

TUTKIMUSSELOSTUS

ARVO YLPÖN KOULU, PUUKOULU
KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS
ILMANVAIHTOTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

13.2.2019



Sisällys

1	Yleistiedot	3
1.1	Tutkimuskohde	3
1.2	Tilaaaja.....	3
1.3	Tutkimuksen tavoite.....	3
1.4	Tutkimusajankohta	3
1.5	Tutkimuksen tekijät.....	3
2	Tiivistelmä	4
3	Kohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta	5
3.1	Korjaushistoria.....	6
3.2	Aikaisemmat tutkimukset ja selvitykset	6
4	Lähtötiedot	7
5	Tutkimusmenetelmät	7
6	Piha-alueet.....	8
6.1	Havainnot	8
6.2	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	9
7	Alapohja ja välipohja	9
7.1	Rakenteet ja rakenneavausten havainnot.....	10
7.2	Havainnot	15
7.3	Maapohjaisen kellaritilan paine-eron ja olosuhteiden seurantamittaukset	25
7.4	Materiaalinäytteet	27
7.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	28
8	Ulko- ja väliseinät ja ikkunat	30
8.1	Rakenne ja rakenneavausten havainnot.....	30
8.2	Havainnot	31
8.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	35
9	Yläpohja ja vesikatto	36
9.1	Rakenne ja rakenneavausten havainnot.....	36
9.2	Havainnot	39
9.3	Materiaalinäytteet	45
9.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	45
10	Ilmanvaihto ja sisäilma	46
10.1	Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus.....	46
10.2	Ilmanvaihtokoneet	47
10.3	Ilmamäärämittaukset	56
10.4	Kanavisto ja ilmanjako	56
10.5	Sisäilman olosuhteiden seurantamittaukset	58
10.5.1	Paine-ero	58
10.5.2	Sisäilman hiilidioksidipitoisuus	60
10.5.3	Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus	63
10.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	66
11	Altistumisolosuhteiden arviointi	69
12	Yhteenveto suositelluista toimenpiteistä.....	71
12.1	Jatkotutkimustarpeet	71
12.2	Kiireellisesti suoritettavat toimenpiteet.....	71
12.3	2 vuoden kuluessa suoritettavat toimenpiteet	71
12.4	Viimeistään peruskorjauksen yhteydessä suoritettavat toimenpiteet.....	72

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Arvo Ylpön koulu, puukoulu
Sontulantie 6
37800 Akaa

1.2 Tilaaja

Akaan kaupunki
Myllytie 3
37801 Akaa

Yhteyshenkilö:
Vs. kiinteistöpäällikkö Laura Kortteisto
puh. 040 335 3255
sähköposti: laura.kortteisto@akaa.fi

1.3 Tutkimuksen tavoite

Tutkimusten tavoitteena on selvittää Arvo Ylpön koulun puukoulun sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä ja rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta, sekä määrittää rakennuksen sisäilman laadun parantamiseksi tarvittavat mahdolliset korjaustoimenpiteet. Tutkimukset tehdään huomioiden jo kohteessa suoritettujen tutkimusten havainnot ja mittaustulokset sekä käyttäjien tekemät havainnot. Tutkimusten perusteella laaditaan toimenpidesuositukset kohteen mahdollisen korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi.

1.4 Tutkimusajankohta

Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen osalta kenttätutkimukset suoritettiin 3.-4.12.2018, 11.12.2018 ja 18.12.2018.

Iv-järjestelmän osalta kenttätutkimukset suoritettiin 4.1.2019. Sisäilman seuranta-mittaukset suoritettiin 3.-18.12.2018.

1.5 Tutkimuksen tekijät

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan esplanadi 2
33100 Tampere

Tutkimushanke suoritettiin seuraavalla tutkimusryhmällä:

Toni Lammi, RI, RTA
Laura Virtanen, DI
Aarni Ala-Korpi, TkK
Harri Makkonen, tekn.
Aki Kohtamäki, LVI-ins.

2 Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin Arvo Ylpön koulun puukoulun sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä ja rakenteiden kosteusteknisistä toimivuutta, sekä määritettiin rakennuksen sisäilman laadun parantamiseksi tarvittavat korjaustoimenpiteet. Arvo Ylpön koulun puukoulu on rakennettu vuonna 1896 ja peruskorjattu viimeksi vuonna 1996. Pääosin rakennuksen rakenteet ovat alkuperäisiä.

Rakennuksen alapohjarakenne on puurakenteinen tuulettuva alapohja sekalaisella täyttökerroksella ja se toimii kosteusteknisesti tyydyttävästi. Alapohjarakenteen alla tuulettavana tilana on pääosin ryömintätila ja osin ryömintätilaa korkeampi, maapohjainen kellaritila. Ryömintätilan tuulettavuudelle on pääosin hyvät edellytykset, mutta ryömintätilassa on luontaisesti aina mikrobeja. Maapohjainen kellaritila tuulettuu ryömintätilaa heikommin. Maapohjaisen kellaritilan ulkoseinärakenteen sisäpinnassa on mikrobikasvustoa, lisäksi tilassa on mm. kosteusvaurioitunutta rakennusjätettä. Kohteen rakennuspaikka on hyvä, ja vaikka maaperän kosteustuotto on merkittävä, ei alapohjarakenteessa havaittu kosteus- tai mikrobivaurioita. Alkuperäinen täyttökerros (mm. puru/hake, savi, rahkasammal) sisältää kuitenkin luontaisesti epäpuhtauksia. Alapohjarakenteen ilmatiiveys on pääosin kohtalainen, mutta paikallisten merkittävien epätiiveyskohtien kautta alapohjarakenteen ja ryömintätilan/kellaritilan epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua sisäilmaan. Sisätilat ovat seurantamittausten perusteella lievästi alipaineisia kellaritilaan nähden, jolloin ilma virtaa kellaritilasta sisäilmaan päin. Suosittelemme tyhjentämään kellaritilan ylimääräisestä materiaalista, parantamaan alapohjarakenteen ilmatiiveyttä sekä parantamaan ryömintätilan/kellarin olosuhteita aukaisemalla sokkeliin tuuletusaukkoja ja asentamalla ryömintätilaan/kellariin koneellisen tuuletuksen, jolla on myös alipaineistava vaikutus.

Ulkoseinärakenteessa on käytetty kosteusteknisesti riskialttiita ratkaisuja (sisäpuolinen lisälämmöneristys, tuulettumaton julkisivulaudoitus), mutta sisäilman kannalta merkittäviä vaurioita ei ulkoseinärakenteissa havaittu. Ulkoseinärakenne on toteutettu ilman ilmansulkukerrosta, ja rakenteen heikko ilmatiiveys mahdollistaa ilmavirtaukset ulkoseinärakenteiden kautta sisäilmaan. Julkisivulaudoituksen / ulkoseinien alaosissa havaittiin säärasituksesta aiheutuneita vaurioita rakennuksen päätyosissa ja takapihan puolella. Suosittelemme ikkuna-ulkoseinä-liittymän ilmatiiveyden parantamista, julkisivujen huoltomaalausta sekä julkisivulaudoituksen / ulkoseinien alaosien kunnon systemaattista tarkastamista ja uusimista vaurioituneilta osilta.

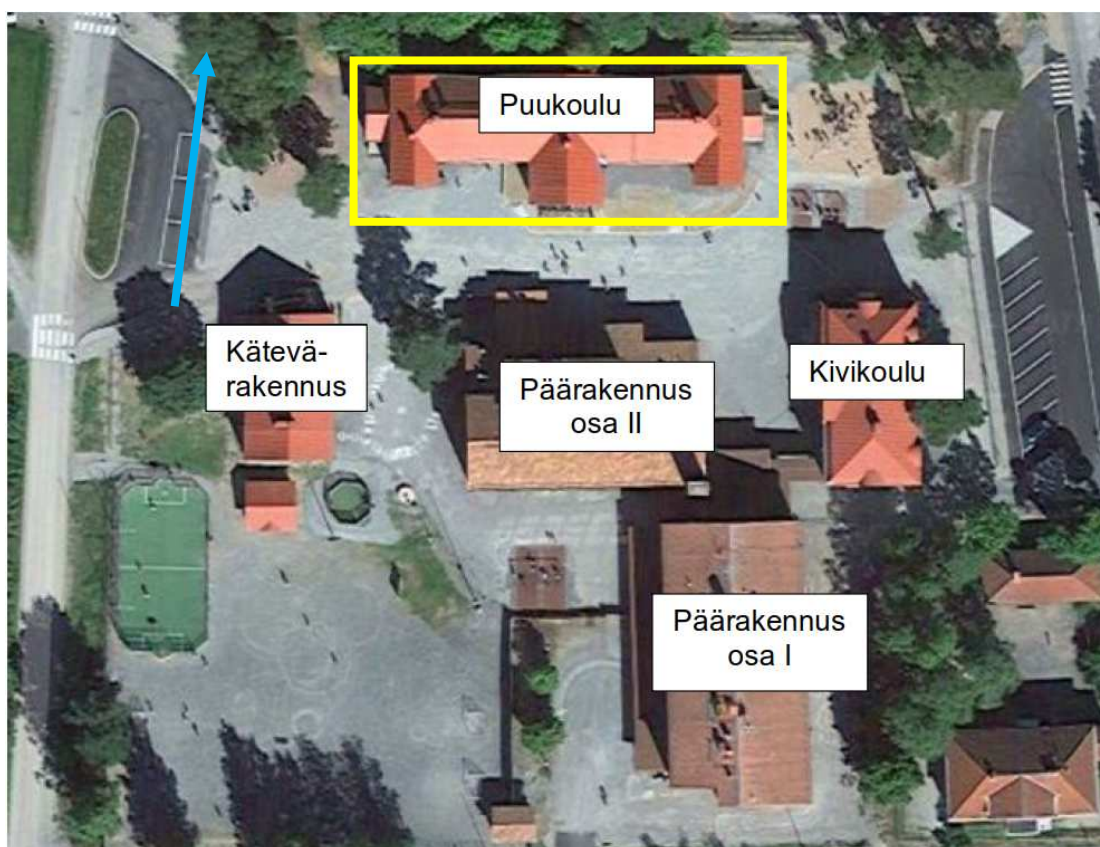
Rakennuksen vesikaton vedenohjaus on pääosin hyvä, mutta vesikaton vedentiiveys on nykyohjeisiin verrattuna puutteellinen, ja vesikate on teknisen käyttöikänsä päässä tai lähellä sitä. Vesivuotoja havaittiin muun muassa vesikatteen ja hormien liittymissä, muiden vesikatteen läpivientien kohdalla sekä pystykourujen kohdalla. Yläpohjarakenteen lämmöneristeenä on käytetty rakennusajankohdalle tyypillisiä rakennusmateriaaleja (mm. puru/hake, rahkasammal), jotka sisältävät tavanomaisesti epäpuhtauksia. Yläpohjarakenteen toteutustapa huomioon ottaen suosittelemme ensisijaisesti yläpohjarakenteen uusimista kokonaisuudessaan. Ennen yläpohjarakenteisiin kohdistuvia toimenpiteitä suosittelemme vesikaton kuntotutkimusta vesikattoon kohdistuvien korjaustoimenpiteiden aikataulun varmistamiseksi. Vesikaton osalta suosittelemme vähimmäistoimenpiteinä vesikatteen aktiivisten vuotokohtien korjaamista sekä saatto- lämmityksen asentamista pystykouruihin.

Itäpäädyn tiloista mitatut ilmamäärät olivat n. puolet suunnitelmien mukaisista ilmamääristä. Kokonaisilmamääriä ei pystytty luotettavasti mittaamaan tarkastuksen yhteydessä iv-konehuoneesta, johtuen kanaviston toteuttamistavasta. Sisäilman olosuhde- mittausten perusteella sisäilman hiilidioksidipitoisuus pysyi kuitenkin seurantajaksolla pääosin sisäilmastoluokan S2 (hyvä sisäilmasto) rajan alapuolella. Ilmanvaihtokoneet

ovat ulkoisesti ja puhtaudeltaan hyvässä kunnossa, eikä niissä havaittu sisäilman laadun kannalta merkittäviä puutteita, lukuun ottamatta TK01 merkittävästi suunniteltua pienempiä ilmamääriä. Koneet ovat kuitenkin jo elinkaarensa loppupäässä, mikä saattaa näkyä heikentyneenä toimintakykynä. Tarkastuksessa ja rakennusautomaatiojärjestelmän kautta tehtyjen havaintojen perusteella suosittelemme ilmanvaihtokoneen TK01 toiminnan lisäselvityksiä ja kokonaisilmamäärämittauksia, mikä saattaa edellyttää ilmamäärien mittaamista kaikista ko. ilmanvaihtokoneen vaikutusalueella olevista tiloista.

3 Kohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta

Tutkimuksen kohteena on vuonna 1896 valmistunut Akaan Toijalan keskustassa sijaitsevan Arvo Ylpön koulun pihapiirissä sijaitseva yksikerroksinen puukoulu-rakennus, joka on pääasiassa peruskoulun 5. ja 6.luokkien käytössä. Ilta-aikoina tiloja käyttää myös mm. Valkeakoskiopisto. Rakennus on peruskorjattu vuonna 1996. Puukoulun lisäksi tontilla sijaitsee kolme muutakin rakennusta, jotka eivät kuulu tämän tutkimuksen piiriin. (Päärakennuksen kuntotutkimukset on suoritettu kesällä 2018. Kivikoulun ja Kätevä-rakennuksen kuntotutkimukset suoritetaan alkuvuonna 2019.) Tutkimuskohde on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Satelliittikuva Arvo Ylpön koulun pihapiiristä. Tutkimusalueeseen kuuluva puukoulu on rajattu kuvaan keltaisella. Sinisellä nuolella on kuvattu pohjoinen ilmansuunta.

Rakennus sijaitsee länteen viettävässä rinteessä. Rakennus on luonnonkiviperusteinen. Rakennuksen alapohja on puurakenteinen, ja sen alapuolella on rakennuksen itä- ja keskiosissa tuulettuva ryömintätila ja länsipäädyssä kylmä, maapohjainen kellaritila. Rakennuksen keskiosassa on kaksi kiviainesrakenteista kellaritilaa.

Alapohjarakenne on pääosin alkuperäinen, lämmöneristeenä on käytetty rahkasammalta, purua/haketta sekä hiekkaa ja savea. Lattiapäällysteenä on käytetty muovimattoa. Rakennuksen ulkoseinät ovat puuverhoiltuja hirsirakenteita, jotka on lisälämmöneristetty sisäpuolelta märkäpuhalletulla selluvillalla. Rakennuksen yläpohja on puurakenteinen ja se on lisälämmöneristetty selluvillalla alkuperäisen lämmöneristeen (puru/hake, rahkasammal) päälle. Harjakattoisen vesikaton (kaltevuus ~1:1,5) kantavat rakenteet ovat hirsirakenteita, vesikatteena toimii aluskatteeton konesaumattu peltikate.

Rakennuksessa on hajautettu koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Tiloja palvelee kaksi tulo-poisto-ilmanvaihtokonetta ja wc-tiloja erillinen huippuimuri. Ilmanvaihtoa ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän avulla. Iv-konehuoneet sijaitsevat ullakolla. Ilmanvaihtokoneet käyvät tehostetusti arkisin klo 6 – 21, muun aikaa osateholla. Huippuimuri käy yleisilmanvaihdon tehostusaikana ja on muun ajan pysäytetty.

3.1 Korjaushistoria

Rakennukseen on tehty peruskorjaus vuonna 1996. Peruskorjauksen yhteydessä mm.:

- länsipäädyn tilat muutettiin asunnosta opetus- ja varastotiloiksi
- alkuperäinen painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä muutettiin koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihdoksi
- tehtiin pintaremontti
- alapohjarakenne uusittiin paikallisesti
- vesijohdot ja viemärit uusittiin
- ikkunat uusittiin.

Julkisivut on huoltomaalattu vuonna 2007.

Vesikate on rikkiäntunut paikoitellen jäänpoiston yhteydessä 6-7 vuotta sitten. Vesikatetta paikkakorjattiin seuraavana kesänä, samassa yhteydessä uusittiin huonokuntoisia vesikaton rakenteita.

Räystäsrakenteita ja syöksytörmä on kunnostettu ja vesikate huoltomaalattu noin 3-4 vuotta sitten. Samassa yhteydessä korjattiin yksittäinen vauriokohta vesikaton rakenteissa keskimmäisen sisääntulokuistin kohdalla.

Kesällä 2016 kohteessa tehtiin tiivistyskorjauksia. Alapohja-ulkoseinäliittymät on tiivistetty, mutta tiivistyslaajuudesta tai käytetyistä menetelmistä ei ole tarkempaa tietoa. Samassa yhteydessä uusittiin myös käytävien akustolevyt sekä valaistus ja jatkettiin luokkatilojen tuloilmakanavia, jotta ilma saataisiin kiertämään paremmin huonetiloissa. Ryömintätila ja kellari on puhdistettu muutama vuosi sitten, mahdollisesti tiivistyskorjausten yhteydessä.

3.2 Aikaisemmat tutkimukset ja selvitykset

Osa rakennuksen käyttäjistä on kokenut heikkoon sisäilman laatuun viittaavaa oireilua. Sisäilmaan liittyviä havaintoja on tehty erityisesti rakennuksen länsipäädyn tiloissa. Käyttäjien mukaan tilan 10 (OT3) ilmanlaatu heikkenee, mikäli tilojen 10 ja 3 välinen ovi on auki.

Kohteeseen on suoritettu kuntotutkimus vuonna 2016, mutta kokonaisuuden huomioon ottavaa kosteus- ja sisäilmatutkimusta ei toistaiseksi ollut vielä tehty.

Vuoden 2016 kuntotutkimuksen yhteydessä havaittiin alapohjarakenteen ilmatiiveyden olevan puutteellinen: lattian ja ulko- sekä väliseinien liittymissä ilmavuotoa systemaattisesti koko rakennuksessa, pois lukien märkätilat, joissa muovimaton ylösnosto tiivistää lattian ja seinän liittymän. Ryömintätilassa oli runsaasti rakennus- ja muuta jätettä siltä osin kuin se tarkastettiin. Ryömintätilaa ei tarkastettu kokonaan.

4 Lähtötiedot

Tutkimusta laadittaessa on ollut käytettävissä seuraava tilaajan toimittama lähtöaineisto:

- Tutkimussuunnitelma, kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, ilmanvaihtojärjestelmän kuntotutkimus, 29.11.2018, Vahanen Rakennusfysiikka Oy
- IV-Mittauspöytäkirjat, 2018 ja 2017 (Consti ja T&T Air Oy)
- PTS-dokumentit, 2016 ja 2017 (Akaan kunta)
- Kuntotutkimusraportti, 23.2.2016 (Rakennusinsinööri Jommi Suonketo)
- Kaksi rakennusta koskevaa tiedotetta (Akaan kaupunki, 2016)
- Ilmanäytteiden testausseleste, 11.3.2015 (TYYK, Aerobiologian yksikkö)
- Käyttäjien oirekyselyn tulokset tiloittain (tehty ennen vuotta 2015)
- Dokumentteja julkisivun korjausmaalausurakkaan liittyen, 2007
- Peruskorjaukseen ja muutostyöhön liittyvät pohjapiirustukset (LVI), 1995
- Pohjapiirustus pelastussuunnitelmasta

5 Tutkimusmenetelmät

Aistinvarainen arviointi

Kaikki rakennuksen tilat käytiin läpi. Tilojen pinnat tarkastettiin aistinvaraisesti rakennetta rikkomatta niiltä osin, kuin ne olivat huonekalujen ja irtaimiston puolesta tarkastettavissa. Samalla arvioitiin tilojen hajuja ja aistinvaraista sisäilman laatua.

Rakenneavaukset

Rakenteiden kuntoa ja rakennetyyppejä tarkastettiin rakenneavaajan (Ila-Rakennus) suorittamien rakenneavausten kautta. Rakenneavauksista selvitettiin rakenteen toteutus, tehtiin aistinvaraisia havaintoja ja kosteusmittauksia rakenteen kuntoon liittyen sekä otettiin materiaalinäytteitä laboratorioanalyysejä varten. Rakenneavausten paikat on esitetty liitteessä 1.

Rakennekosteusmittaukset (puu)

Puun kosteutta painoprosentteina arvioitiin ns. piikkimittarilla (Testo 606-1 Pin-Meter). Laitevalmistajan (Testo) ilmoittama mittauksen tarkkuus on ± 1 %. Mittaus kohdistuu materiaalin pintakerrokseen. Piikkimittarin toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, ja sen tulos on suuntaa-antava. Mittauksella voidaan kuitenkin luotettavasti tunnistaa selvästi kuiva ja selvästi märkä materiaali.

Ilman liikkeet, ilmavuodot

Rakenteiden ja eri tilojen välisiä ilmavirtausten suuntia tarkasteltiin Regin-merkkisavun avulla. Merkkisavu on valkoista paksua savua, jonka avulla havainnoidaan ilman virtauksia.

Painesuhteiden pitkäaikaisseuranta

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

Sisäilmaolosuhteiden seurantamittaukset

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 hiilidioksidipitoisuuden pitkäaikaisseuranta

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

Materiaalinäytteet mikrobianalyysi (viljely)

Materiaalinäytteiden elinkykyisten mikrobien pitoisuudet ja suvusto määritettiin STMa 545/2015 (asumisterveysasetus) sen soveltamisohjeen mukaisella laimennossarjaviiljelyllä. Näytteenotto ja laboratorioanalyysi tehtiin em. ohjeistuksen mukaisesti muutoin, mutta näytteiden suoramikroskopointia ei suoritettu. Näytteet analysoi Mikrobioni Oy (Kuopio). Analysoiva laboratorio on FINAS-akkreditoitu, ja akkreditointi kattaa käytetyt viljelymenetelmät. Tutkimustulos ilmoitetaan mikrobiryhmittäin muodossa pmy/g. Laboratorion ilmoittama määräysraja menetelmälle on 91 pmy/g ja mittausepävarmuus homeille 5% (M2-alusta) tai 6% (DG18-alusta), bakteereille 19 % ja sädesienille 22 %. Materiaalinäytteenoton sijainnit on esitetty liitteessä 1. Analyysivastaukset ovat liitteinä 3 ja 4.

Ilmanvaihtoon liittyvät arvioinnit ja mittaukset

Ilmanvaihtokoneiden kuntoa sekä puhtautta arvioitiin silmämääräisesti ja valokuvaamalla huoltoluukkujen kautta. Koneiden kokonaisilmamäärät mitattiin pitot-putkella, viiden pisteen mittausmenetelmällä TSI Velocicalc 9565P –monitoimimittarilla, jonka mitaustarkkuus on noin $\pm 3\%$ ja mittausvirhe noin $\pm 5\%$ mittauspaikasta riippuen.

Tilojen tulo- ja poistoilmavirrat mitattiin joko pitot-putkella tuloilmakanavasta tai määritettiin päätelaitteen paine-eron perusteella ns. mittauskoukulla poistoilmaventtiileistä Pressovac PHM-V1 venttiilinsäätömittarilla. Paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään yleensä 20 % tarkkuuteen, mutta tarkkuus heikkenee pienillä ilmamäärillä ja venttiililautasten ollessa ääriasentoonsa säädettyinä.

6 Piha-alueet

6.1 Havainnot

Rakennuspaikka viettää loivasti idästä länteen päin ja rakennuksen vierustalla on hiekkaa/soraa. Kattovedet ohjataan syöksytorvilla sadevesikaivoihin. Havaintoja piha-alueista on esitetty seuraavissa kuvissa (**Virhe. Viitteen lähde ei löytynyt....**Kuvat 4).



Kuvat 2 a ja b. Rakennuspaikka viettää idästä länteen päin. Rakennuksen vierustalla on hiekkaa/soraa.



Kuvat 3 a ja b. Rakennuksen itäpäädyssä sokkeli on matala ja sokkelissa olevat tarkastusluukut sijaitsevat lähellä maanpintaa. Maanpinta viettää loivasti rakennuksesta pois päin.



Kuvat 4 a ja b. Kattovedet ohjataan syöksytorvilla sadevesikaivoihin. Salaojakaivoja ei havaittu.

6.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Piha-alueiden muotoilussa ei havaittu merkittäviä puutteita. Kohteen rakennuspaikasta johtuen ryömintätilaan tai maapohjaiseen kellaritilaan ei pääse valumaan tai lammikointumaan merkittävässä määrin vettä. Rakennuksen itäpäädyssä sade- ja sulamisvesien on mahdollista jossain määrin kulkeutua ryömintätilaan, sillä ryömintätilan pohja on viereisen maanpinnan tasoa alempana ja matalassa sokkelissa olevat tarkastusluukut ovat maanpinnan tasolla. Silmäämääräisesti arvioituna sade- ja sulamisvedet kuitenkin ohjautuvat pääosin pois päin rakennuksesta myös itäpäädyssä.

Matala perustamiskorkeus (matala sokkeli) muodostaa kohteessa kosteusteknisen riskirakenteen, sillä matalan sokkelin osalla ryömintätila tuulettuu todennäköisesti korkeamman sokkelin osaa heikommin. Myös ulkoseinärakenteen alaosat ovat matalan sokkelin osalla alttiimpia säärasituksen aiheuttamalle kosteusrasitukselle, sillä matalan sokkelin päälle kerääntyy helpommin kosteutta esimerkiksi ulkoseinää vasten kinostuvasta lumesta.

7 Alapohja ja välipohja

Rakennuksen alapohja on pääosin ryömintätalallinen puurakenteinen alapohja, minkä lattiarakenne ja täyttökerroksen pintaosat on uusittu rakennuksen itäpäädyssä. Rakennuksen länsipäädyssä on aiemmin mahdollisesti varastokäytössä ollut maapohjainen tila, jota kutsutaan jatkossa maapohjaiseksi kellaritilaksi. Rakennuksen keskivaiheilla

on kaksi kiviainesrakenteista käytöstä poistettua kellaritilaa. Kaikki kellaritilat ovat kylmillään. Kellaritilojen sijoittuminen on havainnollistettu seuraavassa kuvassa.



Kuva 5. Rakennuksen kellaritilat. Kellaritiloihin on kulku etupihan puolelta nuolien osoittamista kohdista. Rakennuksen takana on lukittuja/ummistettuja luokkuja ja ovi, merkitty katkoviivoitetuilla nuolilla. Lattiarakenne ja alapohjarakenteen täyttökerroksen pintaosia on uusittu rakennuksen itäpäädyssä katkoviivoitetulla alueella.

Kiviainesrakenteisten kellareiden yläpuolinen välipohjarakenne on samankaltainen kuin kohteen alapohjarakenne yleensä, myös niiden havainnot ovat yhteneväisiä, joten ala- ja välipohjarakenteet käsitellään samassa yhteydessä tässä luvussa.

7.1 Rakenteet ja rakenneavausten havainnot

Kiviainesrakenteisten kellareiden kohdalla alapohjarakenne on havaintojen perusteella maanvastainen betoni-laatta. Kellareiden alapohjarakenteeseen ei suoritettu rakenne-avauksia. Kiviainesrakenteisten kellareiden yläpuolinen välipohjarakenne on samankaltainen kuin alapohjarakenne muualla ja se tuulettuu alapuoleltaan. Välipohjan hirsirakenteet on tuettu alapuolelta kellaritilan kiviainesrakenteisiin.

Ala- ja välipohjarakenne on hirsirakenteinen ja kellaritiloja lukuun ottamatta luonnonkiviperusteinen. Alapohjan täyttökerroksena on käytetty pääosin sammalta, savea, puurua/haketta ja hiekkaa ja puurakenteisen lattian lattiapäälysteenä on kaikkialla muovimatto. Ulkoseinien lisälämmöneristyksen yhteydessä alapohjarakenteen täyttökerrokseen on lisätty selluvillaa ontelopuhalluksena ulkoseinälinjoilla. Rakennuksen itäpäädyssä lattiarakenne ja täyttökerroksen pintaosat on uusittu.

Rakenteita selvitettiin lähtötietojen ja rakenneavausten avulla. Rakenneavausten paikat on esitetty liitteessä 1. Ala- ja välipohjan rakenteet rakenneavausten perusteella sekä rakenneavausten yhteydessä tehdyt havainnot on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Ala- ja välipohjan rakenneavaukset sekä niiden yhteydessä tehdyt havainnot.

Avauksen nro	Valokuvat ja havainnot
RAAP1 (tila 20)	Alapohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavauksen RAAP1 kohdalla: • muovimatto, 2 mm • tasoite, 1 mm • lastulevy, 20 mm • pikipahvi korkkisiroteella • asennushiekka, 15 mm • lastulevy, 12 mm • tasoite, 10 mm • lankku, 60 mm • täyttökerros (pintakerros hiekka, rakenneavausta ei jatkettu) / kantavat rakenteet, 400 mm • aluslaudoitus (alapuolelta tarkasteltuna) Rakenneavauksesta havaittiin selvä mikrobiperäinen haju. Täyttökerroksen hiekka oli aistinvaraisesti arvioituna juoksevan kuivaa ja selvästi sisäilmaa kylmempää. Rakenneavauksen yhteydessä otettiin materiaalinäytteet MAT7 (lankku) ja MAT6 (alempi lastulevy). Materiaalinäytteiden MAT6 ja MAT7 mikrobianaalyseissa ei havaittu mikrobikasvua materiaalissa.
RAAP2 RAAP8 (tila 25) RAAP10 (tila 24)	

Avauksen nro	Valokuvat ja havainnot
	Alapohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavausten RAAP2, RAAP8 ja RAAP10 kohdalla: • muovimatto, 2 mm • tasoite, 1 mm • lastulevy, 20 mm • selluvilla / koolauspuut, 100 mm • hiekka (rakenneavausta ei jatkettu) Valokuvat ovat rakenneavauksesta RAAP2. Rakenneavaus RAAP8 tehtiin poraamalla lattiarakenteen läpi keskeimmällä tilaa 25. Rakenneavaus RAAP10 tehtiin tilaan 24. Alapohjarakenteen täyttökerroksen syvyys on >400 mm. Poranterän mukana täyttökerroksesta nousi savea. Rakenneavauksista ei havaittu poikkeavaa hajua. Alapohja-ulkoseinäliittymää ei ole tiivistetty. Rakenneavausten RAAP8 ja RAAP10 yhteydessä havaittiin selvät ilmavirtaukset rakenteeseen päin merkkisavun avulla tarkasteltuna.
RAAP3 (tila OT1) Välipohjarakenne kellaritilan kohdalla	Välipohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavauksen RAAP3 kohdalla: • muovimatto, 2 mm • tasoite, 1 mm • lastulevy, 20 mm • pikipahvi korkkisiroteella • lankku, 60 mm • selluvilla, 100 mm • täyttökerros (pintakerros puru/hake, rakenneavausta ei jatkettu) / kantavat rakenteet, 250 mm • aluslaudoitus (tuuletusaukosta tarkasteltuna) • tuuletusväli / kantavat rakenteet ja luonnonkivilatatomukset, ~400 mm • kellarin katto

Avauksen nro	Valokuvat ja havainnot
	Rakenneavauksesta havaittiin selvä mikrobiperäinen haju. Täyttökerroksen purun/hakkeen havaittiin olevan selvästi sisäilmaa kylmempää. Väli-pohjan muovimaton ja ulkoseinän sisäpinnan välinen rako on täytetty liimamassalla. Rakenneavauksen yhteydessä otettiin materiaalinäytteet MAT9 (puru/hake) ja MAT10 (selluvilla). Materiaalinäytteiden MAT9 ja MAT10 mikrobianalyseissa ei havaittu mikrobikasvua materiaalissa.
RAAP4 (tila 3)	 Alapohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavauksen RAAP4 kohdalla: • muovimatto, 2 mm • tasoite, 1 mm • lastulevy, 20 mm • pikipahvi korkkisirotteella • lankku, 60 mm • täyttökerros (selluvilla-sahanpuru 70 mm, sammal 20 mm, hiekka (rakenneavausta ei jatkettu) / kantavat rakenteet, 400 mm • aluslaudoitus (alapuolelta tarkasteltuna) Rakenneavauksesta havaittiin selvä mikrobiperäinen haju. Alapohjan muovimaton ja väliseinän sisäpinnan välinen rako on täytetty liimamassalla. Lattian ja väliseinän liittymää on lisäksi täytetty polyuretaanivaahdolla kuvaan punaisilla nuolilla merkittyihin kohtiin porattujen reikien kautta.
RAAP5 (tila 3)	 Alapohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavauksen RAAP5 kohdalla: • muovimatto, 2 mm • tasoite, 1 mm • lastulevy, 12 mm • pikipahvi korkkisirotteella

Avauksen nro	Valokuvat ja havainnot
	• maali • tasoite, 1 mm • lankku, 60 mm • täyttökerros (hiekkä 150 mm (rakenneavausta ei jatkettu), savi, sammal) / kantavat rakenteet, 400 mm • aluslaudoitus (alapuolelta tarkasteltuna) Rakenneavauksesta havaittiin selvä mikrobiperäinen haju. Täyttökerroksen pintaosan hiekan havaittiin olevan selvästi sisäilmaa kylmempää. Hiekkakerroksen paksuus on 150 mm, täyttökerroksen läpi poratessa poranterän mukana nousi savenkappaleita ja sammalta. Puurakenteiden kosteuspitoisuus piikkimittarilla mitattuna oli 9,8...12,5 p-%. Rakenneavauksen yhteydessä otettiin materiaalinäyte MAT12 (selluvilla-kerroksen pohja). Materiaalinäytteen MAT12 mikrobianalyysissä ei havaittu mikrobikasvua materiaalissa.
RAAP6 (tila 10)	Alapohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavauksen RAAP6 kohdalla: • muovimatto, 2 mm • tasoite, 1 mm • lastulevy, 20 mm • pikipahvi korkkisiroteella • lankku, 60 mm • täyttökerros (selluvilla 60 mm, hiekkä (rakenneavausta ei jatkettu)) / kantavat rakenteet, 400 mm • aluslaudoitus (alapuolelta tarkasteltuna) Rakenneavauksesta havaittiin selvä mikrobiperäinen haju. Täyttökerroksen pintaosan hiekan havaittiin olevan selvästi sisäilmaa kylmempää. Alapohjan muovimaton ja ulkoseinän sisäpinnan välinen rako täytetty elastisella massalla. Puurakenteiden kosteuspitoisuus piikkimittarilla mitattuna oli 9,8...11,0 p-%. Rakenneavauksen yhteydessä otettiin materiaalinäyte MAT13 (selluvilla-kerroksen pohja). Materiaalinäytteen MAT13 mikrobianalyysissä ei havaittu mikrobikasvua materiaalissa.

Avauksen nro	Valokuvat ja havainnot
RAAP7 (tila 12)	 Alapohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavauksen RAAP7 kohdalla: • muovimatto, 2 mm • tasoite, 1 mm • lastulevy, 20 mm • pikipahvi korkkisirotteella • lankku, 60 mm • ilmaväli / kantavat rakenteet, 50 mm • täyttökerros (hiekkä 150 mm, savi 100 mm, sammal 250 mm / kantavat rakenteet, 500 mm) • aluslaudoitus (alapuolelta tarkasteltuna) Rakenneavauksesta havaittiin selvä mikrobiperäinen haju. Puurakenteiden kosteuspitoisuus piikkimittarilla mitattuna oli 9,5...10,8 p-%. Rakenneavauksen yhteydessä otettiin materiaalinäyte MAT14 (lankkulat-tian alapinta). Materiaalinäytteen MAT14 mikrobianalyysissä ei havaittu mikrobikasvua materiaalissa.
RAAP9 (tila 22)	Alapohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavauksen RAAP9 kohdalla: • muovimatto, 2 mm • tasoite, 1 mm • lastulevy, 20 mm • pikipahvi korkkisirotteella • lankku, 60 mm • ilmaväli / kantavat rakenteet, 80 mm • hiekka/sora (rakenneavausta ei jatkettu) Rakenneavauksesta ei havaittu poikkeavaa hajua. Rakenneavauksen yhteydessä havaittiin ilmavirtaus rakenteeseen päin merkkisavun avulla tarkasteltuna.

7.2 Havainnot

Alapohjan kuntoa ja toteutustapaa havainnoitiin alapuolelta kellaritilojen ja sokkelissa olevien tuuletusaukkojen kautta sekä tekemällä rakenteisiin rakenneavauksia.

Maapohjaisessa kellaritilassa on runsaasti ylimääräistä materiaalia, mm. kosteusvaurioitunutta puumateriaalia. Maapohjaiseen kellaritilaan ei ole tuuletusaukkoja, ja kellarissa havaittiin mikrobiperäinen haju. Sokkelissa on säännöllisesti tuuletusaukkoja rakennuksen ryömintätilaan. Sokkelin kulku- ja tuuletusaukot on merkitty liitteeseen 2.

Alapohjarakenteen lattiapäällysteet ovat siistikuntoiset, ja alapohja-ulkoseinä- sekä – väliseinä-liittymät on tiivistetty liimamassalla ja lisäksi paikoin polyuretaanivaahdolla.

Tiivistyksiä ei ole tehty kynnysten kohdalla, lisäksi alapohjan läpivientien kohdalla havaittiin epätiivelyspuutteita.

Ala- ja välipohjarakenteista tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 6...Kuvat 28).



Kuva 6. Ryömintätila tuulettuu noin 5 merin välein sijoitetuilla ~200x200 mm tuuletusaukoilla. Tuuletusaukoista ei havaittu selvää poikkeavaa hajua.



Kuvat 7 a ja b. Rakennuksen itäpäädyssä on maapohjainen kellaritila (merkitty punaisella kuvaan a). Rakennuksen keskivaiheilla on kaksi kiviainesrakenteista kellaritilaa (merkitty keltaisella kuvaan a). Sinisellä katkoviivalla on merkitty rakennuksen ryömintätilallinen osa.



Kuvat 8 a...d. Ryömintätilaan ei ollut kulkua, joten se tarkastettiin sokkelissa olevien tuuletusaukkojen kautta. Rakennuksen etupihan puolella ryömintätilan korkeus on ~500 mm. Ryömintätilan pohja on maanpinnan tasalla tai sen yläpuolella. Ryömintätilassa on rakennusjätettä ja muuta sinne tuuletusaukkojen kautta heitettyä jätettä. Alapohjarakenne on tuettu luonnonkivilatomuksilla. Alapohjarakenteen aluslaudoitus on siistikuntoinen siltä osin, kuin sitä pystyttiin tarkastelemaan.



Kuvat 9 a...d. Rakennuksen itäpäädyssä ryömintätilan pohja on viereisen piha-alueen pinnan tason alapuolella ja sokkelissa olevat tarkastusluukut viereisen maanpinnan tasalla. Ryömintätilan pohjalla on vähäisessä määrin sekalaista jätettä. Kuvassa b näkyy wc-tilan (tila 27) viemäriputkien kannakointeja ja lämmöneristystä. Aluslaudoitus on hyväkuntoinen siltä osin kuin sitä pystyttiin tarkastelemaan.



Kuvat 10 a ja b. Ryömintätilan korkeus rakennuksen keskivaiheilla on ~700 mm, takapihan puolelta tarkastellessa. Luonnonkivimuureissa havaittiin tuuletusaukkoja.



Kuva 11. Punaisella nuolella merkitty ryömintätilan tuuletusaukko takapihan puolella on ummessa. Keltaisilla nuolilla merkityt ummistetut aukot ovat maapohjaisen kellaritilan kohdalla.



Kuva 12. Maapohjainen kellaritila on yhtenäistä tilaa, ja se tarkastettiin kauttaaltaan kuvaan punaisella nuolella merkityn luukun kautta. Kellaritilaan on lisäksi kaksi lukittua ovea ja kaksi ummistettua luukkua (yksi merkitty kuvaan keltaisella nuolella, muut sijaitsevat takapihan puolella), joita ei avattu.



Kuvat 13 a ja b. Yleiskuvia maapohjaisesta kellarista. Kellaritilan korkeus on 2000...3000 mm. Kellaritilassa havaittiin mikrobiperäinen haju. Tuuletusaukkoja ei ole sokkelin epätiivelyskohtia lukuun ottamatta. Kellaritilassa ei havaittu ilmavirtauksia kenttätutkimusten yhteydessä.



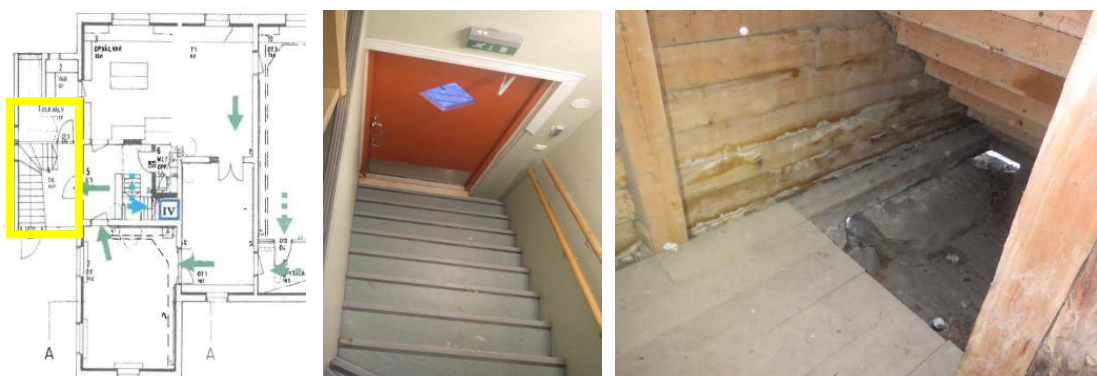
Kuvat 14 a...c. Kellaritilassa on jonkin verran rakennusjätettä (esim. kosteusvaurioitunutta purettua puutavaraa ja kuvassa c esitetty käytöstä poistettu viemäriputki lämmöneristeeseen) ja muuta sekalaista tavaraa.



Kuvat 15 a...c. Aluslaudoitus on maapohjaisen kellaritilan alueella hyväkuntoinen. Pääosin alapohjarakenne on alkuperäinen, aluslaudoituksen välistä näkyy rahkasamalta (kuva b). Wc-tilan (tila 6) kohdalla alapohjarakenne on uusittu, aluslaudoituksen yläpuolella havaittiin tuulensuojalevy (kuva c).



Kuvat 17 a...c. Yleiskuvia graniittisokkelin ja ulkoseinän alimman hirren liittymästä. Alapohja-sokkeli liittymissä havaittiin yleisesti tummentumaa. Alimpien hirsien kosteuspitoisuuksia mitattiin puupiikkimittarilla pistokoeluontoisesti, kosteuspitoisuudet olivat 11,9...16,2 p-%.



Kuvat 16 a...c. Kellarissa on lautoitusta länsipäädyssä mm. portaikon alapuolisessa tilassa (merkitty keltaisella kuvaan a). Portaikko on kylmillään ja portaikon sisäilmassa havaittiin poikkeava, mikrobiperäinen haju.



Kuvat 18 a ja b. Etupihan puolelta on kulkuovet kahteen kiviainesrakenteiseen kellarilohkoon, jotka on tässä merkitty kellareiksi A ja B. Kellareiden lattiapinta sijaitsee ~500 mm maanpinnan tason alapuolella. Kummassakin kellarilohkossa on kaksi erillistä tilaa (kuva b). Kaikki tilat ovat tyhjiä ja kylmillään.



Kuvat 19 a...c. Kellarilohko A:n alapohja-, seinä- ja kattorakenteet ovat betonirakenteisia. Seinälinjan alaosassa havaittiin paikoin bitumisively. Paikoin seinien alaosassa havaittiin suola- ja härmekertymää. Pintakosteudenilmaisimen lukemat olivat kellarin lattiasissa 100...120, kellarin katossa 40...60, seinien alaosassa 90 ja seinien yläosassa 40...60.



Kuvat 20 a ja b. Kellarilohko A:n katon yläpuolinen tila on ilmayhteydessä maapohjaiseen kellaritilaan. Suoraa ilmayhteyttä ryömintätilalliseen alapohjarakenteeseen ei ole. Kellarilohko A:n katon yläpuolinen tila tarkastettiin maapohjaisen kellaritilan kautta. Kellarin katon päällä on kerros sahanpurua/haketta, avointa ilmväliä kellarin katon ja tällä kohdalla olevan välipohjarakenteen välissä on ~500 mm. Välipohjarakenteen aluslaudoitus on hyväkuntoinen. Aluslaudoituksen välistä havaittiin täyttökerroksen pohjalla rahkasammalta ja kutterinlastua.



Kuvat 21 a ja b. Kellarilohko B:n alapohja on betonirakenteinen, ja seinä- ja kattorakenteet ovat luonnonkivistä muurattuja. Pintakosteudenilmaisimen lukemat olivat kellarin lattiassa 100...120 ja kellarin katossa 40...60.



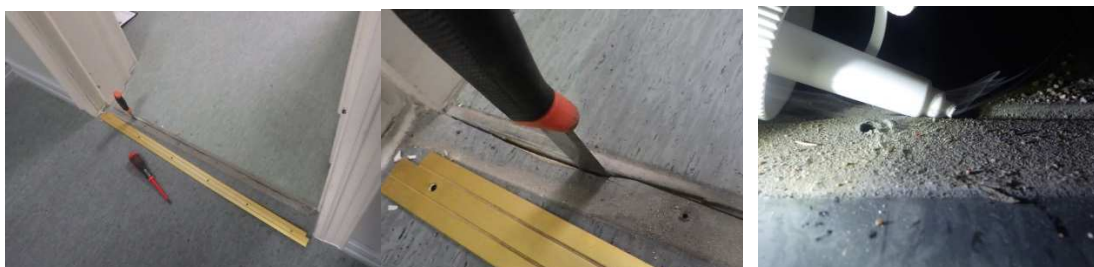
Kuvat 22 a ja b. Kellarilohko B:n katon yläpuolinen tila tarkastettiin sokkelissa olevan tuuletusluukun kautta. Kellarin katon päällä on hiekkaa ja vähäisessä määrin sekalaista jätettä. Vapaata ilmväliä on ~300 mm.



Kuvat 23 a...c. Yleiskuvia tiloista. Ala- ja välipohjarakenteen lattiapäällysteenä on käytetty kaikkialla muovimattoa. Lattiapäällysteet ovat hyväkuntoisia.



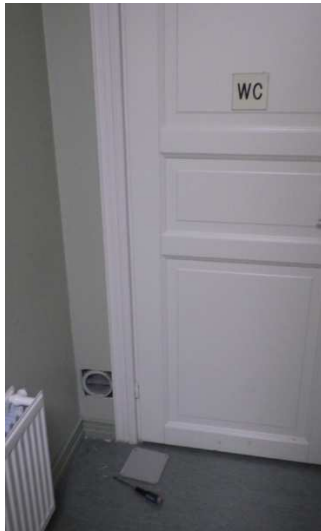
Kuva 24. Jalkalistoja avattiin pistokoeluontoisesti ulko- ja väliseiniltä. Alapohjan ja ulko- / väliseinien liittymiä on tiivistetty liimamassalla ja/tai polyuretaanivaahdolla. Liittymistä ei havaittu merkittäviä ilmavirtauksia merkkisavulla tarkasteltuna.



Kuvat 25 a...c. Kynnyslistoja avattiin pistokoeluontoisesti. Havainnot olivat yhteneväisiä. Kynnysten kohdilla lattiapäällysteessä on selvät raot alapohjarakenteeseen. Raosta havaittiin mikrobiperäistä hajua sekä selviä ilmavirtauksia sisäilmaan päin merkkisavulla tarkasteltuna. Kuvat ovat tilojen 3 ja 10 (tilat T1 ja OT3) välisen kynnnyksen kohdalta.



Kuvat 26 a ja b. Tilan 22 lattiassa on tulpattu viemäriputken läpivienti. Läpivienti on tiivistetty massalla, mutta läpivienti on epätiivis. Läpiviennin kohdalta havaittiin mikrobiperäinen haju sekä selvä ilmavirtaus sisäilmaan päin merkkisavulla tarkasteltuna.



Kuvat 27 a ja b. Eteistilan (tila 5) väliseinässä oleva tarkastusluukku avattiin. Väliseinän sisällä sijaitsee viemärin tuuletusputki. Luukusta havaittiin selvä ilmavirtaus sisäilmaan päin merkkisavun avulla tarkasteltuna.



Kuvat 28 a...c. Märkätiloissa lattiapäällysteenä käytettyä muovimattoa on nostettu seinälinjoille ~100 mm. Kynnysten kohdalla muovimaton ylösnostoa ei ole. Muovimatto on kiristetty lattiakaivojen kiristysrenkaan väliin. Pesualtaiden viemäriputket on johdettu lattiakaivoihin.

7.3 Maapohjaisen kellaritilan paine-eron ja olosuhteiden seuranta-mittaukset

Maapohjaisen kellaritilan ja sisäilman välistä paine-eroa seurattiin jatkuvatoimisella paine-eromittalaitteella kahden viikon seurantajaksolla 4.-18.12.2018. Sisäilma oli pääosin 2...4 Pa alipaineinen kellaritilaan nähden. Mittaus suoritettiin tilasta 3 (T1).

Maapohjaisen kellaritilan sekä ulkoilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin seurantamittauksena kahden viikon seurantajaksolla 5.-18.12.2018.

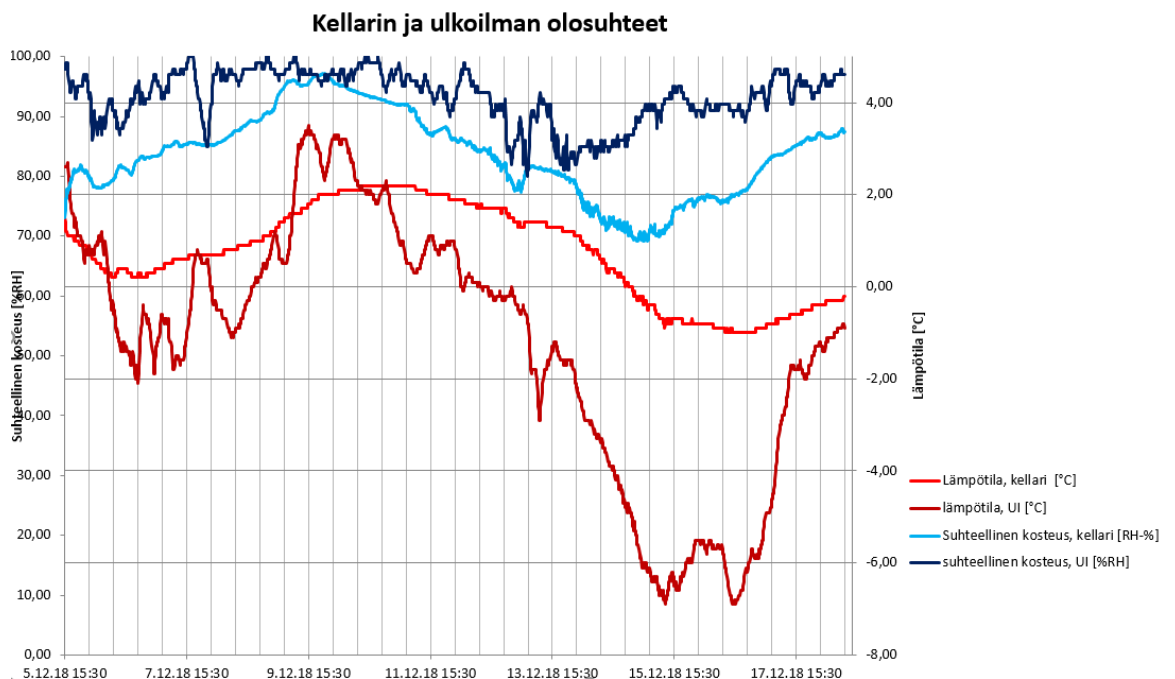
Seurantamittausten tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (Kuvaaja 1 ja Kuvaaja 2). Kuvaajassa 3 on esitetty hetkellisten maapohjaisen kellaritilan ilman ja ulkoilman suhteellisten kosteuksien ja lämpötilojen perusteella lasketut absoluuttiset kosteuspi-toisuudet.

KELLARI – T1

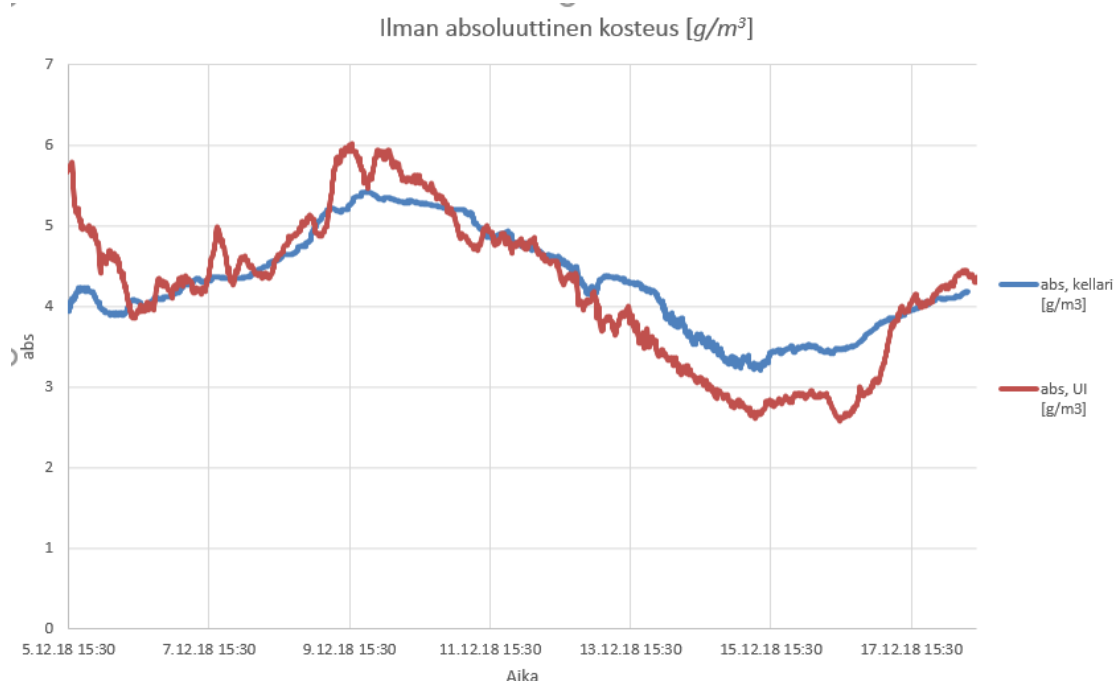


80

Kuvaaja 1. Maapohjaisen kellarin paine-ero tilan T1 sisäilmaan nähden 5.12.-18.12.2018. Pystyakselilla jakoviivojen väli on 1 Pa. Paine-eron ollessa negatiivinen, on tilan T1 sisäilma alipaineinen kellaritilaan nähden.



Kuvaaja 2. Maapohjaisen kellaritilan sekä ulkoilman lämpötila ja suhteellinen kosteus 5.12.-18.12.2018. Maapohjaisen kellaritilan mittalaite sijaitsi n. 1,5 metrin korkeudella kellaritilan pohjan tasosta. Lämpötila on vaihdellut kellaritilassa välillä -1...2,5 °C ja ulkoilmassa -7...3,5 °C. Suhteellinen kosteus on vaihdellut kellaritilassa välillä 70...95 %RH ja ulkoilmassa 85...100 %RH.



Kuvaaja 3. Maapohjaisen kellaritilan ja ulkoilman absoluuttiset kosteudet lämpötilan ja suhteellisen kosteuden perusteella laskettuna aikavälillä 5.12.-18.12.2018. Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden perusteella laskettu absoluuttinen kosteus vaihteli maapohjaisessa kellaritilassa 3,3...5,4 g/m³ ja ulkoilmassa 2,7...6,0 g/m³. Maapohjaisen kellarin ja ulkoilman absoluuttisten kosteuksien erotus (kosteuslisä / -vaje) vaihtelee mitausjaksolla -2...1,3 g/m³.

7.4 Materiaalinäytteet

Ala- ja välipohjarakenteesta otettiin yhteensä kuusi materiaalinäytettä mikrobianalyysia varten. Mikrobianalyysit suoritettiin laimennossarjamenetelmällä käyttäen pintaviljelytekniikkaa. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit suoritettiin Mikrobioni Oy:n toimesta.

Materiaalinäytteiden näytteenottopaikat on esitetty liitteessä 1. Laboratorioanalyysit kokonaisuudessaan ovat liitteinä 3 ja 4.

Ala- ja välipohjista otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset olivat seuraavat:

- MAT6 (lastulevy), RAAP1, lattiarakenteen alempi lastulevy: ei mikrobikasvua materiaalissa
 - o homepitoisuus alle määrittäysrajan, pieni bakteeripitoisuus
- MAT7 (puu), RAAP1, alkuperäinen lankkulattia: ei mikrobikasvua materiaalissa
 - o home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan
- MAT9 (puu: hake/puru), RAAP3, alapohjan täyttökerros, purukerroksen pinta, väliseinän viereltä: ei mikrobikasvua materiaalissa
 - o homepitoisuus alle määrittäysrajan, pieni bakteeripitoisuus
- MAT10 (selluvilla), RAAP3, alapohjan lämmöneriste, selluvillakerroksen pohja, väliseinän viereltä: ei mikrobikasvua materiaalissa
 - o homepitoisuus alle määrittäysrajan, pieni bakteeripitoisuus
- MAT12 (selluvilla), RAAP5, alapohjan lämmöneriste, selluvillakerroksen pohja, ulkoseinän viereltä: ei mikrobikasvua materiaalissa
 - o homepitoisuus alle määrittäysrajan, pieni bakteeripitoisuus

- MAT13 (selluvilla), RAAP6, alapohjan lämmöneriste, selluvillakerroksen pohja, väliseinän viereltä: ei mikrobikasvua materiaalisissa
 - o homepitoisuus alle määrittämissä, pieni bakteeripitoisuus
- MAT14 (puu), RAAP7, alkuperäisen lankkulattian pohja: ei mikrobikasvua materiaalisissa
 - o homepitoisuus alle määrittämissä, pieni bakteeripitoisuus

7.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Yleistä

Kohteen alapohjarakenne on toteutettu tuulettuvana (ryömintätilallisena tai kellarillisena) rakenteena. Ryömintätilassa ja maapohjaisessa kellarissa on tyypillisesti ajoittain (etenkin kesäaikaan) olosuhteet, joissa mikrobikasvu on mahdollista. Rakennus- ja muut jätteet ryömintätilassa/kellarissa toimivat mikrobikasvun alustana ja voivat merkittävästi lisätä mikrobikasvun määrää. Tuulettuvalle alapohjarakenteelle on tavanomaista, että ulkoilmaan yhteydessä oleviin rakenteisiin (aluslaudoitus, lämmöneristeen ulkopinta) muodostuu ainakin paikallista mikrobikasvua. Alapohjarakenteessa tulee tämän johdosta olla ilmatiivis rakennekerros, joka estää hallitsemattomat ilmavirtaukset ryömintätilasta/alapohjarakenteesta sisäilmaan.

Ala- ja välipohjarakenne

Kiviainesrakenteiden kellareiden rakenteiden pintakosteuslukemien perusteella maaperän kosteustuotto on merkittävä, mutta havaintojen ja mittaustulosten perusteella alapohjan kantavat rakenteet tai aluslaudoitus eivät ole vaurioituneet. Ryömintätilan tuulettuvuutta ei pystytty täysin varmistamaan, mutta havaintojen perusteella sille on kohtalaisen hyvät edellytykset. Maapohjainen kellari tuulettuu ryömintätilaa heikommin, sillä kellaritilan ovet, ikkunat ja muut luukut on ummistettu, ja olosuhteet mikrobikasvulle ovat siellä ainakin ajoittain otolliset. Kellarissa on runsaasti rakennus- ja muuta jätettä, mitkä toimivat mikrobikasvun alustana. Maapohjaisesta kellaritilasta epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua alapohjarakenteen epätiiveyskohtien kautta sisäilmaan heikentäen sen laatua, mikä selittää nimenomaan maapohjaisen kellarin kohdalla sijaitsevilla rakennuksen länsipäädyn tiloissa koettuja sisäilmaan liitettyjä oireita.

Alapohjarakenne on kosteusteknisesti riskialtis, sillä alapohjarakenteen täyttökerroksena on runsaasti kosteudesta herkästi vaurioituvia materiaaleja (mm. puru/hake, rahkasammal). Alapohjarakenteessa ei kuitenkaan todettu selvää, laaja-alaista tai aktiivista mikrobivaurioitumista materiaalinäytteiden laboratorioanalyysien tai aistinvaraisen havaintojen perusteella: yhdessäkään kuudesta alapohjarakenteesta otetussa materiaalinäytteessä ei laboratorioanalyysissä todettu mikrobikasvua materiaalisissa. Rakennusauusten yhteydessä havaittu poikkeava, mikrobiperäinen haju kulkeutuu todennäköisesti ilmapuotojen mukana ryömintätilasta/maapohjaisesta kellaritilasta.

Alapohjarakenteen ilmatiivisyys on pääosin kohtalainen, mutta paikallisten merkittävien epätiiveyskohtien kautta alapohjarakenteen ja ryömintätilan epäpuhtauksien (mm. hajujen) on mahdollista kulkeutua sisäilmaan. Alapohjarakenteen lattiapäällysteenä on käytetty ilmatiivistä muovimattoa, lisäksi vuonna 2016 suoritettujen tiivistyskorjaukset ovat todennäköisesti vähentäneet liittymien ja läpivientien kautta tapahtuvia ilmapuotoja alapohjarakenteesta sisäilmaan päin huomattavasti. Merkittäviä ilmatiivisyyspuutteita on edelleen kynnysten ja alapohjan läpivientien kohdilla. On huomattava, että elastisen saumamassan luotettava tekninen käyttöikä on lyhyt (muutamia vuosia), lisäksi tiivistyksessä on todennäköisesti paikallisia epätiiveyskohtia.

Paine-eron seurantamittauksen perusteella sisäilma on lievästi ja jatkuvasti alipaineinen maapohjaiseen kellaritilaan nähden, jolloin kellaritilan ja alapohjarakenteen sisältämät epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan rakenteiden epätiiveyskohtien kautta. Rakennuspaikka on erityisesti etupihan puolelta avoin, jolloin tuuli voimistaa

ajoittain/ paikoitellen ryömintätilan ylipaineisuutta lisäten hallitsemattomia ilmavirtauksia rakenteiden epätiivelyskohtien kautta. Kellaritilaisella osalla tuulen vaikutus ei ole yhtä merkittävä, sillä ilman liikkuminen kellaritilaan on estetty ummistamalla kellarin luukut.

Maapohjainen kellaritila tulee tyhjentää ylimääräisestä materiaalista ja aukaista kellaritilan sokkeleihin/seiniin aukkoja siten, että kellaritila pääsee tuulettumaan kauttaaltaan. Myös yksi rakennuksen takapihan puolella, ryömintätilan kohdalla oleva sokkelin ummistettu luukku tulee aukaista. Alapohjan sekä ulko- ja väliseinien rakennetyypit huomioon ottaen alapohjan rakenneliittymien täydellisen ilmatiiveyden saavuttaminen on haastavaa, minkä vuoksi ryömintätilaan ja maapohjaiseen kellaritilaan on suositeltavaa asentaa koneellinen tuuletusjärjestelmä, jolla on alipaineistava vaikutus. Koneellisesta tuuletusjärjestelmästä huolimatta ryömintätila voi erityisesti tuulisella säällä ajoittain ylipaineistua, minkä vuoksi myös alapohjarakenteen ilmatiiveydestä tulee huolehtia. Ryömintätilan lämpö- ja kosteusteknisiä ominaisuuksia on lisäksi mahdollista parantaa koneellisen tuuletuksen yhteydessä toteuttamalla tuuletusjärjestelmään kiuvaoksen. Rakennuksen seuraavan peruskorjauksen yhteydessä alapohjarakenne suositellaan uusimaan lämpö- ja kosteusteknisesti paremmin toimivaksi / riskisietoisemmaksi rakenteeksi.

Kiviainesrakenteisiin kellareihin ei kohdistu toimenpidetarpeita. Puurakenteisen alapohjan (/välipohjan) osalta suosittelemme ala-/välipohjarakenteen ilmatiiveyden parantamista ja koneellisen tuuletuksen lisäämistä ryömintätilaan/maapohjaiseen kellarin.

- Edellyttää mm. ulkoseinäliittymien, väliseinäliittymien, kynnysten sekä läpiviennin tiivistämistä.
 - o Avoimet aukot (esim. kynnysten kohdalla) tulee täyttää, esimerkiksi polyuretaanivaahdolla tai tiivistysmassalla
 - o Alapohja-ulkoseinä- /väliseinä-liittymissä sekä kynnysten kohdalla suosittelemme käyttämään tiivistysmassaa sekä pintamateriaaleihin (muovimatto, kipsilevy) kiinnitettävää tiivistykseen soveltuvaa liitosnauhaa
 - o Läpiviennit suositellaan tiivistämään tiivistysmassalla
- Ryömintätilan lämpö- ja kosteusteknisiä ominaisuuksia voi parantaa asentamalla maapohjan päälle erillisen materiaalikerroksen, mikä ehkäisee kosteuden haihtumisen maanpinnalta ryömintätilan ilmaan. Maapohjan päälle voidaan asentaa esimerkiksi:
 - o kapillaarisen nousun katkaiseva lämmöneristyskerros, esimerkiksi 50 mm EPS-eristys.
 - o kevytsorakerros, 100...150 mm.
 - o salaojasepeli-kerros, vähintään 200 mm. Sepelin tulee olla pestyä salaojasepeliä, missä ei ole mukana kosteuden nousua aiheuttavaa hienoaainesta.
 - o rei'itetty muovikalvo.

Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä suosittelemme parantamaan alapohjarakenteen ilmatiiveyttä sekä lämmöneristävyttä uusimalla alapohjarakenteen kokonaisuudessaan. Ala-/välipohjarakenteen korjaukset vaativat detaljitasoista suunnittelua, jossa huomioidaan rakenteiden lämpö- ja kosteustekninen käyttäytyminen.

8 Ulko- ja väliseinät ja ikkunat

8.1 Rakenne ja rakenneavausten havainnot

Ulkoseinät ovat sisäpuolelta märkäpuhalletulla selluvillalla lisälämmöneristettyjä hirsirakenteita. Julkisivut ovat tuulettumattomia puujulkisivuja.

Ulkoseinien rakenne on rakenneavausten RAUS1...RAUS3 perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

- maali
- lasikuitutapetti
- kipsilevy, 13 mm
- puukoolaus + selluvilla, 40...80 mm (RAUS1:80 mm, RAUS2: 40 mm, RAUS3: 50 mm)
- hirsirunko pellavarivetilkeellä
- tervapahvi
- julkisivupanelointi
- maali

Ulkoseinien rakenneavausten yhteydessä ei havaittu poikkeavaa hajua tai viitteitä kosteusvaurioista.



Kuvat 29 a...c. Alapohja-ulkoseinäliittymä tarkastettiin rakenneavauksen RAAP3 yhteydessä. Lisälämmöneristekerroksen (selluvilla) paksuus on 80 mm. Hirsirungon alaosan sisäpinnassa on alkuperäinen pinkopahvi ja tapetti. Alapohjan ja ulkoseinän liittymässä on tilkkeenä sekalaista lumppea.



Kuvat 30 a ja b. Alapohja-ulkoseinäliittymä tarkastettiin rakenneavausten RAAP2 ja RAUS2 yhteydessä. Lisälämmöneristyskerroksen paksuus on ~60 mm. Hirsirungon sisäpinnassa ollut pinkopahvi ja tapetti on pääosin poistettu, niistä on jäljellä kapea kaista sisäpuolisen koolauksen alaohjauspuun kohdalla (merkitty punaisella kuvaan b).



Kuvat 31 a...d. Rakenneavauksessa RAUS3 avattiin julkisivupaneelia. Hirsirungon ja paneloinnin välissä on paksu tervapaperi/pikipahvi, mutta ei tuuletusrakoa. Hirsien välisenä tilkkeenä on käytetty pellavaa. Rakenneavauksen kohdalla sokkelin päällä olevassa alimmassa julkisivulaudassa on lahovaurioita. Alimmassa hirressä on tummentumaa alimman kolmanneksen kohdalla, hirsi ei ole merkittävästi pehmentynyt. Rakenneavauksen yhteydessä havaittiin lievä PAH-yhdisteisiin viittaava haju.

Väliseinät ovat puurunkoisia levyrakenteita. Tilan 3 ja tilan 1 (kylmä ulkoiluvälinevarasto) välisen väliseinän rakenne on rakenneavauksen RAVS1 perusteella tilasta 3 ulospäin lueteltuna seuraava:

- kipsilevy, 13 mm
- puurunko / selluvilla, 200 mm
- kipsilevy
- panelointi

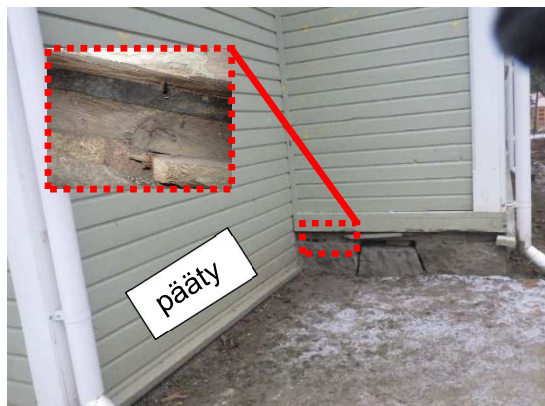
8.2 Havainnot

Ulkoseinien julkisivulaudoitus on asennettu tiiviisti hirsirunkoon kiinni, tuuletusväliä ei ole. Ulkoseinien julkisivulaudoituksen maalipinta hilseilee erityisesti rakennuksen päätyosissa. Julkisivulaudoituksen ja ulkoseinien alaosissa havaittiin kosteusvaurioita rakennuksen päätyosissa sekä rakennuksen itäpäädyssä takapihan puolella. Käyttökerron ikkunat ovat kaksipuitteisia, kolmelasisia puuikkunoita ja ne ovat hyväkuntoisia. Ikkunarakenteiden sadevedentiiveydessä ei havaittu merkittäviä puutteita. Sisätiloista tarkasteltuna ikkunankarmi-ulkoseinäliittymät ovat epätiivit. Ullakolla ikkunan ja ulkoseinän sadevedentiiveydessä on puutteita pääsisäänkäynnin kohdalla.

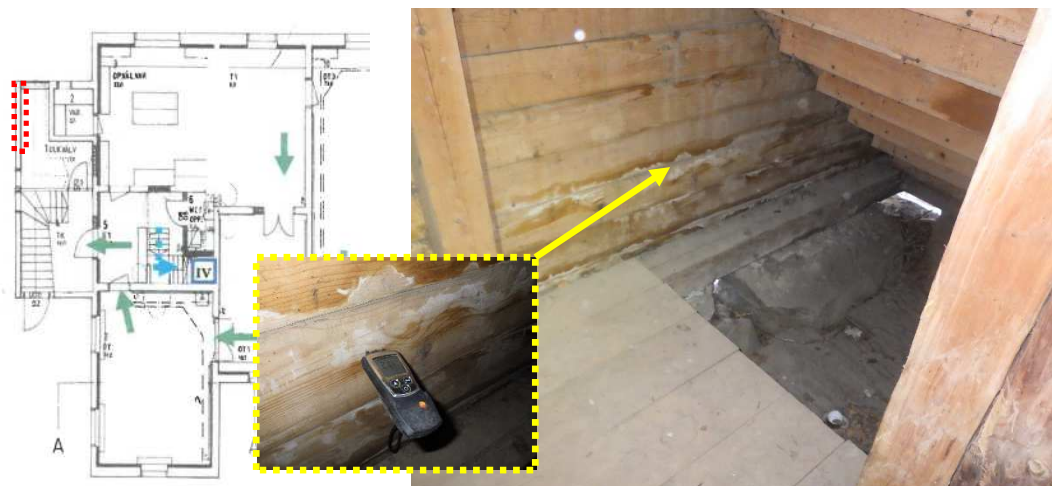
Ulkoseiniin ja ikkunoihin liittyviä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuvat 32...Kuvat 37).



Kuvat 32 a...d. Rakennuksen molempien päätyosien maalipinta hilseilee, mutta julkisivulaudoituksen maalipinta on pääosin kohtuullisessa kunnossa.



Kuvat 33 a...c. Rakennuksen päätyosien (länsipäädyssä tilojen 1, 2 ja 4 kohdalla ja itäpäädyssä tilojen 26 ja 27 kohdalla) sokkeli on matala (merkitty kuvaan a). Rakennuksen itäpäädyssä ja takapihan puolella julkisivulaudoituksen alaosissa on laho-
vaurioita. Julkisivulaudoituksen ja hirsiseinän välissä on tervapaperi. Tuuletusväliä ei ole.



Kuvat 33 a...c. Rakennuksen länsipäädyssä kuvaan a punaisella merkityn seinälinjan muutamassa alimmassa hirressä havaittiin mikrobikasvustoa. Kyseisen seinän alaosan hirsien kosteuspitoisuus oli 19,9...26,9 p-% piikkimittarilla kellaritilan puolelta mitattuna. Muualla seinän alaosien hirsien kosteuspitoisuuksia mitattiin puupiikkimittarilla pisto-koeluontoisesti, kosteuspitoisuudet olivat 11,9...16,2 p-%.



Kuvat 34 a...c. Käyttökerroksen ikkunat on uusittu peruskorjauksen yhteydessä ja ne ovat hyväkuntoiset. Ikkunat ovat kaksipuitteisia, kolmilasisia puuikkunoita. Ikkunoiden ulkopuolisessa sadevedentiiveydessä ei havaittu merkittäviä puutteita.



Kuvat 35 a...c. Ikkuna-ulkoseinäliittymiä tarkastettiin avaamalla ikkunalistat tiloista 3, 8 ja 25 (T1, OT1 ja OT2). Havainnot olivat yhteneväisiä kaikissa tiloissa. Ikkunankarmin ja ulkoseinän sisäverhouslevyn välissä on rako ulkoseinärakenteen lisälämmöneristyskerrokseen. Poikkeavia hajuja ei havaittu. Karmi-ulkoseinäliittymistä havaittiin selvää ilmvirtausta sisäilmaan päin merkisavun avulla tarkasteltuna.



Kuvat 36 a ja b. Tilan 25 ikkunalaudan ja ikkunankarmin alalistan rajalla havaittiin tummia jälkiä. Alalista aukaistiin. Ikkunalaudan ala- tai otsapinnnoissa ei havaittu viitteitä kosteusrasituksesta.





Kuvat 37 a...e. Ullakolta on kolme ikkunaa etupihan puolelle. Reunimmaisets ikkunat sekä niitä ympäröivä ulkoseinälaudoitus on uusittu (kuva a). Kuvat b...e ovat keskimäisen, pääsisäänkäynnin kohdalla olevan ikkunan kohdalla. Ulkoseinälaudoitus ja ikkuna ovat tällä kohdalla alkuperäisiä. Ulkoseinässä on kosteusjälkiä, laudoitusten välissä ja ikkunaliittymässä on rakoja ja ikkunan vieressä havaittiin myös yksi reikä (kuva e). Ikkunaseinän vierustalla selluvillakerroksen pinta on tiivistynyt ja likaantunut.

8.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinäarakenteessa on käytetty kosteusteknisesti lievästi riskialttiita korjausratkaisuja. Massiivihirsirakenteen lisälämmöneristys suositellaan tekemään hirsirungon ulkopuolelle tuulettuvalla julkisivurakenteella, jotta seinärakenteen sisään ei muodostu kylmempää pintaa, johon sisäilman kosteus voi tiivistyä, ja jotta julkisivun taakse kulkeutunut kosteus pääsee poistumaan vaurioita aiheuttamatta. Tiiviisti hirsirakennetta vasten märkäpuhallettu selluvilla toimii ohuena kerroksena (<50 mm) hirsirakenteen kanssa kosteusteknisesti myös sisäpuolisessa lisälämmöneristyksessä, etenkin kun rakennuksen käytöstä aiheutuva kosteuslisä on vähäinen. Kohteessa lisälämmöneristuksen paksuus vaihteli 40...80 mm välissä, ja paikoin sisäilman kosteuden on mahdollista tiivistyä kerroksellisessa seinärakenteessa rakenteen sisään aiheuttaen kosteusvaurion riskin. Sisäilmasta aiheutuvaa kosteusvaurion riskiä voidaan pitää kuitenkin suhteellisen pienenä, sillä sisäilmasta ei aiheudu kohteessa juurikaan kosteuslisää. Sisäilmasta aiheutuva kosteuslisä on esitetty kuvaajamuodossa kappaleessa 10.5.3.

Ulkoseinän sisäpuolisissa rakenneosissa ei havaittu viitteitä vaurioista, mutta ulkoseinäarakenteen lisälämmöneristys on toteutettu ilman ilmansulkukerrosta, jolloin ulkoseinäarakenteen ilmatiiveys on huono, ollen pelkästään sisäverhouslevyn varassa. Myös alapohjarakenteen epäpuhtauksien on mahdollista päästä kulkeutumaan sisäilmaan ulkoseinäarakenteiden epätiiveyskohtien kautta. Suosittelemme parantamaan ulkoseinäarakenteen ilmatiiveyttä tiivistämällä ulkoseinä-ikkunaliittymät ulkoseinän sisäverhouslevyyn käyttäen liitosnauhamenetelmää. Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä suosittelemme ilmansulkukerroksen lisäämistä ulkoseinäarakenteeseen. Ala- ja yläpohjarakenteiden liittymien osalta suositellut toimenpiteet on esitetty kappaleissa 7.5 ja 9.4.

Julkisivulaudoitus on asennettu tiiviisti hirsirunkoa vasten, jolloin julkisivulaudoituksen taakse päässyt kosteus voi aiheuttaa kosteusvaurioita julkisivulaudoitukseen, lyhentää sen huoltomaalausväliä sekä myös vaurioittaa hirsirungon ulkopintaa. Hirsirungon sisäpuolinen lämmöneristys laskee hirsirungon lämpötilaa hidastaen massiivisen hirren kuivumista, mikä myös lisää kosteusvaurion riskiä. Vaurioita ei havaittu pois lukien julkisivulaudoituksen/ulkoseinien alaosien vauriot rakennuksen päätyosissa ja takapihan puolella rakennuksen itäisessä päädyssä. Vauriot ovat todennäköisesti aiheutuneet pääosin säärasituksesta (viistosade, tuuli, aurinko), eikä havaituilla vaurioilla ole sisäilmavaikutusta. Rakennuksen länsipäädyssä, maapohjaisen kellarin osalla ulkoseinien sisäpinnassa havaittu mikrobivaurioituminen on aiheutunut kellaritilan puutteellisesta tuuletuksesta. Maapohjaisesta kellarista rakenteiden epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua sisäilmaan heikentäen sen laatua. Suosittelemme ulkoseinien huoltomaa-

lausta sekä julkisivulaudoituksen / ulkoseinien alaosien kunnan systemaattista tarkastamista ja uusimista vaurioituneilta osilta. Maapohjaisen kellaritilan osalta suosittelemme kellaritilan olosuhteiden parantamista kappaleessa 7.5 esitetyn mukaisesti. Kun julkisivulaudoitus seuraavan kerran uusitaan, suosittelemme harkitsemaan hirsirungon ulkopuolista lisälämmöneristämistä sekä ulkoverhouksen toteuttamista tuuletettuna.

Käyttökerroksen ikkunat ovat hyväkuntoisia, mutta ullakon huonokuntoinen ikkuna suositellaan uusimaan ja ulkoseinälaudoituksen vesitiiveyspuutteet korjaamaan yläpohjarakenteisiin kohdistuvien korjaustöiden yhteydessä.

9 Yläpohja ja vesikatto

9.1 Rakenne ja rakenneavausten havainnot

Rakennuksen yläpohja on puurakenteinen. Alkuperäinen täyttökerros (sammal, puru/hake) on paikoillaan ja sen päällä on lisälämmöneristys selluvillalla. Vesikaton kattomuoto on yhdistelmä harja- ja aumakattomuotoja ja kattolapteen kaltevuus on rakennuksen ulkopuolelta arvioituna noin 1:1,5. Vesikaton kantavat rakenteet ovat puuta ja ullakkotilan korkeus on 0,1...4 metriä.

Vesikaton rakenne on havaintojen perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- konesaumattu rivipeltikate
- tiivis aluslaudoitus
- kattotuolit
- tuulettuva tila, 100...5000 mm
- yläpohjarakenne

Yläpohjan rakenneavaukset ja niiden yhteydessä tehdyt havainnot on esitetty seuraavassa taulukossa. Rakenneavausten sijainnit on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 2. Yläpohjarakenteeseen tehty rakenneavaukset ja niiden havainnot.

Avauksen nro	Valokuvat ja havainnot
RAYP1 hormin vierestä, wc-tilan (tila 13) kohdalla	 Yläpohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavauksen RAYP1 kohdalla: • selluvilla, 200 mm • puru/hake, ~200 mm • rahkasammal, ~50 mm • kaksinkertainen lauta • ilmaräily/alakattorakenteet • alakattolevy Rakenneavaus RAYP1 tehtiin hormin viereen, wc-tilan (tila 13) kohdalle. Vesikaton aluslaudoituksessa havaittiin vesivuotojälkiä rakenneavauksen kohdalla. Hormissa on vuotojälkiä eristepinnan yläpintaan asti. Täyttökerroksen pinnassa ei havaittu viitteitä vesivuodosta. Yläpohjan täyttökerrokset avattiin ullakkotilasta käsin alkuperäiseen kattolaudoitukseen asti.

Avauksen nro	Valokuvat ja havainnot
	Rakenneavauksen yhteydessä otettiin materiaalinäytteet MAT15 (puru/hake-kerroksen pohja) ja MAT16 (selluvillakerroksen pohja). Materiaalinäytteiden MAT15 ja MAT16 mikrobianalyysissä ei havaittu viitteitä mikrobikasvusta.
RAYP2 ulko- seinän viereltä pää- sisään- käyn- nin koh- dalta	 Yläpohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavauksen RAYP2 kohdalla: • selluvilla, 200 mm • puru/hake, ~200 mm • kaksinkertainen lauta • ilmaväli/alakattorakenteet • alakattolevy Rakenneavaus RAYP2 tehtiin ulkoseinän viereen, pääsisäänkäynnin kohdalle. Vesikaton aluslaudoituksessa ja ulkoseinän pinnassa havaittiin kosteusjälkiä rakenneavauksen kohdalla. Selluvillakerroksen pinta on likaantunut ja tiivistynyt. Yläpohjan täyttökerrokset avattiin ullakotilasta käsin alkuperäiseen kattolaudoitukseen asti. Rakenneavauksen yhteydessä otettiin materiaalinäyte MAT2 (puru/hake-kerroksen pohjalta ~200 mm ulkoseinälinjalta). Materiaalinäytteen MAT2 mikrobianalyysissä havaittiin selvää mikrobikasvua materiaalissa.
RAYP3 hormin vie- restä, OT2:n (tila 25) koh- dalta	 Yläpohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavauksen RAYP3 kohdalla: • selluvilla, 200 mm • rahkasammal, ~30 mm • kaksinkertainen lauta • ilmaväli/alakattorakenteet • alakattolevy Rakenneavaus RAYP3 tehtiin hormin viereen, OT3-tilan (tila 25) kohdalle. Vesikaton aluslaudoituksessa havaittiin vesivuotojälkiä rakenneavauksen kohdalla. Hormissa on vuotojälkiä eristepinnan yläpintaan asti. Täyttökerroksen pinnassa ei havaittu viitteitä vesivuodosta. Yläpohjan täyttökerrokset

Avauksen nro	Valokuvat ja havainnot
	avattiin ullakkotilasta käsin alkuperäiseen kattolaudoitukseen asti. Alkuperäiset täyttökerrokset on rakenneavauksen kohdalta pääosin poistettu, selluvillakerroksen alla on ohut kerros rahkasammalta. Alkuperäisen kattolaudoituksen yläpinnassa on vanhoja kosteusjälkiä. Rakenneavauksen yhteydessä otettiin materiaalinäyte MAT17 (selluvillakerroksen pohja). Materiaalinäytteen MAT17 mikrobianalyysissä ei havaittu viitteitä mikrobikasvusta.
RAYP4 kes- keltä avointa ullak- kotilaa, tilan 3 koh- dalta	 Yläpohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavauksen RAYP4 kohdalla: • selluvilla, 200 mm • puru/hake, ~200 mm • rahkasammal, ~100 mm • kaksinkertainen lauta • ilmaräily/alakattorakenteet • alakattolevy Rakenneavaus RAYP4 tehtiin keskelle avointa ullakkotilaa, tilan 3 tilan kohdalle. Rakenneavauksen kohdalla ei havaittu vuotojälkiä vesikaton tai yläpohjan näkyvissä pinnoissa. Yläpohjan täyttökerrokset avattiin ullakkotilasta käsin alkuperäiseen kattolaudoitukseen asti. Rakenneavauksen yhteydessä otettiin materiaalinäyte MAT5 puru/hakekerroksen keskeltä. Materiaalinäytteen MAT5 mikrobianalyysissä ei havaittu viitteitä mikrobikasvusta.
RAYP5 räys- täslin- jan vie- reltä, OT2 (tila 12) koh- dalta	 Yläpohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavauksen RAYP5 kohdalla: • selluvilla, 200 mm • puru/hake, ~200 mm • rahkasammal, ~50 mm • kaksinkertainen lauta • ilmaräily/alakattorakenteet • alakattolevy

Avauksen nro	Valokuvat ja havainnot
	Rakenneavaus RAYP5 tehtiin lähelle räystääslinjaa, OT2:n (tila 12) kohdalle. Jalkaränni vesikatolla on ruostunut ja vesikatetta on paikattu rakenneavauksen kohdalla. Vesikaton aluslaudoituksessa on kosteusjälkiä. Täyttökerroksen pinnassa ei havaittu viitteitä vesivuodosta. Yläpohjan täyttökerrokset avattiin ullakkotilasta käsin alkuperäiseen kattolaudoitukseen asti. Rakenneavauksen yhteydessä otettiin materiaalinäyte MAT18 puru/hakekerroksen pohjalta. Materiaalinäytteen MAT18 mikrobianalyysissä ei havaittu viitteitä mikrobikasvusta.
RAYP6 T1 (tila 3)	 Yläpohjan rakenne alhaalta ylöspäin lueteltuna rakenneavauksen RAYP6 kohdalla: • alakattolevy • ilmaväli / alakattorakenteet / talotekniikka, 150 mm • kaksinkertainen lauta • rahkasammal (rakenneavausta ei jatkettu) Rakenneavaus RAYP6 tehtiin tilan T1 (tila 3) kohdalle alakattorakenteeseen tehdyn luukun kohdalle. Alkuperäiseen kattolaudoitukseen tehtiin rakenneavaus rasiaterällä (d=100 mm) poraamalla. Alkuperäinen kattolaudoitus on kaksinkertainen. Laidoituksen yläpuolella on yläpohjan täyttökerros, alimmaisena kerroksena rahkasammal. Ilmansulkukerrosta ei ole.

9.2 Havainnot

Vesikate on arviolta 1950-luvulla ja se on tyydyttävässä kunnossa. Paikallisia vesitiiveyspuutteita havaittiin jatkossaumojen ja pystykourujen kohdalla sekä vesikatteen ja hormiston sekä vesikaton läpivientien kohdilla. Vesikaton aluslaudoituksessa on kosteusjälkiä, kohonneita puurakenteiden kosteuspitoisuuksia mitattiin räystääslinjoilta. Yläpohjarakenteen ilmatiiveys on heikko.

Vesikatto- ja yläpohjarakenteita tarkasteltiin yläpohjatilasta, vesikatolta ja sisätiloista käsin. Päätyosien vesikattoja ei tarkastettu yläpuolelta, sillä päätyosien vesikatoilla ei ole kulkusiloja. Havaintoja vesikatto- ja yläpohjarakenteista on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuvat 38...Kuvat 49).



Kuvat 38 a...c. Yleiskuvia vesikatolta. Kattomuoto on yhdistelmä harjakattoja kattokaltevuudella ~1:1,5 (silmämääräisesti arvioituna). Vesikatteena toimii konesaumattu ja

maalattu rivipeltikate. Katolla ei ole sisätaitteita tai lumiesteitä. Vesikate on kohtuullisessa kunnossa ja pääsääntöisesti puhdas roskista. Päätyosien vesikatoilla ei ole kulkusilloja.



Kuvat 39 a ja b. Vesikatteella on paikoin kolme vaakasaumaa lappeella. Vesikatteessa on muutamia paikkakorjattuja alueita.



Kuvat 40 a...c. Vesikatteen maalipinta lohkeilee ja hilseilee paikoitellen, pääasiassa lähellä harjaa sekä kattotikkaiden ja kulkusiltojen alapuolella.



Kuvat 41 a ja b. Vesikatteessa on kaksinkertainen pystysauma, mutta ei tiivistysmassaa. Vesikatteen jatkossaumoissa on vesitiiveyspuutteita.



Kuvat 42 a...d. Hormistot sekä vesikaton lävistävät LVI-laitteiden jalustakotelot on pelitetty kokonaan. Pienempien läpivientien ympärillä on vesikatteeseen saumattu tyvikartio (kuva d). Iv-laitteiden jalustakoteloiden taitteissa havaittiin paikoin massa- tai silikonitiivistystä (kuvat a ja b). Koteloiden sisätaitteissa ei ole vastakallistuksia ja sisätaitteita on paikoitellen kitattu tai tiivistetty massaa käyttäen (kuva c).



Kuvat 43 a...d. Vesikatteen harjan ja hormien pellitysten liittymiä on tiivistetty silikonilla. Liittymien vesitiiveydessä on puutteita. Vesikaton rakenteissa ja aluslaudoituksessa on kosteusjälkiä.





Kuvat 44 a...e. Jalustakotelojen pellitykset on jatkettu harjan yli, mutta niitä ei ole kiinnitetty tai niiden kiinnitys on puutteellinen. Jatkospelleissä on reikiä, ja jatkospeltien alla on runsaasti neulasia, lehtiä ja muuta roskaa. Jatkospeltien alla olevassa vesikatteessa on korroosioauriota. Ullakkotilasta tarkasteltuna aluslaudoituksessa havaittiin kosteusjälkiä iv-kanavien läpivientien ympärillä.



Kuvat 45 a...c. Vedenpoisto vesikatoilta on järjestetty pystykourujen avulla. Pystykourut olivat pääsääntöisesti puhtaita. Takapihan puolella vesikatetta on paikkakorjattu räystäslinjalla (kuva b). Pystykourussa havaittiin korroosioauriota paikkakorjatulla alueella. Pystykouruilta vesi ohjataan syöksytorviin. Räystäslaudoituksessa havaittiin vaurioita syöksytorvien ympärillä (kuva c).



Kuvat 46 a ja b. Yleiskuvia ullakolta. Ullakkotilan arvioidaan tuulettuvan kohtuullisen hyvin. Räystäillä ei havaittu tuuletusrakojia. Vapaata tilaa ullakolla on 300...4000 mm.



Kuvat 47 a...d. Vesikatteen alapuolella on tiivis aluslaudoitus. Aluskatetta ei ole. Vesikatossa havaittiin yksi reikä tilan 7 kohdalla. Aluslaudoitus on kastunut räystääslinjoilla (kosteuspitoisuus enintään 24,6 p-% piikkimittarilla mitattuna).



Kuvat 48 a ja b. Yläpohjan alapintana on pääosin kipsilevytys, jonka alapintaan on kiinnitetty akustolevyjä (kuva a). Osittain, mm. käytävä- ja aulatiloissa on alaslaskettu katto (kuva b).





Kuvat 49 a...d. Siivouskomeron (tila 15) katossa olevan luukun takana on aukko tilojen 14 ja 15 (siivouskomero ja wc-tila) alakattojen yläpuoliseen tilaan (kuva a). Kuvassa b näkyvä valkoinen laudoitus on alkuperäinen huonetilojen kattopinta. Alakaton yläpuolella on kerros selluvillaa. Tiilimuuratun hormiston ja yläpohjarakenteen liittymässä on leveä rako, yläpohjan täyttökerroksen rahkasammalkerros on näkyvissä (kuva d).

9.3 Materiaalinäytteet

Yläpohjarakenteesta otettiin yhteensä kuusi materiaalinäytettä mikrobianalyysia varten. Mikrobianalyysit suoritettiin laimennossarjamenetelmällä käyttäen pintaviljelytekniikkaa. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit suoritettiin Mikrobioni Oy:n toimesta.

Materiaalinäytteiden näytteenottopaikat on esitetty liitteessä 1. Laboratorioanalyysit kokonaisuudessaan ovat liitteinä 2 ja 3.

Yläpohjasta otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset olivat seuraavat:

- MAT2 (puu: hake/puru), RAYP2, yläpohjan täyttökerroksen pohja ulkoseinän läheltä: selvä mikrobikasvu materiaalis
 - o suuri homepitoisuus, bakteeripitoisuus alle määrittäysrajan
- MAT5 (puu: hake/puru), RAYP4, yläpohjan täyttökerroksen keskiosa: ei mikrobikasvua materiaalis
 - o home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan
- MAT15 (puu: puru/hake), RAYP1, yläpohjan täyttökerroksen pohja: ei mikrobikasvua materiaalis
 - o homepitoisuus alle määrittäysrajan, pieni bakteeripitoisuus
- MAT16 (selluvilla), RAYP1, yläpohjan lisälämmöneristeen alaosa: ei mikrobikasvua materiaalis
 - o home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan
- MAT17 (selluvilla), RAYP3, yläpohjan lisälämmöneristeen alaosa: ei mikrobikasvua materiaalis
 - o home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan
- MAT18 (puu: puru/hake), RAYP5, yläpohjan täyttökerroksen pohja läheltä ulkoseinää: ei mikrobikasvua materiaalis
 - o home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan

9.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen vesikaton vedenohjaus on pääosin hyvä, mutta vesikaton vesitiiviys on nykyohjeisiin verrattuna puutteellinen. Vesikatteen ikä ei ole tiedossa, mutta katepellien koon ja jatkossaumojen lukumäärän perusteella vesikatteen arvioidaan olevan 1950-luvulta. Normaaleissa olosuhteissa sinkityn ja maalatun rivipeltikatteen tekninen käyttöikä on 60 vuotta, joten vesikate on teknisen käyttöikänsä päässä tai ylittänyt sen. Paikallisia tiiviyspuutteita ja vesivuotojalkia havaittiin muun muassa vesikatteen ja hor-

mien liittymissä sekä muiden vesikatteen läpivientien kohdalla. Yläpohjarakenteen kuivumiskyky on kuitenkin hyvä, eikä vähäisistä vesikatteen vuodoista aiheudu sisäilma-vaikutusta.

Aluskatteetonta rivipeltikatetta voidaan, nykyisten ohjeiden (RIL 107, RT 85-11158 ja Toimivat katot) mukaan käyttää, kun katon kaltevuus on jyrkempi kuin 1:3 (kohteessa noin 1:1,5). Peltikatteen pystysaumoissa tulisi lisäksi käyttää tiivistysmassaa ja aluslaudoituksen tulisi olla harva. Saumattu peltikate ei ole paineellisen vedenpitävä. Paineellista vettä voi muodostua vesikatteen päälle esimerkiksi talvella lumen sulaessa katolla yläpohjan lämpövuotojen, lumen lämmöneristävyuden ja ulkolämpötilan yhteisvaikutuksesta. Paikallisesti katon eri osille esimerkiksi räystäälle, pystykouruihin ja sisätaitejiireihin voi muodostua ns. paannejäättä, joka padottaa sulanutta vettä. Padonnut vesi sekä lumen paino vesikerroksen päällä aiheuttaa peltikatteeseen paineellisen vesisituksen.

Yläpohjarakenteen lämmöneristeenä on käytetty rakennusajankohdalle tyypillisiä rakennusmateriaaleja (mm. puru/hake, rahkasammal), jotka sisältävät tavanomaisesti luonnostaan epäpuhtauksia. Selvää, laaja-alaista tai aktiivista mikrobivaurioitumista yläpohjan täyttökerroksessa ei materiaalinäytteiden laboratorioanalyysien perusteella ole, mutta paikallinen täyttökerroksen kosteus- ja mikrobivaurio todettiin etupihan ulkoseinälinjan lähellä, pääsisäänkäynnin kohdalla. Kosteus- ja mikrobivaurion on aiheuttanut ullakon ikkunan ja ulkoseinän tiiveyspuutteiden kautta ullakolle kulkeutunut viistosade. Paikallisia kosteus- ja mikrobivaurioita voi olla muuallakin yläpohjan täyttökerroksessa.

Yläpohjarakenteen ilmatiiveys on heikko. Rakenteessa ei ole ilman-/höyrynsulkukerrosta, jolloin yläpohjarakenteen epäpuhtaudet saattavat päästä kulkeutumaan sisäilmaan heikentäen sen laatua. Höyrynsulun puuttuminen yläpohjarakenteesta mahdollistaa myös sisäilman kosteuden tiivistymisen kylmiin rakennekerroksiin aiheuttaen kosteus- ja mikrobivaurioiden riskin.

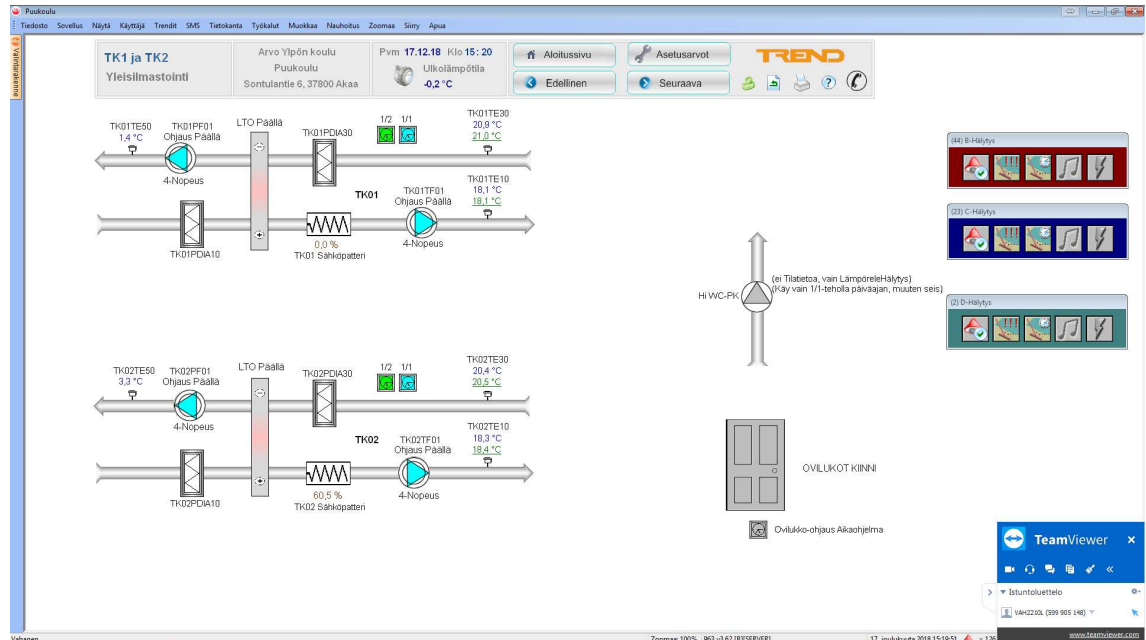
Yläpohjarakenteen toteutustapa huomioiden suosittelemme ensisijaisesti yläpohjarakenteen uusimista kokonaisuudessaan, jolloin yläpohjarakenteen ilmatiiveyttä ja lämmöneristävyyttä on mahdollista parantaa. Vesikatteen osalta vähimmäistoimenpiteenä suosittelemme vesikatteen aktiivisten vuotokohtien korjaamista sekä saattolämmityksen asentamista pystykouruihin. Vesikatteen ikä huomioon ottaen suosittelemme vauriomaan vesivuotojen lisääntymiseen lähitulevaisuudessa, mikäli vesikattoa ei uusita lähivuosina. Ennen yläpohjarakenteeseen tehtäviä toimenpiteitä suosittelemme vesikaton kuntotutkimusta sekä kulkusiltojen asentamista jokaiselle vesikaton osalle. Vesikatteen uusiminen ja kulkusiltojen asentaminen lienee kokonaistaloudellisesti kannattavaa yläpohjaan kohdistuvien korjaus- ja muutostöiden yhteydessä. Mikäli vesikaton käyttöikää päädytään jatkamaan tilapäisin korjauksin, tulee myös yläpohjan paikallinen vauriokohta pääsisäänkäynnin kohdalla korjata uusimalla yläpohjan materiaali-kerrokset.

10 Ilmanvaihto ja sisäilma

10.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Kohteessa on hajautettu koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Rakennusta palvelee kaksi tulo- ja poistoilmanvaihtokonetta ja wc-tiloja erillinen huippuimuri. Ilmanvaihtokoneet sijaitsevat ullakolla omissa ilmanvaihtokonehuoneissaan. Ilmanvaihtoa ohjataan keskitetyn Trend –rakennusautomaatiojärjestelmän avulla (Kuva 50). Ilmanvaihtokoneet käyvät erillisten aikaohjelmien mukaan tehostetusti arkisin klo. 6.00 – 21.00 ja muun ajan osateholla. Ilmanvaihtokoneille on asetettu ns. pakkasraja (-8 °C), mikä pakottaa ilmanvaihtokoneet pysymään 1/2 –nopeudella, kun ulkolämpötila on alle

asetusarvon. WC-tiloja palvelevan huippuimurin osalta valvomografiikkaan on kirjattu, että tehostusajan ulkopuolella huippuimuri olisi seis. Ilmanvaihtosuunnitelmien mukaan tilassa nro 22 (kotitalous) on myös erillinen huippuimuri, mutta sen toimintaa ei tarkasteltu tarkemmin tämän tutkimuksen yhteydessä, eikä sitä ole liitetty keskitettyyn rakennusautomaatiojärjestelmään.



Kuva 50. Ilmanvaihtojärjestelmän grafiikkakuva rakennusautomaatiojärjestelmästä.

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on muutettu painovoimaisesta ilmanvaihdosta koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihdoksi peruskorjauksen yhteydessä v. 1996. Lähtötietojen perusteella ilmanvaihtojärjestelmään on tehty joitain muutoksia peruskorjauksen jälkeen, mutta niistä ei ole tarkempaa tietoa. Lähtötietojen perusteella ilmanvaihto on puhdistettu ja säädetty viimeksi v. 2017 (*Ilmanvaihdon mittausraportti, AYK puukoulu, 12.10.2017, T&T Air Oy*).

10.2 Ilmanvaihtokoneet

TK01: TF01/PF01

Palvelualue: Rakennuksen itäpäätty

Käyntiaika: 24/7, tehostus arkisin klo. 6.00 – 21.00

Suunnitellut ilmamäärät: n. +/- 700 l/s (IV-suunnitelma, -95, LVI-toimisto AKAIR Oy)

Mitatut ilmamäärät: +800 l/s, -482 l/s

Ilmanvaihtokone TK01 (Kuva 51) sijaitsee ullakolla ilmanvaihtokonehuoneessa. Ilmanvaihtokone on Enervent Oy:n valmistama pakettikone vuodelta 1995. Ilmanvaihtokone on varustettu lämmöntalteenotolla, mikä on toteutettu pyörivällä lämmönsiirtimellä. Ilmanvaihtokoneen tuloilmapuoli koostuu suodattimesta, lto-kennosta, sähköpatterista ja puhaltimesta. Poistoilmapuoli koostuu suodattimesta, lto-kennosta ja puhaltimesta. Sulkupellit sijaitsevat kanavistossa ja niitä ohjataan Belimon AF230 –peltimoottoreilla.



Kuva 51. Tulo- ja poistoilmanvaihtokone TK01.

Ilmanvaihtokoneen TK01 tarkastuksessa havaittuja asioita on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 52...Kuva 62).



Kuva 52. Raitisilmapelti sulkeutuu tiiviisti.



Kuva 53. Tuloilmasuodatin. Suodatusluokka on M6.



Kuva 54. Suodatinkammiossa on kosteuden aiheuttamia jälkiä. Suodatin asettuu tiiviisti uraansa. Pyörivä lämmönsiirtokenno on siisti.



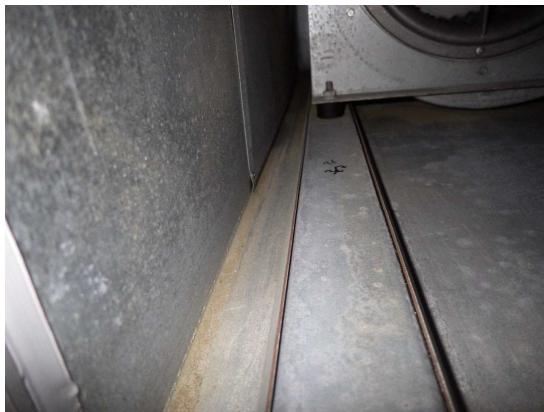
Kuva 55. LTO-kennon hihnan kireys on hyvä ja tiivisteet kunnossa. Kammion pohjalla on vähän irtoroskaa.



Kuva 56. Tuloilman tarvittava lisälämmitys hoidetaan sähköpatterilla. Rakennusautomaatiojärjestelmän mukaan tarkastushetkellä sähköpatterin teho oli 0 %, mutta todellisuudessa vastukset olivat lämpimät. Kammiossa on hieman pölyä.



Kuva 57. Puhaltimessa on pinnittynyttä pölyä.



Kuva 58. Puhallinkammiossa on irtoroskaa ja hienoa hiekkapölyä.



Kuva 59. Poistoilmasuodattimen ja tulopuhaltimen välinen tiiviste on rikki, mikä saattaa aiheuttaa ohivirtausta.



Kuva 60. Poistoilmasuodatin on siisti. Suodatusluokka on M6.



Kuva 61. Lämmöntalteenottokenno on siisti.



Kuva 62. Puhallinkammiossa on hieman pölyä.

Toimenpide-ehdotukset

- Poistosuodattimen ja tulopuhaltimen välisen tiivisteiden uusiminen
- Sähköpatterin tehon (%) mittauspisteen tarkastaminen/korjaaminen rakennus-automaatiojärjestelmään
- Tulopuhaltimen puhdistus

TK02: TF01/PF01

Palvelualue: Rakennuksen länsipääty

Käyntiaika: 24/7, tehostus arkisin klo. 6.00 – 21.00

Suunnitellut ilmamäärät: n. +/- 700 l/s (IV-suunnitelma, -95, LVI-toimisto AKAIR Oy)

Mitatut ilmamäärät: +820 l/s, -615 l/s

Ilmanvaihtokone TK02 (Kuva 63) sijaitsee ullakolla ilmanvaihtokonehuoneessa. Ilmanvaihtokone on Enervent Oy:n valmistama pakettikone vuodelta 1995. Ilmanvaihtokone on varustettu lämmöntalteenotolla, mikä on toteutettu pyörivällä lämmönsiirtimellä. Ilmanvaihtokoneen tuloilmapuoli koostuu suodattimesta, lto-kennosta, sähköpatterista ja puhaltimesta. Poistoilmapuoli koostuu suodattimesta, lto-kennosta ja puhaltimesta. Sulkupellit sijaitsevat kanavistossa ja niitä ohjataan Belimon AF230 –peltimoottoreilla.

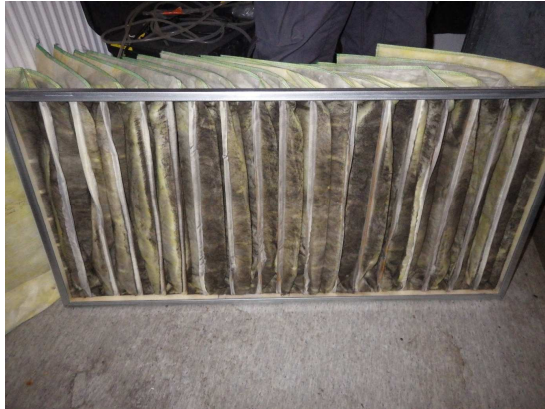


Kuva 63. Tulo- ja poistoilmanvaihtokone TK02.

Ilmanvaihtokoneen TK02 tarkastuksessa havaittuja asioita on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 64...Kuva 73)



Kuva 64. Yleiskuva ilmanvaihtokoneesta.



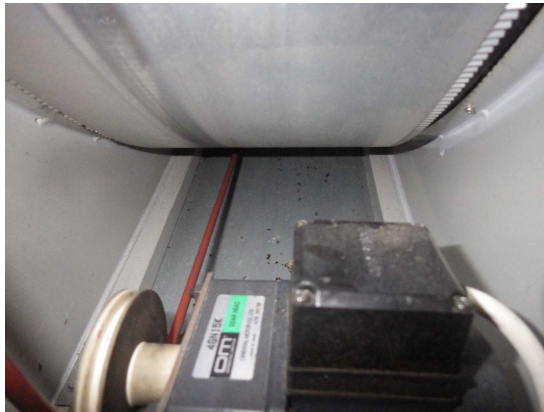
Kuva 65. Tuloilmasuodatin on likainen. Suodatusluokka on M6.



Kuva 66. Suodatinkammiossa on kosteuden aiheuttamia jälkiä, mutta se on muuten siistissä kunnossa. Suodatinkehikko asettuu tiiviisti uraansa.



Kuva 67. LTO-kiekko on siisti ja tiivisteet ovat hyvässä kunnossa.



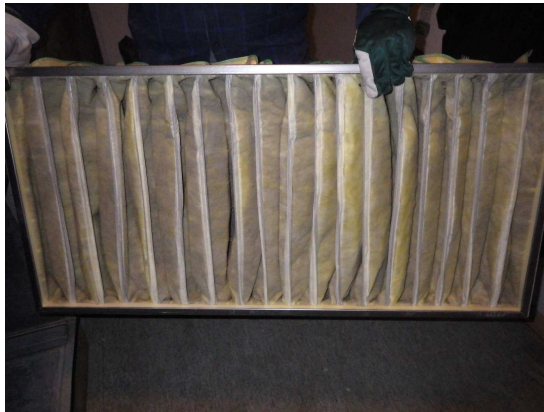
Kuva 68. LTO-kammion pohjalla on vähän irtoroskia.



Kuva 69. Puhallinkammio on hieman pölyinen. Puhaltimessa on pinttynyttä pölyä.



Kuva 70. Poistoilmakanava on melko pölyinen.



Kuva 71. Poistoilmasuodatin on pölyinen. Suodatusluokka on M6.



Kuva 72. Suodatinkammio on siisti, mutta hieman pölyinen. LTO-kiekko on siisti.



Kuva 73. Puhaltimessa on pinttynyttä pölyä.

Toimenpide-ehdotukset, TK02

- Puhaltimien puhdistus

10.3 Ilmamäärämittaukset

Ilmamäärämittaukset suoritettiin molempiin ilmanvaihtokoneisiin sekä pistokoeluontoisesti muutamiin tiloihin molempien koneiden palvelualueilta. Ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmamäärien luotettava mittaus oli teknisesti haastavaa, koska optimaalisia mitauspisteitä ei ollut kaikkien kanavien osalta käytettävissä. Ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmamäärät on ilmoitettu suunnitelmissa hyvin ympäripyöreästi, eikä tarkkoja ilmamääriä voi laskea suunnitelmista, koska muutaman tilan ilmamääriä ei ole merkitty. Kokonaisilmamäärämittausten tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 3). Iv-järjestelmän asentamisen aikana voimassa olleen Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 (v.1987) mukaan ilmamäärien sallittu järjestelmäkohtainen poikkeama on $\pm 10\%$. Taulukkoon on maalattu sinisellä sallitun poikkeaman (mitattu vs. suunnitelmista laskettu) ylittävät mittaustulokset.

Taulukko 3. Ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmamäärämittausten 4.1.2019 tulokset

KONE	TULOILMA (l/s)				POISTOILMA (l/s)			
	Suun. (v.-95)	lask.	Mit. (4.1.-19)	ERO (%)	Suun. (v.-95)	lask.	Mit. (4.1.-19)	ERO
TK01	700	670	800	19 %	-700	-760	-482	-37 %
TK02	700	650	820	26 %	-700	-505	-615	22 %

Tilakohtaisia ilmamäärämittauksia suoritettiin tiloissa, joissa suoritettiin myös sisäilman olosuhdemittauksia. Näin voidaan arvioida kokonaisvaltaisemmin ilmanvaihdon toimintaa ja sen riittävyyttä tilojen käyttöön nähden. Ilmamäärämittausten tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 4).

Taulukko 4. Tilakohtaisten ilmamäärämittausten 4.1.2019 tulokset.

TILA	TULOILMA (l/s)			POISTOILMA (l/s)		
	Suun. (-95)	Mit. (4.1.-19)	ERO (%)	Suun. (-95)	Mit. (4.1.-19)	ERO (%)
Tilanro 7 (OT2)	90	129	43 %	-105	-117	11 %
Tilanrot 3 & 8	100	80	-20 %	-110	-137	25 %
Tilanro 10 (OT3)	200	183	-9 %	-220	-211	-4 %
Tilanro 20 (OT3) *	200	85	-58 %	-220	-114	-48 %
Tilanro 25 (OT2)	140	76	-46 %	-165	-91	-45 %

*) Lähtötilanteessa luokkatilan tuloilmamäärä oli lähes ~0 l/s ja molemmat IRIS-250 -säätöpellit asennossa 8. Toista säätöpeltiä avattiin 8 -> 3, jolloin ilmaa alkoi virrata. Mittaustulos on tilanteesta, jossa molemmat pellit avattiin 8 -> 1 eli olivat täysin auki. Tilan tärkeys rakennuksen käytön kannalta huomioden, säätöpellit jätettiin kyseiseen asentoon. Tilanro 25 mitattiin em. toimenpiteen jälkeen, joten mitatut ilmamäärät ovat todennäköisesti lähtötilannetta pienemmät.

10.4 Kanavisto ja ilmanjako

Ilmanvaihtokanavisto on toteutettu sinkityllä peltikanavalla. Vuoden 1995 ilmanvaihtosuunnitelmista poiketen, tuloilmakanavien päätelaitteet on muutettu seinähajottajista kattohajottajiksi ja kanavistoa on jatkettu alla olevan kuvan (Kuva 74) mukaisesti siten, että päätelaitteet ovat n. tilan keskellä. Poistoilman päätelaitteet ovat sekä katto-, että seinäasennettuja kartioventtiileitä. Jatkettuja tuloilmakanavia lukuun ottamatta kanavat eivät ole näkyvissä.



Kuva 74. Tilojen ilmanjako on toteutettu kattohajottajilla.

Tilojen katonrajassa, ulkoseinissä on vielä korvausilmäsäleikköjä (Kuva 75), jotka ovat ennen peruskorjausta toimineet korvausilmareitteinä. Tarkastuksessa tehtyjen havaintojen perusteella korvausilmäsäleiköt on tulpattu.



Kuva 75. Korvausilmaventtiili, joka on ollut käytössä ennen peruskorjausta.

Lähtötietojen mukaan kanaviston puhdistus on tehty syksyllä 2017. Poistoilmaventtiilien ja kanaviston puhtautta arvioitiin muutaman päätelaitteen kautta ja kanavistoa kuvaamalla (Kuva 76 & Kuva 77).



Kuva 76. Poistoilmaventtiili on hieman pölyinen, mutta suhteellisen siisti.

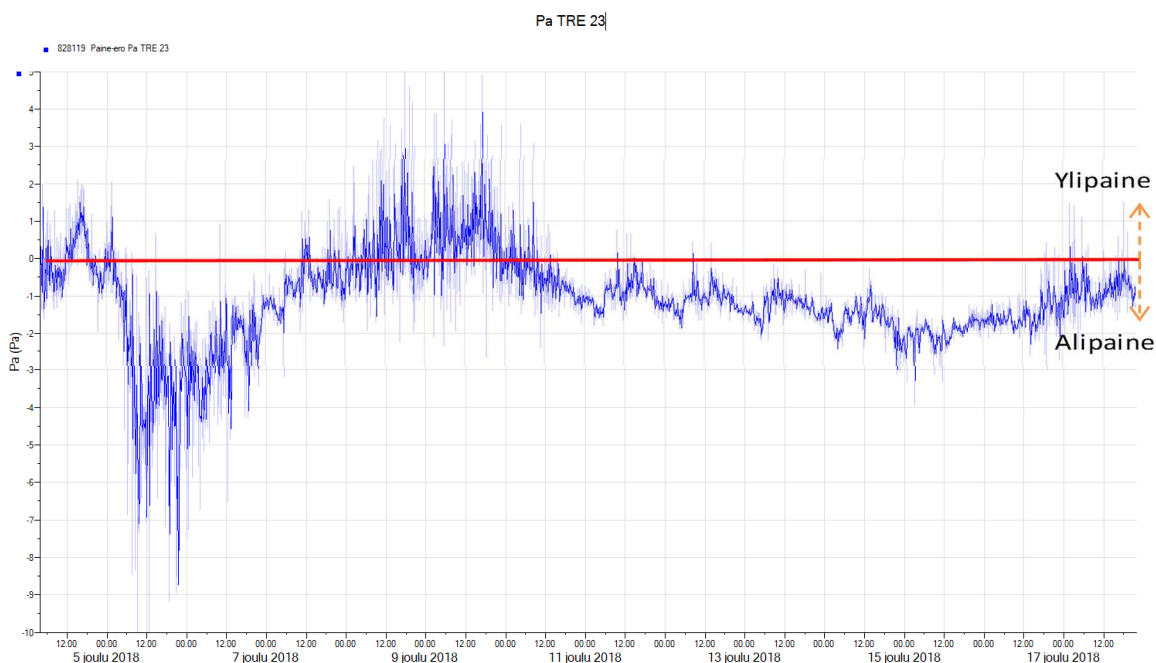


Kuva 77. Poistoilmakanava on melko pölyinen, mutta kanaviston kierresaumat erottuvat vielä selvästi. Kanavan etuosassa näkyy tasoiteroiskeita.

10.5 Sisäilman olosuhteiden seurantamittaukset

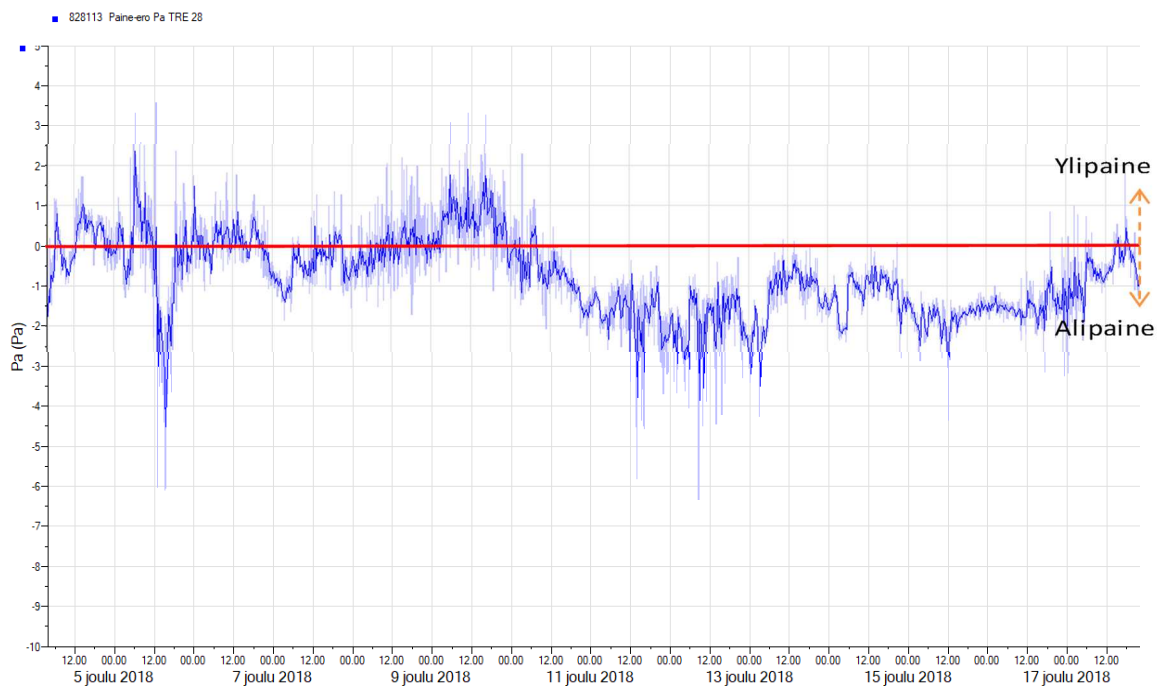
10.5.1 Paine-ero

Sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin seurantamittauksena tiloista 7, 10, 20 ja 25. Seurantamittaukset suoritettiin aikavälillä 3. – 18.12.2018 ja niiden tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (Kuvaaja 4...Kuvaaja 7). Seurantamittalaitteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.



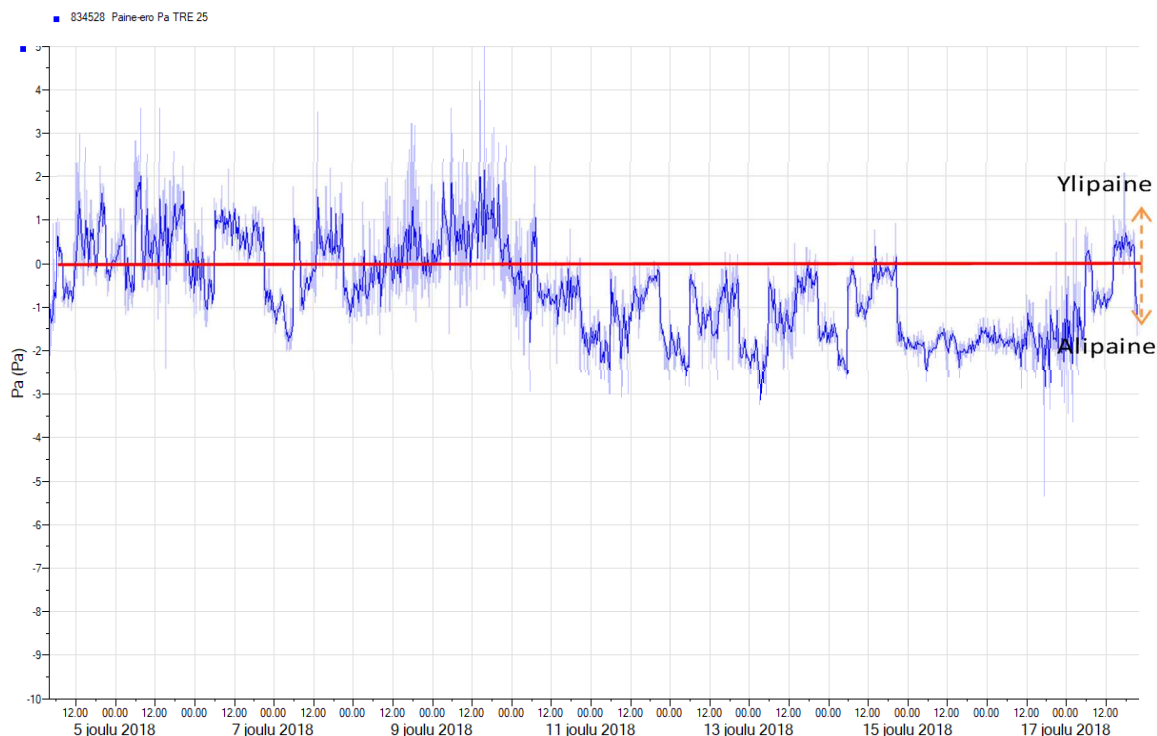
Kuvaaja 4. Tila nro. 7 paine-ero ulkoilmaan nähden aikavälillä 3. – 18.12.2018. Pysty-akselilla jakoviivojen väli on 1 Pa.

Pa TRE 28



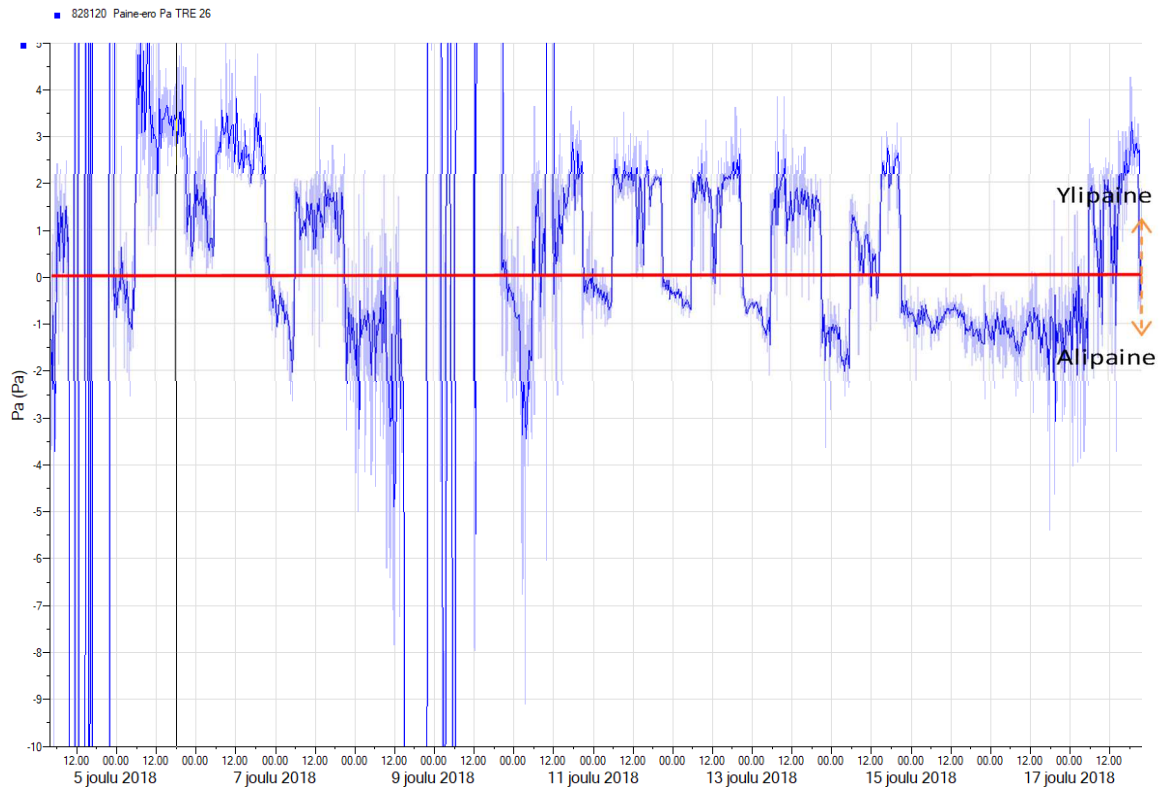
Kuvaaja 5. Luokkahuoneen (tila nro. 10) paine-ero ulkoilmaan nähden aikavälillä 3. – 18.12.2018. Pystyakselilla jakoviivojen väli on 1 Pa.

Pa TRE 25



Kuvaaja 6. Luokkahuoneen (tila nro. 20) paine-ero ulkoilmaan nähden aikavälillä 3. – 18.12.2018. Pystyakselilla jakoviivojen väli on 1 Pa.

Pa TRE 26

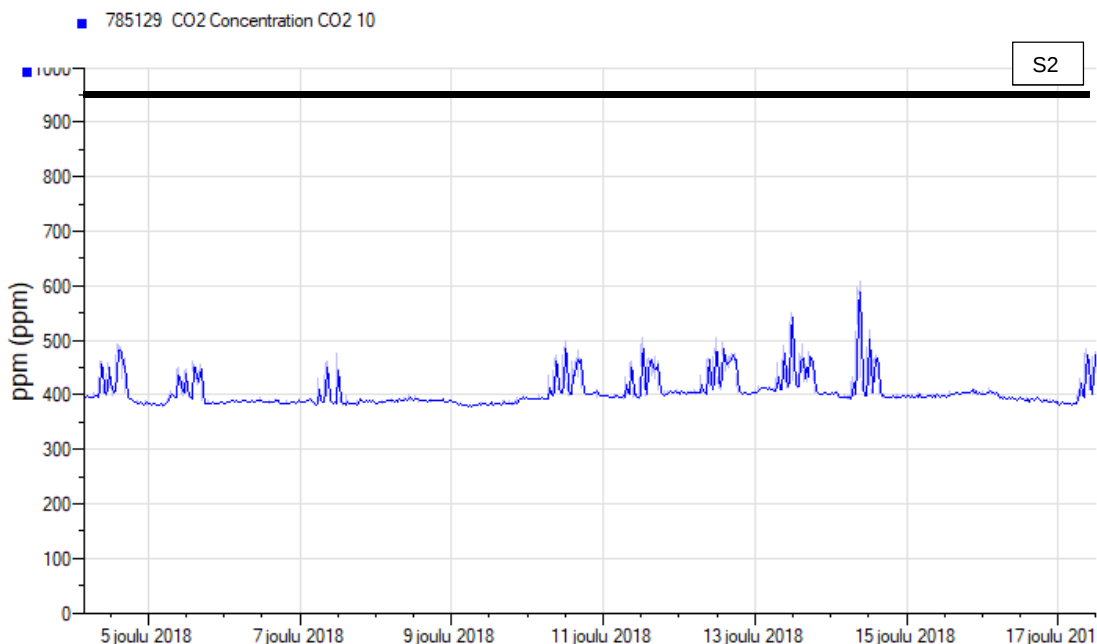


Kuvaaja 7. Tila nro. 25 paine-ero ulkoilmaan nähden aikavälillä 3. – 18.12.2018. Pystyakselilla jakoviivojen väli on 1 Pa. Alussa (4.12.) ja n. puolella välissä (8. – 9.12.) mittausjaksoa tapahtui voimakasta paine-eron vaihtelua (-50 Pa ... 50 Pa), mikä voidaan tulkita mittaushäiriöksi.

10.5.2 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

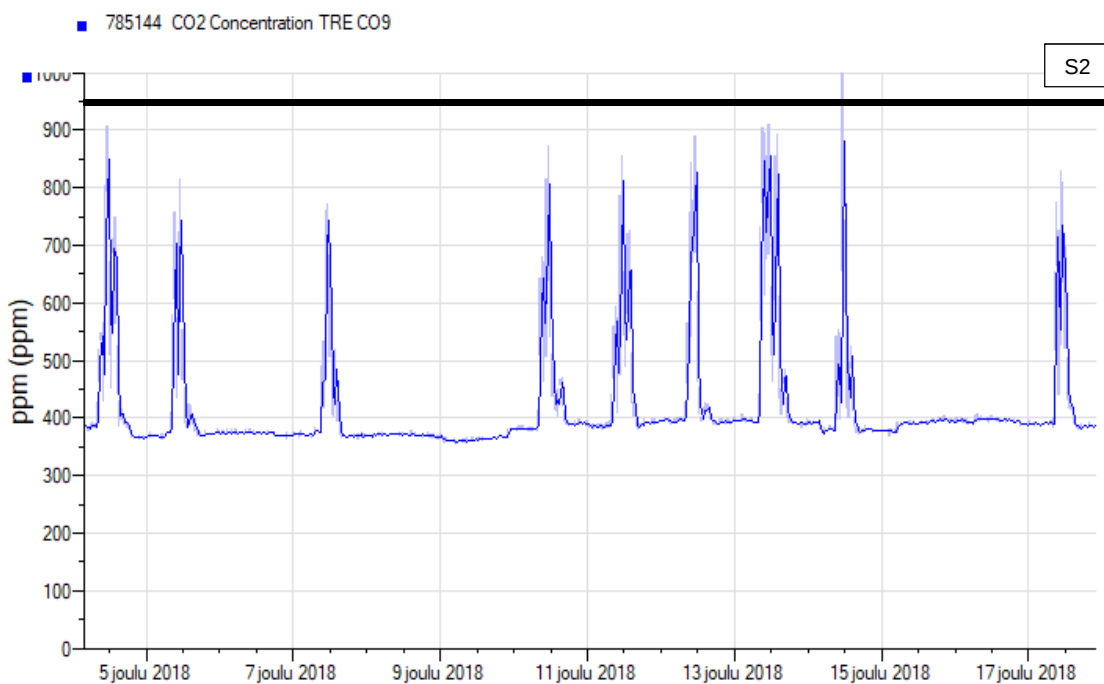
Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin seurantamittauksena tiloissa 7, 10, 20 & 25. Seurantamittaukset suoritettiin aikavälillä 3. – 18.12.2018 ja niiden tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (Kuvaaja 8...Kuvaaja 11). Kuvaajiin on merkitty sisäilmasto-
luokan S2 (hyvä sisäilmasto) mukainen hiilidioksidipitoisuuden raja-arvo 950 ppm: S2 (hyvä sisäilmasto, hiilidioksidipitoisuuslisä <550 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm). Seurantamittalaitteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

CO2 10



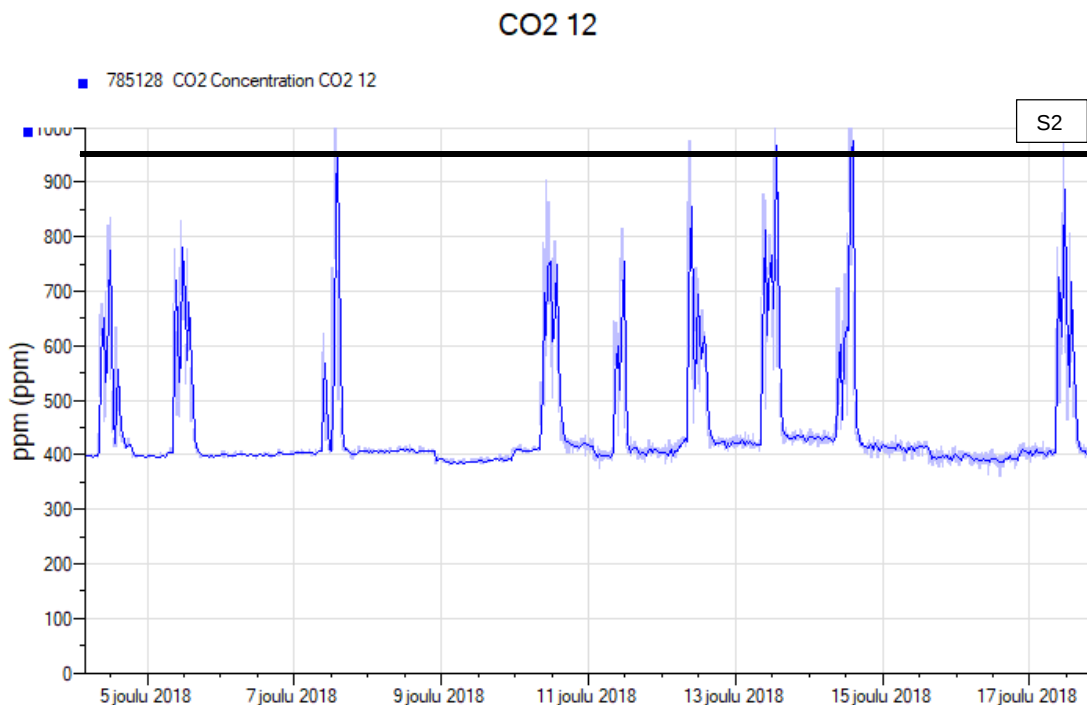
Kuvaaja 8. Tila nro. 7 sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 3. – 18.12.2018. Sisäilmastoluokan S2 hiilidioksidipitoisuuden raja ~950 ppm on esitetty kuvaajassa mustalla. (S2: hyvä sisäilmasto, hiilidioksidipitoisuus <550 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus Ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm.)

TRE CO9



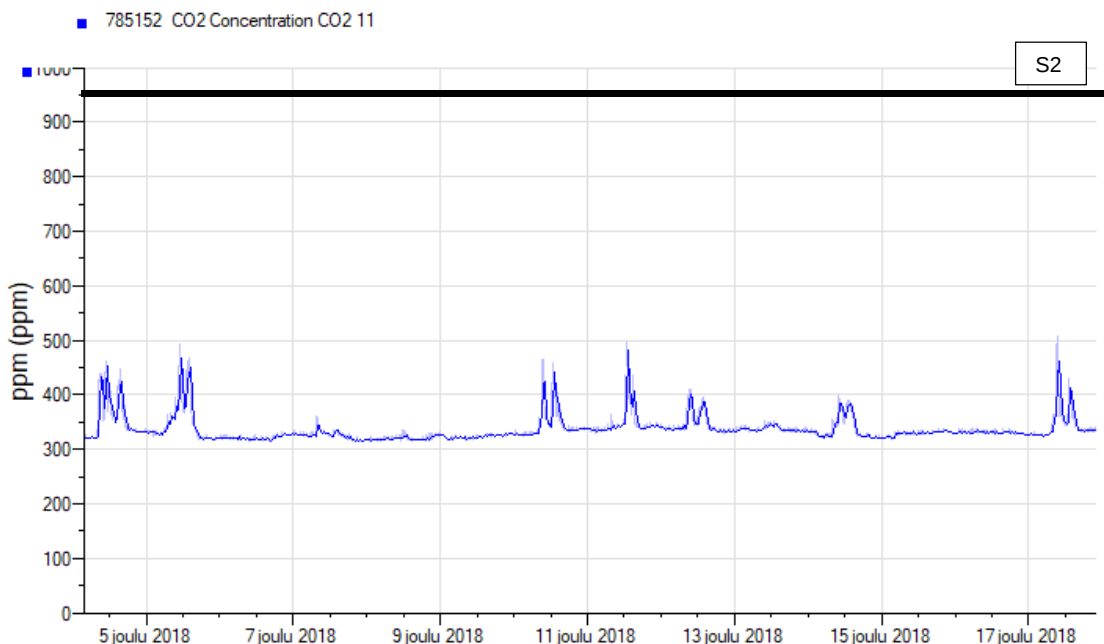
Kuvaaja 9. Luokahuoneen (Tila nro. 10) sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 3. – 18.12.2018. Sisäilmastoluokan S2 hiilidioksidipitoisuuden raja ~950 ppm on esitetty

kuvaajassa mustalla. (S2: hyvä sisäilmasto, hiilidioksidipitoisuus <550 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus Ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm.)



Kuvaaja 10. Luokkahuoneen (Tila nro. 20) sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 3. – 18.12.2018. Sisäilmastoluokan S2 hiilidioksidipitoisuuden raja ~950 ppm on esitetty kuvaajassa mustalla. (S2: hyvä sisäilmasto, hiilidioksidipitoisuus <550 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus Ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm.)

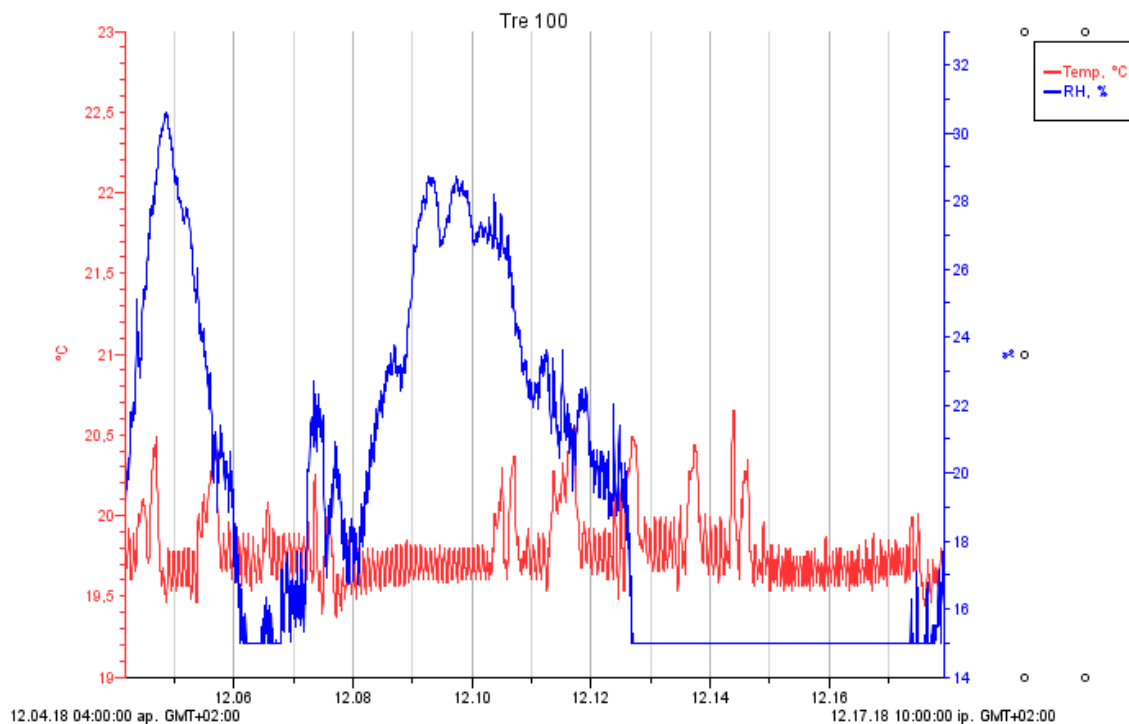
CO2 11



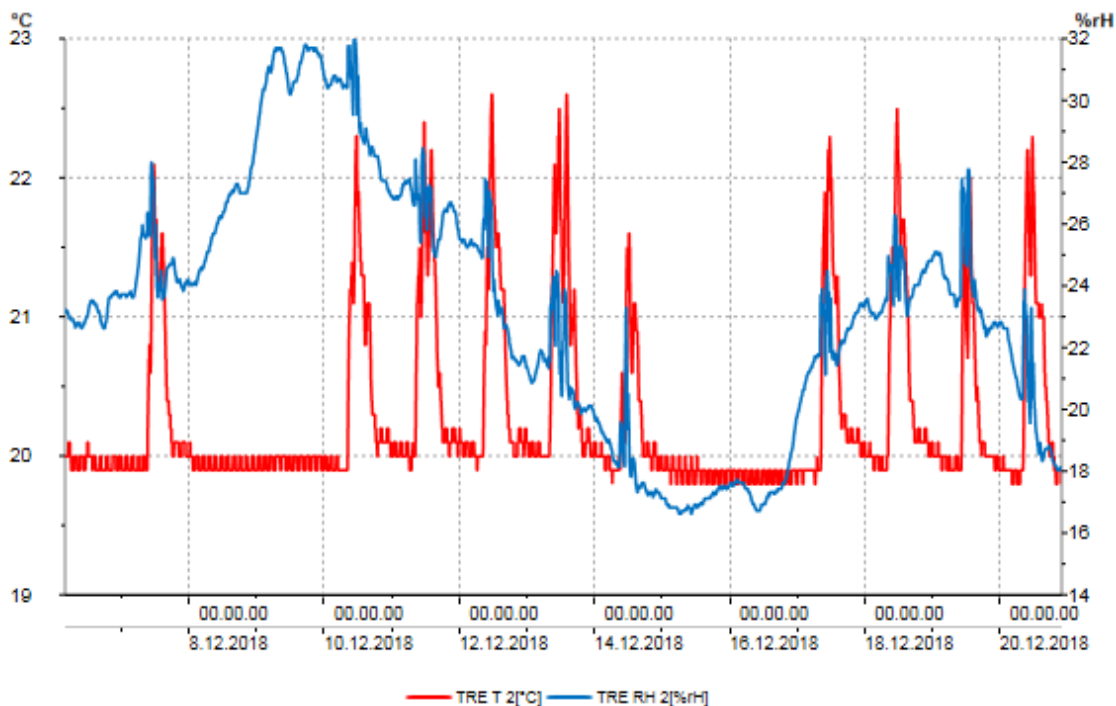
Kuvaaja 11. Tila nro. 25 sisäilman hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 3. – 18.12.2018. Sisäilmastoluokan S2 hiilidioksidipitoisuuden raja ~950 ppm on esitetty kuvaajassa mustalla. (S2: hyvä sisäilmasto, hiilidioksidipitoisuus <550 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus Ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm.)

10.5.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

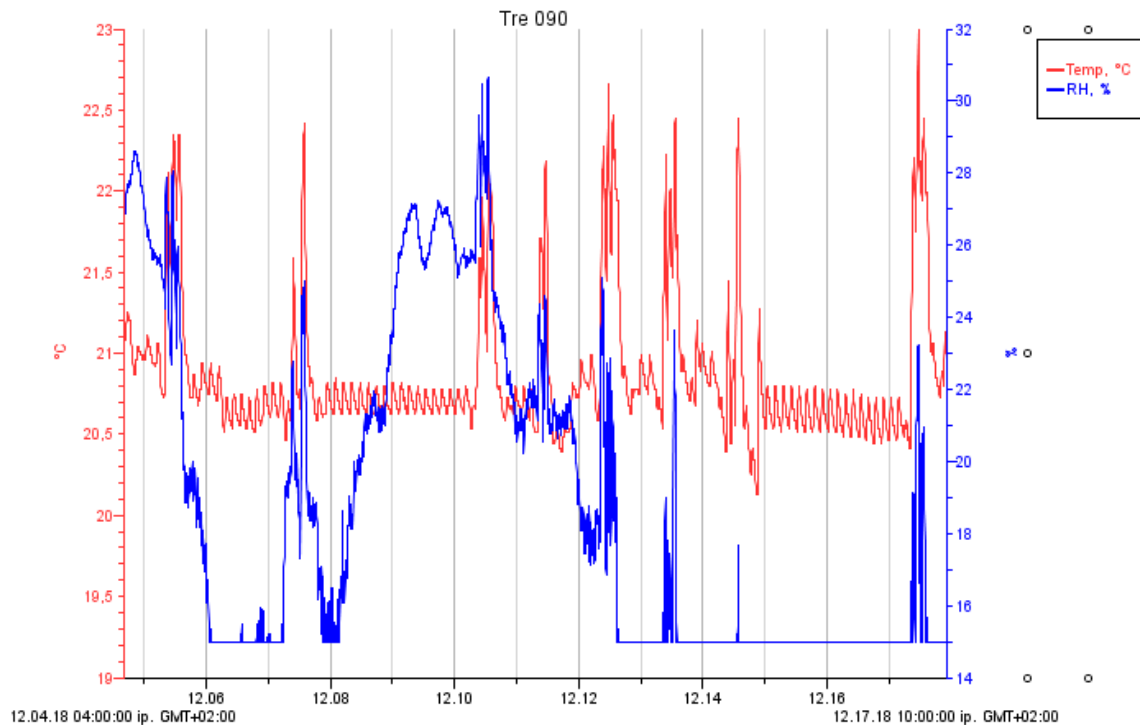
Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin seurantamittauksena tiloissa 7, 10, 20 & 25. Tilojen 7, 20 & 25 seurantamittaukset suoritettiin aikavälillä 3. – 18.12.2018. Tilan 10 seurantamittaus suoritettiin aikavälillä 6. – 20.12.2018. Mittaus suoritettiin muista poikkeavalla keräimellä, mistä johtuen kuvaaja on visuaalisesti hieman erilainen. Mittausten tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (Kuvaaja 12...Kuvaaja 15). Sisäilmasta aiheutuvaa kosteuslisää on havainnollistettu kuvaajassa 16. Seurantamittalaitteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.



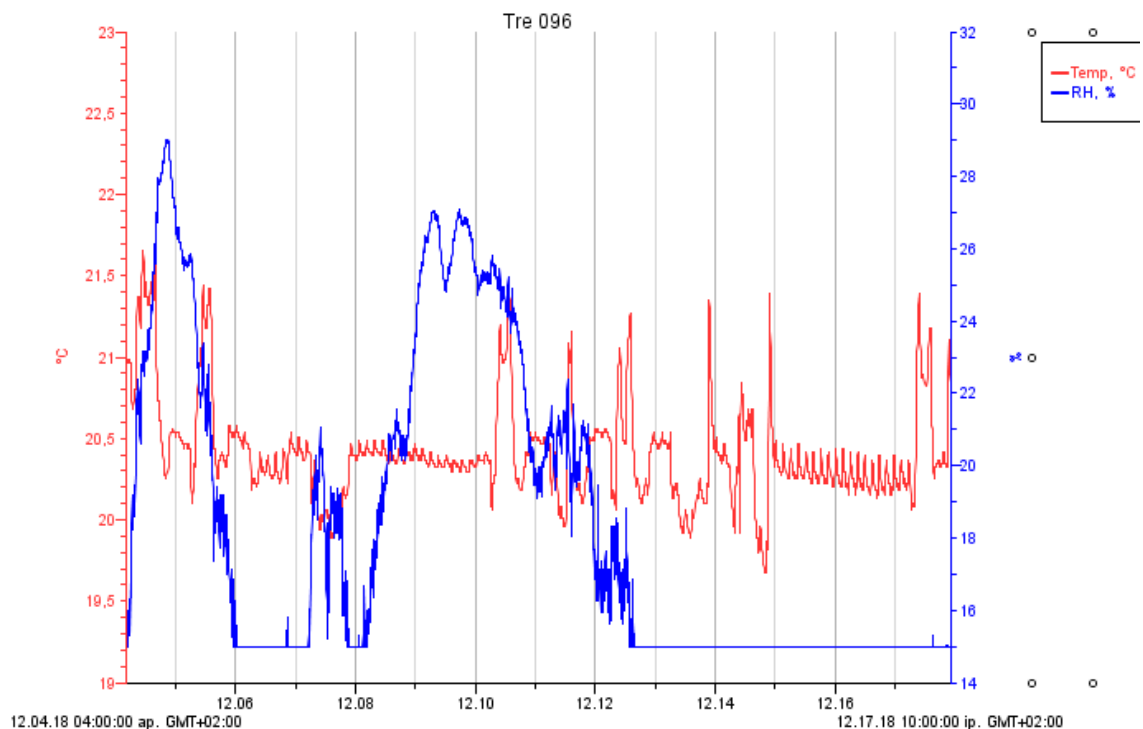
Kuvaaja 12. Tila nro. 7 sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 3. – 18.12.2018. Mittauksessa käytetyn keräimen suhteellisen kosteuden mittausväli on 15 RH-% ... 95 RH-%, joten vaakasuorien ajankohtien aikana todellinen suhteellinen kosteus on välillä 0 RH-% ... 15 RH-%.



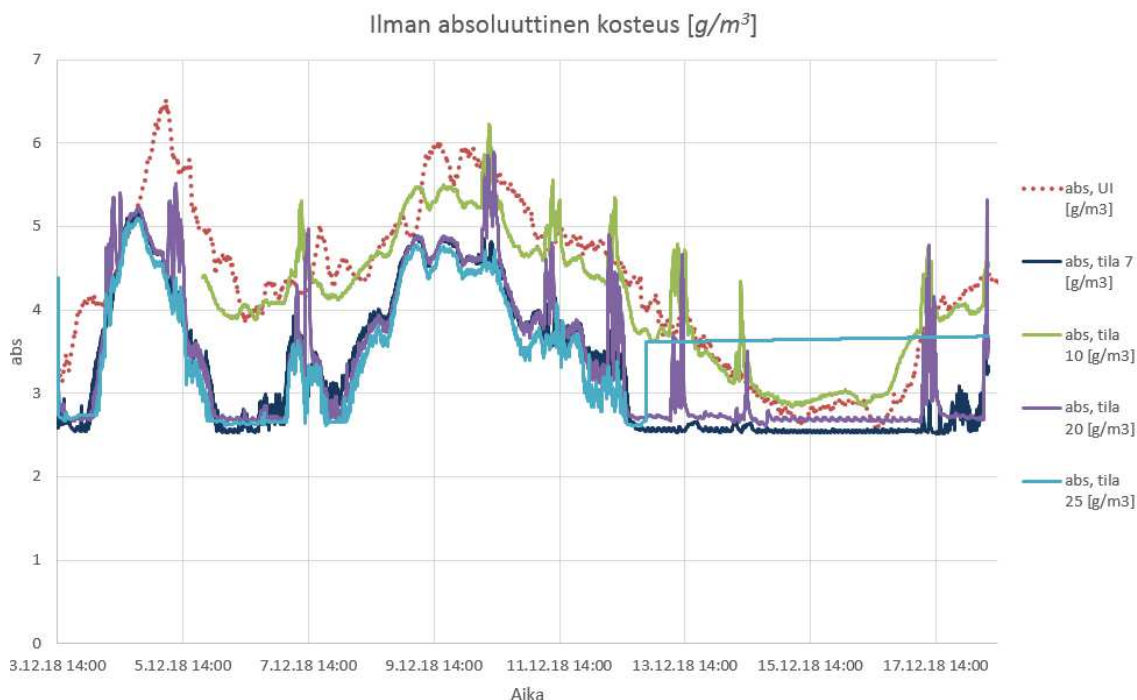
Kuvaaja 13. Luokkahuoneen (tila nro. 10) sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 6. – 20.12.2018.



Kuvaaja 14. Luokkahuoneen (tila nro. 20) sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 3. – 18.12.2018. Mittauksessa käytetyn keräimen suhteellisen kosteuden mittausväli on 15 RH-% ... 95 RH-%, joten vaakasuorien ajankohtien aikana todellinen suhteellinen kosteus on välillä 0 RH-% ... 15 RH-%.



Kuvaaja 15. Tila nro. 7 sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 3. – 18.12.2018. Mittauksessa käytetyn keräimen suhteellisen kosteuden mittausväli on 15 RH-% ... 95 RH-%, joten vaakasuorien ajankohtien aikana todellinen suhteellinen kosteus on välillä 0 RH-% ... 15 RH-%.



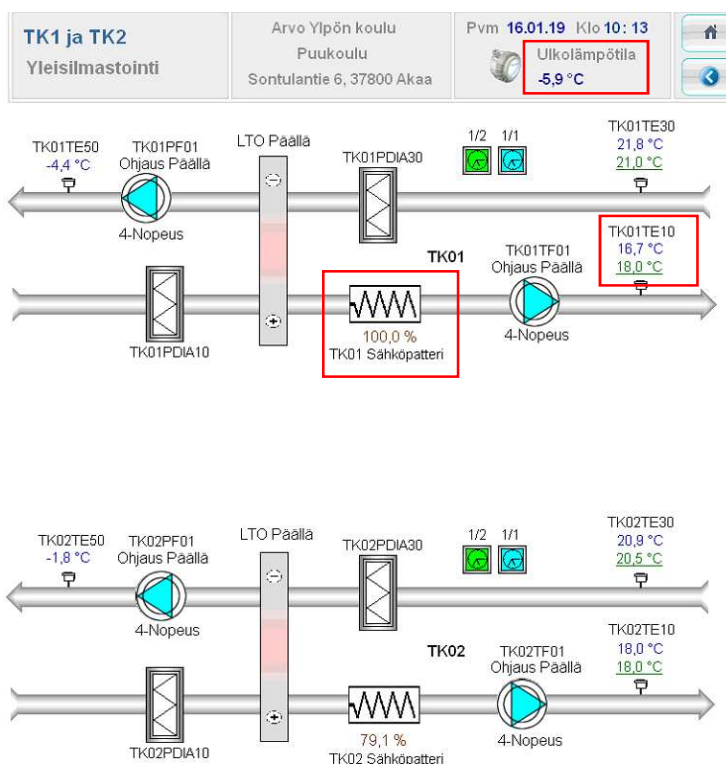
Kuvaaja 16. Tilojen 7, 10, 20 ja 25 sisäilman ja ulkoilman absoluuttiset kosteudet lämpötilan ja suhteellisen kosteuden perusteella laskettuna aikavälillä 3.12.-18.12.2018. Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden perusteella laskettu absoluuttinen kosteus vaihteli tilojen sisäilmassa 3,5...5,8 g/m³ ja ulkoilmassa 2,7...6,5 g/m³. Sisäilman ja ulkoilman absoluuttisten kosteuksien erotus (kosteuslisä / -vaje) vaihtelee mittausjaksolla -2...0,8 g/m³. Suorat osat sisäilman absoluuttisten kosteuksien kuvaajissa aiheutuvat käytetyn mittauslaitteiston mittausalueista (mittausalue 15...95 %-RH).

10.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokoneet

Ilmanvaihtokoneet ovat ikäänsä nähden hyvässä kunnossa, mutta TK01:n osalta havaittiin ongelmia, joilla on merkittävää vaikutusta sisäilman laatuun.

Havaintojen ja mittausten perusteella ilmanvaihtokoneen TK01 käynnissä on ongelmia. Rakennusautomaatiovalvonnan etäseurannan perusteella tuloilma ei tarvitse lämmöntalteenoton lisäksi lisälämmitystä ulkolämpötilan ollessa ~ 0 °C, mutta jo ~ -6 °C:ssa lämmityspatterin teho ei riittäisi lämmittämään tuloilmaa haluttuun asetusarvoon (Kuva 78). Trendiseurannan perusteella jäte- ja tuloilman lämpötila huojuu jatkuvasti useamman asteen välillä. Tämän epäillään johtuvan lämmöntalteenoton toiminnasta, minkä osasyynä voi olla tulo- ja poistoilmavirtojen suhde. Suosittelemme lisäselvityksiä ja koneen kokonaisilmamäärien mittausta TK01 osalta. Luotettava kokonaisilmamäärien mittaaminen saattaa edellyttää kaikkien TK01 vaikutusalueen tilojen ilmamäärämittauksia.



Kuva 78. Kuvakaappaus ilmanvaihtokoneiden toiminnasta.

Ilmanvaihtokoneen tekninen käyttöikä on n. 20 vuotta. Ilmanvaihtokoneet ovat vuodelta 1995, joten ne ovat elinkaarensa loppupäässä, mikä saattaa näkyä mm. heikentyneenä toimintakykynä.

Ilmanvaihtokoneiden tuloilmasuodattimet ovat tällä hetkellä suodatusluokkaa M6. Tuloilman suodatukselta edellytetään, että ilmansuodattimien erotusaste on vähintään 80 % 1,0 µm:n hiukkasilla suodattimen käyttöiän aikana, mikä vastaa suodatinluokkaa F7. Taajama- ja teollisuusalueiden ulkopuolella sekä etäällä vilkasliikenteisistä liikenneväylistä sijaitsevien rakennusten tuloilman suodattamiseen voidaan käyttää karkeasuodattimia, mikä vastaa suodatinluokkaa G4. M6 suodatusluokan erotusaste on vain > 60 %. Tehdyt havainnot, rakennuksen sijainti ja kokonaisuus huomioiden, voidaan arvioida nykyisen suodatinluokan olevan riittävä tuloilman suodatuksen.

Kohdassa 10.2 Ilmanvaihtokoneet esitettyjen toimenpide-ehdotusten lisäksi suosittelemme, että suodattimet vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa ja joka toisen suodatinvaihdon yhteydessä tehdään perusteellinen tarkastus ja ilmanvaihtokoneen sisäosien puhdistus.

Ilmamäärät

Pistokoeluentoisesti mitatut tilakohtaiset ilmamäärät olivat TK02:n palvelualueella pääosin sallitun poikkeaman sisällä, kokonaisuudessaan hieman yli suunnitteluarvojen. TK02:n osalta kokonaisilmamäärämittauksia voidaan pitää riittävän luotettavina, mutta TK01:n osalta riittävän luotettavien kokonaisilmamäärämittausten tekeminen iv-konehuoneesta ei ollut teknisesti mahdollista. Palvelualueella mitatut ilmamäärät jäivät reilusti alle suunniteltujen ilmamäärien. Tilojen maksimihenkilömäärät (mitoitus 6 l/s/hlö) ilmanvaihdon perusteella on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 5).

Taulukko 5. Tilojen maksimihenkilömäärät mitattujen ilmamäärien perusteella.

TILANKÄYTTÖ	
TILA	MAX.HLÖMÄÄRÄ
Tilanro 7 (OT2)	22
Tilanrot 3 & 8	13
Tilanro 10 (OT3)	31
Tilanro 20 (OT3)	14
Tilanro 25 (OT2)	13

Jo vuoden 2017 säätö- ja mittauspöytäkirjassa ilmanvaihtokoneen TK01 palvelualueen ilmamäärät ovat jääneet suunniteltuja pienemmiksi, joten on mahdollista, ettei nykyinen ilmanvaihtokone pysty enää tuottamaan tilojen käyttötarkoituksen edellyttämiä ilmamääriä. Suosittelemme lisäselvityksiä TK01:n osalta ja niiden yhteydessä palvelualueen kokonaisilmamäärämittauksia. Tarkemmat toimenpidetarpeet selviävät lisäselvitysten jälkeen.

Kanavistot, päätelaitteet ja ilmanjako

Poistoilmakanavassa havaittu pölykertymää ei vielä edellytä toimenpiteitä. Ennen mahdollista tasapainotusta kanavistot suositellaan silti puhdistettavaksi.

Aistinvaraisen tarkastuksen, päätelaitteiden ja niiden sijaintien perusteella tilojen ilmanjako on toimiva.

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. Ylipainetilassa on taas sisäilman kosteuden mahdollista päästä rakenteisiin, missä se voi kylmän pinnan kohdatessaan tiivistyä vedeksi, aiheuttaen kosteusvaurion riskin.

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.

Seurantamittausten perusteella tilojen painesuhteet ulkoilmaan nähden pysyvät lähellä tasapainoa, sisältäen vain vähäistä vaihtelua (0...3 Pa). Rakennuksessa on verrattain heikko ilmatiivyeys (varsinainen ilmansulkukerros puuttuu), minkä johdosta paine-eroa ei sisäilman ja ulkoilman välillä juuri muodostu, vaikka vaipan läpi virtaava vuotoilmamäärä voikin olla suuri. Ilmamäärien tasapainotus on ajankohtaista seuraavan kanavapuhdistuksen yhteydessä, ja kun rakennukseen tehdään sen vaipan tiiveyttä parantavia korjauksia.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus ja olosuhteet

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

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STM 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista) mukaan hiilidioksidipitoisuuden osalta toimenpideraja-

arvo 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.

Tilojen hiilidioksidipitoisuudet pysyivät pääosin hyvällä tasolla. Ainoastaan luokkahuoneessa (tila nro. 20), jossa ilmanvaihdon suhteen todettiin ongelmia, pääsee hiilidioksidipitoisuudet nousemaan S2 luokan ylärajalle ja satunnaisesti yli. Kohonnut hiilidioksidipitoisuus voidaan aistia tunkkaisuutena.

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 lämpötila ja suhteellinen kosteus olivat mitatuissa tiloissa ajankohtaan nähden pääosin normaalilla tasolla.

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 vuonna 2016 tehty kuntotutkimus, jonka pohjalta on toteutettu mm. alapohjarakenteen ilmatiiveyden parantamista, käytävien akustovillalevyjen uusimista sekä ilmanvaihdon ilmanjaon parantamista. Aiempien tutkimusten osalta on huomioitu havainnot, mittaus-, näyte- tai muut tulokset niiltä osin, kun niillä voidaan arvioida olevan vaikutusta rakennuksen nykytilanteeseen.

Kohteessa on tehty sisäilmastokysely vuonna 2018. Kysely on kuitenkin toteutettu tavalla, johon ei löydy luotettavaa vertailuaineistoa, eikä puukoulua 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 ilmapuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot

C. Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilmaston laatuun

D. Rakennuksesta peräisin olevat sisäilman epäpuhtaudet (mm. mineraalivillakuidut, materiaaliemissiot, 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

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

A. Mikrobit

Materiaalinäytteiden mikrobianalyysistä on tämän tutkimuksen yhteydessä tehty yhteensä 13 kpl, joista 12:sta ei analysoitu mikrobikasvua materiaalista ja yhdessä analysoituin selvä mikrobikasvu materiaalista. Mikrobikasvua esiintyi yläpohjarakenteen yhdessä materiaalinäytteessä, kohdassa, jossa oli vesivuodon aiheuttamaa kosteusta jälkeä.

Rakenteita ja niiden kuntoa on selvitetty kattavasti rakenneavauksin ja materiaalinäyttein. Alapohjarakenteisiin tehdyistä rakenneavauksista havaittiin useassa avauksessa selvä mikrobiperäinen haju, mutta samoista avauksista otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysissä ei analysoitu mikrobikasvua. Tämä viittaa ryömintätilasta peräisin olevien ilmajärteuksien kulkeutumiseen rakenteiden sisällä.

B. Ilmajärteys ja paine-erot

Rakenteissa on rakennus- ja korjausajalle tyypillisesti melko yleisesti ilmajärteyspuutteita. Alapohjarakenteen ilmajärteyttä on parannettu korjauksilla, mutta rakenteissa esiintyy edelleen paikallisia epäiljärteyskohtia, joiden kautta ilmajärteukset ryömintätilasta/kellarista sisäilmaan ovat mahdollisia. Lisäksi on huomioitava, että tehdyissä korjaustöissä tiivistämisessä käytettyjen materiaalien luotettava käyttöikä on rajallinen, jolloin on oletettavaa, että ilmajärteys tulee ajan kuluessa heikkenemään nykyisestä tasostaan, ellei rakennuksessa tehdä ilmajärteyttä parantavia korjauksia. Alitumiso-olosuhteiden arvioinnissa otetaan kuitenkin kantaa vain rakennuksen nykytilanteeseen.

Yläpohjarakenne on toteutettu ilman varsinaista ilmansulkukerrosta, minkä johdosta sen ilmajärteys on heikko. Heikko ilmajärteys mahdollistaa ilmajärteet rakenteen sisällä huonetiloihin, silloin kun huonetilat ovat alipaineisia rakenteeseen nähden.

Rakennuksen painesuhteet olivat seurantamittausten aikana sisäilman laadun kannalta hyvällä tasolla, eivätkä ne aiheuta poikkeavan suurta ilmajärteuksia rakennuksen vaipan läpi. Paine-eron suuruutta arvioitaessa tulee huomioida rakennuksen verrattain heikko ilmajärteys, minkä johdosta paine-ero ei muodostu niin suureksi kuin ilmajärteydeltään tiivistämisessä rakennuksessa.

C. Ilmajärteystoijärjestelmä

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmajärteysto. Rakennuksen itäpäätyä palvelevan ilmajärteystokoneen ilmajärteysto olivat merkittävästi suunniteltua pienempiä. Suunniteltua pienemmistä ilmajärteystoista huolimatta tiloissa mitatut hiilidioksidipitoisuudet pysyivät pääasiassa matalina.

Ilmajärteystokanavat olivat melko puhtaat ja ilmajärteysto tiloissa on toimiva.

D. Rakennuksesta peräisin olevat epäiljärteudet

Rakennuksessa ei ole tehty kattavaa haitta-ainetutkimusta, jossa olisi selvitetty rakenteiden tai järjestelmien sisältämiä haitta-aineita. Nyt tehtyjen tutkimusten yhteydessä ei tehty havaintoja haitta-aineita sisältävistä materiaaleista, mutta yhdessä rakenneavauksessa havaittiin lievää PAH-yhdisteisiin viittaavaa hajua. Rakennuksen rakentamisaikakohdan perusteella on mahdollista, että rakenteissa on haitta-aineita, jotka tulee huomioida rakennukseen tehtävissä korjaustöissä. Sisäilmaan nykytilanteessa vaikuttavia haitta-aineita ei tutkimuksen yhteydessä havaittu.

Arvio altistumisolosuhteesta

Tehtyjen tutkimusten perusteella sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä ovat lähinnä ryömintätilasta rakennukseen kulkevat ilmavirtaukset sekä osin puutteellinen ilmanvaihto. Tämän lisäksi rakenteiden heikko ilmatiiveys mahdollistaa ilmavirtaukset rakenteiden läpi, jolloin huonetiloihin voi kulkeutua epäpuhtauksia rakenteiden sisältä, mm. yläpohjarakenteesta.

Tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on rakennuksessa *todennäköinen*. Parantamalla luotettavasti alapohjarakenteen ilmatiiveyttä, voidaan altistumisolosuhde arvioida korjausten jälkeen tasolle *mahdollinen*. Onnistunut ilmatiiveyden parantaminen edellyttää detaljitasoista korjaussuunnittelua sekä tarkkaa ja dokumentoitua laadunvarmistusta ja valvontaa.

12 Yhteenveto suositelluista toimenpiteistä

Seuraavassa on esitetty suositeltavat sisäilman laatuun tai rakenteiden kosteustekniiseen toimivuuteen liittyvät tärkeimmät toimenpiteet. Korjaustyöt tulee pääsääntöisesti suorittaa erillisen detaljitason korjaussuunnitelman mukaan.

12.1 Jatkotutkimustarpeet

Suosittelimme seuraavien jatkotutkimusten suorittamista:

- Vesikaton kuntotutkimuksen suorittaminen
 - o Suositellaan suorittamaan ennen yläpohjarakenteeseen kohdistuvia toimenpiteitä toimenpide-aikataulun varmistamiseksi
- Tuloilmakoneen TK01 lisäselvitykset ja kokonaisilmamäärämittaukset

12.2 Kiireellisesti suoritettavat toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien korjaus- ja huoltotoimenpiteiden suorittamista viipymättä:

- Maapohjaisen kellarin ja ryömintätilan olosuhteiden parantaminen.
 - o Maapohjaisen kellaritilan tyhjentäminen.
 - o Tuuletusluukkujen aukaiseminen maapohjaisen kellariin ja ryömintätilaan.

12.3 2 vuoden kuluessa suoritettavat toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien korjaus- ja huoltotoimenpiteiden suorittamista seuraavan 2 vuoden kuluessa:

- Alapohjarakenteen ilmatiiveyden parantaminen ja ryömintätilan/kellarin koneellinen tuuletus kappaleessa 7.5 esitetyn mukaisesti.
- Ulkoseinä-ikkunaliittymien ilmatiiveyden parantaminen liitosnauhamenetelmää käyttäen.
- Ulkoseinien huoltomaalaus sekä julkisivulaudoituksen / ulkoseinien alaosien kunnan tarkastaminen ja vaurioiden korjaaminen.
- Yläpohjarakenteen uusiminen rakenteen ilmatiiveys huomioon ottaen.
 - o Ullakon ikkunan ja ulkoseinän vesitiiveyspuutteiden korjaaminen yläpohjarakenteen korjaustöiden yhteydessä
 - o Vesikatteen uusiminen ja kulkusiltojen asentaminen kannattaa todennäköisesti toteuttaa yläpohjarakenteen korjaustöiden yhteydessä.
- Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja tasapainotus

12.4 Viimeistään peruskorjauksen yhteydessä suoritettavat toimenpiteet

Suosittellemme seuraavien rakenteiden kosteus- ja lämpötekniiseen toimintaa parantavien toimenpiteiden suorittamista viimeistään seuraavan peruskorjauksen yhteydessä:

- Alapohjarakenteen uusiminen kokonaisuudessaan rakenteen ilmatiiveys huomioon ottaen.
- Ilmansulkukerroksen lisääminen ulkoseinärakenteeseen.
- Ilmanvaihtokoneiden uusiminen.

Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Tampere, 13.2.2019



Laura Virtanen, DI
Asiantuntija



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

Liitteet:

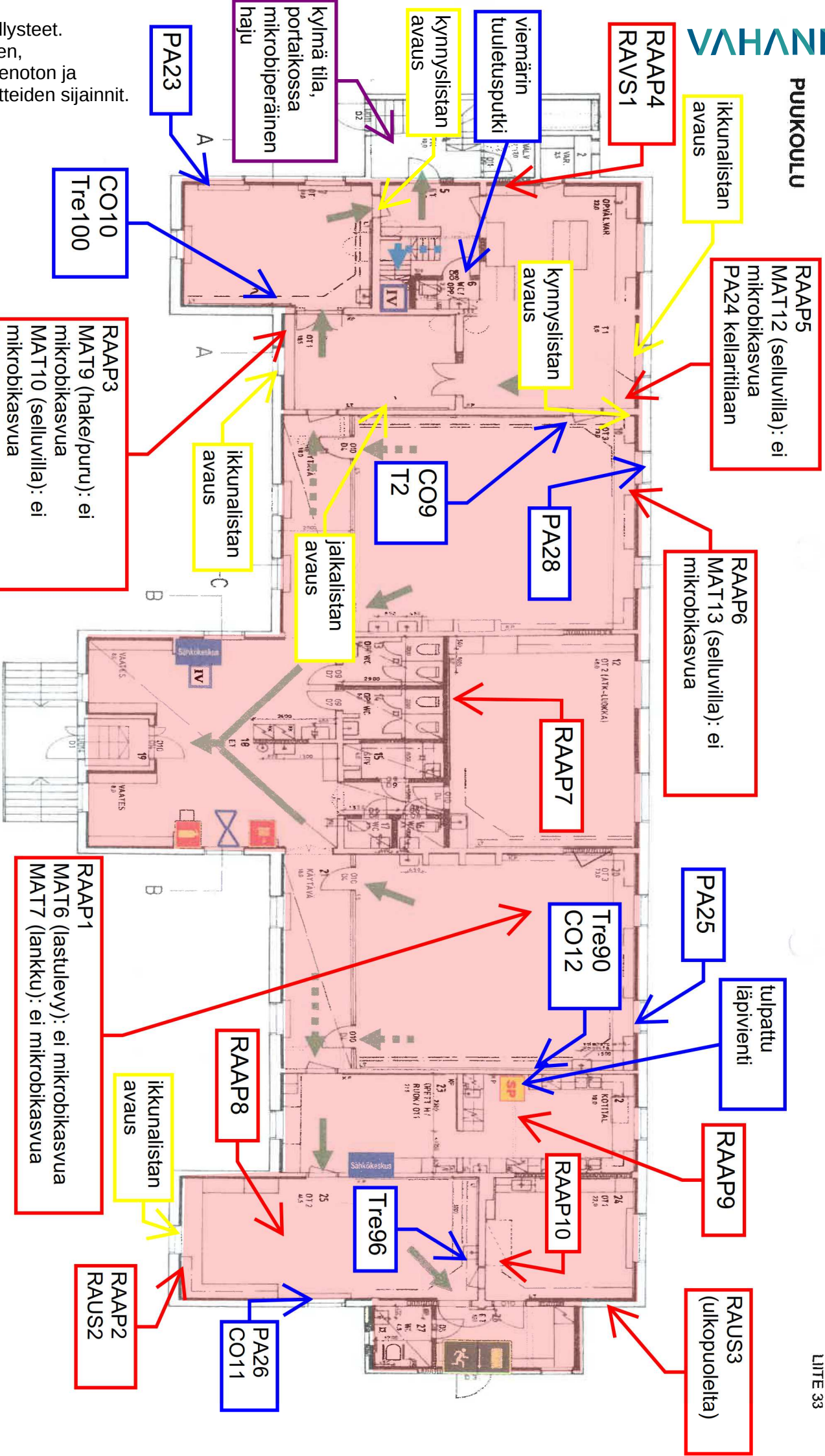
Liite 1. Pintamateriaalit, rakenneavausten, materiaalinäytteenoton ja seuranta-laitteiden sijainnit.

Liite 2. Ryömintätila ja kellaritilat.

Liite 3. Tulosraportti RM2018-1375 (*Mikrobioni Oy, 20.12.2018*)

Liite 3. Tulosraportti RM2018-1390 (*Mikrobioni Oy, 28.12.2018*)

PUUKOULU



Liite 1:Lattiapäällysteet.
Rakenneavausten,
materiaalinäytteenoton ja
seurantamittalaitteiden sijainnit.

muovimatto

RA

AP: rakenneavaus alapohjaan

RA

VS: rakenneavaus väliseinään

MAT

materiaalinäytteenotto

Seurantamittaukset:

PA

paine-ero

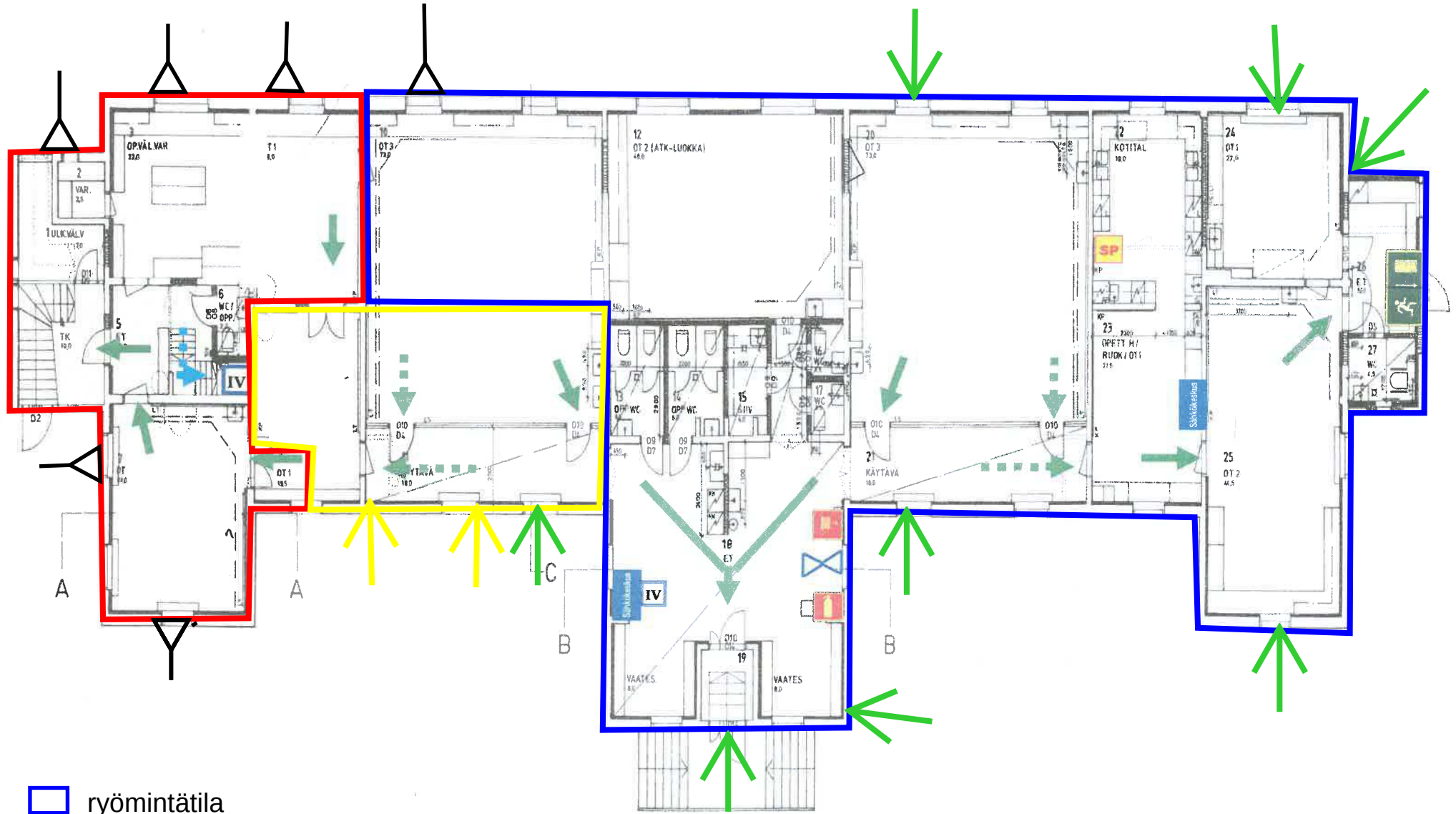
8

sisäilman hiilidioksidipitoisuus

PA

sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

PUUKOULU



- ryömintätila
- maapohjainen kellari
- kiviainesrakenteinen kellaritila (tuuletuu kuten ryömintätila)

- ummistettu luukku / ovi / ikkuna
- tuuletusaukko / riittävän suuri aukko sokkelissa

- kulku kellariin

Laura Virtanen
Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan Esplanadi 2
33100 Tampere



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Arvo Ylpön koulu, puukoulu

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Laura Virtanen, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 4.12.2018. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 7.12.2018 ja viljelty 7.12.2018.

ANALYYSIT:

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

TULOKSEN TULKINTA:

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

MÄÄRITYSRAJA:

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

MITTAUSEPÄVARMUUS:

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

YHTEENVETO TULOKSISTA:

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

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	MAT2, puu: hake/puru, RAYP2. Yläpohja. lämmöneriste. pohja. läheltä ulkoseinää	suuri homepitoisuus, bakteeripitoisuus alle määritysrajan	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	MAT5, puu: hake/puru, RAYP4. Yläpohja. lämmöneristekerroksen keskeltä	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MAT7, puu, RAAP1. alkuper.lankkulattia. tila 20	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MAT6, lastulevy, RAAP1. lattiarakenne. alempi lastulevy. tila 20	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MAT9, puu: hake/puru, RAAP3. alapohjan lämmöneriste. purukerroksen pinta. väliseinän viereltä. OT1	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MAT10, selluvilla, RAAP3. alapohjan lämmöneriste. selluvillakerroksen pohja. väliseinän viereltä. OT1	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MAT12, selluvilla, RAAP5. alapohjan lämmöneriste. selluvillakerroksen pohja. ulkoseinän viereltä. tila 10	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MAT13, selluvilla, RAAP6. alapohjan lämmöneriste. selluvillakerroksen pohja. väliseinän viereltä. tila 10	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MAT14, puu, RAAP7. alkuper.lankkulattian alapinta. tila 12	pieni homepitoisuus, bakteeripitoisuus alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa

Kuopiossa, 20.12.2018

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

Lyhenteiden selitykset:

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

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

< mr = alle määritysrajan

* = kosteusvaurioindikaattori

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

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

Näyte: MAT2, puu: hake/puru, RAYP2. Yläpohja. lämmöneriste. pohja. läheltä ulkoseinää (tutkimustunnus: RM187445)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/g)	(pmy/g)	BAKTEERIT	(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	170000	1800	Kokonaispitoisuus	<mr
Aureobasidium sp.	170000			
steriilit		1800		

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: MAT5, puu: hake/puru, RAYP4. Yläpohja. lämmöneristekerroksen keskeltä (tutkimustunnus: RM187446)

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

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: MAT7, puu, RAAP1. alkuper.lankkulattia. tila 20 (tutkimustunnus: RM187447)

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

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: MAT6, lastulevy, RAAP1. lattiarakenne. alempi lastulevy. tila 20 (tutkimustunnus: RM187448)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/g)	Pitoisuus (pmy/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	1000
			muut bakteerit	1000

Menetelmän määrittäjä näytteelle on 91 pmy/g

Näyte: MAT9, puu: hake/puru, RAAP3. alapohjan lämmöneriste. purukerroksen pinta. väliseinän viereltä. OT1 (tutkimustunnus: RM187449)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/g)	Pitoisuus (pmy/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	1200
			muut bakteerit	1200
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määrittäjä näytteelle on 91 pmy/g

Näyte: MAT10, selluvilla, RAAP3. alapohjan lämmöneriste. selluvillakerroksen pohja. väliseinän viereltä. OT1 (tutkimustunnus: RM187450)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/g)	Pitoisuus (pmy/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	3600
			muut bakteerit	3600
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määrittäjä näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: MAT12, selluvilla, RAAP5. alapohjan lämmöneriste. selluvillakerroksen pohja. ulkoseinän viereltä. tila 10 (tutkimustunnus: RM187451)

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

Menetelmän määrittäjä näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: MAT13, selluvilla, RAAP6. alapohjan lämmöneriste. selluvillakerroksen pohja. väliseinän viereltä.
tila 10 (tutkimustunnus: RM187452)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/g)	DG18 Pitoisuus (pmy/g)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	11000
			muut bakteerit	11000
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: MAT14, puu, RAAP7. alkuper.lankkulattian alapinta. tila 12 (tutkimustunnus: RM187453)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/g)	DG18 Pitoisuus (pmy/g)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/g)
Kokonaispitoisuus	910	<mr	Kokonaispitoisuus	<mr
Penicillium sp.	910			

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 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.

Laura Virtanen
Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan Esplanadi 2
33100 Tampere



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Arvo Ylpön koulu, puukoulu, Akaa

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Aarni Ala-Korpi, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 11.12.2018. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 13.12.2018 ja viljelty 13.12.2018.

ANALYYSIT:

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

TULOKSEN TULKINTA:

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

MÄÄRITYSRAJA:

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

MITTAUSEPÄVARMUUS:

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

YHTEENVETO TULOKSISTA:

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

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	MAT15, puu: puru/hake, RAYP1. Yläpohja. lämmöneriste. Purukerroksen pohja.	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MAT16, selluvilla, RAYP1. Yläpohja. lisälämmöneristeen alaosa.	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MAT17, selluvilla, RAYP3. Yläpohja. lisälämmöneristeen alaosa.	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MAT18, puu: puru/hake, RAYP5. Yläpohja. lämmöneriste. Purukerroksen pohja. Läheltä ulkoseinää.	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa

Kuopiossa, 28.12.2018

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

Lyhenteiden selitykset:

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

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

< mr = alle määritysrajan

* = kosteusvaurioindikaattori

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

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

Näyte: MAT15, puu: puru/hake, RAYP1. Yläpohja. lämmöneriste. Purukerroksen pohja. (tutkimustunnus: RM187506)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	5000
			muut bakteerit	5000
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määritysraja näytteelle on 91 pmy/g

Näyte: MAT16, selluvilla, RAYP1. Yläpohja. lisälämmöneristeen alaosa. (tutkimustunnus: RM187507)

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

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: MAT17, selluvilla, RAYP3. Yläpohja. lisälämmöneristeen alaosa. (tutkimustunnus: RM187508)

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

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: MAT18, puu: puru/hake, RAYP5. Yläpohja. lämmöneriste. Purukerroksen pohja. Läheltä ulkoseinää.
(tutkimustunnus: RM187509)

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

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 91 pmy/g

VIITTEET:

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

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