vähäisten kosteusvaurioiden korjaus sekä ilmatiivyyden parantaminen suositellaan huomioimaan viimeistään seuraavassa peruskorjauksessa.

Vesikatteena oleva vanha palapeltikate on heikkokuntoinen ja vesikatossa on useita vuotoja eri puolilla kattoja. Vesivuodot ovat aiheuttaneet kosteusvaurioita pääosin vesikaton alusrakenteisiin. Vaurioita ei ole pääosin syntynyt yläpohjan eristekerrokseen yksittäistä kattotikkaiden kohdalla olevaa merkittävämpää vuotokohtaa lukuun ottamatta. Yläpohjassa on toimiva tuuletus ja yläpohjan kosteustekninen toiminta on muilta osin hyvä. Vesikatto ja yläpohjan kosteusvauriot suositellaan korjaamaan kiireellisesti, jotta välttyään jatkossa laajemmilta kosteusvaurioilta. Yläpohjan ilmatiiviyys on heikko ja rakenteen ilmatiivyyden parantaminen suositellaan huomioimaan viimeistään rakennuksen seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.

Ilmanvaihtojärjestelmässä havaittiin puutteita, joilla on vaikutusta sisäilman laatuun. Ilmanvaihtokoneen kokonaisilmavirrat ovat merkittävästi suunniteltuja ilmavirtoja alhaisemmat ja ilmanvaihtojärjestelmän epätasapaino aiheuttaa sekä yli-, että alipaineisia tiloja rakennukseen. Sisäilman seurantamittausten perusteella yläkerran luokkatiloissa hiilidioksidipitoisuus nousee käytön aikana toistuvasti korkealle, mikä kertoo tilojen käyttöön nähden riittämättömästä ilmanvaihdosta. Ilmanvaihtojärjestelmän tasapainotuksella ja ilmanvaihtokoneeseen tehtävillä toimenpiteillä voidaan merkittävästi parantaa tilannetta.

Sisällys

Tiivistelmä.....	2
1 Yleistiedot	4
1.1 Tutkimuskohde	4
1.2 Tilaaja.....	4
1.3 Tutkimuksen tavoite.....	4
1.4 Tutkimusajankohta	4
1.5 Tutkimuksen tekijät.....	4
2 Kohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta	5
2.1 Kohteen yleiskuvaus.....	5
2.2 Lähtötilanne	5
2.3 Korjaushistoria.....	6
3 Lähtötiedot	6
4 Tutkimusmenetelmät ja rajaus.....	7
5 Piha-alueet.....	9
5.1 Havainnot, johtopäätökset ja toimenpidesuosituks	9
6 Alapohja	10
6.1 Rakenne	10
6.2 Havainnot	11
6.3 Merkkiainekokeet.....	18
6.4 Pintakosteuskartoitus ja kosteusmittaukset.....	20
6.5 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks	21
7 Ulkoseinät ja väliseinät.....	24
7.1 Rakenne	24
7.2 Havainnot	24
7.3 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks	30
8 Välipohja	31
8.1 Rakenne	31
8.2 Havainnot	32
8.3 Materiaalinäytteet	36
8.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks	36
9 Yläpohja	38
9.1 Rakenne	38
9.2 Havainnot	39
9.3 Materiaalinäytteet	44
9.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks	44
10 Ilmanvaihto ja sisäilma	46
10.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus.....	46
10.2 Ilmanvaihtokoneet	46
10.3 Ilmamäärämittaukset	58
10.4 Kanavistot ja ilmanjako	61
10.5 Paine-eron seurantamittaukset	63
10.6 Hiilidioksidin seurantamittaukset.....	66
10.7 Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset	69
10.8 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	71
11 Altistumisolosuhteiden arviointi	73
12 Yhteenveto toimenpidesuosituksista	76
12.1 Jatkotutkimustarpeet	76
12.2 Kiireelliset korjaustoimenpiteet	76
12.3 Korjaustoimenpiteet 3...5 vuoden sisällä	77
12.4 Korjaustoimenpiteet peruskorjauksen tai muiden korjausten yhteydessä.....	77
12.5 Muut korjaustoimenpiteet, tarkastukset tai huoltokorjaukset	78

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Arvo Ylpön Koulu, kivikoulu
Sontulantie 6
37800 Akaa

1.2 Tilaaja

Akaan kaupunki
Myllytie 3
37801 Akaa

Yhteyshenkilö:

Vs. Kiinteistöpäällikkö Laura Kortteisto, puh: 040 335 3062

sähköposti: laura.kortteisto@akaa.fi

1.3 Tutkimuksen tavoite

Tutkimusten tavoitteena oli selvittää Arvo Ylpön koulun kivikoulun sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä, rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta ja ilmanvaihtojärjestelmien toimintaa, sekä määrittää sisäilman laadun parantamiseksi tarvittavat mahdolliset korjaustoimenpiteet mahdollista korjaussuunnittelua varten.

1.4 Tutkimusajankohta

Sisäilma- ja kosteusteknisen tutkimuksen kenttätutkimukset suoritettiin 11.-12.12. ja 18.12. sekä 4.1.2019. Olosuhteiden seurantamittaukset suoritettiin 18. – 4.1.2019.

Ilmanvaihtokoneen tarkastus ja tilakohtaiset ilmamäärämittaukset suoritettiin 4.1.2019. Sisäilman seurantamittaukset suoritettiin aikavälillä 12.12.2018 – 4.1.2019. Ilmanvaihtojärjestelmän tarkastuksen yhteydessä tehtyjen havaintojen vuoksi suoritettiin tarkastusmittaus paine-eromittausten osalta kahdessa tilassa aikavälillä 15. – 23.1.2019

1.5 Tutkimuksen tekijät

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan esplanadi 2
33100 Tampere

Kosteus- ja sisäilmateknisen sekä ilmanvaihtoteknisen kuntotutkimus suoritettiin seuraavalla tutkimusryhmällä:

- Pasi Wahlfors, DI
- Toni Lammi, RI, RTA
- Sami Savijärvi
- Harri Makkonen, tekn.
- Aki Kohtamäki, LVI-Ins.

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, projekti RAFY2351/02.

Ilmanvaihtotekninen kuntotutkimus, projekti RAFY2351/03.

2 Kohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta

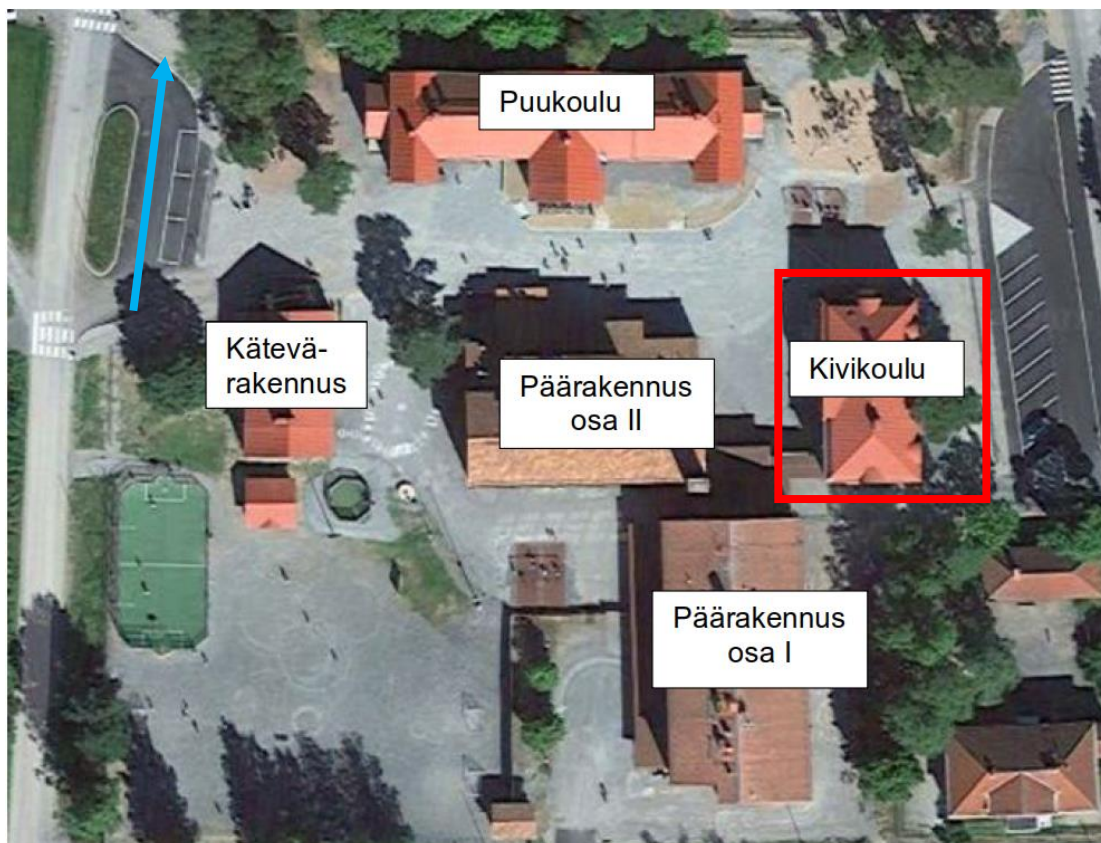
2.1 Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuksen kohteena on kivistinen julkisivultaan rapattu harjakattoinen rakennus, joka on pääosin opetuskäytössä. Rakennus kuuluu Arvo Ylpön koulukiinteistöön neljän muun tontilla sijaitsevan rakennuksen kanssa (Kuva 1).

Rakennusvuosi on 1916. Rakennuksessa on kaksi maanpäällistä kerrosta. Ulkomittojen ja kerroslukumäärän perusteella laskettuna rakennuksen kerrosala on noin 500 m².

Rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa sijaitsee terveydenhoitajan tilat, opettajien huone sekä yksi opetustila (musiikkiluokka). Toisessa kerroksessa on kolme opetustilaa. Lisäksi rakennuksessa on muita tiloja, kuten WC-, aula- ja varastotiloja.

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmavaihto. Tiloja palveleva tulo- ja poistoilmavaihtokone TKA1 sijaitsee ullakkokerroksen iv-konehuoneessa. Rakennuksen lämmitysjärjestelmänä on vesikeskuslämmitys. Rakennus on liitetty kaukolämpöön.



Kuva 1. Satelliittikuva Arvo Ylpön koulun ympäristöstä. Tutkimuksen kohteena oleva kivikoulu on merkitty kuvaan punaisella. Sinisellä nuolella on kuvattu pohjoinen ilmansuunta.

2.2 Lähtötilanne

Rakennuksen henkilökunnalle on toteutettu vapaamuotoinen käyttäjäkysely, jonka mukaan osa rakennuksen käyttäjistä on havainnut rakennuksessa poikkeavia hajuja ja osa käyttäjistä on kokenut heikkoon sisäilman laatuun viittaavaa oireilua rakennuksessa.

2.3 Korjaushistoria

Rakennuksessa on tehty käyttöiän aikana useita korjauksia ja perusparannuksia. Tiedossa olevia rakennukseen tehtyjä merkittävimpiä korjaus- ja muutostöitä ovat:

- Vuonna 2016 välipohjarakenteita korjattiin toisen kerroksen luokkatiloissa 203 ja 207. Korjaustöissä välipohjien pintarakenteet ja täyttökerrokset uusittiin.
- Vuonna 2015 alapohjarakenteita korjattiin ensimmäisessä kerroksessa noin 3...5 tilassa.
- Vuonna 2011 ensimmäisen kerroksen esiopetustilat muutettiin terveydenhoitajan tiloiksi
- Vuonna 2010 alapohjarakennetta on korjattu nykyisten terveydenhoitajan tilojen kohdalta kosteusvaurioiden vuoksi
- vuonna 2000 rakennukseen on tehty peruskorjaus. Peruskorjauksen yhteydessä rakennukseen on mm. asennettu koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, uusittu pintamateriaaleja sekä tehty tilamuutoksia.

Korjaus- ja muutostöiden tarkasta toteutustavasta ja korjauslaajuudesta ei ollut saatavilla tietoa.

3 Lähtötiedot

Kuntotutkimukset on tehty aikaisemmin toteutetun tutkimussuunnitelman mukaisesti (Vahnen Rakennusfysiikka Oy, 3.12.2018). Tutkimuksen tekemisen yhteydessä oli käytettävissä seuraava tilaajan toimittama aineisto:

- Ilmanvaihdon mittauspöytäkirja, T&T Air Oy, kesä-heinäkuu 2017 (tarkkaa päivämäärää ei ole)
- Ilmanvaihdon mittauspöytäkirja, T&T Air Oy, 17.10.-18.10.2016 (tarkkaa päivämäärää ei ole)
- Tiedote Arvo Ylpön Koululla kesän 2016 aikana suoritetuista korjaustöistä, Juha Jalonen, 9.8.2016
- Tiedote Arvo Ylpön Koululla suoritettavista korjaustöistä, Juha Jalonen, 18.4.2016
- Asbestianalyysi, Ylö-Asbest Oy, 8.6.2016
- Testausseloste, materiaalinäytteet, Turun yliopisto, Aerobiologian yksikkö, 6.4.2016
- Ilmanvaihdon mittauspöytäkirjat (2 kpl, excel-muodossa), Consti, 6.3.2015
- Testausseloste, ilmanäytteet, Turun yliopisto, Aerobiologian yksikkö, 11.3.2015
- Loppukatselmuksen katselmuspöytäkirja, Akaan kaupunki, 2.11.2011
- Tilakohtaisten ilmavirtojen mittauspöytäkirja, IV-Pelti Luuri Oy, 19.10.2011
- ARK-piirustuksia (asemapiirustus ja pohjapiirustuksia) käyttötarkoituksen muutoksesta, Arkkitehtisuunnittelu Mikko Uotila Oy, 2011
- Rakennuslupapäätös, Akaan kaupunki, 30.5.2011
- Rakennuslupahakemus, Akaan kaupunki, 26.5.2011
- Käyttöönottotarkastuskertomus, Akaan kaupunki, 17.12.2010
- LVI-pohjapiirustukset, KL-Team Oy, 17.1.2001
- Pohjapiirustus, lattiakorjausten korjauslaajuus (päivämäärä tai tekijä ei ole tiedossa)
- Kiinteistön PTS-ehdotukset vuosille 2016 ja 2017 (päivämäärä tai tekijä ei ole tiedossa)

4 Tutkimusmenetelmät ja rajaus

Aistinvaraiset tarkastukset

Sisätilat, ullakkotilat ja piha-alueet tarkastettiin aistinvaraisesti. Tarkastuksen yhteydessä kirjattiin näkyvät kosteusvauriot ja muut rakenteiden kosteustekniseen toimivuuteen liittyvät merkittävät havainnot.

Ilmanvaihtokoneen kuntoa ja puhtautta arvioitiin sekä silmämääräisesti että valokuvamalla huoltoluukkujen kautta. Ilmanvaihdon toimintaa tarkasteltiin aistinvaraisesti ilmamäärämittausten yhteydessä.

Rakenneavaukset

Rakenteiden toteutustapaa, kuntoa ja korjaustarvetta arvioitiin kuntotutkijan määrittelemien, rakennusurakoitsijan toimesta tehtyjen rakenneavauksien kautta. Avauksia tehtiin rakennuksen alapohjiin, ulkoseiniin, välipohjiin ja yläpohjaan.

Rakenneavaukset on numeroitu ja tehdyistä rakenneavauksista käytetään jatkossa lyhennettä "RA". Rakenneavausten sijainnit on esitetty liitteessä (liite 1). Numeroitujen rakenneavausten lisäksi tehtiin useita kevyempiä pintarakenteiden avauksia esim. jalkalistojen paikallisia irrotuksia sekä tarkastusluukkujen tarkastuksia.

Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoitus kattoi kaikki maanvastaiset alapohjat sekä rakennuksen märkätilat toisessa kerroksessa.

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteusilmaisinta Gann Hydrotect LB70 teleskooppipinta-anturi ja LG1 -lukulaiteyhdistelmää, asteikko 0-179. 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

Lattiapäällysteiden alapuolinen suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HMP42-mittapäillä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää lattiapäällysteen alle päällysteeseen tehdyn viillon kautta. Viilto tiivistettiin ja mittapään annettiin tasaantua vähintään 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin Vaisala HMI41-lukulaitteella. Mittauksen välissä mittapäiden annettiin tasaantua mitattavan tilan olosuhteisiin ennen uuden mittapisteen viiltoa. Mittapään mittaustarkkuus suhteellisen kosteuden osalta on noin ± 2 %. Kosteusmittauksissa käytetyt anturit kalibroidaan Vahanen Rakennusfysiikka Oy:ssä vähintään neljän kuukauden välein.

Lyhytkestoiset kosteusmittaukset

Alapohjan eristetilan ja maaperän suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HMP42 mittapäillä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää rakenneavauksen kautta eristetilaa tai maaperään mahdollisimman kohtisuoraan rakenteen poikkileikkaukseen nähden. Mittapää tiivistettiin rakenteeseen, ja sen annettiin tasaantua noin 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41-lukulaitteella.

Kosteusmittaukset näytepalamenetelmällä

Alapohjan betonilaatan suhteellinen kosteuspitoisuus rakenteen eri syvyyksiltä mitattiin näytepalamenetelmällä ohjekortin *RT 14-10984 Betonin suhteellisen kosteuden mitta* mukaisesti. Mittauksessa käytettiin HMP44-kosteusmittausantureita ja HMI41-lukulaitetta. Kosteusmittauksissa käytetyt anturit kalibroidaan Vahanen Rakennusfysiikka Oy:ssä neljän kuukauden välein.

Ilmavirtaukset

Rakenteiden ja eri tilojen välisiä ilmavirtausten suuntia tarkasteltiin Regin-merkkisavun avulla.

Ilmatiivistarkastukset merkkiainekokeilla

Rakenteiden ilmatiivyyttä tutkittiin pistokoeluoontoisesti Sensistor 9012 WRS merkkiaineanalyysointilaitteilla. Merkkiainekokeissa laskettiin kaasua (5 % H₂ + 95 % N₂) alapohjarakenteen lämmöneristekerrokseen. Sensistor 9012 WRS-merkkiaineanalyysointilaitteilla paikallistettiin rakenteista kohdat, joista kaasu virtasi alipaineiseen huonetilaan. Merkkiainekokeen yhteydessä hetkelliset paine-erot mitattiin Testo 512-paine-eromittarilla. Merkkiainekokeiden toteutus on esitetty jäljempänä tutkimusselostuksessa tutkittavan rakennemuksen kappaleessa. Merkkiainekokeiden suorituspaikat on esitetty liitteessä 1.

Materiaalinäytteet

Rakenteista otettiin 9 materiaalinäytettä mikrobianalyysia varten. Materiaalinäytteiden elinkykyisten mikrobien pitoisuudet ja suvusto määritettiin STMa 545/2015 (asumisterveysasetus) mukaisella laimennossarjaviljelyllä. Yksi näytteistä analysoidiin suoraviljelymenetelmällä näytteen vähäisen määrän vuoksi. Näytteenotto ja laboratorioanalyysi tehtiin myös em. ohjeistuksen mukaisesti. Negatiivisen tuloksen (ei mikrobikasvustoa) antaneet näytteet suoramikroskoipoitiin viljelyn lisäksi materiaalityypin salliessa. Näytteet analysoi Mikrobioni Oy (Kuopio). Analysoiva laboratorio on FINAS-akkreditoitu, ja akkreditointi kattaa käytetyt viljelymenetelmät. Tutkimustulos ilmoitetaan mikrobiryhmittäin muodossa pmy/g. Laboratorion ilmoittama määritysraja menetelmälle on 91 pmy/g tai 910 pmy/g näytetypistä riippuen ja mittausepävarmuus homeille 5-6 %, bakteereille 19 % ja sädesienille 22 %. Materiaalinäytteiden ottopaikat on esitetty liitteessä 1. Analyysivastaus on liitteenä (liite 1).

Ilmamäärämittaukset

Ilmamäärämittaukset suoritettiin TSI Velocicalc 9565-P monitoimimittarilla ja Pressovac PHM-V1 venttiilinsäätömittarilla. Ilmanvaihtokoneen kokonaisilmamäärät mitattiin paine-eron perusteella säätöpeltien mittausyhteistä. Tilakohtaiset ilmamäärät mitattiin paine-eron perusteella tuloilmalaitteen mittausyhteistä, ilmanvaihtokanavista pitot – putken avulla viiden pisteen mittausmenetelmällä tai ns. mittauskoukulla poistoilma-venttiileistä. Paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään yleensä n. 20% tarkkuuteen, mutta tarkkuus heikkenee pienillä ilmamäärillä ja venttiililautasten ollessa ääriasentoonsa säädettyinä.

Sisäilman olosuhteiden seurantamittaukset

Painesuhteiden seurantamittaus toteutettiin jatkuvatoimisilla paine-eromittauksilla Dwyer Magnesense ja Tinytag Plus -mittalaite-tiedonkeräjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla. Seurantamittausten mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

Sisäilman ja maapohjaisen kellaritilan ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mitaus tehtiin jatkuvatoimisilla Testo 174- tai HoboWare- mittalaite-tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla. Seurantamittausten mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin jatkuvatoimisilla SenseAir/aSENSE ja Tinytag Plus -mittalaite-tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla. Seurantamittausten mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

Tutkimuksen rajaus

Tutkimuksen arviot ja johtopäätökset perustuvat aistinvaraisiin havaintoihin, paikallisiin rakenneavauksiin sekä otettujen näytteiden laboratoriotuloksiin. Tulokset pätevät vain tutkittujen rakenteiden alueisiin ja otettuihin näytteisiin. Rakenteissa saattaa olla piileviä vaurioita, joita tämän tutkimuksen avulla ei ole saatu selville tai vaurioiden aste ja laajuus saattavat poiketa tutkimushetkellä todetusta. Näihin seikkoihin tulee varautua korjaussuunnitteluasiakirjoissa ja urakkasopimuksessa.

5 Piha-alueet

5.1 Havainnot, johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Piha-alueen pintavesien ohjaus on rakennuksen vierustoilla toimiva. Salaojien olemassaolosta ei saatu tutkimuksessa tietoa. Havaintoja piha-alueesta on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 2. Yleiskuva rakennuksesta etupihan puolelta. Rakennuksen vierellä pintavedenohjaus on toimiva, maanpinta kallistuu rakennuksesta poispäin kaikilla rakennuksen sivuilla. Etupihalla maanpinta on asfaltoitu. Muualla rakennuksen vieressä on sorapinta.



Kuva 3. Yleiskuva rakennuksen takapihan puolelta. Vesikaton sadevedet on ohjattu syöksytorvien ja rännikaivojen kautta sadevesien viemäröintijärjestelmään.

Havaintojen perusteella piha-alueessa ei ole välitöntä korjaustarvetta.

6 Alapohja

6.1 Rakenne

Rakennuksen alapohjarakennetta on muutettu kahdessa eri vaiheessa kosteusvaurioiden korjausten vuoksi vuosina 2010 ja 2015. Lähtötietojen mukaan rakennuksessa on aikaisemmin ollut riskialtis alapohjarakenne; maanvastaisen betonilaatan päällä on lämmöneristetty puurakenteinen lattia. Kyseisessä alapohjarakenteessa on ollut merkittäviä kosteusvaurioita (mm. lattia on painunut puurungossa olleiden lahovaurioiden vuoksi). Kyseiset alapohjarakenteet uusittu vuosina 2010 ja 2015. Eri aikaan rakennetut alapohjarakenteet eroavat hieman toisistaan. Nykyisin rakennuksessa ei ole puurunkoisia lattioita maanvastaisen betonilaatan päällä kuin yksittäisissä varastokomeroissa inva-WC:n tilassa.

Osassa rakennusta alapohjarakenne on alkuperäinen maanvastainen betonilaatta, jossa lattiapäällysteenä on muovimatto. Rakennuksessa on tällä hetkellä pääpiirteittäin kolme erilaista alapohjarakennetta. Eri rakenteiden sijainnit rakennuksessa on esitetty liitteenä olevassa pohjapiirustuksessa.

Alapohjarakenne (alkuperäinen) eteisaulan (tila 102) kohdalla on rakenneavauksen RA1.6 mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- tasoite ~5 mm
- tasoite (punaista) ~10 mm
yläpinnassa tumma bitumiliima-kerros, joka sisältää asbestia (ks. liite 3)
- tasausvalu ~20 mm,
alapinnassa ohut vaalea kerros (ei sis. asbestia, ks. liite 3)



- betoni ~ 120 mm
- maa-aines; silttiä / hienoa hiekkaa

Alapohjarakenne (uusittu 2010) eteistilan (tila 113b) kohdalla on rakenneavauksen RA1.5 mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- tasoite ~5 mm
- betoni 100 mm
- EPS 100 mm
- ilmaväli ~30 mm
(ei kaikissa rakenneavauksissa)
- sora



Alapohjarakenne (uusittu 2015) musiikkiluokan (tila 103) kohdalla on rakenneavauksen RA1.4 mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- tasoite ~5 mm
- betoni 60 mm
- muovikalvo
- kevytsora ≥450 mm
(rakenneavausta ei jatkettu)



6.2 Havainnot

Lattian päällysteenä on lähes kaikissa tiloissa muovimatto. Portaiden alla olevassa varastossa (tila 110a) on paljas betonilaatta ja kahdessa komerovarastossa (tilat 115a ja 115b) lattiapäällysteenä on keraaminen laatta. Lattiapäällysteet ovat pääosin hyväkuntoiset. Alapohjiin tehdyistä rakenneavauksista tehtiin seuraavat yleiset havainnot. Em. ja muita havaintoja on esitetty kuvissa (Kuva 4...Kuva 21):

- Alkuperäinen alapohja
 - rakenneavauksista havaittiin voimakas maakellarimainen poikkeava haju
 - maa-aines on aistinvaraisesti arvioiden kuivaa (pölyävää)
 - maa-aineksen seassa on tiilenkappaleita
 - lattia-seinäliittymissä ei havaittu aistinvaraisesti merkittäviä ilmavuoto-
reittejä (rakoja, halkeamia tms.). Merkkiainekokeessa havaittiin useita
ilmavuotokohtia (ks. kohta 6.3)
 - rakenneavauksesta ei havaittu ilmavirtausta merkkisavulla tarkastel-
tuna sisätilojen ja maa-aineksen välillä
- Vuonna 2010 uusittu alapohja
 - rakenneavauksesta havaittiin vähäinen poikkeava haju

- rakenneavauksista oli voimakas ilmavirtaus sisätilaan päin
- lattia-seinäliittymissä on rako, jonka kautta on ilmayhteys maaperästä sisätiloihin
- Vuonna 2015 uusittu alapohja
 - rakenneavauksista havaittiin vähäinen poikkeava haju
 - rakenneavauksesta RA1.4 (musiikkiluokka tila 103) oli voimakas ilmavirtaus sisätilaan päin, kun luokkatilan ovi oli auki. Rakenneavauksesta oli voimakas ilmavirtaus alapohjaan päin, kun luokkatilan ovi oli kiinni
 - lattia-seinäliittymässä on rako, jonka kautta on ilmayhteys kevytsorakeroksesta sisätiloihin

Alkuperäinen alapohja



Kuva 4. Aulan lattian muovimaton alla olevan tasoitekerroksen alla on **tumma bitumiliimakerros, joka sisältää asbestia** (ks. Kuva 6). Uuden tasoitteen alla tumman bitumiliimakerroksen pinnassa on voimakas poikkeava maakellarimainen haju.



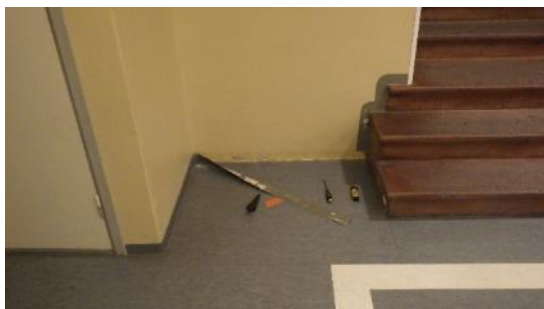
Kuva 5 a ja b. Rakenneavaus RA1.6 aulatilassa (tila 102). Rakenneavauksesta havaittiin voimakas maakellarimainen haju. Maa-aines on aistinvaraisesti arvioiden kuivaa (pölyävää) hienoa hiekkaa / silttiä.



Kuva 6 a ja b. Alapohjarakenteessa on useita tasoite- ja betonikerroksia. Muovimaton alla olevan tasoitteen alla on punaisen värinen tasoite- / massakerros, jonka pinnassa on tumma bitumiliimakerros. Punaisesta tasoite- / massakerroksesta sekä tummasta bitumiliimakerroksesta otettiin haitta-ainenäyte (HA3), josta analysoitiin asbestipitoisuus. Laboratorion analyysivastauksen mukaan punainen tasoite- / massakerros on betonia ja se ei sisällä asbestia. **Tumma bitumiliimakerros sisältää asbestia.**



Kuva 7 a ja b. Punaisen tasoite- / massakerroksen alla on noin 20 mm paksu tasaus- valukerros, jonka alapinnassa on ohut vaalea kerros (kynän osoittama kerros). Vaaleasta kerroksesta otettiin haitta-ainenäyte (HA4), josta analysoitiin asbestipitoisuus. Laboratorion analyysivastauksen mukaan vaalea kerros ei sisällä asbestia.



Kuva 8 a ja b. Aulatilin kohdalla lattia-seinäliittymässä ei aistinvaraisesti havaittu merkittäviä ilmatiiviyspuutteita. Kyseiselle kohdalle tehtiin merkkiainekoe, jossa todettiin useita merkittäviä ilmavuotokohtia (ks. kohta 6.3).



Kuva 9 a ja b. Rakenneavaus RA1.1 varastotilan 110 ja opettajien huoneen (tila 107) välisen oven kohdalla. Lattia-seinäliittymässä on merkittävän suuri rako (puukko työnnetty rakoon), josta on ilmayhteys maaperään.

Vuonna 2010 korjattu alapohja



Kuva 10 a ja b. Yleiskuva rakenneavauksesta RA1.5 eteistilassa 113b. Alapohjan EPS-eristeen alla on noin 30 mm korkea ilmapäli. Rakenneavauksesta on voimakas ilmavirtaus sisätilaan päin. Rakenneavauksesta havaittiin vähäinen poikkeava maaperämäinen haju.



Kuva 11 a ja b. a) Muovisen jalkalistan takana lattia-seinäliittymässä on halkeama, josta on ilmayhteys maaperään. Liitoskohdan ilmatiiviyys on heikko / kohtalainen. b) Tilojen 113a ja 113b kohdalla alapohjassa on lähtötietojen mukaan painovoimaisesti toimiva tuuletus. Tuuletusputket nousevat alapohjasta ylös ulkoseinän vieressä ja menevät ulkoseinän läpi. Ulkoseinän ulkopuolella putkien kohdassa on tuuletussäleiköt (ks. Kuva 12). Läpiviennin kohdalla putket ovat joustavaa muoviputkea. Läpivienti ei ole ilmatiivis, vaan putken ja alapohjan betonilaatan sekä putken ja ulkoseinän tiilimuurauksen välissä on rako.

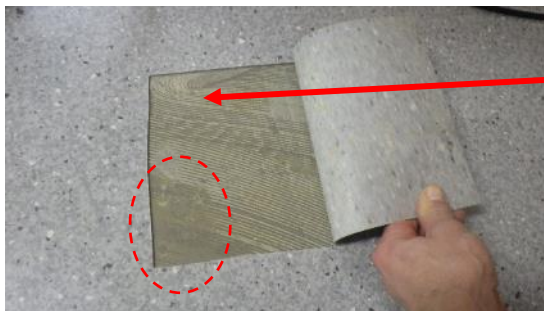


Kuva 12 a ja b. Alapohjan tuuletusputkien päässä olevat tuuletussäleiköt ulkoseinän pinnassa.

Vuonna 2015 korjattu alapohja



Kuva 13. Yleiskuva rakenneavauksesta RA1.4 musiikkiluokassa (tila 103). Rakenneavauksesta vähäinen poikkeava maaperämäinen haju.



Kuva 14 a ja b. Musiikkiluokan (tila 103) lattian muovimattoon tehtiin 4 kpl noin 200 mm x 150 m kokoisia avauksia, joiden sijainnit on merkitty liitteenä olevaan pohjapiirustukseen merkinnällä MM1..MM4. a) Viiltomittauksen V5 kohdalle tehdyssä avauksessa MM1 muovimaton alta havaittiin poikkeava liimamainen haju. Mattoliima oli vaaleaa ja hieman tahmaista. Avauksen teon hetkellä viiltomittauksen kohdalta liima oli selvästi kuivunut / tummentunut (merkitty kuvaan). b) Muiden muovimaton avausten kohdalla haju oli vähäisempi. Esimerkkikuva avauksesta MM4, jossa ei havaittu

juurikaan poikkeavaa hajua. Muovimaton liimakerros on kuivaa ja tumman kellertävää. Matto irtosi helposti alustastaan.



Kuva 15 a ja b. Muovimatto on nostettu seinäpinnalle noin 80...100 mm. Paikoin muovimaton ylösnosto on irti alustastaan. Terveystieteiden tilan (tila 117) lattia-seinäliittymässä on rako betonilaatan ja seinän välissä. Raon kautta on ilmayhteys alapohjan kevytsoraeristekerrokseen. Vastaavanlainen rako havaittiin myös koulupsykologin huoneessa (tila 114c) sekä musiikkiluokassa (tila 103). Alapohjan ilmatiiviys on liitoskohdassa heikko / kohtalainen.

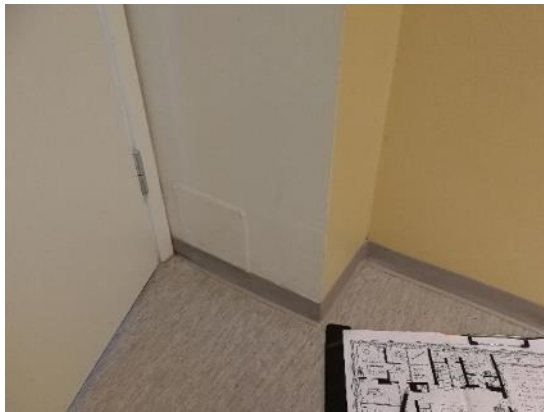
Muut alapohjarakenteet ja erityiskohdat



Kuva 16a, b ja c. Rakenneavaus RA1.7 aulan siivouskomerossa (tila 104). Rakennuksen kaukolämpöputket tulevat rakennukseen siivouskomeron kohdalta. Siivouskomerossa on osittain puu- / levyrakenteinen lattia. Kaukolämpöputkien kohdalla on lattian alla syvä kuoppa, joka on täytetty selluvillalla ja jonka pohjalla on maa-ainesta. Lattian alla on myös vanhoja vaakasuunnassa olevia putkia sekä vanha putkikanaali. Osassa putkia on mahdollisesti asbestia sisältävä pahvieriste (merkitty kuvaan punaisella nuolella). Putkikanaalissa on lämmöneristeenä kutterinlastua. Putkikanaali jatkuu ainakin viereisen aulatilan lattian alle (merkitty liitteessä olevaan pohjapiirustukseen). Putkikanaalin laajuus ja tarkka sijainti ei selvinnyt tutkimuksissa. Kanaalista havaittiin voimakas ilmavirtaus sisätilaan päin ja vähäinen poikkeava haju.



Kuva 17 a ja b. Inva-WC:ssä (tila 116) on kaksi komeroa (tilat 115a ja 115b), joissa on puu- / levyrakenteinen lattia, jonka päälle on asennettu keraaminen laatta. Levyrakenteen alapuolella on noin 100 mm korkea tyhjä tila. Levyrakenteen reunoilla on paikoin noin 20 mm rako. Lattian alta on voimakas ilmavirtaus sisätilaan päin ja vähäinen poikkeava haju.



Kuva 18 a ja b. Esimerkkikuva kotelon sisällä olevasta putken läpiviennistä. Läpivienti ei ole ilmatiivis. Putken ja betonilaatan välissä on rako. Kotelon sisältä havaittiin vähäistä poikkeavaa hajua.



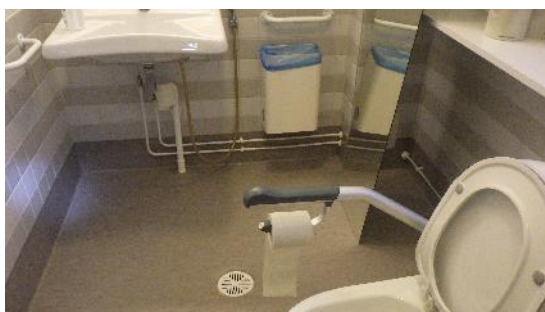
Kuva 19 a ja b. Aulan portaikon alapuolella on tyhjä tila. Tilan pinnat ovat betonia ja laastia. Tila on yleisilmeeltään siisti. Tilassa on poistoilmaventtiili ja tilassa on vähäinen poikkeava haju. Kynnyksen kohdalla on noin 5...10 mm leveä rako lattian betonilaatan ja kynnyksen välissä, jonka kautta on ilmayhteys maaperään.

Märkätilat

Rakennuksessa ei ole suihku- tai saunatiloja, joten rakennuksessa ei ole varsinaisia märkätiloja. WC-tiloissa on lattiakaivot ja lattiapinnoissa on vedeneristeenä märkätilan muovimatto. Havaintoja märkätiloista on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 20 a ja b. Esimerkkikuva WC-tilasta (aulan Wc-tila 118). WC-tilan vedeneristys on hyväkuntoinen. Vedeneristys ja muut pintarakenteet on asennettu rakennuksen peruskorjauksen yhteydessä vuonna 2000.



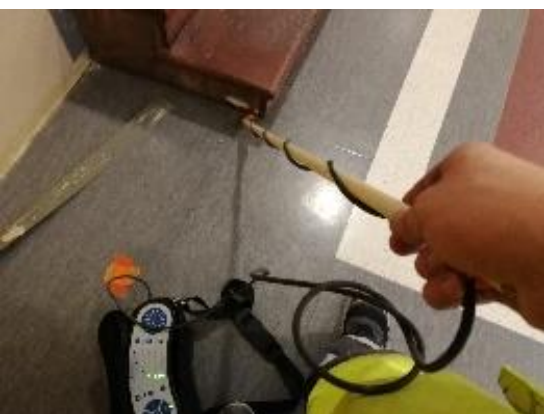
Kuva 21 a ja b. Inva-WC:n (tila 116) lattian muovimaton saumat ovat ylösnostojen kohdalla monin paikoin auki.

6.3 Merkkiainekokeet

Alapohjarakenteeseen tehtiin merkkiainekoe tilaan 102 Ala-aula. Merkkiainekokeessa selvitettiin maaperän ja huoneilman välisiä ilmavuotoreittejä. Kaasu syötettiin alapohjan alle maa-aineskerrokseen betonilaatan läpi poratun reiän kautta. Maa-aines poratun reiän kohdalla oli painunut alaspäin, ja sen alle oli muodostunut ilmatila. Kaasua syötettiin 5l/min virtausnopeudella noin 10 minuutin ajan. Merkkiainekokeen aikana tila oli noin 2-10 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden. Merkkiainekokeen aikana vallinneet painesuhteet vastasivat tilan normaaliolosuhteita. Merkkiainekokeessa havaittiin voimakasta ilmavuotoa pääsääntöisesti portaikon ympärillä olevista seinä-lattia liittymistä. Eniten voimakasta vuotoa havaittiin viereisessä komerossa (tila 102a). Merkkiainekokeessa tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja merkkiainekokeen ilmavuotoalueet on esitetty liitteen 1 pohjapiirustuksessa.



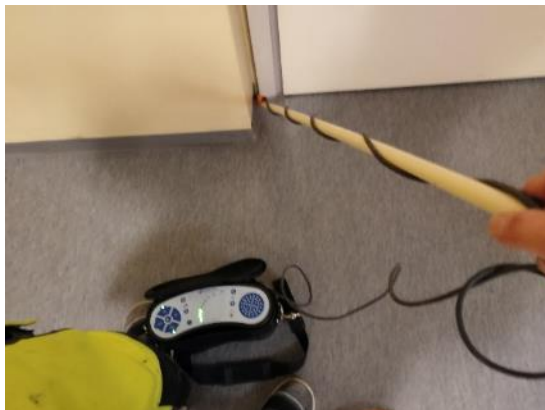
Kuva 22 a ja b. Voimakasta ilmavuotoa tilan 102a komero seinän ja lattia liittymässä tilan 102 Ala-aula puolelta mitattuna.



Kuva 23 a ja b. Voimakasta ilmavuoto portaikon vasemmassa reunassa.



Kuva 24 a ja b. Vasemmalla voimakasta ilmavuotoa portaikon edustalla. Oikean puoleisessa kuvassa voimakasta ilmavuotoa tilan 103 Opetustila ja 106 WC kulmassa.



Kuva 25 a ja b. Musiikkiluokan (tila 103) oven karmien reunoista havaittiin voimakasta ilmavuotoa.

6.4 Pintakosteuskartoitus ja kosteusmittaukset

Pintakosteuskartoituksen tulokset on merkitty liitteenä 1 olevaan pohjapiirustukseen. Pintakosteuskartoituksessa ei havaittu merkittävien poikkeavien pintakosteusarvojen. Pintakosteuskartoituksen tulosten perusteella suoritettiin viiltomittauksia lattiapäällysteen ja betonilaatan välisen kosteuspitoisuuden selvittämiseksi. Pintakosteuskartoituksen ja viiltomittauksen tulosten perusteella valittiin porareikämittauksen sijainnit. Viiltomittauksen tulokset on esitetty taulukossa 1. Aistinvaraisesti tehtyjä havaintoja on esitetty viiltomittauksen jälkeen olevassa luettelossa. Porareikämittauksen tulokset on esitetty taulukossa 2. Mittauskohdat on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 1. Viiltomittauksien tulokset muovimatoista 11.12.2018. Sisäilman olosuhteet on mitattu mittapisteen läheisyydessä mittaushetkellä. Taulukossa t on lämpötila (°C), RH on suhteellinen kosteuspitoisuus (% RH) ja abs on absoluuttinen kosteus (g/m³).

Mittauskohta	Syvyys / Rakenne	Anturi nro.	t (°C)	RH (%)	abs (g/m ³)
V1 / 102 Ala-aula, portaikon edestä	Sisäilma	H3	19,3	26,6	4,4
Pistävä haju, matto irtoaa helposti	Muovimatto/tasoite	H1	19,7	85,7	14,6
V2 / 114c Pienryhmätila	Sisäilma	H3	20,7	23,9	4,3
Ei poikkeavaa hajua	Muovimatto/tasoite	H1	20,5	80,7	14,4
V3 / 117 Terv. Hoit. Huone	Sisäilma	H4	21,7	25,0	4,8
Ei poikkeavaa hajua	Muovimatto/tasoite	H2	21,3	82,9	15,4
V4 / 113a Lääkäri	Sisäilma	H1	22,3	21,8	4,3
Ei poikkeavaa hajua, matto tiukassa	Muovimatto/tasoite	H3	22,0	53,0	10,3
V5 / 103 Opetustila, opettajanhuoneen pääty	Sisäilma	H2	18,2	29,5	4,6
Ei poikkeavaa hajua, matto tiukassa	Muovimatto/tasoite	H4	18,4	81,0	12,7
V6 / 103 Opetustila, sisäänkäynnin pääty	Sisäilma	H3	18,1	27,2	4,2
Ei poikkeavaa hajua, matto irtoaa helposti	Muovimatto/tasoite	H1	19,9	79,9	13,7

Viiltomittauksen yhteydessä tehdyt aistinvaraiset havainnot

V1: Matto on heikosti kiinni alustassaan, voimakas poikkeava haju

V2: Ei poikkeavaa hajua

V3: Ei poikkeavaa hajua

V4: Ei poikkeavaa hajua, matto on lujasti kiinni alustassa

V5: Vähäinen poikkeava liimamainen haju, mattoliima oli vaaleaa ja hieman tahmaista

V6: Ei juurikaan poikkeavaa hajua, matto on heikosti kiinni alustassaan, vähäisiä alu-eita, joissa liima on vaaleaa ja hieman tahmaista

Taulukko 2. Rakennekosteusmittaustulokset 18.12.2018. Sisäilman olosuhteet on mitattu mittapisteen läheisyydessä näytepalojen ottohetkellä. Taulukossa anturinro on anturinumero, t on lämpötila (°C), RH on suhteellinen kosteuspitoisuus (% RH). *Lukemienottolämpötila 18.12.2018 klo 20:30 oli 21,5 °C.

Mittauskohta	Syvyys / Rakenne	Koeputki 1			Koeputki 2			Keski- arvo
		Anturi nro.	t (°C)	RH (%)	Anturi nro.	t (°C)	RH (%)	
MP1	Sisäilma	6	19,5	28,5				
102 Ala-Aula	Tasoite	15	*	82,5				82,5
	1,5 cm	17	*	82,7	66	*	86,7	84,7
	3,0 cm	65	*	93,0	22	*	93,1	93,1
	5,0 cm	13	*	91,5				91,5
MP2	Sisäilma	6	18,9	26,5				
103 Opetustila (Musiikki)	Pinta	50	*	78,8				78,8
	1,5 cm	7	*	74,2	75	*	73,2	73,7
	3,5 cm	11	*	80,9	79	*	79,6	80,3
MP3	Sisäilma	6	22,5	29,2				
113a Lääkäri	Pinta	21	*	55,7				55,7
	3,0 cm	67	*	57,4	19	*	58,9	58,2
	5,0 cm	68	*	58,2	3	*	59,0	58,6

Taulukko 3. Alapohjan hetkellisten kosteusmittausten tulokset 11.12.2018. Sisäilman olosuhteet on mitattu mittapisteen läheisyydessä mitaushetkellä. Taulukossa anturinro on anturinumero, t on lämpötila (°C), RH on suhteellinen kosteuspitoisuus (% RH) ja abs on absoluuttinen kosteus (g/m³).

Mittauskohta	Syvyys / Rakenne	Anturi nro.	t (°C)	RH (%)	abs (g/m³)
MP1	Sisäilma	H3	19,9	23,1	4,0
102 Ala-Aula	Maaperä	H2	18,4	94,5	14,9
	Ilmatila lattiassa	H2	19,0	92,5	15,1
MP2	Sisäilma	H2	19,3	25,0	4,1
103 Opetustila (Musiikki)	Maaperä	H2	17,0	31,0	4,5
MP3	Sisäilma	6	22,5	29,2	5,8
113a Lääkäri	Betoni/eriste väli	H2	24,6	57,4	12,9
	Eristeen alapinta	H2	14,6	64,5	8,1

6.5 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Alkuperäinen alapohjarakenne

Rakennuksessa on alkuperäistä alapohjarakennetta pääosin aulatilassa sekä muutamassa yksittäisessä tilassa (ks. liite 1). Alkuperäisen alapohjarakenteen kosteustekniikassa toiminnassa on joitain puutteita. Alapohjarakenteessa ei ole kosteuden kapillaarisen nousun katkaisevaa rakennekerrosta eikä lämmöneristettä, joka estäisi kosteuden siirtymisen diffuusiolla. Lattiapäällysteenä on vesihöyrynläpäisevyydeltään tiivis muovimatto. Maaperän kosteus pääsee kulkeutumaan betonilaattaan muovimaton alle, jolloin kosteus voi nousta paikoin kriittisen korkeaksi, mikä voi aiheuttaa vaurioita muovimattoon sekä muovimaton liimakerrokseen.

Useimpien mattoliimojen kriittisenä suhteellisen kosteuden arvona pidetään 85 %RH, mikä tarkoittaa, että suhteellinen kosteus lattianpäällysteen alla liimatilassa ei saa pitkäksi aikaa nousta yli tämän arvon. Lattianpäällysteiden vaurioitumisen kannalta kriittinen kosteusraja-arvo on yleensä 85...90 %RH. Lattianpäällysteen ja liiman hajoamisesta syntyvät reaktioyhdisteet heikentävät sisäilman laatua.

Kosteusmittausten perusteella muovimaton alla on paikoin kriittisen korkea kosteuspitoisuus. Kosteuspitoisuus on yhdessä mittauspisteessä hieman kriittisenä kosteuspitoisuutena pidetyn raja-arvon (85% RH) yläpuolella. Muovimaton alla havaittiin lisäksi kosteusvaurioon viittaavaa hajua vanhan bitumiliiman pintakerroksessa.

Viiltomittausten sekä aistinvaraisten havaintojen perusteella muovimaton alle on syntynyt paikoin kosteusvaurioita. Kosteusvaurioiden laajuus on vaikeasti rajattavissa, joten suosittelemme korjaamaan alapohjan kauttaaltaan niissä tiloissa, missä on alkupe-
räinen alapohjarakenne (ks. liite 1). Tutkimuksen perusteella alapohjan ilmatiiviys on puutteellinen, joten suosittelemme ilmatiiviuden parantamista alapohjan korjausten yhteydessä.

Korjauksessa maanvastaiset alapohjarakenteet suositellaan korjaamaan paremmin kosteusteknisesti toimiviksi. Korjausmenetelmäksi soveltuu esim. lattian päällysteen vaihtaminen paremmin kosteutta kestäväksi ja vesihöyryä läpäiseväksi esim. keraamiseksi laatoitukseksi. Korjaukset suositellaan tekemään 3...5 vuoden sisällä.

Korjatut alapohjarakenteet

Vuosina 2010 ja 2015 korjatut alapohjarakenteet toimivat tutkimuksen perusteella kosteusteknisesti hyvin. Alapohjista ei mitattu kriittisen korkeita kosteuspitoisuuden arvoja. Vuonna 2015 korjattujen alapohjien kohdalla kosteuspitoisuus muovimaton ja betonilaatan välissä on hieman koholla (>80% RH). Musiikkiluokassa kosteuspitoisuus poikkeaa merkittävästi betonilaatan alla olevan kevytsorakerroksen ilmatilan suhteellisesta kosteudesta (31% RH). Tulokset viittaavat siihen, että betonilaatassa on rakennekosteutta, joka ei ole päässyt kuivumaan ennen betonilaatan pinnoitusta muovimatolla.

Muovimaton avausten (viiltojen) kautta tehtyjen aistinvaraisten havaintojen mukaan liimakerroksessa on paikoin poikkeavan voimakasta liimamaista hajua, mikä saattaa viitata mahdolliseen liimakerroksen vaurioitumiseen. Pääosin mattoliima oli aistinvaraisesti arvioiden kuivaa eikä poikkeavan voimakasta hajua havaittu. Tutkimuksessa tehtyjen aistinvaraisten havaintojen perusteella ei voida varmuudella todeta onko liimakerrokseen tai muovimattoon syntynyt kosteusvaurioita. Suosittelemme jatkotutkimuksena selvittämään mahdollisten vaurioiden vaikutuksia sisäilmaan sisäilman VOC-mittauksilla sekä muovimatosta tehtävillä FLEC-mittauksilla.

Vuonna 2010 korjatun alapohjan kosteusteknisessä toiminnassa ei havaittu puutteita. Betonilaatassa ei havaittu kriittisen korkeita kosteuksia. Kaikissa kosteusmittauksissa betonilaatan kosteus oli tulosten mukaan alhainen.

Korjattujen alapohjien ilmatiiviys on pääosin heikko / kohtalainen. Lattia-seinäliittymässä on monin paikoin merkittävän suuri rako lattian jalkalistan tai muovimaton ylösnoston takana. Raon kautta on ilmayhteys maaperään tai alapohjan eristekerrokseen. Maaperästä tai alapohjan eristekerroksesta voi kulkeutua epäpuhtauksia esim. maaperän mikrobeja sisäilmaan. Nykyiset alapohjan täyttökerrokset soratäyttö tai kevytsoratäyttö ovat hyvin ilmaa läpäiseviä, jolloin ilmavuodot maaperästä voivat olla merkittävän suuria. Paine-eromittausten mukaan tilat ovat käyttöaikana jatkuvasti alipaineisia, jolloin ilmavirtaus on maaperästä sisätiloihin päin. Maaperästä kulkeutuvat epäpuhtaudet heikentävät sisäilman laatua. Epäpuhtauksien kulkeutuminen sisätiloihin suositellaan estämään korjaustoimenpitein. Soveltuvia korjausmenetelmiä ovat

- Alapohjien ilmatiiviyden parantaminen
- Alapohjien ilmatiiviyden parantaminen ja alapohjan alipaineistaminen

Korjaukset suositellaan tekemään 3...5 vuoden sisällä erillisen suunnitelman mukaan.

Ilmatiiviyttä voidaan parantaa esim. kaksikomponenttisella sementtipohjaisella vedeneristeellä käyttäen apuna vahvikekangasta. Kyseinen korjaus edellyttää lattian ja seinän pintarakenteiden purkamista tiivistettävältä alueelta lattia-seinäliittymässä noin 100...200 mm leveältä kaistalta. Ilmatiiviyden parantaminen on suositeltavaa tehdä riittävän kattavasti, mikä edellyttää esim. koteloiden alaosien purkamista sekä kevyiden väliseinien päätyjen purkamista ulkoseinien vierestä korjaustyön ajaksi.

Ilmatiiviyden parantamiseen liittyvien korjausten toimivuutta ja varmuutta voidaan parantaa alapohjan jatkuvatoimisella alipaineistuksella, missä alapohjan täyttökerroksesta imetään koneellisesti ilmaa siten, että alapohjan täyttökerros muodostuu alipaineiseksi sisätiloihin nähden. Korjauksen toteutus edellyttää koealipaineistuksen tekemistä.

Muut alapohjarakenteet ja erityiskohdat

Siivouskomeron (tila 104) lattian alla oleva putkikanaali ja -kaivanto on kosteus- ja sisäilmateknisesti riskialtis. Putkikanaalissa ja -kaivannossa on orgaanista eristettä (selluvilla ja kutterinlastu) osin maa-ainesta vasten ja rakenteen kuivumiskyky on heikko. Rakenneavauksen kohdalla tehdyt aistinvaraiset havainnot eivät viittaa rakenteessa olevaan merkittävään kosteusvaurioon. Suosittelemme korjaamaan rakenteen paremmin kosteusteknisesti toimivaksi alapohjaan kohdistuvien korjaustöiden yhteydessä erillisen suunnitelman mukaisesti. Korjauksessa tulee huomioida ainakin seuraavat asiat:

- orgaaninen eriste tulee korvata kosteutta kestäväällä eristeellä
- rakenteen ilmatiiviyttä tulee parantaa ja ilmayhteys maaperään tulee katkaista
- Korjauksen yhteydessä tulee selvittää kanaalin tarkka sijainti sekä kanaalissa olevien putkien käyttötarkoitus. Mikäli putket eivät ole enää käytössä, niin kanaali suositellaan ummistamaan. Mikäli putket puretaan, niin purkutyössä on huomioitava, että osa putkista on eristetty todennäköisesti asbestia sisältävällä eristeellä. Vaihtoehtoisesti kanaaliin voidaan asentaa jatkuvatoiminen koneellinen alipaineistus.

Inva-WC:n tilassa olevien kahden komeron alapohjarakenteet ovat kosteusteknisesti riskialttiita, koska rakenteessa on puurakenteita lattiasyvennyksessä, jonka kuivumiskyky on ainakin paikoin heikko. Komeron alapohjarakenteet suositellaan korjaamaan paremmin kosteusteknisesti toimiviksi alapohjaan kohdistuvien muiden korjaustöiden yhteydessä erillisen suunnitelman mukaisesti.

Märkätilat

Inva-WC:n lattian vedeneristeenä toimivassa muovimatossa on vesitiiviyspuutteita, kun muovimaton saumat ovat monin paikoin auki. Inva-WC-tilan korjaus suositellaan sisällyttämään alkuperäisten alapohjien korjauslaajuuteen, jolloin lattian muovimatto uusitaan korjauksen yhteydessä. Muilta osin märkätiloissa ei havaittu korjaustarpeita.

7 Ulkoseinät ja väliseinät

7.1 Rakenne

Rakennuksen ulkoseinät ovat tiilirakenteiset. Seinässä on sisäpuolella yhden kiven massiivitiilimuuraus ja ulkopinnassa erillinen ulkoverhousmuuraus. Ulkoseinän rakenne on rakenneavausten (RA1.2 ja RA1.3) mukaan sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

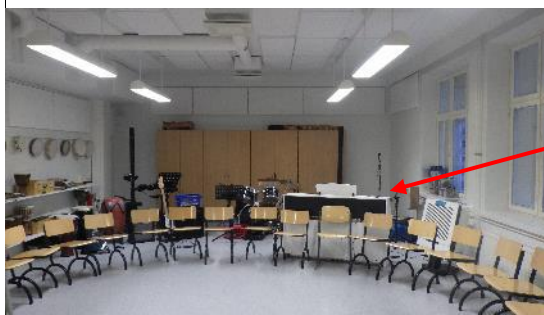
- maali
- tasoite ~30 mm
- tiili 300 mm
- ilmaräli 10...30 mm
- tiili 130 mm
- rappaus ~20 mm

Rakennuksen kantavat väliseinät ovat tiilirakenteisia. Kevyet väliseinät ovat kiviainesrakenteisia tai levyrakenteisia.

7.2 Havainnot

Yleishavainnot

Seinien pintamateriaalit ovat pääosin hyväkuntoiset. Ulkoseinissä havaittiin kahdessa kohtaa halkeamia sisäpinnan maali- tasoitekerroksessa. Terveystenhoitajan tiloissa kevyiden väliseinien ilmatiiviyttä on parannettu ääneneristysyrystä. Havainnot on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 26. Ulkoseinän sisäpinnassa halkeilua musiikkiluokan nurkassa (tila103). Pintakosteuskartoituksen mukaan seinäpinnassa ei havaittu poikkeavan korkeita pintakosteuslukemia.



Kuva 27. Ulkoseinän sisäpinnassa halkeilua luokkatilassa 202.

Ikkunat

Rakennuksen ikkunat ovat pääosin vanhoja kaksilasisia ja kaksipuitteisia sisään-sisään avattavia puuikkunoita. Rakennuksen eteläpäädyssä ikkunat on uusittu ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa 2000-luvulla tehdyn peruskorjauksen yhteydessä. Havaintoja ikkunoista on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 28 a, b ja c. Esimerkkikuva vanhasta puuikkunasta ensimmäisen kerroksen aula-tilan (tila 102) kohdalla. Ikkunan sisäpuitteet ovat pääosin kohtalaisessa kunnossa.

Ikkunan puitteiden ja karmien maalipinnassa on halkeilua. Ikkunoissa ei ole nykyaikaisia tiivisteitä ja ikkunoiden kautta havaittiin ilmavirtausta ulkoa sisätiloihin.



Kuva 29 a ja b. Esimerkkikuva ikkunan karmien ja betonisen ikkunapenkin liitoksesta rakennuksen ensimmäisessä kerroksen aulatilassa (tila 102). Ikkunan sivukarmien ja ulkoseinän liitoskohta on pääosin aistinvaraisesti tiivis. Ikkunan alakarmien ja betonisen ikkunapenkin liitoksessa on halkeama.



Kuva 30 a ja b. Esimerkkikuva toisen kerroksen luokkatilan 202 ikkunasta. Ikkunan alakarmien ja betonisen ikkunapenkin liitoksessa on monin paikoin halkeamia.



Kuva 31 a ja b. Toisen kerroksen ikkunoiden pielloisissa tasoitekerroksissa on monin paikoin irti alustastaan, eli tasoite on kopona. Pistokoeluontoisesti tarkasteltuna arvio on, että noin 60...80 % ikkunapielien tasoitteesta on irti alustastaan. Tasoitteen pintaa on vahvistettu ikkunan pielloisissa lasikuituverkolla. Ikkunan sivukarmien ja ikkunan piellisen välillä on monin paikoin halkeama. Pistokoeluontoisesti tarkasteltuna arvio on, että halkeama on noin 50 % ikkunoista. Vastaavanlainen halkeama on useiden vanhojen ikkunoiden

kohdalla sekä myös uusittujen ikkunoiden kohdalla. Ikkunan pieliin tasoite on irti alustastaan sekä vanhojen ikkunoiden että myös uusittujen ikkunoiden kohdalla.

Julkisivut



Kuva 32. Yleiskuva rakennuksen julkisivusta. Julkisivu on rapattu. Ikkunoiden kohdalla rappauspinta on paikoin sileä. Maanpinnan tasolta pistokoeluontoisesti tarkasteltuna havaittiin, että rappaus on paikoin irti alustastaan. Alustastaan irti olevat alueet ovat yksittäisissä kohdissa suurehkoja (yli 1 m²).



Kuva 33. Rappaus on pääosin ehjä ja rappauksen maalipinta on pääosin hyväkuntoinen.



Kuva 34. Rappauksessa on paikoin halkeamia. Halkeamat sijaitsevat pääosin ikkunoiden kohdalla. Halkeamia havaittiin tarkastuksessa noin joka toisen ikkunan kohdalla.



Kuva 35. Yhden ikkunan alapuolella rappaus on paikoin lohkeillut ja irtoillut.



Kuva 36. Rakennuksen kaakon puoleisessa nurkassa rappaus on paikallisesti korjattu.



Kuva 37. Yksittäisessä kohdassa räystäään rappaus on paikallisesti irronnut.



Kuva 38 a ja b. Vanhojen ikkunoiden sadevedentiiviys ja vedenohjaus ovat pääosin toimivia. Vanhojen ikkunoiden puisten ulko-osien kunto on pääosin tyydyttävä / välttävä. Puuosien maalipinnassa on laajasti halkeilua.

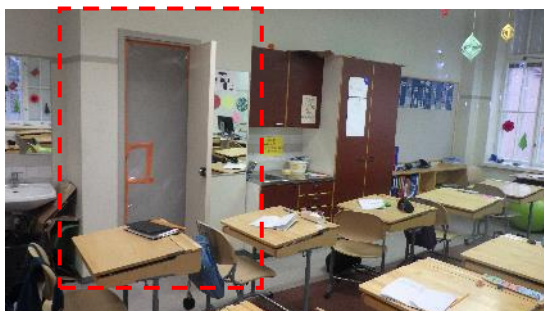


Kuva 39 a ja b. Paikoin vanhojen ikkunoiden ulkopuolen puuosissa on lahovaurioita.



Kuva 40 a ja b. Etelän puolella olevan julkisivun uusittujen ikkunoiden ulkopuolen puuosien (esim. ikkunoiden välissä olevat puulistat) maalipinta on rapistunut ja kulunut. Ikkunan liitosten joustavalla massalla tehdyt tiivistykset ovat ikääntyneet. Joustava saumamassa on halkeillut ja irronnut paikoin vastepinnoistaan. Muilta osin uusittujen ikkunoiden vesitiiviydessä tai vedenpoistossa ei havaittu puutteita.

Muut havainnot



Kuva 41. Luokkatilaan 202 on rakennettu varastokomero vanhaan hormiin. Varastokomeroista havaittiin voimakas ilmavirtaus luokkatilaan päin ja poikkeava hieman nokiainen haju. Varastokomeron lattiarakenne ei ole ilmatiivis.

7.3 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Ulkoseinät yleensä

Ulkoseinät ovat tiilirakenteiset. Ulkokuoren ja massiivisen sisäkuoren välissä on noin 10...30 mm ilmaräli. Ulkoseinä on kosteusteknisesti hyvin toimiva rakenne.

Ikkunat

Vanhat ikkunat ovat paikoin heikkokuntoiset ja ikkunoiden ilmatiiviys on heikko johtuen pääosin siitä, että ikkunoissa ei ole nykyaikaisia tiivisteitä. Vanhat ikkunat suositellaan lähtökohtaisesti uusimaan. Mikäli vanhat ikkunat halutaan säilyttää, niin suosittelemme selvittämään ikkunoiden tarkemman huolto- ja korjaustarpeen erillisellä ikkunoiden korjaustarveselvityksellä.

Uusitut ikkunat ovat pääosin hyväkuntoiset. Ikkunoiden ulkopuolen puuosat suositellaan huoltomaalaamaan ja joustavalla saumamassalla tehdyt tiivistykset suositellaan uusimaan.

Sekä vanhojen että uusittujen ikkunoiden sisäpuolen ilmatiiviydessä havaittiin puutteita. Ikkunan karmin ja ikkunan pielen välissä on jonkin asteinen halkeama lähes kaikissa ikkunoissa. Ilmatiiviydspuutteet aiheuttavat pääosin lämmönhukkaa. Niillä voi olla myös vaikutusta sisäilman laatuun, kun ilmaräliön mukana saattaa kulkeutua sisäilmaan epäpuhtauksia ulkoilmasta, ulkoseinän sisältä tai ikkunan tilkevälistä. Suosittelemme korjaamaan ikkunoiden ilmatiiviydspuutteet rakennuksessa tehtävien muiden korjaustöiden yhteydessä. Vanhojen ikkunoiden kohdalla korjaukset voidaan toteuttaa ikkunoiden uusimisen tai huoltokorjausten yhteydessä. Ikkunan karmin ja ulkoseinän välisen liitoksen ilmatiiviyden korjauksessa tulee huomioida ainakin seuraavat asiat:

- Ilmatiiviyden parantamiseen on lähtökohtaisesti kaksi erilaista korjausmenetelmää, joiden toimivuus ja tekninen käyttöikä eroavat toisistaan merkittävästi
 - Kevyt korjaus voidaan toteuttaa joustavalla saumamassalla tai liitosnauhalla karmin ja ikkunanpielen maalipintojen päälle. Korjauksen tekninen käyttöikä ja toimivuus riippuu merkittävästi alustan maalipinnan ja tasoitteen kunnosta. Toimiva tiivistys edellyttää, että maalipinta on hyväkuntoinen. Joustavalla massalla tehtyjen tiivistysten kuntoa suositellaan seuraamaan ja tiivistys suositellaan uusimaan tarvittaessa määräajoin.
 - Raskas korjaus voidaan toteuttaa esim. vedeneristemassalla tai liitosnauhalla. Ulkoseinän paksu tasoite on laajasti irti alustastaan, joten luotettava ja teknisesti pitkäikäinen korjaus saattaa edellyttää tasoitteen purkamista ikkunan pielistä, uuden tasoitteen asennusta sekä rajakohden vahvistamista tasoitteeseen asennettavalla vahvikeverkolla.

Tarkempi korjausmenetelmä valitaan korjaussuunnittelun yhteydessä. Myös muita korjausmenetelmiä voidaan harkita esim. ikkunapielen päälletasointi nykyisen maalipinnan päälle verkkovahvisteisella tasoitteella voi olla toimiva ratkaisu, kun ilmatiiviyttä parannetaan liitosnauhalla.

Julkisivut

Julkisivurappauksessa on paikallisia vaurioita mm. halkeamia ja lohkeamia. Paikallisesti rappaus on irti alustastaan. Julkisivujen tarkemman korjaustarpeen selvittämiseksi suosittelemme julkisivujen kuntotutkimuksen suorittamista. Nyt tehdyn tutkimuksen perusteella suosittelemme alustavasti varautumaan rappauksen vaurioituneiden kohtien paikkakorjauksiin.

Muut toimenpidesuositukset

Luokkatilaan 202 vanhaan hormiin rakennettu varastokomero on sisäilman laadun kannalta riskialtis. Vanhan hormin kautta voi kulkeutua sisätiloihin hormissa olevia epäpuhtauksia. Varastokomero suositellaan poistamaan käytöstä ja oviaukko ummistamaan ilmatiiviisti.

8 Välipohja

8.1 Rakenne

Rakennuksessa on puurakenteinen välipohja, joka on korjattu perusteellisesti kahden luokkatilan kohdalla (luokkatilat 203 ja 207). Korjauksessa välipohjan täytöt on uusittu. Yhden luokkatilan (tila 202) ja aulan (tila 201) kohdalla välipohjarakennetta ei ole korjattu perusteellisesti ja välipohjassa on alkuperäinen täyttömateriaali (turve, sahanpuru ja olki). Välipohjan rakenne luokkatilan 202 kohdalla on rakenneavauksen (RA2.2) mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- muovimatto
- lastulevy 15 mm
- vinyylilaatta + musta liima (haitta-ainenäyte HA1, sisältää asbestia)
- ponttilauta 32 mm
- puupalkki 100 x 50 syrjällä
- puukorokkeet ~70 x 50
- kannatinpalkit ~220x150 ~k800 / sekalainen orgaaninen täyttö (turve ~90%, sahanpuru ~5% ja olki ~5%)
- paperi
- laudoitus
- rimat
- kannatinpalkit ~200x150 ~k800 / ilmaväli
- sisäverhouspaneeli
- huokoinen puukuitulevy (ei avattu alaspäin, ks. yläpohjan alaosan rakenne kohta 9.1)



Välipohjan rakenne varastotilan 213 kohdalla on rakenneavauksen (RA2.1) mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- tasoite
- kipsilevy
- (vinyylilaattaa ja mustaa liimaa ei havaittu)
- ponttilauta 32 mm
- rakenne on avatulta osin alaspäin kuten välipohja rakenneavauksessa RA2.2



Perusteellisesti korjatun välipohjan rakenne luokkatilan 207 kohdalla on rakenneavauksen (RA2.3) mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto

- vaneri
- koolaus 22x100 k300
- puupalkit 145x45 / puukuituvilla
- korotuspuu / puukuituvilla
- kannatinpalkit ~200x200 / puukuituvilla
- vaneri
- rimat
- kannatinpalkit ~200x150 ~k800 / ilmaväli
- sisäverhouspaneeli (ei avattu alaspäin, ks. yläpohjan alaosan rakenne kohta 9.1)



8.2 Havainnot

Välipohjan lattiapäällysteenä on muovimatto. Muovimatot ovat hyväkuntoiset. Havainnot välipohjiin tehdyistä rakenneavauksista on esitetty seuraavissa kuvissa.

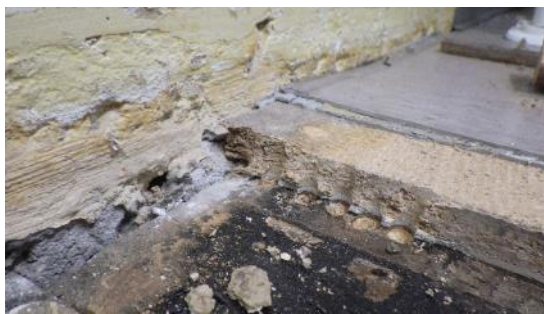
Alkuperäinen / korjaamaton välipohja



Kuva 42 a ja b. Yleiskuvat luokkatilan 202 välipohjan rakenneavauksesta RA2.2. Välipohjassa on orgaaninen täyttökerros luonnonmateriaalista, joka koostuu pääosin turpeesta (~90%) sekä osin sahanpurusta (~5%) ja oljista (<5%). Kannatinpalkkien päällä olevat korotuspuut ja puupalkit 100x50 ovat kannatinpalkkeja uudempia, mikä viittaa siihen, että välipohjarakennetta on korjattu (mahdollisesti lattiaa on suoristettu) jossain vaiheessa. Korjauksessa välipohjan täyttökerros on ollut purettuna ja rakenteeseen on asennettu rakennuspapereita täyttökerroksen alle. Välipohjasta havaittiin poikkeavaa hajua; vanhan puurakenteen / ullakkomainen haju.



Kuva 43. Yleiskuva rakenneavauksesta, kun välipohjan täyttö on purettu rakenneavauksen kohdalta ja kannatinpalkin päältä on purettu tiili. Välipohjan rakenteet ovat aistinvaraisesti pääosin hyväkuntoiset. Välipohjan kannatinpalkit ovat kahdessa eri korkotasossa osittain porrastettuina (keltaiset katkoviivat). Välipohjapalkkien päissä on bitumikermi ulkoseinän sisään menevällä osalla. Tiilimuurauksessa on rakoja palkin pään ympärillä (palkin pää ei ole tiiviisti muurauksessa, jolloin palkin pää pääsee tarvittaessa kuivumaan ja kosteus pääsee tasaantumaan). Kannatinpalkeissa ei havaittu vaurioita eikä palkkien kosteusmittauksissa havaittu poikkeavan korkeaa kosteuspitoisuutta (kosteuspitoisuus < 10 paino-%). Ulkoseinän tiilien raoista havaittiin viileä ilmavirtaus sisätilaan päin. Välipohjan täyttökerroksesta otettiin kaksi materiaalinäytettä; MAT5.1 ulkoseinän vierestä ja MAT5.2 keskemältä luokkatilaa noin 1 m ulkoseinän sisäpinnasta. Näytteessä MAT5.1 todettiin epäily mikrobikasvusta materiaalissa. Näytteessä MAT5.2 ei todettu mikrobikasvua.



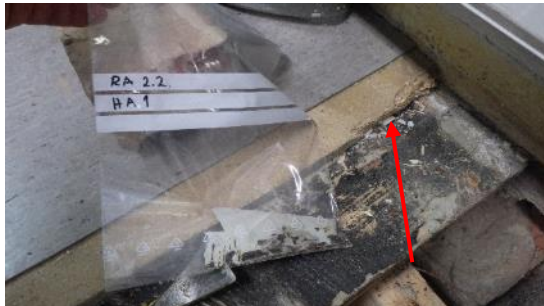
Kuva 44. Lattian pintamateriaalien (laudoitus ja lastulevy) ja seinän välissä on rako, joten lattia-seinäliittymän ilmatiiviys on heikko. Lastulevy on reunastaan hieman tummentunut. Rakenneavaajan mukaan tummentunut reuna näkyi selvästi rakenneavauksen kohdalta irrotetun vanerin palassa (rakenneavaaja oli ehtinyt hävittää vanerin palan ennen rakenneavauksen tarkastusta).



Kuva 45. Välipohjan alaosassa on sisäverhouspaneeli ja sen alla on huokoinen puukuitulevy. Paneelin ja ulkoseinän sekä puukuitulevyn ja seinän välissä on rako.



Kuva 46. Välipohjan alapuolella olevassa lääkärinhuoneessa (tila 113a) katon rajassa on verhokotelo.



Kuva 47 a ja b. Välipohjan rakenneavauksesta RA2.2 otettiin kaksi materiaalinäytettä haitta-aine-analyysijä varten; lastulevyn alla oleva vinyylilaatta (sijainti on merkitty kuvaan punaisella nuolella) ja vinyylilaatan musta liima (yhdistelmänäyte HA1) sekä palkin päässä oleva bitumikermi (HA2). Analyysitulosten mukaan **vinyylilaatta ja laatan musta liima sisältävät asbestia**. Palkin päässä oleva bitumikermi ei sisällä asbestia, mutta **bitumikermi sisältää runsaasti PAH-yhdisteitä**. Laboratorion haitta-aineiden tutkimusseloste on liitteenä (liite 1).



Kuva 48 a ja b. Varastotilaan 213 tehdyn rakenneavauksen RA2.1 kohdalla välipohjan kannatinpalkin yläpinnassa on lahoa. Kaikki rakenteet ovat aistinvaraisesti arvioiden

kuivia. Rakennneavauksesta ei havaittu poikkeavaa hajua tms. muuta viitettä aktiivisesta vauriosta.

Korjattu välipohja



Kuva 49 a ja b. Välipohjan rakennneavaus RA2.3 luokkatilassa 207. Välipohjarakenne on korjattu. Korjauksessa välipohjan täyttökerros on purettu ja korvattu puhalletulla puukuituvillalla ts. selluvillalla. Kannatinpalkin alapinnassa oleva laudoitus on korvattu vanerilevyllä. Tiiliseinän sisään menevien kannatinpalkkien päät on tiivistetty XPS-levyn kappaleilla (kuvassa b näkyvä sininen levy) ja PU-vaahdotuksella. Tiilimuurauksen saumojen kohdalla havaittiin viileä ilmavirtaus sisätilaan päin. Rakennneavauksen kohdalla kaikki rakenteet olivat hyväkuntoisia eikä viitteitä kosteusvaurioista havaittu. Välipohjan eristeestä ulkoseinän vierestä otettiin materiaalinäyte (MAT4) mikrobianaalyysiä varten. Materiaalinäytteessä ei todettu mikrobikasvua.



Kuva 50 a ja b. Eristekerroksen alapuolella olevan vanerilevyn alapuolella rakenne on vastaavanlainen kuin alkuperäinen rakenne rakennneavauksen RA2.2 kohdalla. Kuva b on otettu alemman kannatinpalkin kohdalla olevasta ilmavälistä.



Kuva 51. Muovimatto on nostettu seinäpintaa vasten noin 80 mm ja ylösnosto on pääosin hyvin kiinni seinäpinnassa. Välipohjan ilmatiiviys yläpuolella oleviin luokkiin nähtäen lattia-seinäliittymässä on kohtalainen / hyvä.



Kuva 52 a ja b. Luokkatilassa 203a kotelon sisällä oleva IV-kanavan läpivienti välipohjarakenteen läpi ei ole ilmatiivis. Välipohjan eriste on näkyvissä (merkitty kuvaan punaisella nuolella).



Kuva 53 a ja b. Luokkatilassa 203a kotelon sisällä olevat IV-kanavien läpiviennit on tiivistetty sementtipohjaisella massalla. Läpiviennit ovat aistinvaraisesti arvioiden tiiviit.

8.3 Materiaalinäytteet

Välipohjan täyttökerroksesta otettiin yhteensä kolme materiaalinäytettä, joista kaksi otettiin korjaamattoman välipohjan alkuperäisestä orgaanisesta täyttökerroksesta (MAT5.1 ja MAT5.2) ja yksi otettiin korjatun välipohjan orgaanisesta puukuitueristeestä (MAT4). Näyte MAT5.1 otettiin ulkoseinän vierestä ja MAT5.2 otettiin keskemältä luokkatilaa noin 1 m ulkoseinän sisäpinnasta. Ulkoseinän vierestä otetussa materiaalinäytteessä MAT5.1 todettiin epäily mikrobikasvusta materiaalissa. Näytteissä MAT4 ja MAT5.2 ei todettu mikrobikasvua.

Ennen välipohjaan kohdistuneita korjaustöitä (2016) välipohjan alkuperäisestä täyttökerroksesta otettiin yhteensä 10 materiaalinäytettä, joista kolme otettiin luokkatilan 202 kohdalta. Kymmenestä näytteestä kahdessa todettiin mikrobikasvua. "Positiiviset" näytteet oli otettu luokkatiloissa 203 ja 207 olleiden komeroitten kohdilla. Välipohjarakenne on sittemmin korjattu kyseisten luokkatilojen 203 ja 207 kohdilta. Muissa näytteissä ei todettu mikrobikasvua (mukaan lukien luokkatilan 202 kohdalta otetut kolme näytettä).

8.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Välipohjat ovat kuivien tilojen välisiä rakenteita, joihin ei kohdistu merkittävää kosteusrasitusta. Paikallisesti välipohjiin voi kohdistua kosteusrasitusta välipohjan ja ulkoseinän liitoskohtaan esim. siivousvesistä johtuen. Välipohjarakenteet toimivat kosteusteknisesti hyvin.

Alkuperäistä täyttöä sisältävä / korjaamaton välipohja

Lattian päällysteenä on pääosin muovimatto, joka on asennettu ainakin luokkatilan kohdalla suoraan vanhan muovimaton päälle. Mikäli liimakerros on ollut asennettaessa

liian märkä, niin liimakerrokseen on saattanut syntyä vaurioita. Suosittelemme jatkotutkimuksena selvittämään muovimaton ja maton liimakerroksen kunnon rakenneavauksin. Tutkimus voidaan tehdä ensimmäisen kerroksen vuonna 2015 korjattujen alapohjien FLEC-mittausten yhteydessä.

Rakennuksen alkuperäinen välipohjarakenne on rakenneavausten ja materiaalinäytteiden perusteella hyväkuntoinen eikä rakenteessa ole merkittäviä tai laaja-alaisia kosteusvaurioita. Rakenteessa voi olla esim. siivousvesistä johtuvaa vähäistä tai paikallista mikrobikasvua ulkoseinien vierustoilla tai vanhoja kosteusvaurioita, jotka ovat nykyisin kuivia, kuten paikallinen lahovaurio rakenneavauksen RA2.1 kohdalla. Välipohjan kannatinpalkit ovat havaintojen mukaan hyväkuntoiset ja palkkien liitoskohta ulkoseinään on kosteusteknisesti toimiva.

Materiaalinäytteiden tuloksia tulkittaessa on huomioitava, että luonnosta peräisin olevissa materiaaleissa, kuten turpeessa voi luonnostaankin olla paljon mikrobeja ilman, että kysymyksessä on kosteusvaurio. Vastaavasti ulkoilman kanssa kosketuksissa olevissa materiaaleissa voi esiintyä huomattavia määriä mikrobeja, mikä ei aina ole seurausta materiaalien kastumisesta ja sitä seuranneesta mikrobikasvusta, vaan esimerkiksi ilmavirtojen mukana kertyneistä ulkoilman mikrobeista.

Välipohjan ilmatiiviys on heikko, minkä johdosta paikallisista ja vanhoista kosteusvaurioista voi kulkeutua sisätiloihin poikkeavia hajuja tai vähäisiä määriä muita epäpuhtauksia. Paikallisten ja vanhojen kosteusvaurioiden aiheuttamaa riskiä sisäilman laadulle voidaan pitää nykyisessä rakenteessa vähäisenä. Sisäilmariskin pienentämiseksi rakenne suositellaan korjaamaan. Korjaukset voidaan tehdä kiireettömästi tiloissa tehtävien muiden korjaustöiden yhteydessä viimeistään rakennuksen seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.

Korjauksessa on lähtökohtaisesti kaksi vaihtoehtoista menetelmää:

- Välipohjan täyttöjen uusiminen ja rakenteen ilmatiiviiden parantaminen
 - Korjauksen tarkoituksena on poistaa mahdolliset kosteusvaurioituneet materiaalit ja estää rakenteeseen jäävien mahdollisten epäpuhtauksien pääsy sisätiloihin. Korjaus ei muuta rakenteen kosteusteknistä toimivuutta.
 - Vanhoja rakenteita ei todennäköisesti saada puhdistettua täysin kattavasti, joten rakenteeseen saattaa jäädä vanhoihin rakenteisiin sitoutuneita epäpuhtauksia ja hajua, joten myös uudessa rakenteessa tulee huomioida rakenteen ilmatiiviiden parantaminen. Hyvä ilmatiiviys on myös edellytys ilmanvaihdon suunnitelmien mukaiselle toiminnalle sekä rakenteen hyvälle ääneneristävyydelle.
 - Ilmatiiviiden parantaminen luotettavasti edellyttää todennäköisesti erillisen ilmatiivin rakennekerroksen asentamista (esim. ilmansulkukalvo) ja sen liittämistä ilmatiiviisti liittymien (ulkoseinien ja väliseinien liitoskohdat) ja läpivientien kohdilla
 - Ilmatiiviiden parantaminen suositellaan tekemään vähintään rakenteen yläpintaan. Alapinnan ilmatiiviiden parantaminen suositellaan huomioimaan 1. kerroksen kattorakenteisiin kohdistuvien korjaustöiden yhteydessä.
 - Korjauksen yhteydessä voidaan havaita ja korjata mahdolliset paikalliset kosteusvauriot
 - Ulkoseinän sisään menevien kannatinpalkkien päitä ei ole suositeltavaa tiivistää rakenteen kuivumiskyvyn säilyttämisen vuoksi

- Rakenteen ilmatiiviyden parantaminen
 - Korjauksen tarkoituksena on estää mahdollisten epäpuhtauksien pääsy sisätiloihin
 - Ilmatiiviyden parantaminen suositellaan tekemään riittävän kattavasti. Korjauksessa ilmatiiviyttä tulee lähtökohtaisesti parantaa rakenteen yläpinnassa sekä myös rakenteen alapinnassa (1. krs katossa).
 - Ilmatiiviyden parantaminen luotettavasti edellyttää todennäköisesti erillisen ilmatiiviin rakennekerroksen asentamista (esim. ilmansulkukalvo) ja sen liittämistä ilmatiiviisti liittymien (ulkoseinien ja väliseinien liitoskohdat) ja läpivientien kohdilla, mikä taas edellyttää todennäköisesti 2. kerroksen lattian ja 1. kerroksen katon pintarakenteiden purkamista.
 - Korjauksessa ei ole tarpeen purkaa kaikkia 2. kerroksen lattian pintarakenteita esim. asbestipitoista vinyyli-laattaa ja mustaa asbestipitoista bitumiliimaa

Korjattu välipohja

Korjattu välipohja toimii kosteusteknisesti hyvin, kuten korjaamaton / alkuperäinen välipohja. Välipohjarakenne on korjattu uusimalla välipohjan täyttökerros. Korjauksen yhteydessä on ollut hyvä mahdollisuus havaita välipohjan sisällä olleet mahdolliset kosteusvauriot, joten on todennäköistä, että nykyisessä rakenteessa ei ole paikallisia pienenä kosteusvaurioita. Näin ollen rakenteessa ei tutkimuksen perusteella ole merkittävää korjaustarvetta.

Välipohjan kannatinpalkkien päät on tiivistetty tiiliseinän sisään PU-vaahdotuksella ja XPS-eristeellä, mikä heikentää palkkien päiden kuivumiskykyä ja nostaa paikallisesti rakenteen suhteellista kosteutta. Tämä lisää riskiä palkin pään vaurioitumiseen pitkällä aikavälillä, mikäli ulkoseinän kautta pääsee kulkeutumaan ylimääräistä kosteutta palkin pään kohdalle. Vaurioitumisriski suositellaan huomioimaan ja palkkien päiden kunto suositellaan tarkastamaan välipohjaan kohdistuvien korjausten yhteydessä tai viimeistään 5 vuoden kuluttua.

Lattian muovimatto muodostaa rakenteeseen kohtalaisen ilmatiiviin rakennekerroksen. Ilmatiiviydessä on paikallisesti puutteita kotelorakenteiden ja läpivientien kohdilla. Rakenteen ilmatiiviyden parantaminen suositellaan huomioimaan rakennuksessa tehtävien muiden korjaustöiden yhteydessä sekä viimeistään rakennuksen peruskorjauksessa, kun lattian pintamateriaaleja uusitaan.

9 Yläpohja

9.1 Rakenne

Rakennuksessa on puurakenne yläpohja. Vesikatteena on alkuperäinen rivipeltikate, joka on tehty palapelleista (noin 2 m pituisia peltejä, jotka on jatkettu haka-saumalla). Katto on mansardi- / aumamallinen. Katon kaltevuus on pääosin noin 1:2...1:1 räystäiden lähellä katto on jyrkempi noin 2:1 (ks. Kuva 54).

Yläpohjarakenteet ovat pääosin alkuperäiset. Alkuperäisenä lämmöneristeenä on turvetta ja sahanpurua. Turve- ja sahanpurukerroksen paksuus on yhteensä noin 400 mm, missä kerrosten paksuudet vaihtelevat. Turvekerroksen paksuus on noin 50...200 mm ja loput on sahanpurua. Yläpohjaan on asennettu lisälämmöneristykseksi puhallettua puukuituvillaa (ns. selluvillaa). Toisen kerroksen katon sisäverhousrakenteita on muutettu rakennuksen käytön aikana useita kertoja. Korjauksissa vanhojen

sisäverhousrakenteiden päälle on asennettu uusia sisäverhousrakenteita, eikä vanhoja sisäverhousrakenteita ei ole purettu. Yläpohjan rakenne on rakenneavausten (RA2.4, 3.1, 3.2 ja 3.3) mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- rivipeltikate
- aluslaudoitus ~k200, paikoin umpilaudoitus
- tuuletusväli, korkeus vaihtelee noin 1...3 m
- puhallusvilla (puukuituvilla) ~250 mm
- kovalevy
- umpilaudoitus 20x100
- lankut 50x150...200 / sahanpuru
- sahanpuru
- turve
- umpilaudoitus 20x100
- ilmaväli ~60 mm
- sisäverhouspaneeli, pontattu
- huokoinen puukuitulevy
- koolaus 25x100 ~k300...400
- kipsilevy 13 mm



9.2 Havainnot

Vesikatto tarkastettiin kulkuluukun kohdalta. Katolla ei ole kulkusilloja tai turvavaljaiden kiinnityspisteitä, joten kattoa ei päästy tarkastamaan kauttaaltaan.



Kuva 54. Vesikatto on jyrkkä mansardi- / aumakatto. Vedet on ohjattu katon kallistuksella pystykouruihin (ts. jalkaränneihin) ja edelleen syöksytorviin. Katossa on lyhyet kiivaiesrakenteiset (betoni- tai tiilirakenteiset) räystäät. Katossa on useita sisä- ja ulko-taitteita, eli jiirejä.



Kuva 55 a ja b. Vesikatteena on rivipeltikate, eli sileä saumattu peltikate. Peltikate on toteutettu palapelleistä, eli noin 2 metriä pitkistä paloista, jotka on saumattu pituus-suunnassa hakasaumalla. Peltikatteen maalipinta on pääosin ehjä, mutta monin paikoin maalipinta on irtoillut ja pelti on ruostunut.



Kuva 56 a ja b. Peltikatteen hakasauma (kuva a) ja pystysauma (kuva b). Peltikatteen maalipinta on paikoin irtoillut ja peltikate on monin paikoin ruostunut.



Kuva 57 a ja b. Kattotikkaat on jatkettu vesikatteen yläpuolelle. Tikkaat on kiinnitetty peltikatteen läpi. Kyseisellä kohdalla on aktiivinen vuotokohta (ks. Kuva 63 ja Kuva 64).



Kuva 58 a ja b. Yleiskuvat yläpohjan tuuletusvälistä. Tuuletusväli on avointa korkeaa tilaa. Yläpohjan tuuletus on järjestetty ikkunoiden kautta. Ikkunoiden laseista osa on korvattu verkoilla. Tuuletus on aistinvaraisesti arvioiden toimiva.



Kuva 59 a ja b. Vesikatteen aluslaudoituksessa ja puisissa runkorakenteissa on monin paikoin kosteusjälkiä ja puurakenteet ovat paikallisesti tummentuneet. Tummentuneet kohdat sijaitsevat pääosin peltikatteen sisä- ja ulkotaitteiden kohdilla, mutta paikallisesti tummentuneita kohtia on myös tasaisilla katto-osuuksilla.



Kuva 60 a ja b. Pistokoeluontoisten kosteusmittausten perusteella osa tummentuneista kohdista on märkiä. Pääosin aluslaudoitus on aistinvaraisesti arvioiden lujaa. Yksittäisissä kohdissa havaittiin puurakenteissa pehmentymistä / lahoa.



Kuva 61 a ja b. Peltikatteen saumojen kohdalla on kosteusjälkiä ja pellin pinta on paikallisesti märkä. Kuvan kohdassa on peltikatteessa reikä sauman kohdalla, josta näkyi läpi. Pääosin hakasaumat sijaitsevat aluslaudoituksen kohdalla.



Kuva 62 a ja b. Puhallusvillan pinnassa on havaittavissa useissa kohdissa vesivuotojälkiä. Vesivuotojälkiä on pääosin puhallusvillakerroksessa sekä paikoin kovalevyn pinnassa. Alemmissa rakennekerroksissa (esim. laudoitus ja sahanpuru) vesivuotojälkiä

ei pääsääntöisesti ole. Pääosin rakenteet olivat tutkimushetkellä kuivia vesivuotojälkien kohdalla.



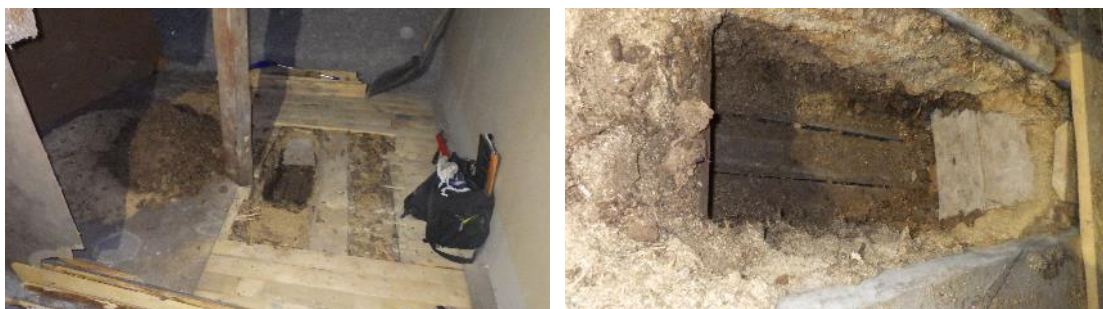
Kuva 63 a ja b. Kattotikkaiden kohdalla on yksittäinen merkittävä aktiivinen vesivuoto. Vesivuodon kohdalla aluslaudoituksessa ja runkorakenteissa on paikallisesti lahoa.



Kuva 64 a, b ja c. Vesivuotokohdalla kovalevy ja sen alla oleva laudoitus ovat paikoin märkiä ja tummuneita. Vesivuodon kohdalta poistettiin puhallusvilla, kovalevy, laudoitus sahanpuru ja turve (rakenneavaus RA3.1). Sahanpurukerroksen yläpinnassa puru on paakkuuntunut ja tummunut paikallisesti (katkoviivalla rajattu alue kuvassa). Alempana olevat rakennekerrokset ovat aistinvaraisesti arvioiden hyväkuntoisia ja puurakenteet ovat kosteusmittausten mukaan kuivia (kosteuspitoisuus kannatinpalkin kyljessä <12 paino-%). Rakenneavauksen kohdalla otettiin materiaalinäyte turvekerroksesta (MAT1.1) ja sahanpurukerroksen keskivaiheilta (MAT1.2). Näytteenottokohdat on merkitty suuntaa antavasti kuvaan nuolilla. Materiaalinäytteessä 1 todettiin epäily mikrobikasvusta materiaalissa. Materiaalinäytteessä 1.2 ei todettu mikrobikasvua.



Kuva 65 a ja b. Yläpohjan kannatinpalkkien päät ovat tiiliseinän sisässä ja kannatinpalkkien päiden ympärillä on bitumikermi, kuten välipohjien kannatinpalkeissa. Kannatinpalkki on aistinvaraisesti arvioiden hyväkuntoinen. Yläpohjassa ei ole ilmatiivistä rakennekerrosta (esim. rakennuspapero tms.). Tiiliseinän ja sisäverhousrakenteiden (paneeli ja huokoinen puukuitulevy) välissä on rako (puukko työnnetty rakoon).



Kuva 66 a ja b. Rakenneavaus RA3.2 tehtiin kohdalle, jossa havaittiin vesivuotojälkiä puhallusvillan pinnassa (ks. Kuva 62). Puhallusvilla poistettiin noin 6...8 m² kokoiselta alueelta ja rakenneavaus tehtiin kohtaan, jossa havaittiin merkittävimmät kosteusjäljet kovalevyn pinnassa. Rakenneavauksen kohdalla kaikki rakenteet kovalevyn alla ovat aistinvaraisesti arvioiden hyväkuntoisia ja kosteusmittausten mukaan kuivia (kosteus ≤10 paino-%). Rakenneavauksesta otettiin materiaalinäyte turvekerroksen alapinnasta (MAT2.1) ja sahanpurukerroksen yläpinnasta (MAT2.2). Materiaalinäytteissä ei todettu mikrobikasvua.



Kuva 67 a ja b. Rakenneavaus RA3.3 tehtiin kohtaan, jossa ei havaittu viitteitä vesivuodoista esim. vesivuotojälkiä puhallusvillan pinnassa (ns. vertailukohta). Rakenneavaus tehtiin vastaavalla tavalla kuin RA3.2 poistamalla puhallusvillaa ensin noin 6...8 m² kokoiselta alueelta. Rakenneavauksen kohdalla kaikki rakenteet kovalevyn alla ovat aistinvaraisesti arvioiden hyväkuntoisia ja kosteusmittausten mukaan kuivia (kosteus ≤10 paino-%), kuten rakenneavauksessa 3.2. Rakenneavauksesta otettiin materiaalinäyte turvekerroksen alapinnasta (MAT3.1) ja sahanpurukerroksen yläpinnasta (MAT3.2). Materiaalinäytteissä ei todettu mikrobikasvua.

9.3 Materiaalinäytteet

Yläpohjan alkuperäisestä lämmöneristeestä (sahanpuru ja turve) otettiin yhteensä kuusi materiaalinäytettä, joista kolme otettiin sisäpintaa lähimpänä olevasta turvekerroksesta ja kolme otettiin ylempää sahanpurukerroksesta. Kahden näytteenottokohdan kohdalla todettiin vesikatossa vuotoa. Yhdessä näytteessä (MAT1.1 kattotikkaiden vesivuotokohta, turvekerros) todettiin epäily mikrobikasvusta materiaalissa. Muissa näytteissä ei todettu mikrobikasvua.

9.4 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Nykyinen palapeltikate on asennettu todennäköisesti 50-luvulla tai aikaisemmin, joten peltikatto on todennäköisesti ainakin 60...70 vuotta vanha. Saumatun peltikatteen tekninen käyttöikä on RT 18-10922 -ohjekortin mukaan keskimäärin 40-80 vuotta rasitusolosuhteista riippuen.

Katon kallistukset ovat selkeät ja vedenpoisto on pääosin toimiva. Vesikatto on jyrkkä mansardi-/ aumakatto ja sen kaltevuus vaihtelee ollen noin 2:1...1:2. Sisäjiireissä kaltevuus on loivempi.

Peltikatteen maalipinnoite on irtoillut ja peltikate on paikoin ruostunut, minkä johdosta peltikatteen vesitiiviys on heikentynyt ja katteen vesitiiviydessä on puutteita. Puutteista johtuen peltikatossa on useita vesivuotoja katon eri puolilla. Vesivuotoja on erityisesti vaakasaumojen kohdilla sisätaitteissa, mutta myös muualla katossa. Peltikatteen alla ei ole aluskatetta, joten katteessa olevat reiät yms. aiheuttavat herkästi vesivuotoja.

Vuotokohtien kautta kulkeutuu yläpohjaan sade- ja sulamisvesiä. Vesivuotoja ei ole havaittu rakennuksen sisätiloissa. Vesivuodot ovat aiheuttaneet rakenteisiin paikallisia kosteusvaurioita. Pääosa vaurioista on vesikatteen aluslaudoituksessa ja kattokannattajissa, eli rakenteen ulko-osissa. Rakenneaavausten ja materiaalinäytteiden perusteella puhallusvillan alla olevassa alkuperäisessä rakenteessa vaurioita ei pääsääntöisesti ole, eli vaurioita ei ole syntynyt sisätiloja lähellä oleviin rakennekerroksiin yksittäistä merkittävämpää vuotokohtaa (kattotikkaiden kohta) lukuun ottamatta. Vesivuotojen kautta yläpohjaan kulkeutuva vesimäärä on tutkimuksen perusteella sen verran vähäinen, ettei se ole toistaiseksi aiheuttanut yläpohjaan merkittäviä vaurioita.

Yläpohjassa on toimiva tuuletus, minkä ansiosta yläpohjan kuivumiskyky on hyvä. Hyvä kuivumiskyky vähentää rakenteiden vaurioitumisriskiä, kun yläpohjaan pääsevä ylimääräinen kosteus pääsee poistumaan. Yläpohjan puurakenteilla ja lämmöneristeillä on hyvä kosteudensitomiskyky, eli materiaalit ovat voimakkaasti hygroskooppisia. Materiaalit voiva sitoa itseensä runsaasti kosteutta vaurioitumatta ja luovuttaa kosteuden pois, kun olosuhteet muuttuvat. Esim. tilanteessa, jossa katto vuotaa ja vuoto-vesi on vähäistä, vesi sitoutuu yläpohjarakenteisiin ja kuivuu ajan myötä ulkoilmaan eikä vaurioita välttämättä synny. Vuotoveden määrä on toistaiseksi pysynyt pääosin vähäisenä, mutta mikäli kattoa ei korjata, niin jatkossa vuotojen lukumäärä ja vuotojen kautta yläpohjaan kulkeutuva vesimäärä tulee kasvamaan, jolloin rakenteen sietokyky ylimääräistä kosteutta vastaan tulee ylittymään. Tällöin kosteusvaurioiden laajuus ja vaurioitumisaste tulevat kasvamaan. Kaikki vesivuodot, vuotoriskikohdat sekä yläpohjan kosteusvaurioituneet rakenteet suositellaan korjaamaan kiireellisenä 2 vuoden sisällä. Kattotikkaiden kohdalla oleva vesivuotokohta suositellaan korjaamaan väliaikaisesti jo ennen vesikaton perusteellista korjausta esim. joustavalla saumamassalla.

Nykyisten ohjeiden (RIL 107, RT 85-11158 ja Toimivat katot) mukaan saumatun peltikatteen alla tulee pääsääntöisesti olla aluskate, kun katon kaltevuus on loivempi kuin 1:3. Saumatun peltikatteen alla tulee olla aluskate pääosin siitä syystä, että ko. peltikate ei ole paineellisen veden pitävä. Mitä loivempi katto on, sitä todennäköisemmin

katolle muodostuu paineellista vettä. Paineellista vettä voi muodostua vesikatteen päälle esim. keväällä tai talvella lumen sulaessa katolla yläpohjan lämpövuotojen, lumen lämmöneristävyyden ja ulkolämpötilan yhteisvaikutuksesta. Paikallisesti katon eri osille esim. räystäälle ja sisätaitteisiin voi muodostua ns. paannejäättä, joka padottaa sulanutta vettä. Padonnut vesi sekä lumen paino vesikerroksen päällä aiheuttaa peltikatteeseen paineellisen vesirasituksen.

Tutkimuksen perusteella vesikatossa on laaja-alaisia ja merkittäviä vesitiiviyspuutteita, jotka edellyttävä katon kiireellistä ja kattavaa peruskorjausta, jotta vältytään jatkossa kosteusvaurioiden laajemmalla korjauksella. Toistaiseksi vaurioita ei ole syntynyt merkittävästi yläpohjan eristekerrokseen, joten korjauksessa ei ole tarpeen uusia yläpohjan lämmöneristeitä kauttaaltaan. Peltikate on vanha ja katteessa on korroosiovaurioita monin paikoin, joten suosittelemme ensisijaiseksi korjausmenetelmäksi peltikatteen uusimista. Uusimisen yhteydessä suosittelemme asentamaan vesikattoon aluskatteen. Toisena korjausvaihtoehtona voidaan harkita peltikatteen pinnoittamista vesitiiviyyttä parantavalla pinnoitteella esim. paksukalvopinnoitteella. Korjaukset tulee tehdä erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

Vesikatossa havaittiin yksittäinen merkittävämpi vesivuotokohta kattotikkaiden kohdalla. Vesivuoto on aiheuttanut ko. kohdalla kosteusvaurioita. Vaurioita on vesikatteen aluslaudoituksessa, runkorakenteissa sekä yläpohjan eristekerroksessa. Vauriot ulottuvat havaintojen mukaan yläpohjan sahanpurukerrokseen. Vaurioituneet rakennekerrokset sijaitsevat rakenteen yläosassa ja vaurioituneen alueen raja on selvästi havaittavissa rakenneavauksesta aistinvaraisesti sekä materiaalinäytteen perusteella; vaurioituneen materiaalin alla on sahanpurua, jossa ei ole aistinvaraisesti tai materiaalinäytteen (MAT1.2) perusteella mikrobikasvua. Kun huomioidaan, että luonnosta peräisin olevissa materiaaleissa, kuten turpeessa voi luonnostaankin olla paljon mikrobeja, niin materiaalinäytteen tulos ei viittaa kosteusvaurioon vaan enemmänkin eloperäisessä materiaalissa olevaan luonnolliseen vanhaan mikrobikasvustoon.

Suositlemme korjaamaan vesivuotokohdan seuraavien periaatteiden mukaisesti:

- Vesikatteessa oleva vesivuotokohta suositellaan korjaamaan väliaikaisesti jo ennen katon peruskorjausta
- Vesivuotokohdalta puretaan kaikki lämmöneristeet, kovalevyt ja laudoitukset eristekerroksen alapintaan saakka. Vaurioituneiden rakenteiden laajuus tarkastetaan purkutöiden yhteydessä. Eristeet korvataan nykyaikaisella lämmöneristeellä esim. puukuituvilla tai mineraalivilla.

Yläpohjan ilmatiiviys on heikko / kohtalainen. Yläpohjasta voi kulkeutua sisätiloihin vähäisiä määriä epäpuhtauksia (esim. luonnon materiaaleissa olevan vanhan mikrobikasvuston rihmaston osia), kun sisätilat ovat alipaineiset yläpohjaan nähden.

Paine-erojen seurantamittausten mukaan toisen kerroksen luokkatila 202 on selvästi alipaineinen ulkoilmaan nähden. Muiden luokkatilojen kohdalla paine-ero on vähäisempi. Kattotikkaiden vesivuotokohta sijaitsee luokkatilan 202 kohdalla, joten poikkeavien hajujen ja kosteusvauriosta peräisin olevien epäpuhtauksien kulkeutuminen luokkatilaan ilmavuotojen mukana on mahdollista. Muiden tilojen kohdalla heikon ilmatiiviuden aiheuttamaan riskiä sisäilman laadulle voidaan pitää nykyisessä rakenteessa vähäisenä.

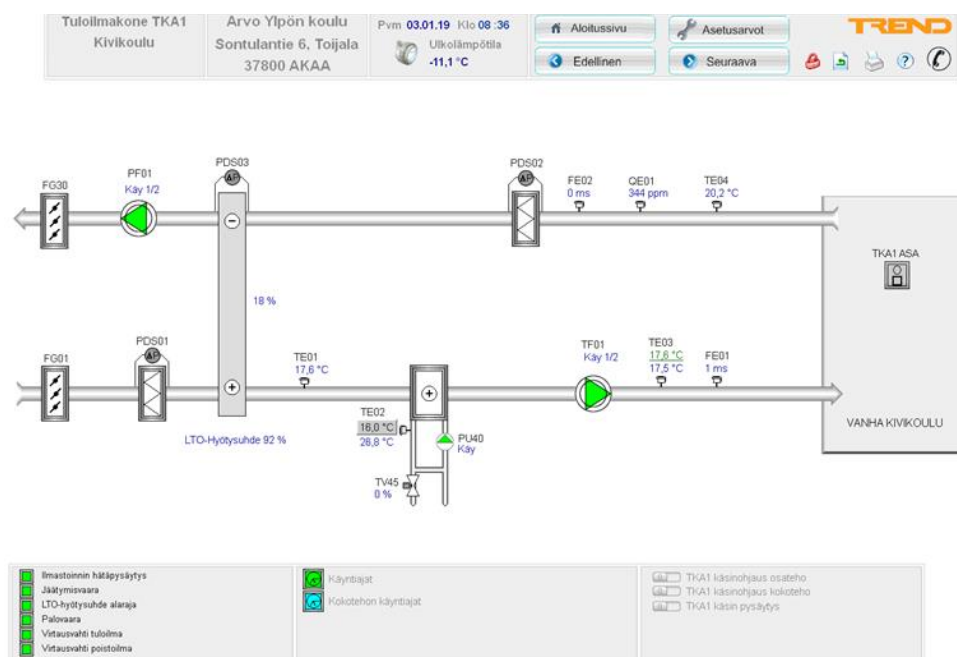
Suositlemme parantamaan yläpohjan ilmatiiviyyttä kattavasti. Korjaukset voidaan tehdä kiireettömästi yläpohjaan kohdistuvien muiden korjausten yhteydessä viimeistään rakennuksen seuraavassa peruskorjauksessa.

10 Ilmanvaihto ja sisäilma

10.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Rakennusta palvelee yksi keskitetty tulo- ja poistoilmanvaihtokone sekä yksi erillispoisto, joka palvelee wc-tiloja. Ilmanvaihtokone sijaitsee ullakolla iv-konehuoneessa.

Ilmanvaihtokoneita ohjataan keskitetyn Trend -rakennusautomaatiojärjestelmän avulla (Kuva 68). Ilmanvaihtokoneet käyvät niille asetettujen aikaohjelmien ja asetusten mukaisesti. Aikaohjelman mukaan tulo- ja poistoilmanvaihtokone käy jatkuvasti 1/1-nopeudella, mutta pakkasrajan (-10 °C) alittuessa koneen käyntiteho laskee. Puhaltimet ovat 2-nopeuspuhaltimia. Rakennusautomaatiojärjestelmän valvomografiikan ja toimintaselostuksen mukaan ilmanvaihtokone on varustettu CO₂-anturilla, joka on sijoitettu poistoilmakanavaan. Mittauksen ylittäessä asetusarvon (600 ppm), rakennusautomaatio ohjaa koneen 1/1-nopeudelle. WC-tiloja palveleva erillispoisto käy aikaohjelman mukaan päivittäin tehostetusti klo 6.00 – 21.00 ja muun ajan osateholla.



Kuva 68. Rakennusautomaatiojärjestelmän valvomografiikka.

Lähtötietojen mukaan rakennuksen ilmanvaihto on mitattu ja säädetty kokonaisuudessaan viimeksi vuonna 2015. Alakerran opetustilan (musiikkiluokka) ilmanvaihto on mitattu ja säädetty vuonna 2016. Yläkerran opetustilojen ilmanvaihto on mitattu ja säädetty kesällä 2017. Viimeisin ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ei selvinnyt lähtötietojen perusteella. Ilmanvaihtojärjestelmän suunnitelmat ovat vuodelta 2000. Ensimmäiseen kerrokseen on tehty tilamuutoksia vuonna 2011, mutta ilmanvaihtojärjestelmän osalta mahdollisia muutoksia ei ole tiedossa.

10.2 Ilmanvaihtokoneet

TKA1: TF01 / PF01

Palvelualue: koulutilat

Käyntiaika: 24h/vrk, 1/1-nopeudella

Suunnitellut ilmamäärät: +1200 l/s / +600 l/s, -1150 l/s / -600 l/s (iv-koneen kilpiarvot)

Mitatut ilmamäärät: +906 l/s, -891 l/s

Tulo- ja poistoilmavaihtokone TKA1 (Kuva 69) sijaitsee iv-konehuoneessa ullakolla. Ilmanvaihtokone on Kojä Oy:n valmistama palakone, joka on valmistettu v. 2000. Ilmanvaihtokonetta ohjataan keskitetyn rakennusautomaatiojärjestelmän avulla.

Ilmanvaihtokone on varustettu lämmöntalteenotolla, joka on toteutettu pyörivällä lämmönsiirtimellä. Ilmanvaihtokoneen tuloilmapuoli koostuu sulkupelistä, suodattimesta, lto-kiekosta, vesikiertoisesta lämmityspatterista sekä puhaltimesta. Poistoilmapuoli koostuu suodattimesta, lto-kiekosta ja puhaltimesta.



Kuva 69. Ilmanvaihtokone TKA1.

Ilmanvaihtokoneen TKA1 tarkastuksessa havaittuja asioita on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 70...Kuva 90).



Kuva 70. Ilmanvaihtokoneen kaikki huoltoluukut avattiin tarkastusta varten.



Kuva 71. Tuloilmapuhaltimen huoltoluukun tiiviste on osittain rikkoutunut.



Kuva 72. Raitisilmäpelti ei sulkeudu täydellisesti. Raitisilmäpellin ja tuloilmasuodattimen välisessä kammiossa on lunta.



Kuva 73. Raitisilma otetaan ilmanvaihtokoneelle punaisella ympyröidyn piipun kautta.



Kuva 74a ja b. Tuloilmasuodatin on melko likainen ja yksi pusseista on revennyt. Suodatusluokka on F7.



Kuva 75. Tuloilmasuodattimen kammiossa on kosteuden aiheuttamia jälkiä. Suodatinkehikon tiivisteet ja lukitukset ovat kunnossa. Lto-kiekkokone on siistissä kunnossa.



Kuva 76a ja b. Lto-kiekon harjatiivisteet ovat kuluneet lähes olemattomiksi. Kiekon ohi pääsee syntymään ohivirtausta. Lto-kiekkoa pyörittävä vetohihna on melko löysä.



Kuva 77. LTO-kammion pohjalla on öljyä.



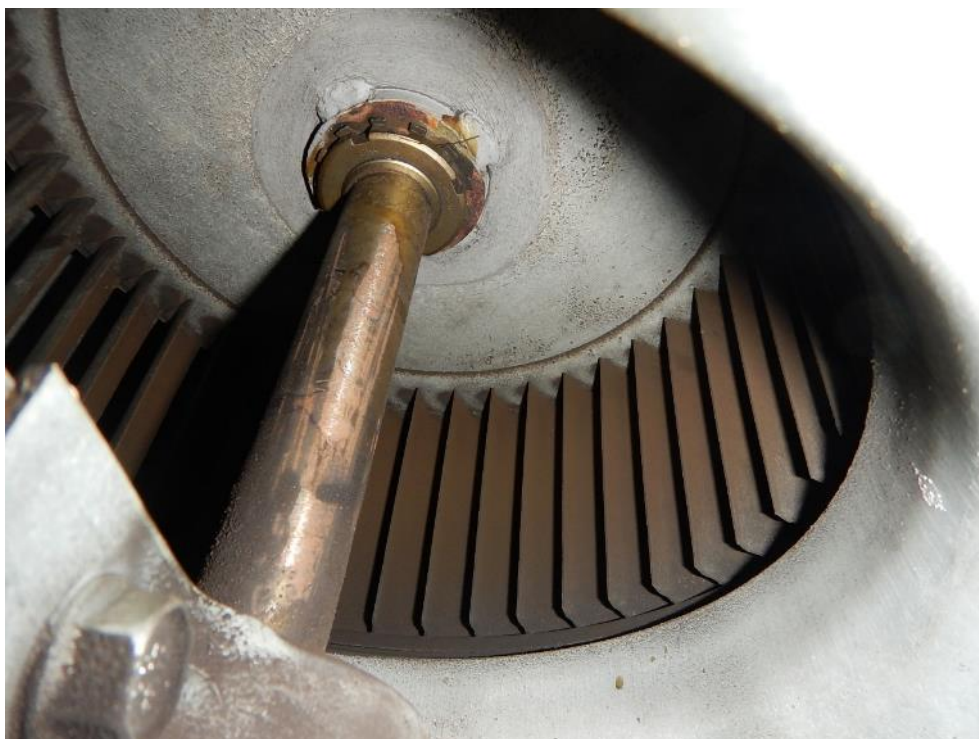
Kuva 78. Lto:n ja lämmityspatterin välissä on hieman irtoroskia.



Kuva 79a ja b. Lämmityspatterissa on hieman kolhuja ja likaa. Kammiossa on irtoroskaa.



Kuva 80. Tuloilmapuhallin. Hihna on hieman kulunut.



Kuva 81. Tuloilmapuhaltimessa on pinttynyttä pölyä.



Kuva 82. Tuloilmapuhaltimen kammiassa on irtoroskia.



Kuva 83. Tuloilmakammio on siistissä kunnossa, vain hieman pölyä. Eristeen ja reikäpellin välissä on muovi, mikä estää kuitujen kulkeutumisen eristeestä tuloilmaan.



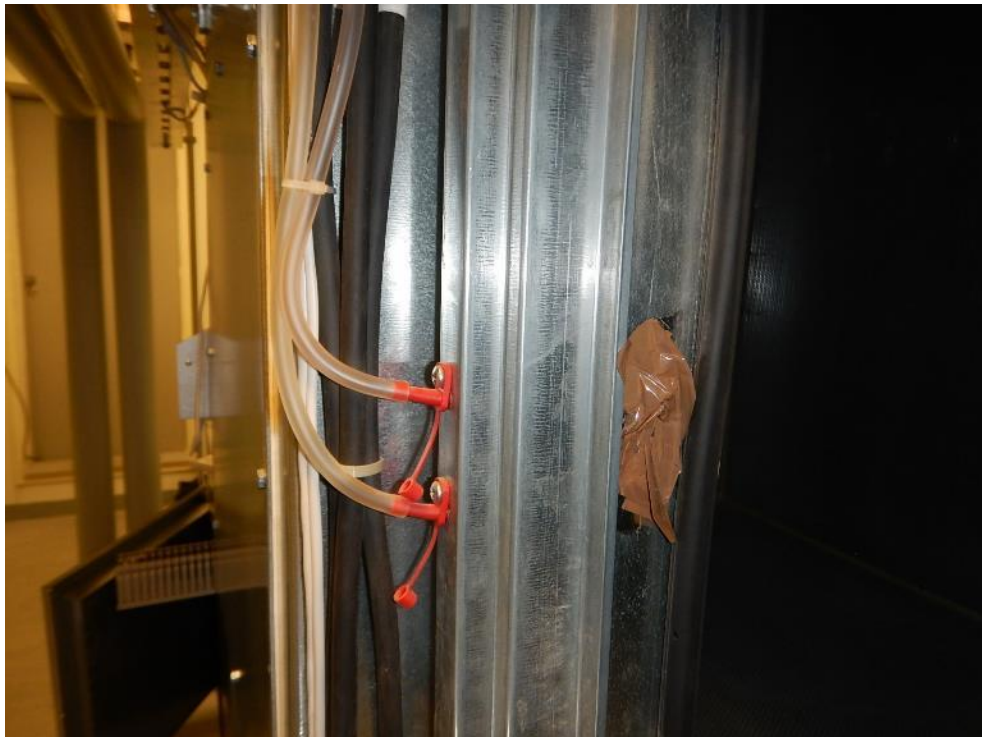
Kuva 84. Poistoilmakammio on siisti, mutta hieman pölyinen. Lämpivientejä ei ole tiivistetty.



Kuva 85. Poistoilmasuodattimen kehikon tiivisteet ja lukitukset ovat hyvässä kunnossa. Kammio on pölyinen.



Kuva 86. Poistoilmasuodatin on hieman pölyinen. Suodatusluokka on M5.



Kuva 87. Poistoilmasuodattimen paine-eromittauksen toinen mittausletku on tukittu. Paine-eromittaus ei kerro todellista suodattimen paine-eroa.



Kuva 88. Lämmöntalteenoton ja poistoilmapuhaltimen välillä kammiossa on irtoroskaa.



Kuva 89. Poistoilmapuhaltimen hihnassa on pieniä murtumia.



Kuva 90. Poistoilmapuhaltimessa on pinttynyttä pölyä.

TKA1, toimenpide-ehdotukset

- Lumisiepparin asentaminen raitisilma-aukkoon, ettei lumi pääse kulkeutumaan raitisilmakammioon
- rikkiäisen tuloilmasuodattimen uusiminen
- lto-kiekon harjatiivisteiden uusiminen ja vetohihnan kiristäminen
- tuloilmakammion läpivientien tiivistäminen
- suodattimien paine-eromittareiden korjaaminen/uusiminen
- poistopuhaltimen hihnan uusiminen
- ilmanvaihtokoneen sisäosien puhdistus
- huoltoluukkujen tiivisteiden tarkastaminen ja tarpeenmukainen uusiminen

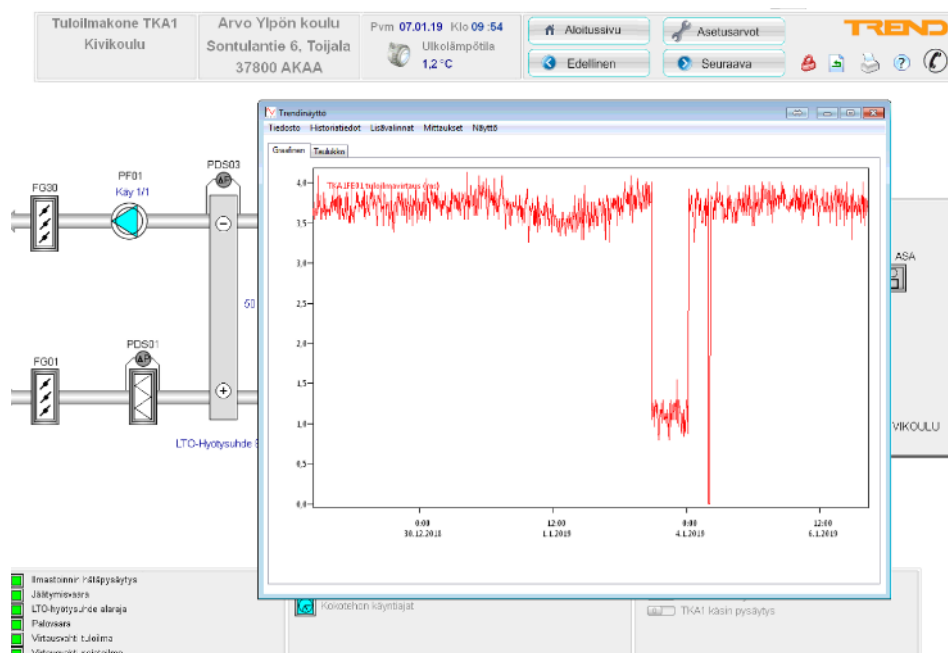
10.3 Ilmamäärämittaukset

Ilmanvaihtokoneen kokonaisilmamäärät mitattiin ilmanvaihtokanavien säätöpeltien mittaussyhteistä paine-eron perusteella. Mittausten aikana ilmanvaihtokone kävi 1/1-nopeudella. Mittauksen tulos on esitetty alla olevassa taulukossa (*Taulukko 4*). Vertailuarvot ovat ilmanvaihtokoneen kilpiarvoja. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan sallittu järjestelmäkohtainen poikkeama suunnitelluista ilmavirroista on $\pm 10\%$. Sallittua poikkeamaa isommat erotukset on maalattu taulukossa vaaleansinisellä.

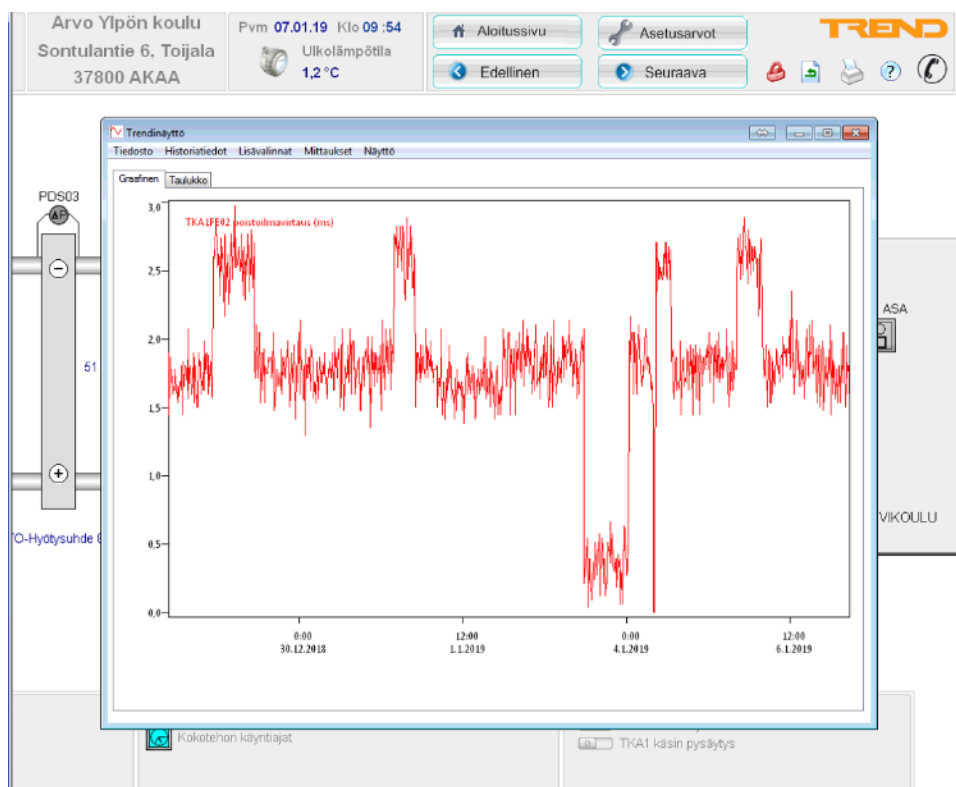
Taulukko 4. Ilmanvaihtokoneen TKA1 kokonaisilmamäärämittauksen 4.1.2019 tulokset.

KONE	TULOILMA (l/s)			POISTOILMA (l/s)		
	Suun. (kilpi)	Mit. (4.1.19)	ERO (%)	Suun. (kilpi)	Mit. (4.1.19)	ERO
TKA1	1200	906	-25 %	1150	891	-23 %

Rakennusautomaatiojärjestelmän trendiseurannan perusteella ulkolämpötilan laskeessa alle pakkasrajan, sekä tulo, että poistoilmavirtausta kuvaava suure (m/s) laskee n. neljännekseen (Kuva 91 ja Kuva 92). Tarkastuksessa ei saatu varmuutta luvun ja todellisten ilmamäärien yhtenevyyksistä.



Kuva 91. Trendiseuranta tuloilmavirtauksen mittauksesta. Pakkasrajan alittuessa (3.1.2019) tuloilmavirtaus laskee arvosta 4ms -> 1ms.



Kuva 92. Trendiseuranta poistoilmavirtauksen mittauksesta. Pakkasrajan alittuessa (3.1.2019) poistoilmavirtaus laskee arvosta ~2ms -> ~0,5ms. Poistoilmavirtauksen nousut eivät olleet säännöllisiä, eikä niille löydetty tarkastuksen yhteydessä selitystä ilmanvaihtokoneen ohjauksesta.

Tilakohtaiset ilmamäärämittaukset suoritettiin tutkimussuunnitelman mukaisesti neljään tilaan, kahteen molemmista kerroksista. Mitattavat tilat valittiin sillä perusteella, että niissä suoritettiin myös sisäilman olosuhdeseurantamittauksia. Mittausten tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 5). Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan sallittu tilakohtainen poikkeama suunnitelluista ilmavirroista on $\pm 20\%$. Sallittua poikkeamaa isommat erotukset on maalattu taulukossa vaaleansinillä.

Taulukko 5. Tilakohtaisten ilmamäärämittausten 4.1.2019 tulokset.

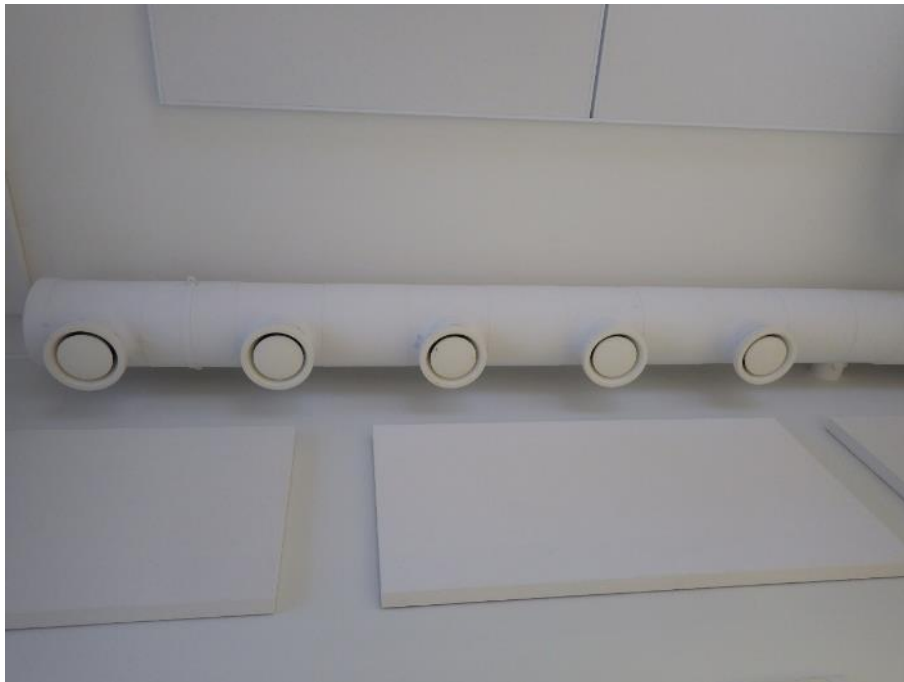
TILA	TULOILMA (l/s)			POISTOILMA (l/s)		
	Suun. (v.-00)	Mit.(4.1.19)	ERO (%)	Suun. (v.-00)	Mit.(4.1.19)	ERO (%)
LUOKKATILA 202	180	98	-46 %	-170	-168	-1 %
LUOKKATILA 207	180	84	-53 %	-180	-82	-54 %
MUSIIKKILUOKKA 103	210	251	20 %	-210	-151	-28 %
TERVEYDENHOITAJA	45	37	-18 %	-45	-26	-42 %

10.4 Kanavistot ja ilmanjako

Ilmanvaihtokanavat ovat sinkittyjä peltikanavia. Tilojen ilmanjako on toteutettu kattohajottajille (Kuva 93). Poistoilmakanavien päätelaitteet ovat kartioventtiileitä (Kuva 94).



Kuva 93. Tuloilma tuodaan tiloihin kattohajottajien kautta.



Kuva 94. Kartioventtiileitä poistoilmakanavassa.

Osassa luokkatiloista oli ilmanpuhdistajia (Kuva 95), jotka kierrättävät ja suodattavat sisäilmaa. Ohjeistuksen mukaan laitetta pidetään tilankäytön ulkopuolella täydellä teholla ja käytön aikana osateholla.



Kuva 95. Ilmanpuhdistaja, joka kierrättää ja puhdistaa sisäilmaa.

Kanaviston puhtautta tarkasteltiin pistokoemaisesti ilmamäärämittausten yhteydessä tarkastusluukkujen kautta.



Kuva 96. Luokkatilan 103 tuloilmakanava on siisti, hieman pölyinen.

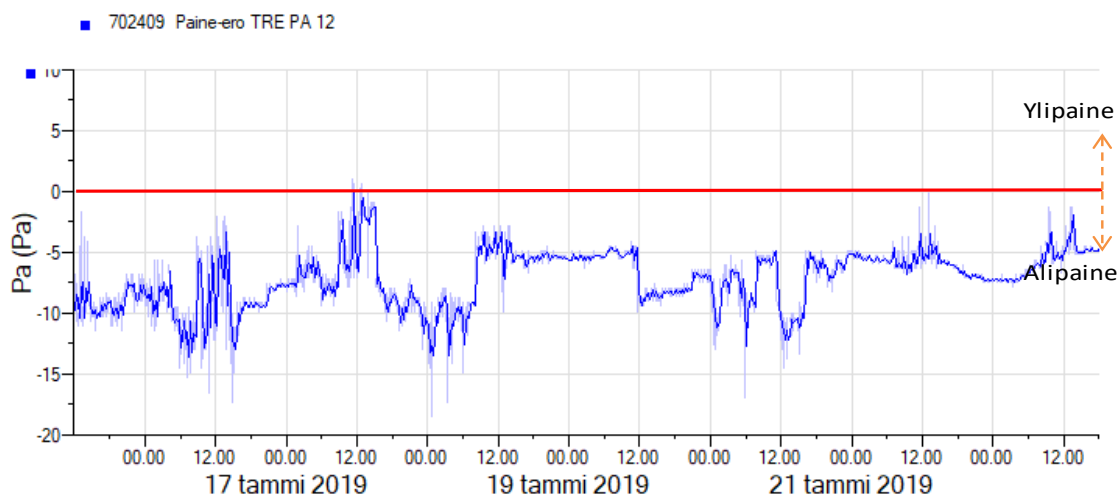


Kuva 97. Luokkatilan 207 tuloilmakanava on siisti.

10.5 Paine-eron seurantamittaukset

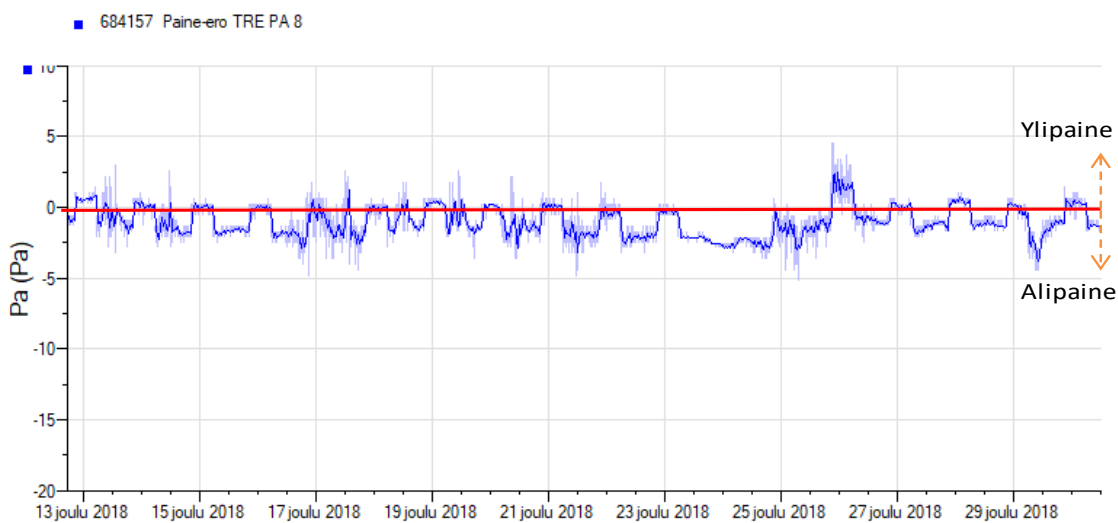
Sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin seurantamittauksena luokkatiloista 202, 207 & 103 sekä terveydenhoitajan työhuoneesta 117. Seurantamittaukset suoritettiin aikavälillä 12. – 30.12.2018. Yläaulan ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin aikavälillä 18. – 30.12.2018. Tilojen 202 ja 117 mittaus suoritettiin aikavälillä 15. – 23.1.2019. Seurantamittausten tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (*Kuvaaja 1...Kuvaaja 5 Kuvaaja 5*).

TRE PA 12



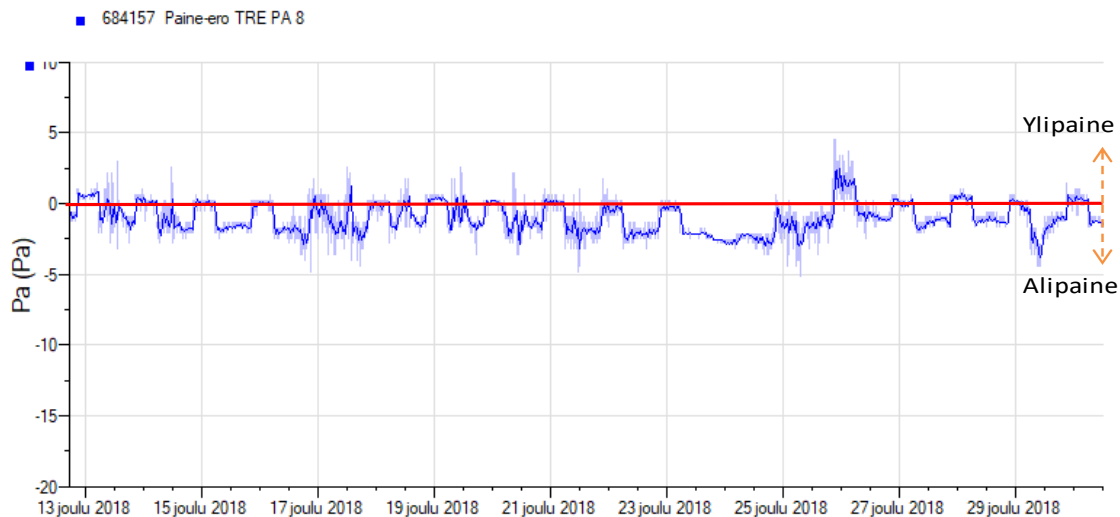
Kuvaaja 1. Luokkatilan 202 paine-ero ulkoilmaan nähden aikavälillä 15. – 23.1.2019.

TRE PA 8



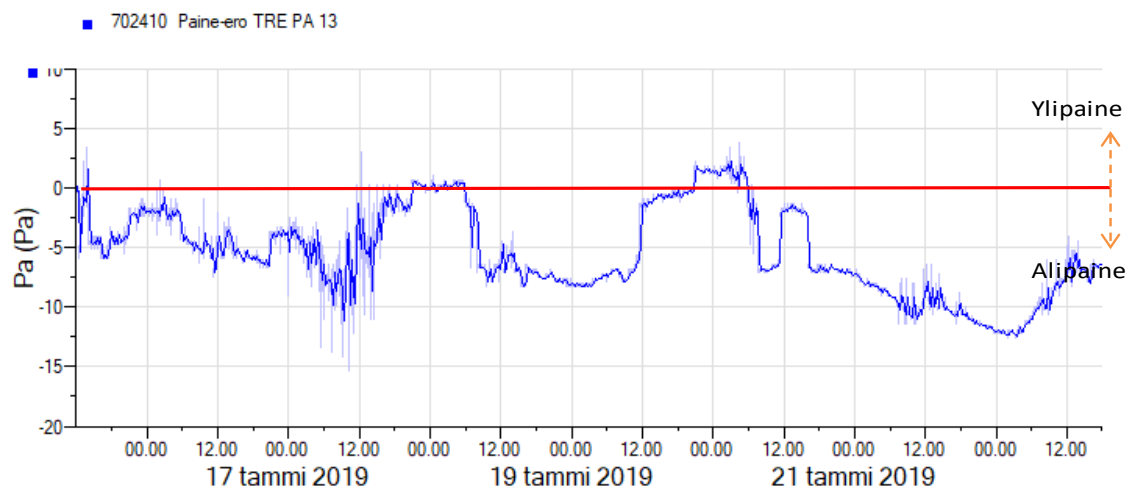
Kuvaaja 2. Luokkatilan 207 paine-ero ulkoilmaan nähden aikavälillä 12. – 30.12.2018.

TRE PA 8

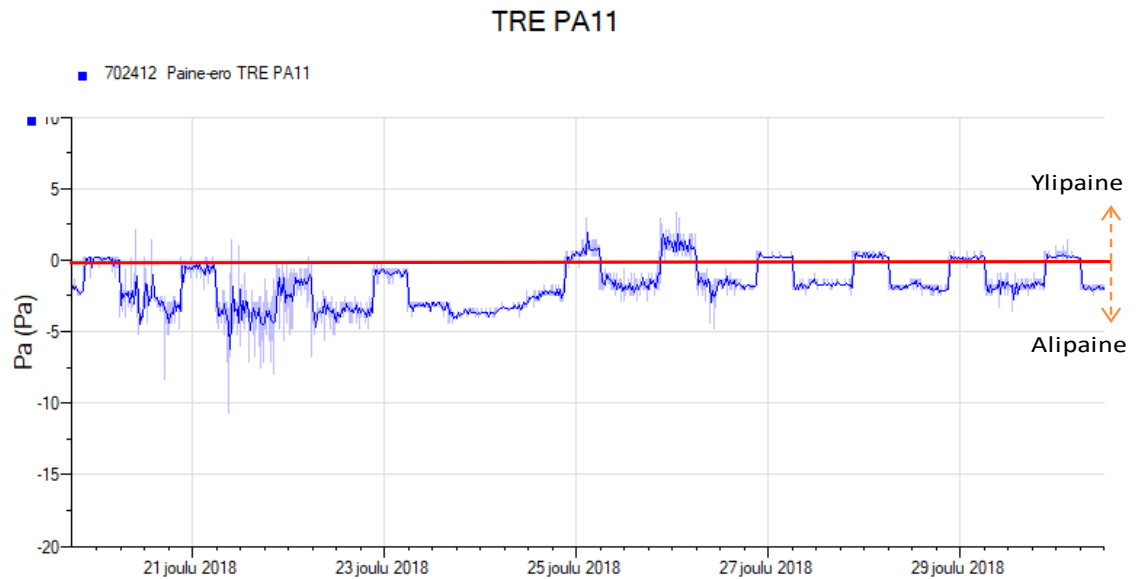


Kuvaaja 3. Luokkatilan 103 paine-ero ulkoilmaan nähden aikavälillä 12. – 30.12.2018.

TRE PA 13



Kuvaaja 4. Terveystieteiden työhuoneen 117 paine-ero ulkoilmaan nähden aikavälillä 15. – 23.1.2019.

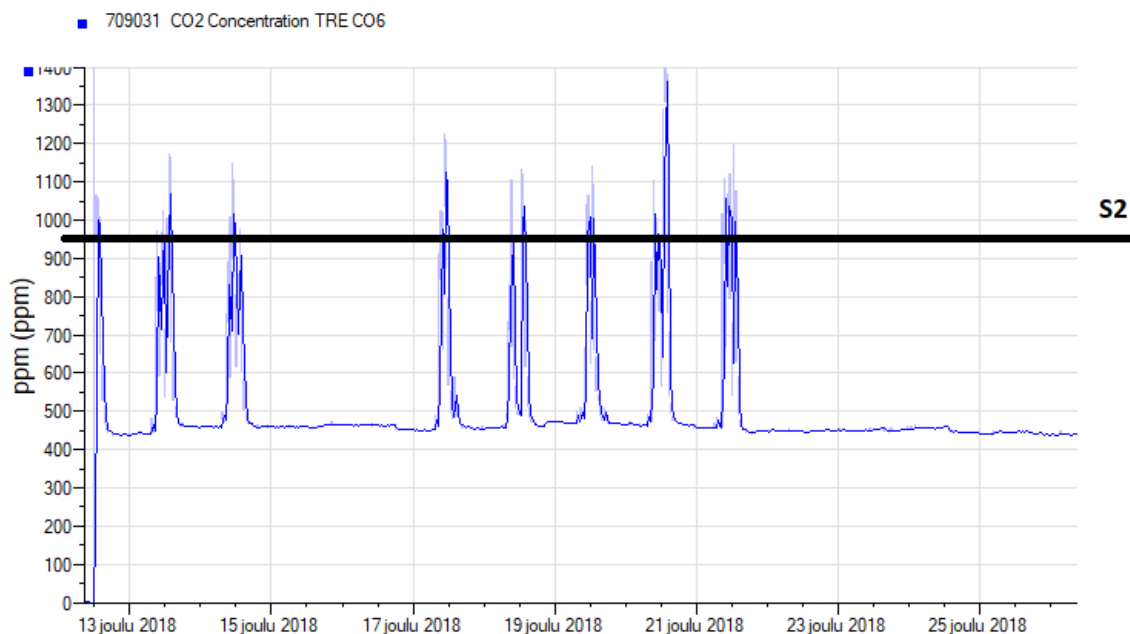


Kuvaaja 5. Yläaulan paine-ero ulkoilmaan nähden aikavälillä 18.12 – 30.12.2018.

10.6 Hiilidioksidin seurantamittaukset

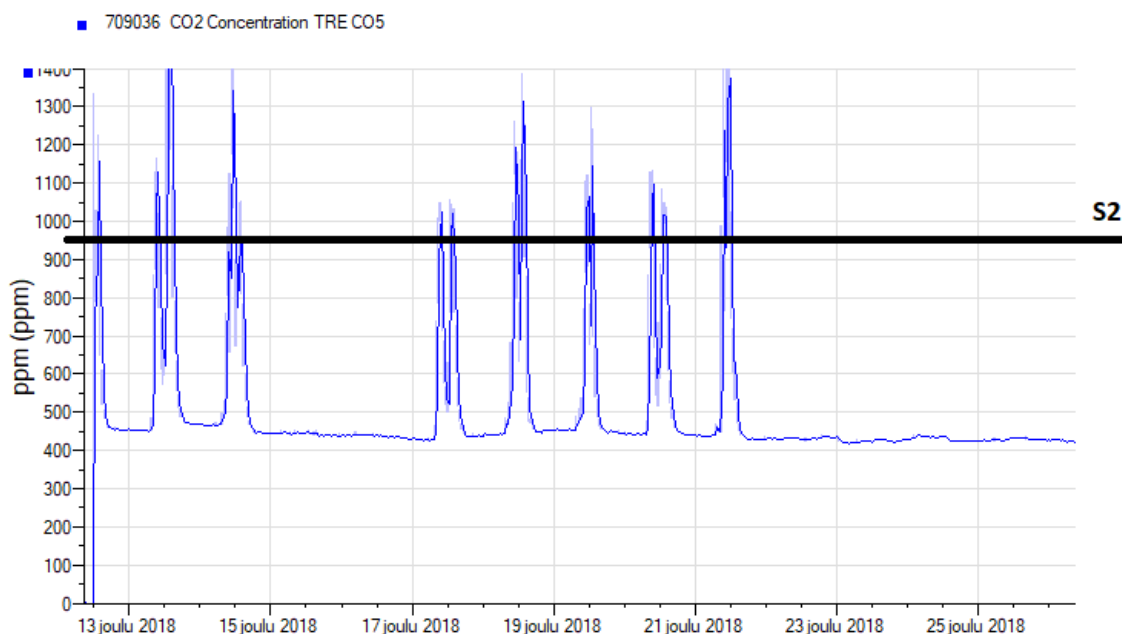
Tilojen hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksia tehtiin luokkatiloissa 202, 207 & 103 sekä terveydenhoitajan työhuoneessa 117 aikavälillä 12. – 26.12.2018. Kuvaajiin on merkitty sisäilmastoluokan S2 (hyvä sisäilmasto) mukainen hiilidioksidipitoisuuden raja-arvo 950 ppm: S2 (hyvä sisäilmasto, hiilidioksidipitoisuuslisä <550 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm). Hiilidioksidipitoisuuksien seurantamittausten tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (Kuvaaja 6...Kuvaaja 9).

TRE CO6



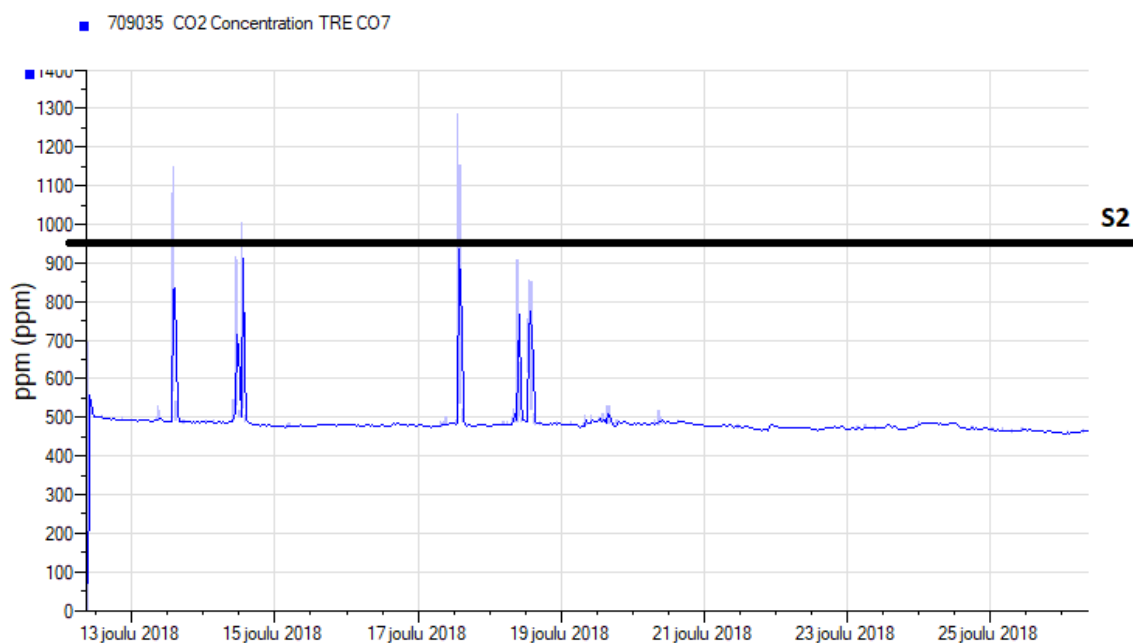
Kuvaaja 6. Luokkatilassa 202 suoritettujen hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksen kuvaaja aikavälillä 12. – 26.12.2018.

TRE CO5



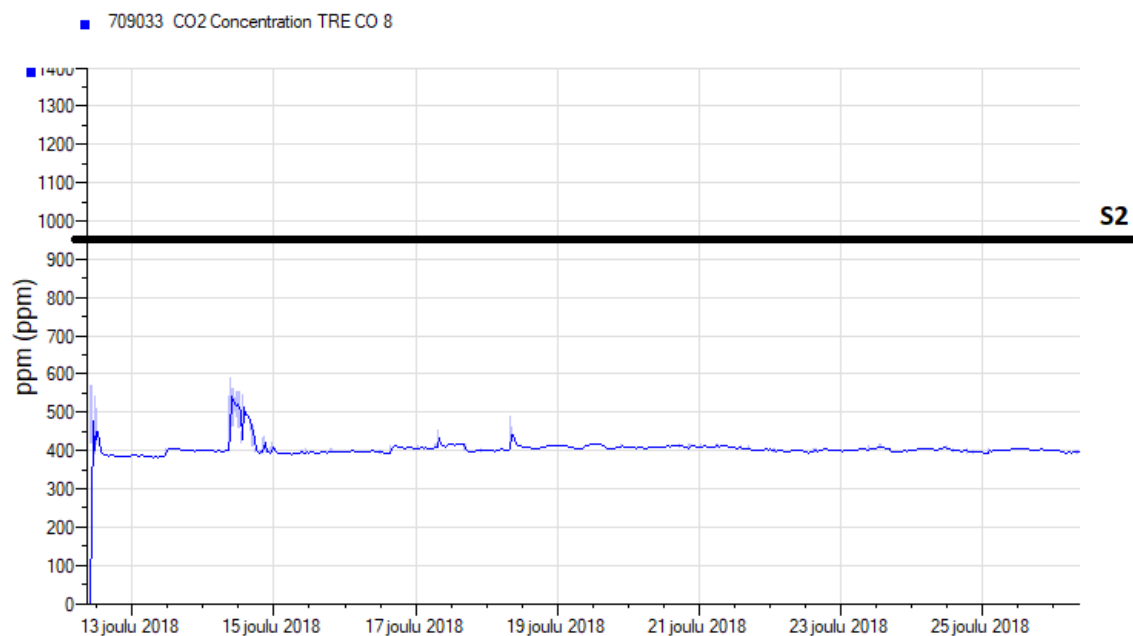
Kuvaaja 7. Luokkatilassa 207 suoritettujen hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksen kuvaaja aikavälillä 12. – 26.12.2018.

TRE CO7



Kuvaaja 8. Luokkatilassa 103 suoritettujen hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksen kuvaaja aikavälillä 12. – 26.12.2018.

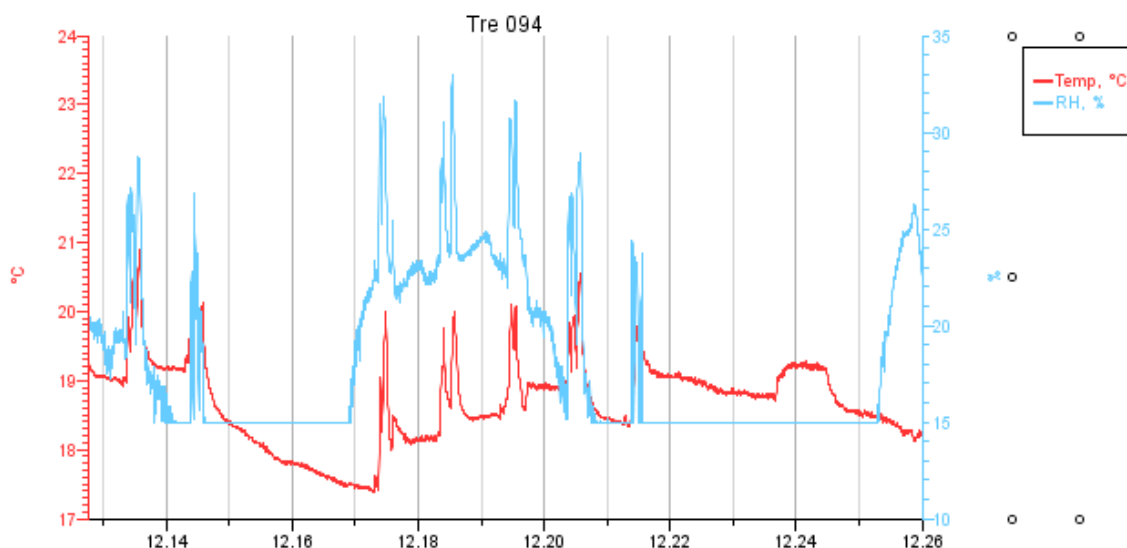
TRE CO 8



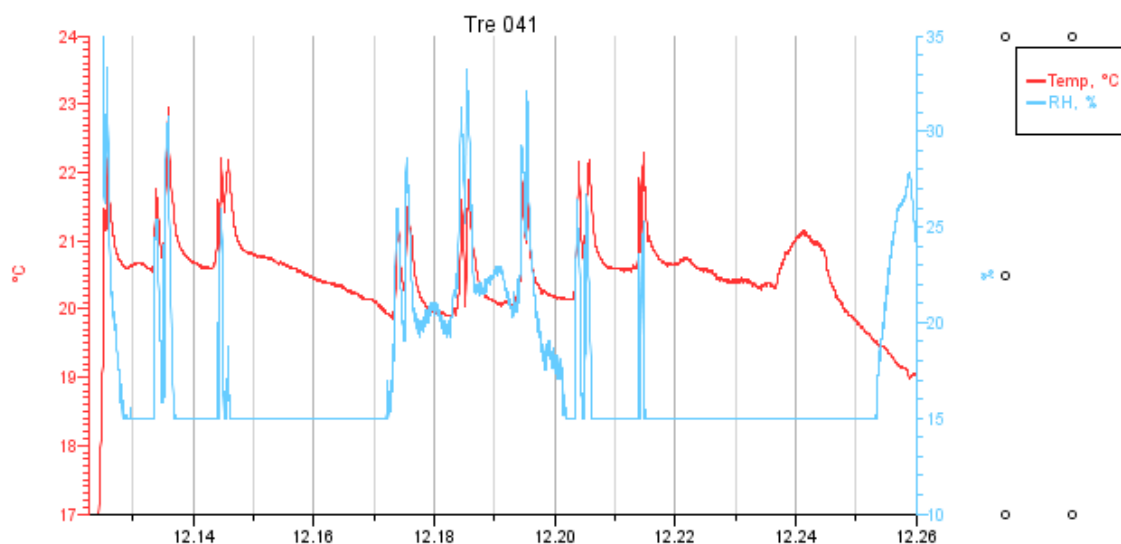
Kuvaaja 9. Terveystieteiden työhuoneessa 117 suoritettujen hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksen kuvaaja aikavälillä 12. – 26.12.2018.

10.7 Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset

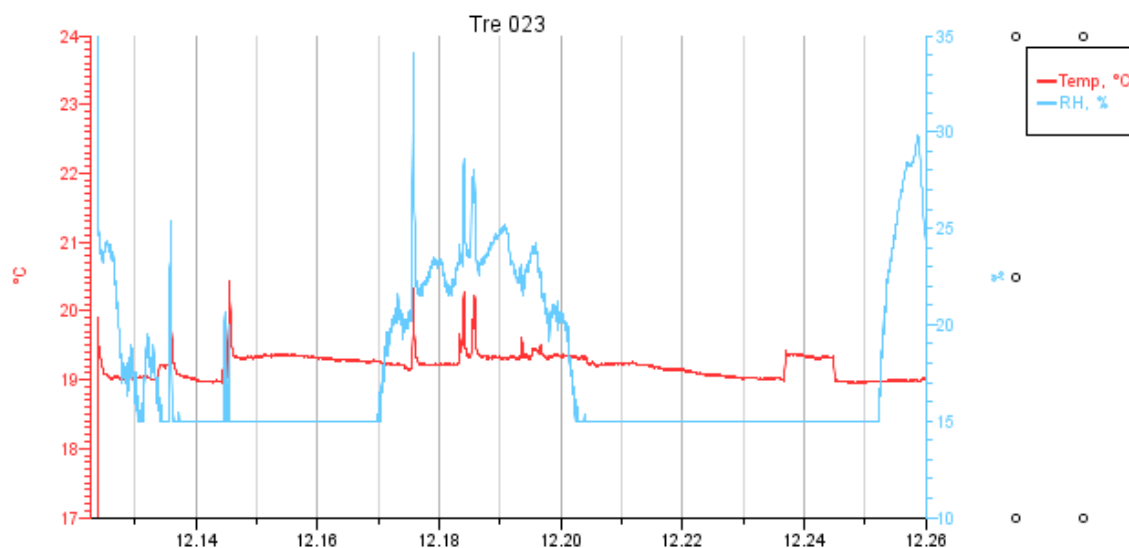
Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset suoritettiin luokkatiloissa 202, 207 & 103 sekä terveydenhoitajan työhuoneessa 117 aikavälillä 12. – 26.12.2018. Seurantamittausten tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (Kuvaaja 10...Kuvaaja 13).



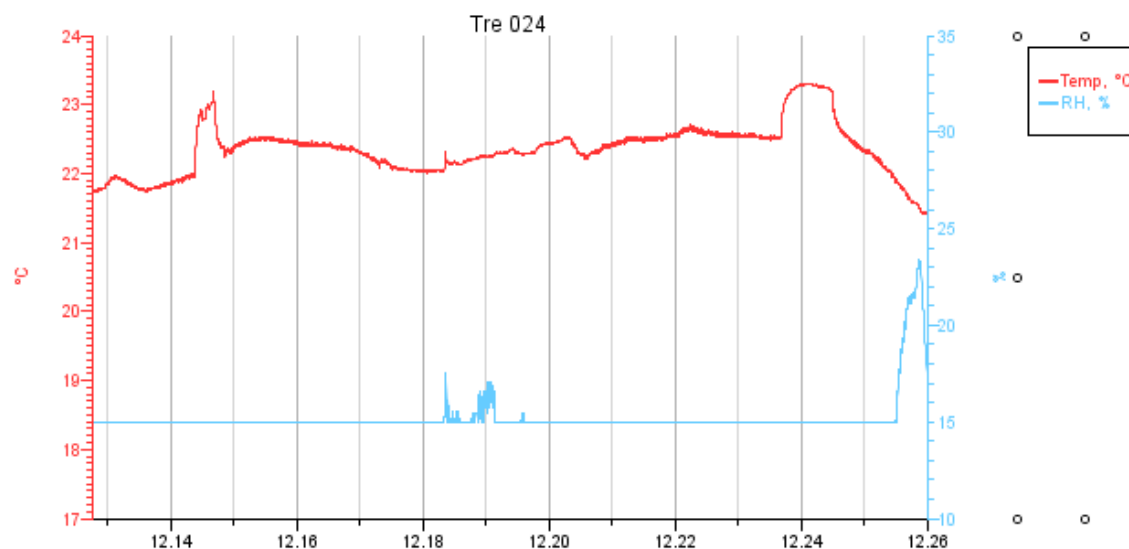
Kuvaaja 10. Luokkatilan 202 sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittauksen kuvaaja aikavälillä 12. - 26.12.2018. Suhteellisen kosteuden mittausväli on 15% - 95%, joten kuvaajan vaakasuorien ajankohtien aikana todellinen suhteellinen kosteus on välillä 0% – 15%.



Kuvaaja 11. Luokkatilan 207 sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittauksen kuvaaja aikavälillä 12. - 26.12.2018. Suhteellisen kosteuden mittausväli on 15% - 95%, joten kuvaajan vaakasuorien ajankohtien aikana todellinen suhteellinen kosteus on välillä 0% – 15%.



Kuvaaja 12. Luokkatilan 103 sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seuranta-
mittauksen kuvaaja aikavälillä 12.- 26.12.2018. Suhteellisen kosteuden mittausväli on
15% - 95%, joten kuvaajan vaakasuorien ajankohtien aikana todellinen suhteellinen
kosteus on välillä 0% – 15%.



Kuvaaja 13. Terveystieteiden työhuoneen 117 sisäilman lämpötilan ja suhteellisen
kosteuden seuranta-
mittauksen kuvaaja aikavälillä 12.- 26.12.2018. Suhteellisen kos-
teuden mittausväli on 15% - 95%, joten kuvaajan vaakasuorien ajankohtien aikana to-
dellinen suhteellinen kosteus on välillä 0% – 15%. Tilassa oli sähkökäyttöinen lisäläm-
mitin, mutta sen käytöstä ei ole tarkempaa tietoa.

10.8 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokoneet

Ilmanvaihtokone on vuodelta 2000. Tehtyjen havaintojen perusteella sillä arvioidaan olevan teknistä käyttöikää jäljellä n. 5-10 vuotta. Ilmanvaihtokone on pääosin hyvässä kunnossa, mutta siinä havaittiin joitain sen toimintaan ja mahdollisesti sisäilman laatuun vaikuttavia puutteita.

Pyörivän lämmöntalteenottokennon harjatiivisteet ovat jo niin kuluneet, että ne mahdollistavat ohivirtauksien synnyn lämmöntalteenottokennon ohi ja samalla mahdollistavat epäpuhtauksien kulkeutumisen poistoilmasta takaisin tuloilmaan. Suosittelemme uusimaan harjatiivisteet seuraavan huollon yhteydessä.

Ilmanvaihtokoneen raitisilmanotto on toteutettu piipun kautta, mikä mahdollistaa lumen kulkeutumisen raitisilmakanavaan. Ilmanvaihtokoneeseen kulkeutuva lumi voi tukkia suodattimen, heikentäen koko koneen toimintakykyä. Suosittelemme asentamaan piippuun lumisiepparin, joka estää lumen pääsyn raitisilmakammioon.

Tuloilmakammioon asennettujen antureiden läpivientejä ei ole tiivistetty. Kammion eristeenä olevasta mineraalivillasta on mahdollista kulkeutua kuituja tuloilman kautta sisäilmaan. Suosittelemme läpivientien tiivistämistä.

Tuloilmasuodatin oli revennyt. Analogisen poistoilmasuodattimen paine-eromittarin toinen mittausyhde on tulpattu, joten paine-eromittari näyttää vääristynyttä tilannetta. Suosittelemme uusimaan suodattimen sekä korjaamaan ja kalibroimaan nykyiset paine-eromittarit. Analogiset paine-eromittarit suositellaan kalibroitavaksi joka suodatinvaihdon yhteydessä. Vaihtoehtoisesti analogiset painemittarit suositellaan vaihdettavaksi digitaalisiin mittareihin ja liitettäväksi rakennusautomaatiojärjestelmään.

Koneessa havaittiin hieman epäpuhtauksia. Suosittelemme puhdistamaan koneen sisäosat huolellisesti vähintään joka toisen suodatinvaihdon yhteydessä. Suodattimien vaihdon yhteydessä tulee varmistaa, että suodattimet ovat tiiviisti paikallaan ja huolto-
luukkujen tiivisteet ja lukitukset ovat ehjät ohivirtausten estämiseksi.

Rakennusautomaatiovalvomon grafiikkakuvassa poistoilmakanavaan merkittyä, hiilidioksidianturi QE01:sta ei paikallistettu tarkastuksessa. QE01 mittaus vaihtelee trendiseurannan perusteella pääosin 300 – 400 ppm välillä, mikä viittaa vioittuneeseen anturiin, koska ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on ~ 400 ppm ja sisäilman seurantamittauksen perusteella hiilidioksidipitoisuus ei laske alle 400 ppm seurantajakson aikana. Suosittelemme uusimaan hiilidioksidianturin QE01. Mikäli anturia ei todellisuudessa ole, niin suosittelemme päivittämään rakennusautomaatiojärjestelmän valvomografiikan todellisuutta vastaavaksi. Samalla suositellaan ilmapirtausta kuvaavan mittaussuureen päivittämistä informatiivisempaan muotoon. Ilman nopeutta (m/s) hyödyllisempi tieto olisi ilman määrä, eli tilavuusvirta (l/s).

Poistoilmavirtauksen satunnaisille nousuille ei löydetty selitystä tarkastuksen yhteydessä. Hiilidioksidipitoisuuden tehostusraja-arvo on 600 ppm, joten trendiseurannan perusteella sen osuus voidaan sulkea pois. Suosittelemme lisäselvityksenä antureiden tarkastusta ja poistoilmakanavien paine-eron seurantamittauksia vähintään viikon mittaiselle ajalle.

Suosittellemme tekemään ilmanvaihtokoneelle kohdassa 10.2 Ilmanvaihtokoneet esitetyt huoltotoimenpiteet viimeistään seuraavan suodattimien vaihdon yhteydessä.

Ilmamäärät ja sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Mitatut kokonaisilmamäärät jäävät koneen kilpiarvoista vajaiksi n. 25% sekä tulo-, että poistoilmavirran osalta. Suosittelemme selvittämään, onko puhaltimien hihnapyörien kokoa muuttamalla mahdollista nostaa koneen ilmamääriä.

Tilakohtaiset ilmamäärät poikkeavat pääosin reilusti suunnitelluista ilmamääristä. Osa tiloista on alle, ja osa yli suunniteltujen ilmamäärien. Suositeltava tuloilmamäärä yhtä henkilöä kohden opetustilassa on 6 l/s. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 6) on esitetty mitattujen tilojen ryhmäkoot, joiden palvelemiseen tilan nykyinen ilmanvaihto olisi riittävä.

Taulukko 6. Nykyisen Ilmanvaihdon ”sallima” ryhmä koko tiloissa.

TILA	Hiöä
LUOKKATILA 202	16
LUOKKATILA 207	14
MUSIIKKILUOKKA 103	42

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 ilmanvaihtuvuuden riittävyyttä kuormitukseen nähden.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STM 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista) mukaan hiilidioksidipitoisuuden osalta toimenpiderajatarvo ylittyy, mikäli sisäilman pitoisuus ylittää 1500 ppm (1150 ppm korkeampi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus). Sisäilmaluokitus 2018 mukaan sisäilman laatu on S2 luokkaa, kun sisäilman hiilidioksidipitoisuus on alle 550 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus 90 % käyttöajasta. Tämä tarkoittaa käytännössä hiilidioksidipitoisuutta, joka on alle 950 ppm. Parhaan sisäilmastoluokan S1 rajana pidetään 350 ppm ulkoilman hiilidioksidipitoisuutta suurempaa hiilidioksidipitoisuuden arvoa. Tämä tarkoittaa käytännössä hiilidioksidipitoisuutta, joka on alle 700 ppm. Tyydyttävän sisäilmaluokan S3 yläraja on 1150 ppm.

Hiilidioksidipitoisuudet nousivat yläkerran luokkatiloissa oletetun käytön aikana päivittäin reilusti S2-luokkaa edellyttävän tason yläpuolelle, mikä kertoo käyttöön nähden riittämättömästä ilmanvaihdesta. Muissa tiloissa hiilidioksidipitoisuudet pysyivät pääosin S2-luokkaa edellyttävän tason alapuolella. Kohonnut hiilidioksidipitoisuus voidaan aistia tiloissa tunkkaisuutena. Ilmamäärämittaukset tukevat hiilidioksidipitoisuusmitausten tuloksia.

Säätö- ja mittauspöytäkirjojen perusteella rakennuksen ilmanvaihtoa on viimeisinä kertoina säädetty ja mitattu vain osittain, millä saattaa olla olennaista vaikutusta järjestelmän epätasapainoon. Suosittelemme tekemään ilmanvaihtojärjestelmän tasapainotuksen ilmanvaihtokoneen seuraavan perushuollon jälkeen.

Kanavistot, päätelaitteet ja ilmanjako

Tarkastuksen perusteella kanavisto on siistissä kunnossa, mutta se on silti syytä puhdistaa ennen ilmanvaihtojärjestelmän tasapainotusta. Tuloilma tuodaan tiloihin kattohajottajien kautta, jotka on aseteltu siten, että tuloilma huuhtelee hyvin koko tilaa.

Sisäilman olosuhteet

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.

Sisäilman suhteellinen kosteus on mitatuissa tiloissa vuodenaikaan nähden tavanomaisella tasolla eli melko kuivaa. Luokkatiloissa 202 ja 103 lämpötila on hieman alhainen. Muissa mitatuissa tiloissa lämpötila oli pääosin normaalilla tasolla. Suosittelemme tarkastamaan tilojen lämmityspattereiden toiminnan.

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.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STM 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista) mukaan huonetilojen ollessa yli 15 Pa alipaineisia tulee alipaineisuuden syy selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa. Kokemuksemme mukaan sisäilman laadun kannalta tulisi kuitenkin pyrkiä lähelle tasapaineista tilannetta tai sisäilman vain lievään alipaineisuuteen ulkoilmaan nähden.

Ilmanvaihtojärjestelmän epätasapaino aiheuttaa sen, että osa tiloista on alipaineisia ja osa ylipaineisia ulkoilmaan nähden. Alipaineisissa tiloissa sisäilmaan voi kulkeutua rakenteiden tai muiden käyttötilojen kautta epäpuhtauksia heikentäen sisäilman laatua. Ylipainetilassa on taas sisäilman kosteuden mahdollista päästä rakenteisiin, missä se voi kylmän pinnan kohdatessaan tiivistyä vedeksi, aiheuttaen kosteusvaurion riskin.

Wc-tiloja palvelevan huippuimurin toiminta aiheuttaa painesuhteisiin n. 2 Pa:n vaihtelua. Vaihtelu katsotaan vähäiseksi, eikä aiheuta toimenpiteitä.

Rakennus tulee säätää mahdollisimman tasapaineiseksi tai vain lievästi alipaineiseksi. Ilmanvaihtojärjestelmän tasapainotuksella päästään nykytilannetta merkittävästi parempaan tilanteeseen. Ilmanvaihtojärjestelmän tasapainotuksen jälkeen suosittelemme varmistamaan rakennuksen painesuhteet vähintään viikon mittaisella seurantamittauksella.

11 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 kosteuspitoisuuksiin sekä mahdollisiin haitta-aine-esiintymiin. Arviointi kattaa rakennuksen oleskelutilat.

Rakennukseen on 2010-luvulla toteutettu mm. alapohjarakenteen uusimista (n. 2/3 rakenteesta), välipohjien korjauksia kahdessa tilassa sekä tehty tilamuutoksia. Viimeisin kattava peruskorjaus on toteutettu vuonna 2000.

Kohteessa on tehty sisäilmastokysely vuonna 2018. Kysely on kuitenkin toteutettu tavalla, johon ei löydy luotettavaa vertailuaineistoa, eikä kivikoulua ole erotettu omaksi vastausryhmäkseen, joten kyselyn tuloksia ei ole pystytty huomiomaan kokonaisarvioinnissa.

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

Materiaalinäytteiden mikrobianalyysijä on tämän tutkimuksen yhteydessä tehty yhteensä 9 kpl, joista 7:sta ei analysoitu mikrobikasvua materiaalissa ja kahdessa analysoitiin epäily mikrobikasvusta materiaalissa. Kaksi näytettä, joissa esiintyi epäily mikrobikasvusta, ovat vanhoista orgaanisista täyttökerroksista, joissa voi luonnostaankin olla paljon mikrobeja ilman että kyseessä on kosteusvaurio.

Rakenteita ja niiden kuntoa on selvitetty kattavasti rakenneavauksin ja materiaalinäyttein. Alkuperäisen alapohjarakenteen maa-aineksessa sekä bitumiliimakerroksen pinnassa havaittiin voimakas mikrobiperäinen (maakellarimainen) haju. Muissa alapohjien rakenneavauksissa havaittiin maaperästä vähäinen poikkeava haju. Välipohjissa havaittiin yksittäinen vähäinen vanha lahovaurio välipohjan kannatinpalkin pinnassa sekä vähäiseen mikrobikasvuun viittaavaa tummentumista lattian lastulevyn reunassa (todennäköisesti siivousvesien aiheuttamaa). Vesikaton alusrakenteissa on monin paikoin paikallisia kosteusvaurioita vesivuotokohtien kohdilla. Yksittäisessä vuotokohdassa kosteusvauriot yltävät yläpohjan lämmöneristekerroksen yläosaan.

B. Ilmayhteys ja paine-erot

Kaikissa rakenteissa on rakennusajalle tyypillisesti melko yleisesti ilmatiiviyspuutteita. Kaikissa alapohjarakenteissa havaittiin systemaattisia ilmatiiviyspuutteita. Paikoin ilmatiiviyspuutteet ovat merkittäviä. Ilmatiiviyspuutteiden johdosta epäpuhtauksia pääsee kulkeutumaan rakennukseen erityisesti maaperän kautta sekä yläpohjan paikallisen vesivuodon aiheuttaman kosteusvaurion kohdalta.

Yläpohjarakenne on toteutettu ilman varsinaista ilmansulkukerrosta, minkä johdosta sen ilmatiiveys on heikko. Heikko ilmatiiveys mahdollistaa ilmavuodot rakenteen sisältä huonetiloihin, silloin kun huonetilat ovat alipaineisia rakenteeseen nähden. Epäpuhtauksia voi päästä kulkeutumaan sisätiloihin erityisesti kattotikkaiden vesivuodon aiheuttaman kosteusvaurion kohdalta.

Ilmanvaihtojärjestelmän epätasapaino aiheuttaa sen, että osa tiloista on alipaineisia ja osa ylipaineisia ulkoilmaan nähden. Alipaineisissa tiloissa sisäilmaan voi kulkeutua rakenteiden tai muiden käyttötilojen kautta epäpuhtauksia heikentäen sisäilman laatua.

C. Ilmanvaihtojärjestelmä

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Ilmanvaihdon toiminnassa havaittiin puutteita ja ilmamäärät olivat suunniteltua pienempiä. Hiilidioksidin seuranta-mittauksissa hiilidioksidipitoisuudet nousivat toistuvasti korkeiksi, alittaen kuitenkin STM545/2015 toimenpiderajan.

Ilmanvaihtokanavat olivat melko puhtaat ja ilmanjako tiloissa on toimiva.

D. Rakennuksesta peräisin olevat epäpuhtaudet

Kuntotutkimuksissa havaittiin kriittisen korkeita kosteuspitoisuuksia lattiapäällysteenä olevien muovimattojen ja betonilaatan välissä alkuperäisten alapohjien kohdalla. Muovimaton alla oleva korkea kosteuspitoisuus voi aiheuttaa muovimaton ja sen kiinnitys-liiman hajoamista, jonka seurauksena sisäilmaan vapautuu VOC-yhdisteitä ja maton alle voi muodostua mikrobikasvua.

Lisäksi vuonna 2015 korjattujen alapohjien kohdalla havaittiin muovimaton alla kosteuspitoisuuden olevan koholla (>80% RH), mikä viittaa siihen, että betonilaatassa on rakennekosteutta, joka ei ole päässyt kuivumaan ennen betonilaatan pinnoitusta muovimatolla. Aikaisemmin ollut kriittisen korkea kosteuspitoisuus on voinut aiheuttaa kosteusvaurioita, jonka seurauksena sisäilmaan vapautuu VOC-yhdisteitä.

Rakennuksessa ei ole tehty kattavaa haitta-ainetutkimusta, jossa olisi selvitetty rakenteiden tai järjestelmien sisältämiä haitta-aineita. Rakennuksen rakentamisajankohdan perusteella on mahdollista, että rakenteissa on haitta-aineita, jotka tulee huomioida rakennukseen tehtävissä korjaustoimenpiteissä. Nyt tehdyn tutkimuksen yhteydessä ei havaittu mahdollisesti haitta-aineita sisältäviä materiaaleja, joilla olisi merkittävää vaikutusta sisäilman laatuun.

Arvio altistumisolosuhteesta

Tehtyjen tutkimusten perusteella sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä ovat lähinnä alapohjan muovimattojen kosteusvauriot, alapohjan ilmatiiviyspuutteet, paikallinen vesivuotokohta yläpohjassa sekä puutteellinen ilmanvaihto. Tämän lisäksi rakenteiden heikko ilmatiivisyys mahdollistaa ilmavirtaukset rakenteiden läpi, jolloin huonetiloihin voi kulkeutua epäpuhtauksia rakenteiden sisältä tai ulkoilmasta.

Tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on rakennuksessa *todennäköinen*. Parantamalla luotettavasti alapohjarakenteen ilmatiivyyttä ja uusimalla vaurioituneet lattiapäällysteet, voidaan altistumisolosuhde arvioida korjausten jälkeen tasolle *mahdollinen*. Onnistunut ilmatiivyyden parantaminen edellyttää detajlitasoista korjaussuunnittelua sekä tarkkaa ja dokumentoitua laadunvarmistusta ja valvontaa.

12 Yhteenveto toimenpidesuosituksista

Suosittelut korjaukset ja muut toimenpiteet on jaoteltu niiden kiireellisyyden mukaan ja niiden merkittävyys sisäilman laadulle vaihtelee. On suositeltavaa toteuttaa korjaukset hyvin suunniteltuina riittävän suurina kokonaisuuksina. Pääosa korjauksista tulee tehdä erillisen suunnitelman mukaan. Kokemuksemme mukaan rakenteiden ilmatiiviyttä parantavien korjausten onnistuminen edellyttää huolellista detaljisuunnittelua sekä työaikaista valvontaa ja laadunvarmistusta.

12.1 Jatkotutkimustarpeet

Suosittelimme seuraavien jatkotutkimusten suorittamista:

- Rapattujen julkisivujen kuntotutkimus
- Vuonna 2015 asennettujen lattian muovimattojen FLEC-mittaukset ja sisäilman VOC-mittaukset
- Alkuperäisen välipohjan kohdalla vanhan muovimaton päälle liimatun uuden muovimaton ja maton liimakerroksen kunnon tarkastaminen rakenneavauksin samassa yhteydessä FLEC-mittauksien kanssa

12.2 Kiireelliset korjaustoimenpiteet

Seuraavat korjaustoimenpiteet suositellaan toteuttamaan viipymättä 0...2 vuoden sisällä:

- Vesikaton sekä yläpohjan kosteusvaurioiden korjaaminen. Ensisijainen korjausvaihtoehto on peltikatteen uusiminen aluskatteelliseksi rivipeltikatoksi
 - kattotikkaiden kohdalla oleva vesivuotokohta suositellaan korjaamaan väliaikaisesti jo ennen vesikaton perusteellista korjausta esim. joustavalla saumamassalla
- Ilmanvaihtokoneen perushuolto kohdassa 10.2 esitetyt toimenpiteet huomioiden
- Ilmavirtausantureiden tarkastukset ja kanavapaineiden seurantamittaukset poistoilmavirtauksen epäsäännöllisen nousun aiheuttajan selvittämiseksi
- Ilmanvaihtojärjestelmän tasapainotus ilmanvaihtokoneen perushuollon ja kanaviston puhdistuksen jälkeen
- Luokkatilan 202 vanhaan hormiin rakennetun varastokomeron poistaminen käytöstä ja oviaukon ummistaminen ilmatiiviisti

12.3 Korjaustoimenpiteet 3...5 vuoden sisällä

Seuraavat korjaustoimenpiteet suositellaan toteuttamaan viimeistään seuraavan 3...5 vuoden sisällä:

- Alkuperäisen alapohjarakenteen korjaaminen (ks. pohjapiirustusliite 1, 1. krs). Korjauksessa suositellaan parantamaan rakenteen kosteusteknistä toimintaa ja rakenteen ilmatiiviyttä.
- Vuosina 2010 ja 2015 korjattujen alapohjien korjaaminen estämällä maaperän epäpuhtauksien kulkeutuminen sisätiloihin. Soveltuvia korjausmenetelmiä ovat
 - Alapohjien ilmatiiviyden parantaminen
 - Alapohjien ilmatiiviyden parantaminen ja alapohjan alipaineistaminen
- Siivouskomeron (tila 104) lattian alla olevan putkikanaalin ja –kaivannon korjaaminen paremmin kosteusteknisesti toimivaksi
- Inva-WC:n tilassa olevien kahden komeron alapohjarakenteiden korjaaminen paremmin kosteusteknisesti toimiviksi

12.4 Korjaustoimenpiteet peruskorjauksen tai muiden korjausten yhteydessä

Seuraavat korjaustoimenpiteet voidaan toteuttaa kiireettömästi samaan rakennusosaan kohdistuvan muun korjauksen yhteydessä. Korjaustoimenpiteet suositellaan toteuttamaan viimeistään seuraavassa peruskorjauksessa:

- Alkuperäistä täyttöä sisältävien välipohjarakenteiden korjaaminen. Soveltuvia korjausvaihtoehtoja ovat:
 - Välipohjan täyttöjen uusiminen ja rakenteen ilmatiiviyden parantaminen
 - rakenteen ilmatiiviyden parantaminen
- Rakennuksen vanhojen ikkunoiden korjaaminen / uusiminen. Toimenpidevaihtoehdot:
 - uusiminen
 - huoltokorjaus
 - edellyttää korjaustarpeen tarkempaa selvitystä erillisellä ikkunoiden korjaustarveselvityksellä
- Kaikkien ikkunoiden ilmatiiviyden parantaminen
- Korjattujen välipohjien ilmatiiviyden parantaminen kattavasti
- Yläpohjan ilmatiiviyden parantaminen kattavasti

12.5 Muut korjaustoimenpiteet, tarkastukset tai huoltokorjaukset

- huoltomaalaamaan etelän puoleisen julkisivun uusittujen ikkunoiden ulkopuolen puuosat sekä uusimaan ikkunoiden ulkopuolen joustavalla saumamassalla tehdyt tiivistykset
- huomioimaan korjattujen välipohjien kannatinpalkkien päiden vaurioitumisriski ja tarkastamaan palkkien päiden kunto välipohjaan kohdistuvien korjausten yhteydessä tai viimeistään 5 vuoden kuluttua.
- säätämään ilmamäärät sekä tasapainottamaan rakennuksen painesuhteet, sen jälkeen, kun rakennuksessa tehdään rakennuksen vaipan tiiveyteen vaikuttavia korjauksia

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampereella, 15.2.2019



Pasi Wahlfors, DI
asiantuntija



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



Aki Kohtamäki, Ins (AMK)
LVI-asiantuntija

Harri Makkonen, tekn.
erikoisasiantuntija

Liitteet 1. Pohjapiirustukset: 1. krs., 2. krs. ja ullakko
 2. Materiaalinäytteiden tulosraportti RM2019-031
 3. Haitta-ainenäytteiden tutkimusseloste TT 3330

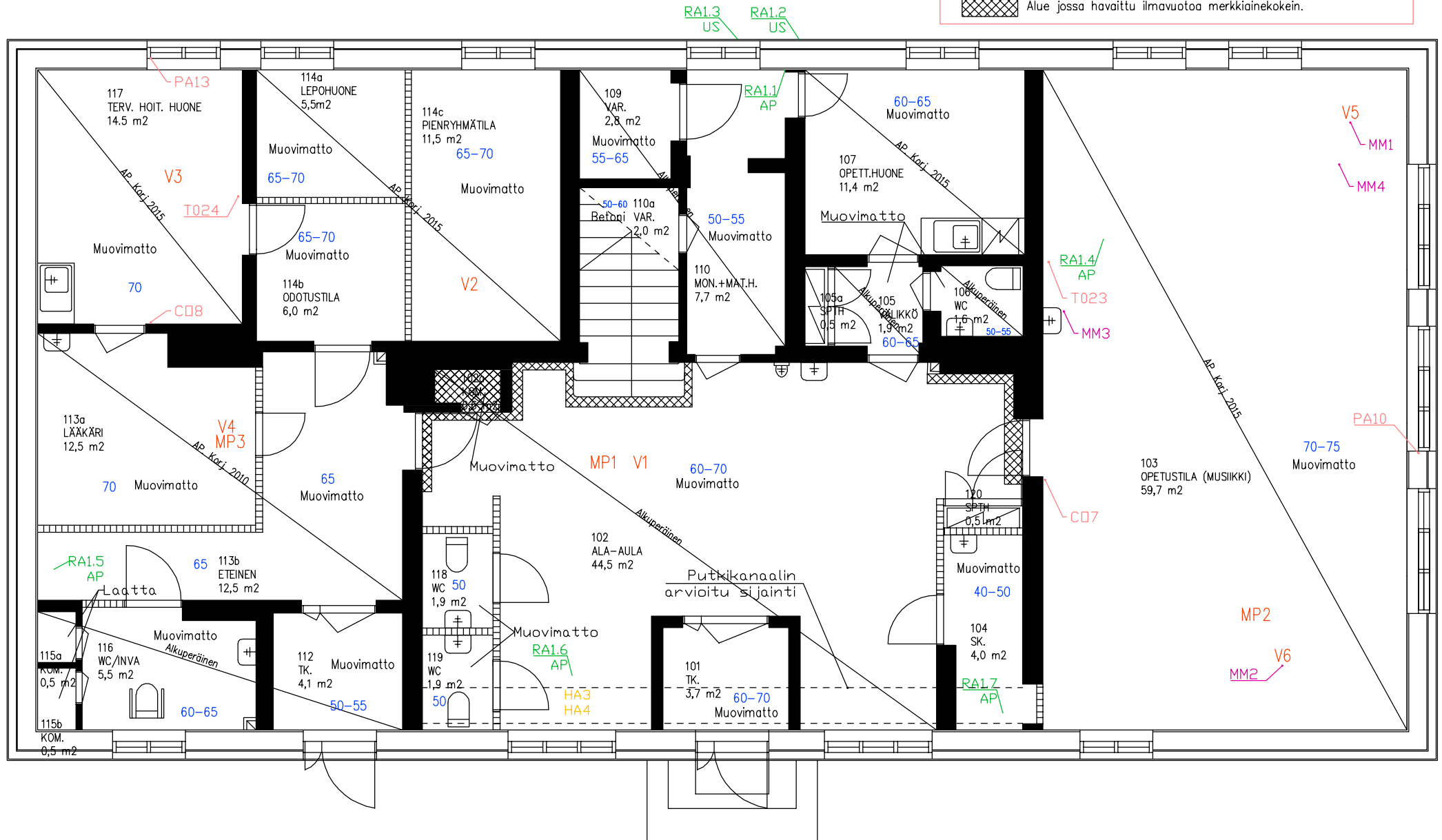
Jakelu laura.kortteisto@akaa.fi

Tiedoksi toni.lammi@vahanen.com, hannes.timlin@vahanen.com

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

V3	Viiltoimittaus
MP1	Näytepalamittaus ja alapohjan hetkellinen kosteusmittaus
70	Pintakosteuslukema
RA1.3	Rakenneavauskohta: AP=alapohja, US=ulkoseinä
US	
HA3	Haitta-ainenäyte
PA10	Seurantamittaus: PA=paine-ero, CO=hiilidioksidi, T=lämpötila ja suhteellinen kosteus
MM2	Muovimaton avaus

 Alue jossa havaittu ilmapuotoa merkkiainekokein.



MERKINNÄT

RA1.3
US

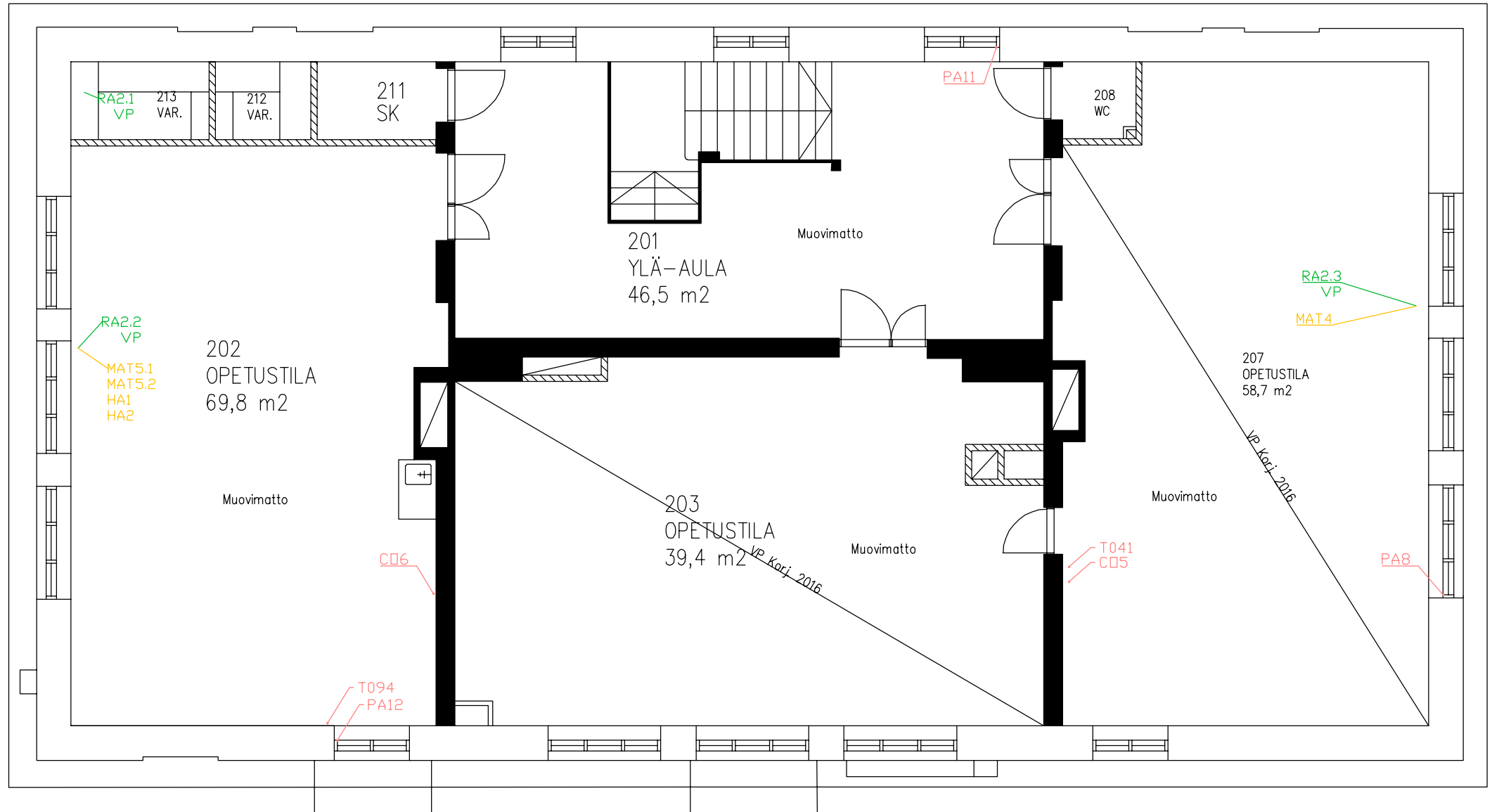
HA3

PA10

Rakenneavauskohta: AP=alapohja, US=ulkoseinä

Materiaalinäyte: HA=Haitta-ainenäyte, MAT=materiaalinäyte (mikrobi)

Seurantamittaus: PA=paine-ero, CO=hiilidioksidi, T=lämpötila ja suhteellinen kosteus



MERKINNÄT

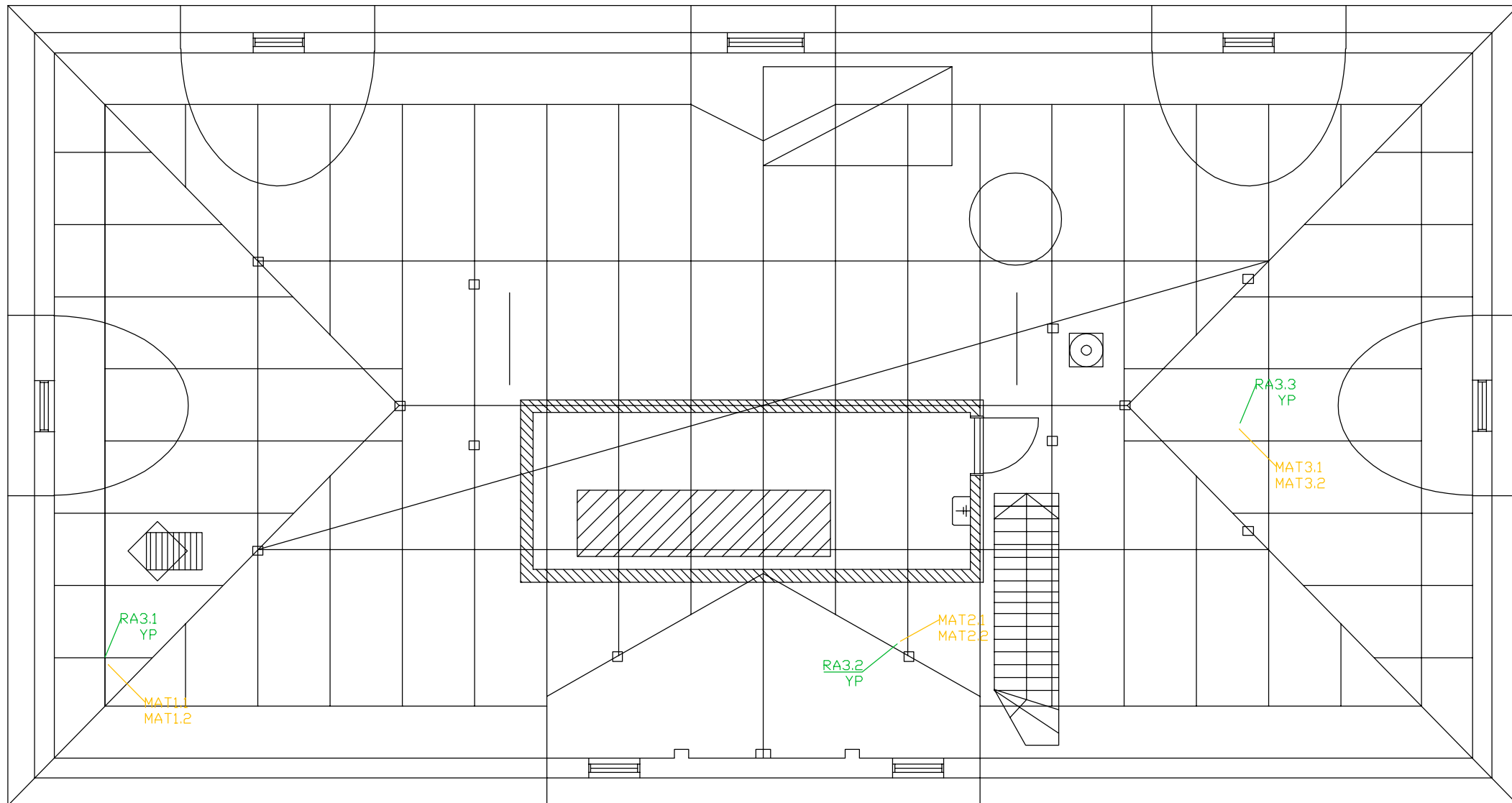
RA1.3

US

HA3

Rakenneavauskohta: AP=alapohja, US=ulkoseinä

Materiaalinäyte: HA=Haitta-ainenäyte, MAT=materiaalinäyte (mikrobi)



Pasi Wahlfors
Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan Esplanadi 2
33100 Tampere



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Arvo Ylpön koulu, kivikoulu

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Pasi Wahlfors, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 4.1.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 10.1.2019 ja viljelty 10.1.2019.

Näytteitä ei ole toimitettu laboratorioon viiden vuorokauden sisällä näytteenotosta. Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan rakennusmateriaalinäytteen viljely tulee tehdä mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen, koska näytteen säilytys saattaa vaikuttaa analyysitulokseen. Laboratorioille annetussa oppaassa (2018) on viljely ohjeistettu tekemään viiden vuorokauden sisällä.

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 sukutai 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 tulokinnassa 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 mittaustulos, 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:
	1.1, Turve, Yläpohja. RA3.1. eristekerroksen sisäpinnasta	homepitoisuus yli 5000 pmy/g, indikaattorimikrobia. Bakteripitoisuus alle määritysrajan	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	1.2, puru, Yläpohja. RA3.1. purukerroksen keskeltä	pienet home- ja bakteripitoisuudet, indikaattorimikrobia vain yksittäiset pesäkkeet	ei mikrobikasvua materiaalissa
	2.1, Turve, Yläpohja. RA3.2. eristekerroksen sisäpinnasta	home- ja bakteripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	2.2, puru, Yläpohja. RA3.2. purukerroksen yläpinnasta	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa
	3.1, Turve, Yläpohja. RA3.3. eristekerroksen sisäpinnasta	home- ja bakteripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	3.2, puru, Yläpohja. RA3.3. purukerroksen yläpinnasta	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa
	4, Selluvilla, Välipohjan täyttö. RA2.3. ulkoseinän vierestä	home- ja bakteripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	5.1, Orgaaninen täyttö (sahanpuru. turve. olki), Välipohjan täyttö. RA2.2. ulkoseinän vierestä	homepitoisuus yli 5000 pmy/g ja indikaattorimikrobia, pieni bakteripitoisuus	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	5.2, Orgaaninen täyttö (sahanpuru. turve. olki), Välipohjan täyttö. RA2.2. keskemmältä välipohjaa	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa

Lisätietoja:

Luonnosta peräisin olevissa materiaaleissa, kuten turpeessa voi luonnostaankin olla paljon mikrobeja ilman, että kysymyksessä on kosteusvaurio. Vastaavasti ulkoilman tai maaperän kanssa kosketuksissa olevissa materiaaleissa voi esiintyä huomattavia määriä mikrobeja, mikä ei aina ole seurausta materiaalien kastumisesta ja sitä seuranneesta mikrobikasvusta, vaan esimerkiksi ilmavirtojen mukana kertyneistä ulkoilman mikrobeista tai materiaalin maaperäkontaktista aiheutuneesta kontaminaatiosta. Korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

Kuopiossa, 24.1.2019

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: 1.1, Turve, Yläpohja. RA3.1. eristekerroksen sisäpinnasta (tutkimustunnus: RM190150)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	5500	Kokonaispitoisuus	<mr
*Aspergillus-ryhmä Restricti		5500		

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: 1.2, puru, Yläpohja. RA3.1. purukerroksen keskeltä (tutkimustunnus: RM190151)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	180	Kokonaispitoisuus	100
*Aspergillus-ryhmä Restricti		180	muut bakteerit	100
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määritysraja näytteelle on 91 pmy/g

Näyte: 2.1, Turve, Yläpohja. RA3.2. eristekerroksen sisäpinnasta (tutkimustunnus: RM190152)

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

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: 2.2, puru, Yläpohja. RA3.2. purukerroksen yläpinnasta (tutkimustunnus: RM190153)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	690
			muut bakteerit	690
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 91 pmy/g

Näyte: 3.1, Turve, Yläpohja. RA3.3. eristekerroksen sisäpinnasta (tutkimustunnus: RM190154)

	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: 3.2, puru, Yläpohja. RA3.3. purukerroksen yläpinnasta (tutkimustunnus: RM190155)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	1100
			muut bakteerit	1100
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 91 pmy/g

Näyte: 4, Selluvilla, Välipohjan täyttö. RA2.3. ulkoseinän vierestä (tutkimustunnus: RM190156)

	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: 5.1, Orgaaninen täyttö (sahanpuru. turve. olki), Välipohjan täyttö. RA2.2. ulkoseinän vierestä (tutkimustunnus: RM190157)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/g)	DG18 Pitoisuus (pmy/g)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/g)
Kokonaispitoisuus	6500	4200	Kokonaispitoisuus	4900
Penicillium sp.	3000	3200	muut bakteerit	4900
hiivat	2000		*sädesienet	<mr
*Ulocladium sp.	720	1000		
Aureobasidium sp.	810			

Menetelmän määrittäjä on näytteelle on 91 pmy/g

Näyte: 5.2, Orgaaninen täyttö (sahanpuru. turve. olki), Välipohjan täyttö. RA2.2. keskeisestä välipohjasta (tutkimustunnus: RM190158)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/g)	DG18 Pitoisuus (pmy/g)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	550
			muut bakteerit	550
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määrittäjä on 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 3330

Arvo Ylpön koulu, kivikoulu
Laboratoriotutkimukset

29.01.2019

Tilaajan tiedot

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

Kohteen tiedot

TT-tunnus 3330
Nimi Arvo Ylpön koulu, kivikoulu
Osoite
Postinumero
Kaupunki
Valmistumisvuosi 1916
Tilauskoodi
Tilauspäivämäärä 17.1.2019
Erityishuomiot

Tutkimukset

Tutkimus	Näytetunnukset	Tutkimuksia yht.
Asbestianalyysi	1, 2, 3, 4	4 kpl
PAH		1 kpl
Muita tutkimuksia:	Lisätietoa:	
Liite 1	Asbestianalyysiraportti (1 sivu)	
Liite 2	ALS Finland Oy:n analyysiraportti HL1900054 (3 sivua)	
Tutkimusraportti liitteineen	7 sivua	

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

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

Näytteet

#	Tunnus	Rakenneosa	Pituus (min)	Pituus (max)	Leveys	Ilmansuunta	Tarkenne
1	1	vinyyliiaatta					Välipohjan vanha lattianpäällystelaatta
2	2	bitumikermi					bitumikermi välipohjan puisen kannatinpalkin päässä (tiiliseinän sisässä)
3	3	tasoite					Punainen alapohjan lattiatasoite / -massa
4	4	alapohja					Tasausvalun alapinnassa oleva vaalea kerros

Laboratorion yhteyshenkilöt

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

Projektinumero	RAFY2351
Yhteyshenkilön nimi	Pasi Wahlfors
Sähköposti	pasi.wahlfors@vahanen.com
Tilauksen kirjaajan nimi	Pasi Wahlfors
Sähköposti	pasi.wahlfors@vahanen.com

28.1.2019

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

Arvo Ylpön koulu, kivikoulu

Näytteenottaja

Pasi Wahlfors

Tulokset

Näyte	Tila / rakenne	Materiaali	Asbestia	Tyyppi	Analyysi
HA1	Välipohja	Vanha lattianpäällystelaatta: vinyyli-laatta ja musta liima	Kyllä ¹⁾	Krysotiili	VM
HA2	Välipohja	Bitumikermi puisen kannatinpalkin päässä (tiiliseinän sisässä)	Ei	—	VM
HA3	Alapohja	Punainen lattiataasoite / -massa ja tumma pintakerros	Kyllä ²⁾	Krysotiili	SEM
HA4	Alapohja	Tasausvalun alapinnassa oleva vaalea kerros	Ei	—	SEM

¹⁾ Näyte HA1: Vinyyli-laatta ja musta liima ovat kumpikin asbestipitoisia.

²⁾ Näyte HA3: Alapohjan punainen lattiassa on betonia, joka ei sisällä asbestia. Betonin pinnalla oleva tumma bitumikerros on asbestipitoinen.

Espoossa 28.1.2019

Jaakko Sääntti
ErityisasiantuntijaMaria Niskanen
Asiantuntija

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



ANALYYSIRAPORTTI

Tilausnumero	: HL1900054	Sivu	: 1 / 3
Laboratorio	: ALS Finland Oy	Asiakas	: Vahnen Rakennusfysiikka Oy
Yhteyshenkilö	: Asiakaspalvelu	Yhteyshenkilö	: Kyösti Nieminen
Osoite	: Ruosilankuja 3 A Helsinki 00390	Osoite	: Linnoitustie 5 Espoo 02600
Sähköposti	: asiakaspalvelu.hki@alsglobal.com	Sähköposti	: kyosti.nieminen@vahanen.com
Puhelin	: +358 10 470 1200	Puhelin	: —
Faksi	: —	Faksi	: —
Projekti	: TT 3330		
Ostotilausnro / viite	: Kyösti Nieminen	Näytteiden vastaanottopäivä	: 2019-01-21 15:29
Näytelähteen numero	: —		
Näytteenottaja	: Pasi Wahlfors	Kirjauspäivä	: 2019-01-28 12:14
Paikka	: —	Vastaanotettujen näytteiden lukumäärä	: 1
Tarjousnumero	: HL2019FI-VAH-RAK0002 (OF182291)	Analysoitavien näytteiden lukumäärä	: 1

Kommentit

Jos näytteenottoaikaa ei ole toimitettu, käytetään näytteenottoajan oletusarvoa 00:00 näytteenottopäivänä. Jos näytteenottopäivää ei ole toimitettu, käytetään oletusnäytteenottopäivää ja se näytetään sulkeissa ilman kellonaikaa.

Tämä raportti edustaa alkuperäistä analyysiraporttia. Raporttia ei saa muokata ja sen saa kopioida vain kokonaisuudessaan. Muusta kopioinnista on saatava erillinen kirjallinen lupa laboratoriolta. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Lisätietoa laboratorion vastuuvollisuuksista löytyy kotisivuiltamme <http://www.alsglobal.fi>

Allekirjoitukset

Allekirjoitukset

Asema

Jari Hautala

Maajohtaja



Analyysitulokset

Näyttematriisi: MATERIAALI				Asiakkaan näytetunnus		2/3330	
Laboratorion näytetunnus				HL1900054001			
Asiakkaan näytteenottopäivä/aika				[2019-01-21]			
Parametri	Tulos	MU	Yksikkö	LOR	Analyysipaketti	Menetelmä	Laboratorio
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)							
naftaleeni	52.3	± 15.70	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
asenaftyleeni	14.5	± 4.35	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
asenafteeni	288	± 86.30	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
fluoreeni	870	± 261.00	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
fenantreeni	13700	± 4110.00	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
antraseeni	2230	± 668.00	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
fluoranteeni	10100	± 3040.00	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
pyreeni	7600	± 2280.00	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
bentso(a)antraseeni	6730	± 2020.00	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
kryseeni	6280	± 1880.00	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
bentso(b)fluoranteeni	4840	± 1450.00	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
bentso(k)fluoranteeni	2010	± 604.00	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
bentso(a)pyreeni	3330	± 999.00	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
indeno(123cd)pyreeni	1910	± 573.00	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
bentso(ghi)peryleeni	1730	± 520.00	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
dibentso(ah)antraseeni	457	± 137.00	mg/kg	0.050	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR
PAH, 16 yhdisteen summa	62200	—	mg/kg	0.80	S-BM-PAHL/FI	S-PAHGMS02	PR

Analyysiraportin tulososa päättyy tähän

Lyhyt menetelmäkuvaus

Analyysimenetelmät	Menetelmäkuvaukset
S-PAHGMS02	CZ_SOP_D06_03_161 (US EPA 8270, CSN EN 15527, ISO 18287, näytteiden esikäsittely CZ_SOP_D06_03_P01 chap. 9.2, 9.3, 9.4.2) Puolihihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrittäminen kaasukromatografilla ja MS- tai MS/MS -detektoinnilla. Yhdisteiden summapitoisuudet lasketaan mitatuista arvoista.
Esikäsittelymenetelmät	Menetelmäkuvaukset
*S-PPBM	Rakennusmateriaalien esikäsittely.



Lyhenteet: **LOR** = Raportointiraja (Limit Of Reporting) edustaa normaalia raportointirajaa kyseessä olevalle parametrille ja menetelmälle. Huomioithan, että raportointiraja voi nousta esim. liian pienen näytemäärän vuoksi tai jos näyte joudutaan laimentamaan matriisihäiriöiden vuoksi.
MU = Mittausepävarmuus
* = Merkki tuloksen yhteydessä tarkoittaa akkreditoimatonta analyysia.

Mittausepävarmuus on ilmoitettu laajennettuna mittausepävarmuutena (dokumentin "Guide to the Expression of Measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010" määritelmän mukaan), jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2, jolloin luotettavuustaso on noin 95%. Mittausepävarmuus raportoidaan vain havaituille yhdisteille, joiden pitoisuudet ovat yli raportointirajan.

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

Analysoiva laboratorio

	Laboratorio
PR	Analysoinnista vastaa ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfe 336/9 Praha 9 - Vysocany 190 00 Akkreditointinumero: 1163