

TUTKIMUSSELOSTUS

ARVO YLPÖN KOULU, KÄTEVÄ-RAKENNUS
KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS
ILMANVAIHTOTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

26.2.2019



Sisällys

1	Yleistiedot	3
1.1	Tutkimuskohde	3
1.2	Tilaaja.....	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	Korjaus- ja vauriohistoria	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.....	10
7	Alapohja, maanvastaist seinät ja perustukset.....	10
7.1	Rakenteet ja rakenneavausten havainnot.....	10
7.2	Havainnot	14
7.3	Merkitseminen.....	24
7.4	Ryömintätilan paine-eron ja olosuhteiden seurantamittaukset	25
7.5	Materiaalinäytteet	27
7.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	27
8	Välipohjat	29
8.1	Rakenteet ja rakenneavausten havainnot.....	29
8.2	Havainnot	31
8.3	Materiaalinäytteet	34
8.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	34
9	Ulkoseinät ja ikkunat	35
9.1	Rakenne ja rakenneavausten havainnot.....	35
9.2	Havainnot	36
9.3	Materiaalinäytteet	42
9.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	42
10	Yläpohja ja vesikatto	43
10.1	Rakenne ja rakenneavausten havainnot.....	43
10.2	Havainnot	45
10.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	51
11	Ilmanvaihto ja sisäilma	52
11.1	Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus.....	52
11.2	Ilmanvaihtokoneet	54
11.3	Ilmamäärämittaukset	60
11.4	Kanavisto ja ilmanjako	61
11.5	Sisäilman olosuhteiden seurantamittaukset	63
11.5.1	Paine-ero	63
11.5.2	Sisäilman hiilidioksidipitoisuus	66
11.5.3	Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus	68
11.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	70
12	Altistumisolosuhteiden arviointi	72
13	Yhteenveto suositelluista toimenpiteistä.....	75
13.1	Kiireellisesti suoritettavat toimenpiteet	75
13.2	Kahden vuoden kuluessa suoritettavat toimenpiteet	75
13.3	Viimeistään peruskorjauksen yhteydessä suoritettavat toimenpiteet.....	76

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Arvo Ylpön koulu, Kätevä-rakennus
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 oli selvittää Arvo Ylpön koulun Kätevä-rakennuksen sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä ja rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta, sekä määrittää rakennuksen sisäilman laadun parantamiseksi tarvittavat mahdolliset korjaustoimenpiteet. Lisäksi selvitettiin ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa, sen vaikutusta rakennuksen sisäilman laatuun sekä mahdollista korjaustarvetta. Tutkimukset tehtiin huomioiden jo kohteessa suoritettujen tutkimusten havainnot ja mittaustulokset sekä käyttäjien tekemät havainnot. Tutkimusten perusteella laadittiin toimenpidesuosituksia kohteen mahdollisen korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi.

1.4 Tutkimusajankohta

Kenttätutkimukset suoritettiin 2.-3.1.2019 ja 17.1.2019.

Iv-järjestelmän osalta kenttätutkimukset suoritettiin 4.1.2019. Sisäilman seuranta-mittaukset suoritettiin 3.-17.1.2019.

1.5 Tutkimuksen tekijät

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan esplanadi 2
33100 Tampere

Tutkimushanke suoritettiin seuraavalla tutkimusryhmällä:

Toni Lammi, RI, RTA
Laura Virtanen, DI
Ella Lahtinen, DI
Aki Kohtamäki, LVI-ins.

2 Tiivistelmä

Arvo Ylpön koulun Kätevä-rakennus on rakennettu vuonna 1926 ja peruskorjattu noin vuonna 2000. Pääosin rakenteet ovat alkuperäisiä.

Rakennuksen alapohjarakenne on toteutettu pääosin tuulettuvana (ryömintätilallisena) rakenteena, jonka olosuhteita ylläpidetään noin vuonna 2016 asennetulla koneellisella kuivausjärjestelmällä. Ennen kuivausjärjestelmän asentamista ryömintätila on tuuletunut heikosti, mikä on aiheuttanut alapohjarakenteen laaja-alaisen, materiaalinäytteiden mikrobianalyysillä todennetun kosteus- ja mikrobivaurioitumisen. Käytössä oleva kuivausjärjestelmä toimii havaintojen ja olosuhteiden seurantamittausten perusteella kohtalaisen hyvin, alapohjan kantavissa rakenteissa tai aluslaudoituksissa ei ole vaurioita eikä ryömintätilassa havaittu viitteitä kosteudesta tämän tutkimuksen yhteydessä. Alapohjarakenteen ilmatiiveyttä on parannettu peruskorjauksen sekä vuonna 2015 toteutettujen tiivistyskorjausten yhteydessä. Rakenteen ilmatiiveydessä on edelleen yksittäisiä merkittäviä puutteita, joiden kautta alapohjarakenteen ja ryömintätilan epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua sisäilmaan. Suosittelemme alapohjarakenteen ilmatiiveyden parantamista ja ryömintätilan alipaineistuksen tehostamista.

Ensimmäisen ja toisen kerroksen välinen välipohja on puurakenteinen ja sen täyttökerros on pääosin orgaanista materiaalia. Välipohjarakenne toimii kosteusteknisesti hyvin, sillä välipohjarakenne pääsee kuivumaan ympäröiviin huonetiloihin eikä välipohjarakenteessa esiinny laaja-alaista tai aktiivista mikrobikasvua tehtyjen havaintojen tai materiaalinäytteiden mikrobianalyysin perusteella. Paikallisten vaurioiden esiintyminen on kuitenkin mahdollista, lisäksi täyttökerroksen eloperäiset materiaalit sisältävät luontaisestikin jonkin verran epäpuhtauksia. Välipohjarakenteesta aiheutuvia sisäilmavaihtuksia voidaan pitää vähäisinä, mutta välipohjarakenteeseen kohdistuvia toimenpiteitä viimeistään seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.

Ulkoseinärakenteessa on käytetty kosteusteknisesti lievästi riskialttiita ratkaisuja (sisäpuolinen lisälämmöneristys, tuulettumaton puujulkisivu), mutta sisäilman laatuun vaikuttavia vaurioita ei käyttötilojen ulkoseinärakenteissa havaittu. Paikallinen, todennäköisesti vesikaton vuotojen aiheuttama kosteus- ja mikrobivaurio todettiin tilan 101 seinien sisäpinnoilla. Vaurioituneet materiaalit suositellaan poistamaan ja järjestämään poistoilmanvaihto tilaan 101. Julkisivut ja ikkunoiden ulkopuoliset puuosat suositellaan huoltomaalaamaan sekä parantamaan toisen kerroksen ikkunoiden sadeveden tiiveyttä. Toisen kerroksen tilojen paikallisesti kosteusvaurioituneet pintarakenteet suositellaan poistamaan.

Konesaumattu rivipeltikatto on arviolta 1950-luvulta ja sen vesitiiveydessä on merkittäviä puutteita. Vesikaton rakenteissa on paikallisia palovaurioita. Yläpohja on puurakenteinen ja sen täyttökerros on pääosin orgaanista materiaalia. Yläpohjarakenne on aistinvaraisten havaintojen perusteella laaja-alaisesti kosteusvaurioitunut vesikaton vuotojen, vesikaton alapintaan kondensoituvan kosteuden ja paikallisesti myös sammutusvesien seurauksena. Yläpohjarakenteen ilmatiiveys on puutteellinen. Yläpohjarakenteen toteutustapa ja kosteusvaurioiden todennäköisyys huomioiden suosittelemme vesikatto- ja yläpohjarakenteiden uusimista kokonaisuudessaan.

Rakennuksen käyttötarkoitus on muuttunut viimeisimmän peruskorjauksen jälkeen, mutta tehtyjen tutkimusten perusteella nykyisen ilmanvaihtojärjestelmän arvioidaan soveltuvan hyvin uuteen käyttötarkoitukseen.

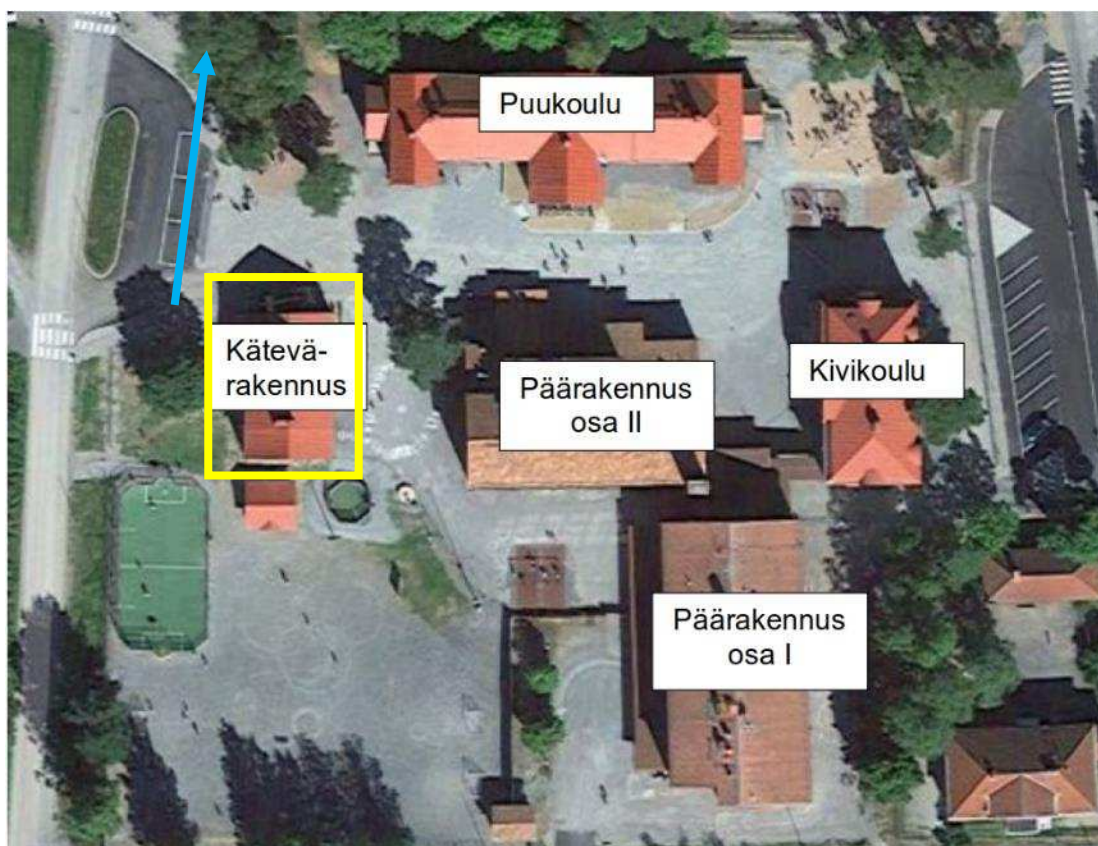
Ilmanvaihtojärjestelmässä havaittiin joitain sisäilman laatuun vaikuttavia puutteita. Ulkoilmakanavistoon on saatujen tietojen mukaan asennettu eläinverkko, mutta tutkimusten perusteella verkko ei ole estänyt lintujen pääsyä kanavistoon, tai kanavistoa ei ole puhdistettu verkon asentamisen jälkeen. Kanavistoon kulkeutuvan lumen takia suosittelemme lisäämään raitisilmanottoon lumisiepparin, joka estää myös lintujen pääsyn kanavistoon. Ilmanvaihtokoneen tuloilmasuodatin on ollut väärän kokoinen, eikä ole

mennyt täysin tiiviisti paikalleen, mikä on mahdollistanut ohivirtaukset suodattimen ohi. Suodatinvaihdon yhteydessä tulee varmistaa, että suodatin on oikean kokoinen, ja että se menee tiiviisti paikalleen. Ilmanvaihtokone on teknisesti hyvässä kunnossa, ja säännöllisellä huollolla sillä arvioidaan olevan teknistä käyttöikää jäljellä vielä n. 5-10 vuotta.

3 Kohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta

Tutkimuksen kohteena on vuonna 1926 valmistunut Akaan Toijalan keskustassa sijaitsevan Arvo Ylpön koulun kaksikerroksinen lisärakennus, Kätevä. Kätevä-rakennuksessa on alun perin toiminut Arvo Ylpön koulun keittola sekä puutyötilat. 1990-luvulla rakennus oli jonkin aikaa käyttämättömänä. 2000-luvun alussa Kätevä-rakennuksessa suoritettiin peruskorjaus, jonka jälkeen rakennus on ollut mm. kädentaitojen toimitalana. Vuonna 2017 rakennus toimi nuorisotoimen väistötilana ja syyslukukaudella 2018 rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa on toiminut ap-ip-kerhot. Toisessa kerroksessa on joitakin harrastekerhojen varastotiloja toimivia tiloja, pääosin tiloja ei käytetä. Kätevä-rakennuksen lisäksi tontilla sijaitsee kolme muutakin rakennusta, jotka eivät kuulu tämän tutkimuksen tutkimusalueeseen. (Päärakennuksen kuntotutkimukset on suoritettu kesällä 2018. Vanhan kivikoulun ja puukoulun kuntotutkimukset suoritettiin alkuvuonna 2019.)

Tutkimuskohde on esitetty kuvassa 1.



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

Rakennus sijaitsee loivasti länteenpäin viettävässä rinteessä. Rakennuksen puurakenne on luonnonkivi-/betoniperustainen ja ryömintätalallinen. Ryömintätilaan on lisätty koneellinen kuivausjärjestelmä vuonna 2015. Rakennuksen keskivaiheilla, Meijerintien puolella, on pieni kellaritila, jossa sijaitsee ryömintätilan soprtiokuivain.

Kellarin alapohja ja seinät ovat betonirakenteisia. Muulta osin alapohjarakenne on pääosin alkuperäinen, lämmöneristeenä on käytetty sekalaista orgaanista materiaalia, mm. pehkua, turvetta, olkea ja kutterinlastua. Rakennuksen ulkoseinät ovat puuverhoiltuja hirsirakenteita, joiden sisäpinnassa on selluvillaeristys sekä kipsilevytys. Väli-pohja on puurakenteinen ja sen täyttökerroksen on käytetty mm. pehkua. Rakennuk-sen yläpohja on puurakenteinen, lämmöneristeenä on käytetty mm. kutterinlastua. Har-jakatton vesikaton kantavat rakenteet ovat hirsirakenteita, vesikatteenä on käytetty aluskatteetonta konesaumapeltiä harvalla aluslaudoituksella.

Kohteessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihtokone sijait-see ullakon iv-konehuoneessa. Viimeisin ilmanvaihtokanavien, päätelaitteiden ja ko-neiden puhdistus on asiakirjojen mukaan tehty vuonna 2015 ja yhden toisen kerroksen tilan osalta vuonna 2016.

3.1 Korjaus- ja vauriohistoria

Rakennukseen on tehty peruskorjaus noin vuonna 2000. Peruskorjauksen yhteydessä mm.

- tehtiin pintaremontti ensimmäisen kerroksen sekä osin toisen kerroksen tiloihin
- ensimmäisen kerroksen ikkunat uusittiin
- vesijohdot ja viemärit uusittiin
- julkisivulaudoituksen alaosa uusittiin
- alkuperäinen painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä muutettiin koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihdoksi, samassa yhteydessä purettiin savuhormeja osit-tain.

Rakennus oli käyttämättömänä ennen peruskorjausta. Tiloja käyttöönottaessa läm-mityksen yhteydessä sisäilman kosteus kondensoitui kylmiin pintoihin ainakin portaikon 104 kohdalla. Kosteusvaurioituneet pintamateriaalit uusittiin.

Vesikate on rikkoontunut paikoitellen jäänpoiston yhteydessä 6-7 vuotta sitten. Vesi-katetta paikkakorjattiin rikkoontumista seuranneena kesänä.

Rakennuksen ryömintätilaa puhdistettiin noin vuonna 2015, lisäksi ryömintätilaan to-teutettiin koneellinen kuivatus ja alapohjarakenteen ilmatiiveyttä parannettiin tiivistä-mällä alapohjan liittymät. Korjausten onnistumiseksi suoritettiin seurantatutkimus (*Ra-kennusinsinööri Jommi Suonketo, 3.4.2016*), missä ryömintätilan olosuhteiden todettiin parantuneen lähtötilanteesta, mutta kaikkia suositusten mukaisia toimenpiteitä ei ollut toteutettu.

3.2 Aikaisemmat tutkimukset ja selvitykset

Kohteeseen on tehty joitakin kuntotutkimuksia vuosien 2014-2016 aikana.

Vuonna 2014 tehdyssä kuntotutkimuksessa todettiin ryömintätilassa olevan paikoin runsaasti rakennus- ja muuta jätettä. Ryömintätilan tuuletuksen todettiin olevan puut-teellinen ja hiekkapohjan kosteaa. Seitsemän materiaalinäytteen mikrobianalyysin (suoraviljely) perusteella alapohjarakenteen täyttökerroksen todettiin mikrobivaurioitu-neen koko rakennuksen alalta. Iv-konehuoneen alapuolella, portaikon/eteistilan ka-tossa havaittiin todennäköisesti vanha vesivuotojälki. Hiekanerotuskaivojen todettiin olevan erittäin likaisia, kaivoista oli suora ilmayhteys sisäilmaan. Raportissa esitettiin toimenpidevaihtoehtoiksi alapohjarakenteen osalta alapohjarakenteen uusimista tai alapohjarakenteen ilmatiiveyden parantamista ja ryömintätilan alipaineistamista.

Vuonna 2016 sisäilman mikrobianalyysia tehtiin tiloista 105 ja 110 otetuille sisäilmanäytteille.

- Mikrobioni Oy:n tekemät analyysit (*Mikrobioni Oy, 22.2.2016*)
 - o sisäilmanäytteet otettu Andersen 6-vaihekeräimellä Baumedi Oy:n toimesta
 - o tulosraportissa ei esitetä yhteenvetoa tai johtopäätöksiä, perustuen siihen, että koulurakennuksista otettujen ilmanäytteiden tulkintaohjeet koskevat vain kivirakenteisia kouluja, eikä ilmanäytteitä suositella käytettäväksi puurakenteisen koulun mikrobivaurion toteamiseen
- Baumedi Oy:n tekemä yhteenveto Mikrobioni Oy:n tekemistä analyyseistä (*Baumedi Oy, 3.3.2016*)
 - o Huoneesta 105 otetussa näytteessä ei esiintynyt indikaattorimikrobeja, steriilien mikrobien pitoisuus oli vähäinen, bakteerien kokonaispitoisuus oli vähäinen.
 - o Huoneesta 110 otetussa näytteessä esiintyi vähäisenä pitoisuutena indikaattorimikrobia *Aspergillus sydowii*, steriilien mikrobien pitoisuus oli alhainen, bakteerien kokonaispitoisuus oli vähäinen.

4 Lähtötiedot

Tutkimusta laadittaessa on ollut käytettävissä mm. seuraava tilaajan toimittama lähtöaineisto:

- Tutkimussuunnitelma, kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, ilmanvaihtojärjestelmän kuntotutkimus, 4.12.2018, Vahanen Rakennusfysiikka Oy
- PTS-suunnitelmat, 2016 ja 2017
- Korjausten seurantatutkimus, 3.4.2016 (Rakennusinsinööritoimisto Jommi Suonketo)
- Tutkimusraportti, sisäilmatutkimus, 3.3.2016 (Baumedi Oy)
- Tulosraportti IA2016-096, 22.2.2016 (Mikrobioni Oy)
- IV-Mittauspöytäkirja, 2015 ja 2016 (Consti ja T&T Air Oy)
- Ilmanvaihdon puhdistuspöytäkirja, 5.1.2015 (T&T Air Oy)
- Kuntotutkimusraportti, 17.9.2014 (Rakennusinsinööritoimisto Jommi Suonketo)
- Testausseleste, materiaalinäyte, suoraviljely, 4.9.2014 (TYYK, Aerobiologian yksikkö)
- Tarkastuskertomus 10/1549, aluehallintovirasto, työsuojelun vastuualue, 9.9.2014
- Pohjapiirustukset
- Paikantamispiirustus, LVI, 17.1.2001

5 Tutkimusmenetelmät

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.

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

Tilojen välisten painesuhteiden seurantamittaukset toteutettiin jatkuvatoimisilla paineromittauksilla Dwyer Magnesense-/Beck- ja Tinytag Plus- mittalaite – tiedonkerää-

jäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla. Seurantamittausten mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1. Rakenteiden ja eri tilojen välisiä ilmavirtausten suuntia tarkasteltiin Regin-merkkisavun avulla, savua, jonka avulla havainnoidaan ilman virtauksia.

Materiaalinäytteiden elinkykyisten mikrobien pitoisuudet ja suvusto määritettiin STMa 545/2015 (asumisterveysasetus) sen soveltamisohjeen mukaisella laimennossarjaviljelyllä. Näytteenotto ja laboratorioanalyysi tehtiin myös. em. ohjeistuksen mukaisesti. Negatiivisen tuloksen (ei mikrobikasvustoa) antaneet näytteet suoramikroskopoitiin viljelyn lisäksi materiaalityypin salliessa. Näytteet analysoi Mikrobioni Oy (Kuopio). Analysoiva laboratorio on FINAS-akkreditoitu, ja akkreditointi kattaa käytetyt viljelymenetelmät. Tutkimustulos ilmoitetaan mikrobiryhmittäin muodossa pmy/g. Laboratorion ilmoittama määritysraja menetelmälle on 91 pmy/g 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.

Ilmanvaihdon kuntoa sekä puhtautta arvioitiin silmämääräisesti ja valokuvaamalla huoltoluukkujen kautta. Ilmamäärämittauksissa käytettiin TSI Velocicalc 9565P –monitoimimittaria, Pressovac PHM-V1 venttiilinsäätömittaria sekä SwemaFlow 125 –huppumittaria. TSI Velocicalc 9565P –monitoimimittarin mittaustarkkuus on noin $\pm 3\%$ ja mittausvirhe noin $\pm 5\%$ mittauspaikasta riippuen. Paine-eroon perustuvalla menetelmällä päästään yleensä n. 20% tarkkuuteen, mutta tarkkuus heikkenee pienillä ilmamäärillä ja venttiililautasten ollessa ääriasentoonsa säädettynä. SwemaFlow 125 huppumittarin mittaustarkkuus on ± 1 l/s.

Tuloilmakoneen kokonaisilmamäärä mitattiin paine-eron perusteella tuloilmakanavien säätöpeltien mittausyhteistä. Tilakohtaiset ilmamäärät mitattiin huppumittarilla, tai määritettiin paine-eron perusteella tuloilmakanavasta tai ns. mittauskoukulla poistoilmaventtiileistä.

6 Piha-alueet

6.1 Havainnot

Tutkimushetkellä maanpinta oli lumen peitossa. Piha-alueisiin liittyviä havaintoja tehtiin siinä laajuudessa, kuin se oli lumitilanne huomioon ottaen mahdollista.

Rakennuspaikka viettää loivasti koillisesta lounaaseen päin ja rakennuksen vierustalla on asfalttia ja hiekkaa/soraa. Kattovedet ohjataan jatketuilla syöksytorvilla maanpinnan tason alapuolelle. Sadevesi- tai salaojakaivoja ei havaittu. Havaintoja piha-alueista on esitetty seuraavissa kuvissa (**Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt....Virhe. Viitteen lähdettä ei löytynyt.**).



Kuvat 2 a ja b. Rakennuspaikka viettää lievästi koillisesta lounaaseen päin. Rakennuksen vierustalla on asfalttia ja hiekkaa/soraa.



Kuva 3. Kattovedet ohjataan jatketuilla syöksytorvilla maanpinnan alapuolelle, todennäköisesti sadevesiviemäriin. Piha-alueilla ei havaittu sadevesi- tai salaojakaivoja.



Kuva 4. Lumi on sulanut ryömintätilan kuivatusjärjestelmän ulospuhallusputken vaikutusalueelta rakennuksen Meijerintien puoleiselta sivulta. Ulospuhallusputki on merkitty kuvaan punaisella ympyrällä. Sinisellä ympyrällä on merkitty ryömintätilan kuivatusjärjestelmän sisäänotto.

6.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen piha-alueet on ainakin osin asfaltoitu, jolloin maanpinnan tiivis pintakerros estää sadevesien imeytymisen rakennuksen vierustalle. Myös piha-alueiden muotoilu ohjaa sade- ja sulamisvedet pääosin rakennuksesta poispäin vähentäen rakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta. Piha-alueisiin ei kohdistu toimenpidetarpeita.

7 Alapohja, maanvastaiset seinät ja perustukset

Rakennuksen alapohja on pääosin alkuperäinen, ryömintätalallinen puurakenteinen alapohja. Ryömintätilaan on vuonna 2015 asennettu koneellinen kuivatus. Rakennuksen Meijerintien puoleisessa sivussa on betonirakenteinen kellaritila, jossa sijaitsee ryömintätilan ilmankuivain, muuten tilat ovat tyhjiillään.

Ensimmäisen kerroksen lattiapäällysteenä on käytetty muovimattoja. Lattiapäällysteet ovat siistikuntoisia. Kellarikerroksessa lattiapintana on pölynsidontakäsitelty betoni-pinta.

7.1 Rakenteet ja rakenneavausten havainnot

Alapohjarakenteet

Alapohjarakenne on pääosin hirsirakenteinen ja betoniperustainen. Alapohjan täyttö-kerroksena on käytetty sekalaista, pääosin orgaanista materiaalia (mm. turvetta, peh-

kua, olkea, kutterinlastua ja savea). Puurakenteisen lattian lattiapäällysteenä on kaikkialla muovimatto. Kellarikerroksessa alapohjarakenne on maanvastainen lämmöneristämätön betonilaatta.

Maanvastaiset seinät ovat kaksoisbetonirakenteita, joissa betoniseinien välissä on il-maväli, muttei lämmön- tai vedeneristystä.

Rakenteita selvitettiin lähtötietojen ja rakenneavausten avulla. Rakenneavausten pai-kat on esitetty liitteessä 1.

Kellarissa alapohjarakenne on rakenneavauksen RAAP3 perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- betoni, ~120 mm
- hiekka, 0/1



Kuva 5. Rakenneavaus RAAP3 kellaritilan alapohjaan. Maanvastaisen betonilaatan alapuolella on hienoa, tiiviisti pakkautu-nutta hiekkaa. Hiekkatäyttö oli aistinvarai-sesti arvioituna kosteaa.

Alapohjarakenne pääosin rakenneavauksen RAAP1 ja vuonna 2014 suoritettun kunto-tutkimuksen (*Rakennusinsinööritoimisto Jommi Suonketo, 17.9.2014*) perusteella on ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- pontattu lastulevy, 22 mm
- kuituvahvistettu tasoite, 1...2 mm
- lattiamaali
- ponttilauta, 35 mm
- täyttökerros ja puurakenteet, 360...440 mm
 - o täyttökerros RAAP1 kohdalla sahanpuru 80 mm – savi 120 mm – turve 160 mm
- tervapaperi
- umpilaudoitus
- ryömintätila, ~1500 mm
- hiekkatäyttö



Kuvat 6 a...c. Rakennus RAAP1 tehtiin tilan 110 alapohjaan etupihan puoleiselle ulkoseinälinjalle ryömintätilallisen puurakenteisen alapohjan aluslaudoitukseen asti. Alkuperäisen alapohjarakenteen päälle on asennettu ohut tasoitekerros, lattialastulevy ja muovimatto. Täyttökerroksen paksuus on 360 mm, ja täyttökerroksen materiaalit ovat ylhäältä päin lueteltuna sahanpuru (80 mm), savi (120 mm) ja turve (160 mm). Aluslaudoituksen ja täyttökerroksen välissä on tervapaperi. Rakennusvaiheesta havaittiin heikko poikkeava (mikrobiperäinen) haju, silmämääräisesti tarkasteltuna materiaalit olivat siistejä ja kuivia. Puurakenteiden kosteuspitoisuus piikkimittarilla mitattuna oli 9,5...10,3 p-%. Alapohjarakenteen täyttökerros on yhteydessä ulkoseinärakenteen lisälämmöneristyskerrokseen.

Rakennus RAAP2 tehtiin tilassa 111 vanhan uuninperustuksen kohdalle. Lattiarakenne rakennusvaihe RAAP2 perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna on seuraava:

- muovimatto
- pontattu lastulevy, 22 mm
- kuituvahvistettu tasoite, 2 mm
- tasoite/laasti, 40 mm
- lattiamali
- ponttilauta, 35 mm
- savitiili, ~400...500 mm (materiaalipaksuus ei tarkasti tiedossa, rakenneavausta ei jatkettu)
- betoni



Kuvat 7 a ja b. Rakenneavaus RAAP2 tehtiin vanhan uuninperustuksen kohdalle. Savitiiliperustuksen ja alkuperäisen ponttilautalattian päällä on 40 mm tasoitekerros, lattialastulevy ja muovimatto. Kellaritilasta havainnoitiin tiilikerroksen ja betoniperustuksen liittymä. Rakenneavauksen yhteydessä ei havaittu poikkeavia hajuja tai muita viitteitä vaurioista.

Maanvastaiset seinät

Maanvastaisten seinien rakenne on havaintojen perusteella sisältä ulospäin luoteltuna seuraava:

- betoni, 110...150 mm
- ilmaväli, 60...110 mm
- betoni, ~190 mm (mitattu ryömintätilaan johtavan aukon kohdalta)





7.2 Havainnot

Alapohjan kuntoa ja toteutustapaa havainnoitiin ryömintätilasta käsin sekä tekemällä rakenteisiin rakenneavauksia.

Ryömintätilassa on melko vähäisessä määrin ylimääräistä materiaalia, mm. puumateriaalia, astioita ja lasia. Ryömintätilan tuuletusaukot on ummistettu ja ryömintätilassa on koneellinen ilmankuivainjärjestelmä. Ryömintätilan ilma oli aistinvaraisesti arvioituna hyvälaatuista, poikkeavia hajuja ei havaittu.

Perusmuurin alaosissa havaittiin suolakertymää. Perusmuurin/betoniperustusten ja alapohjan puurakenteiden välissä on kosteuden nousun katkaiseva kerros (bitumointi, bitumikermikappale tai tervapahvi). Puurakenteet ja alapohjan aluslaudoitus ovat hyväkuntoisia. Alapohjarakenteessa havaittiin ryömintätilasta tarkasteltuna epätiiviyttä putkiläpivientejä.

Lattiapäällysteenä käytetty muovimatto on siistikuntoinen ja se on nostettu pystypinnoille wc-tiloissa sekä tilassa 111. Alapohjan ja liittyvien rakenteiden väliset liittymät sekä alapohjarakenteen läpivientien kohdat on tiivistetty elastisella massalla, tiivistyksissä havaittiin paikoin puutteita.

Alapohjarakenteista sekä perustuksista tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuvat 9...Kuvat 31).



Kuvat 9 a...d. Sokkelin tuuletus- ja muita aukkoja on ummistettu mm. polyuretaanivaahdolla sekä levytyksellä ryömintätilan kuivainjärjestelmän asennuksen yhteydessä.



Kuvat 10 a...a. Yleiskuvia ryömintätilasta. Ryömintätilan korkeus vaihteli ~300mm ...~1500 mm, matalimmillaan ryömintätila on Meijerintien puoleisella seinustalla, kellaritilan molemmin puolin. Ryömintätilan pohjan hiekka oli pintaosistaan aistinvaraisesti arvioituna kuivaa. Ryömintätilan ilma oli aistinvaraisesti arvioituna (ryömintätilan il-maksi) hyvälaatuista: Ilma oli pölyistä, mutta poikkeavaa (kostea, tunkkaista, mikrobi-peräistä) hajua ei havaittu.



Kuvat 11 a ja b. Ryömintätilan kuivatus on järjestetty koneellisen kuivatusjärjestelmän avulla.



Kuva 12. Perusmuurin alaosassa on suolakertymää erityisesti etupihan puoleisella seinustalla.



Kuvat 13 a ja b. Pääosin ryömintätila oli siisti. Ryömintätilassa on paikoitellen ylimääräistä materiaalia, mm. puumateriaalia sekä rikkiäisiä lasi- ja posliiniastioita.



Kuvat 14 a...c. Perusmuurin/betonipilareiden ja alapohjan puurakenteiden liittymässä on käytetty erilaisia kosteuden nousun estäviä materiaaleja, mm. bitumikermiä (kuva a), bitumisivelyä (kuva b) ja tervapahvia (kuva c).



Kuvat 15 a ja b. Alapohjan kantavat rakenteet ja aluslaudoitus ovat kaikkialla siistikuntoisia. Viitteitä kosteusvaurioitumisesta (taipumia, pehmenemää, värimuutoksia) ei havaittu.



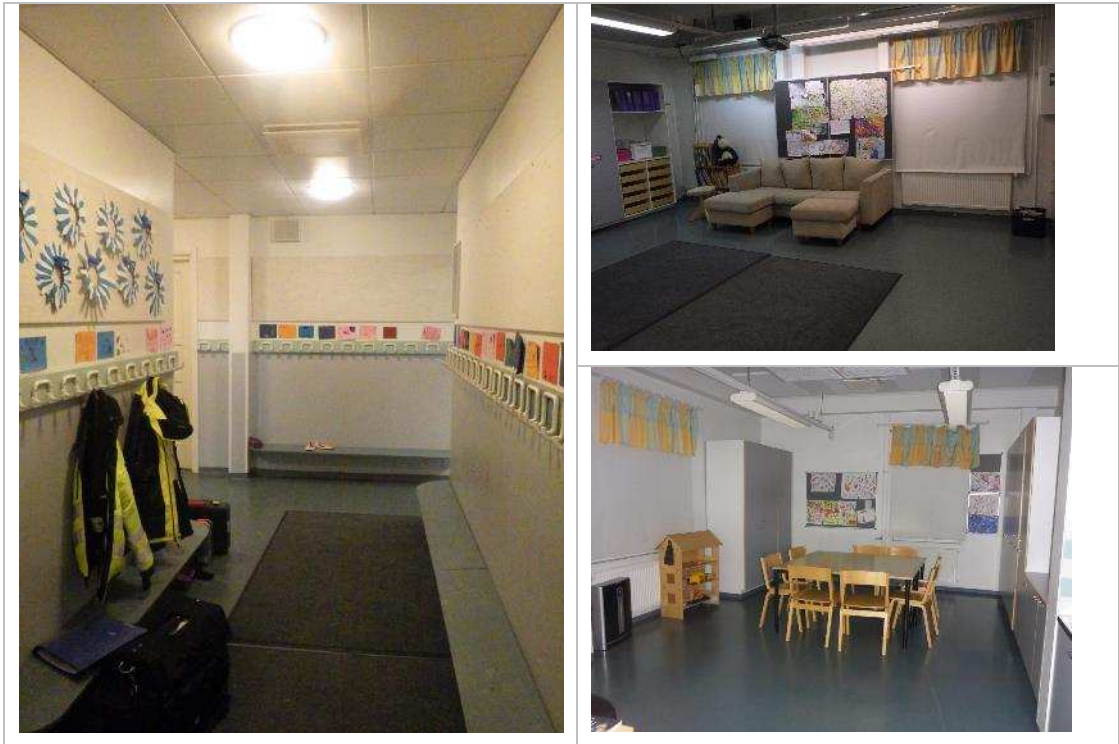
Kuvat 16 a...c. Tilan 101 kohdalla sijaitsee LV-verkoston putkiläpivientejä, joissa on osin käytetty salaojaputkea suojaputkena. Ryömintätilasta tarkasteltuna läpiviennit on tiivistetty mineraalivillalla ja ne ovat aistinvaraisesti arvioituna epätiiviiitä. Sisätiloista käsin tarkasteltuna läpiviennit on tiivistetty polyuretaanivaahdolla, eikä läpivienneissä havaittu merkittäviä ilmatiiveyspuutteita. Merkkisavulla tarkasteltuna ei havaittu merkittäviä ilmapirtauksia sisäilmaan päin.



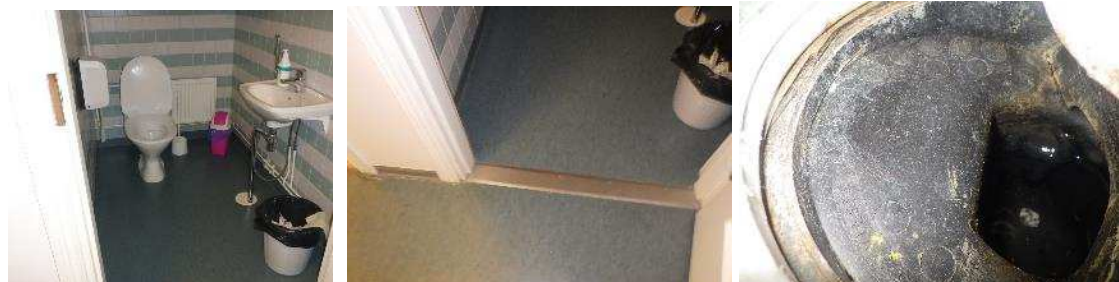
Kuvat 17 a ja b. Viemäriputkien läpiviennit on tiivistetty mineraalivillalla ryömintätilasta käsin, tiivistysten ilmatiiveydessä on puutteita. Viemäriputkia ei ole lämmöneristetty.



Kuvat 18 a ja b. Kellarin lattia on maanvastainen betonilaatta, lattiapintana on paljas betonipinta. Kellaritilat ovat tyhjiillään, isoimmassa kellaritilassa sijaitsee ryömintätilan kuivainlaitteisto.



Kuvat 19 a...c. Yleiskuvia ensimmäisen kerroksen tiloista. Lattiapäällysteenä on käytetty muovimattoa. Lattiapäällysteet ovat siistikuntoiset.



Kuvat 20 a...c. Wc-tiloissa sekä tilassa 111 muovimatot on nostettu seinälinjoille ~100 mm korkeudelle. Kynnysten kohdalla pystypinnalle nostoa ei ole. Muovimatto on kiristetty lattiakaivojen kiristysrenkaan väliin. Käsienpesualtaan viemäriputki on johdettu lattiakaivoon.





Kuvat 21 a...d. Tiloissa 105 ja 111 sijaitsee saven- ja kipsinerotuskaivot. Havainnot kaivoista ovat yhteneväisiä, kuvat ovat tilasta 111. Lasikuitukaivossa on kaksoiskansi. Kannot ovat kevytrakenteisia, ylemmät kannot ovat muovia. Ylempi kansi ei ole tiivis, mutta alemman kannen ilmatiiveydessä ei havaittu merkittäviä puutteita merkkisavun avulla tarkasteltuna. Alempaa kantta nostaessa viemäriputkesta (merkitty kuviin punaisella nuolella) kuului kaivon alipaineen aiheuttamaa lorinaa/pulputusta. Kaivojen pohjalla oli tutkimushetkellä ~10 cm sameaa, likaista vettä. Kaivoista havaittiin kansien avaamisen jälkeen epämiellyttävä haju.



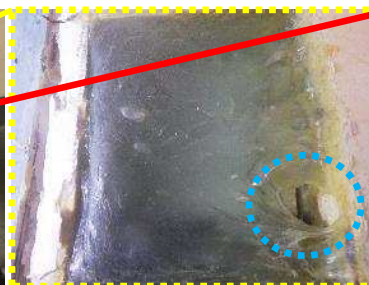
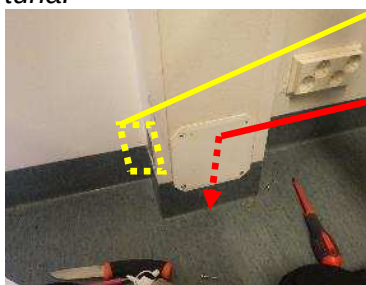
Kuvat 22 a...c. Tuulikaapin (tila 106) lattian luukku aukaistiin. Luukun kohdalla on aukko ryömintätilaan. Aukko on ummistettu polyuretaanilevyllä. Levyn ja kuilun raosta havaittiin ilmavirtaus sisäilmaan päin merkkisavun avulla tarkasteltuna. Aukon kansirakenne ei ole ilmatiivis.



Kuvat 23 a ja b. Alapohjaan liittyvissä pystykotelossa olevat peitelevyt aukaistiin. Tilan 105 pystykotelossa sijaitsee viemäriputki. Viemäriputken ja alapohjan liittymää ei pystytty tarkastamaan kotelon kautta. Aukon peitelevyä ei ole tiivistetty. Luukusta ei havaittu poikkeavia hajuja. Kotelosta havaittiin selvä ilmavirtaus sisäilmaan merkkisavulla tarkasteltuna.



Kuvat 24 a....c. Muut peitelevyt on tiivistetty silikonilla tai joustavalla massalla. Osa pystykoteloiden aukoista on ummistettu polyuretaanivaahdolla. PUR-vaahdolla ummistetuista aukoista ei havaittu merkittäviä ilmavirtauksia merkkisavun avulla tarkasteltuna.



Kuvat 25 a....c. Tilan 111 pystykotelossa on peitelevy yhdellä sivulla ja silikonilla/massalla ummistetut aukot molemmiin puolin koteloa. Silikoni/massaummistuksissa on aukkoja (ympyröity sinisellä kuvaan b), aukkojen kohdalta havaittiin selvä ilmavirtaus koteloon päin merkkisavun avulla tarkasteltuna. Kuva c on endoskooppikuva kotelosta peitelevyn takaa. Kotelon kohdalla ei ole alapohjan läpivientä.



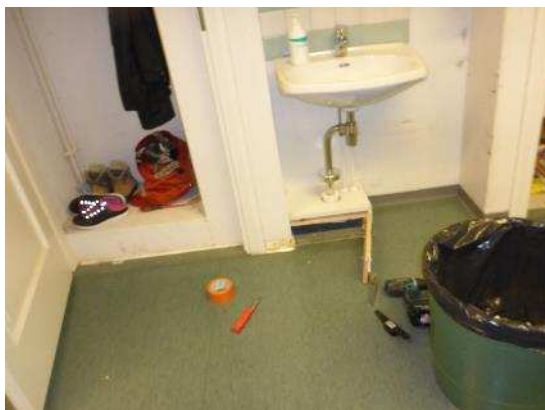
Kuvat 26 ac. Pesualtaiden viemäriputkien läpiviennit on toteutettu läpivientikappaleiden/mansettien avulla. Viemäriputkien läpivientien ilmatiiveydessä ei havaittu merkittäviä puutteita. Tilassa 105 on tulpattu viemäriputken läpivienti.



Kuvat 27 a....c. Jalkalistoja irrotettiin pistokoeluontoisesti ulko- ja väliseinien vierustalta. Alapohjan ja ulko- sekä väliseinien liittymät on tiivistetty joustavalla massalla. Pääsääntöisesti alapohja - ulko-/väliseinäliittymistä ei havaittu merkittäviä ilmavirtauksia merkkisavun avulla tarkasteltuna.



Kuvat 28 a ja b. Sähköpääkeskuksessa (pohjakuvassa osa tilasta 102) alapohja-väliseinäliittymää ei ole tiivistetty kauttaaltaan.



Kuvat 29 a ja b. Käsiinpesualtaan alapuolella oleva levyrakenne aukaistiin. Alapohja-väliseinäliittymää ei ole tiivistetty kotelon kohdalta.



Kuvat 30 a....c. Alapohja-väliseinäliittymä on tiivistetty joustavalla massalla eteisaulan ja wc-tilojen 113 ja 114 välisen väliseinän kohdalla. Massaus on irronnut vastepinnastaan. Alapohja-väliseinäliittymästä havaittiin selvä ilmavirtaus sisäilmaan päin merkkisavun avulla tarkasteltuna.



Kuvat 31 a ja b. Kynnyslistoja aukaistiin pistokoeluontoisesti. Kynnysten kohdilla lattia-päällysteessä on selvät raot alapohjarakenteeseen, raot on tiivistetty joustavalla mas-salla. Pääsääntöisesti kynnysten kohdilla ei havaittu merkittäviä ilmavirtauksia merkki-savun avulla tarkasteltuna. Tilojen 111 heikko ja 112 välisen kynnysen kohdalla ha-vaittiin yksittäinen epätiivelyskohta (ympyröity punaisella kuvaan b), mistä havaittiin il-mavirta rakenteeseen päin.

Maanvastaiset seinät



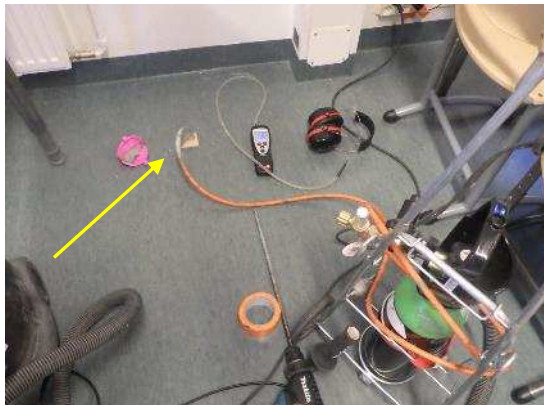
Kuvat 32 a...d. Kaikki kellaritilojen seinät ovat maalattuja betonirakenteita. Kellaritilojen 002...004 päätyseinät ovat maanvastaisia seiniä. Muut kellaritilojen seinät rajoittuvat ryömintätilaan tai ovat väliseiniä. Kaikissa tiloissa 002...004 on läpivienti maanvastai-sen seinän yläosassa/sokkelissa. Tilan 002 seinässä oleva aukko on ummistettu puut-teellisesti polyuretaanivaahdolla. Tilojen 003 ja 004 läpiviennit liittyvät ryömintätilan kui-vatusjärjestelmään, eikä näiden läpivientien ilmatiiveydessä havaittu merkittäviä ilma-tiiveyspuutteita.



Kuva 33. Tilan 004 ryömintätilan vastaisessa seinässä on aukko ryömintätilaan.

7.3 Merkkiainekokeet

Alapohjarakenteen ilmatiiveyttä tutkittiin tilassa 111 suoritettulla merkkiainekokeella MA1. Merkkiainekokeen paikka on esitetty liitteessä 1. Merkkiainekeasu laskettiin alapohjarakenteen täyttökerrokseen virtauksella 3 l/min 10 minuutin ajan ja sen kulkeutumisista tutkittiin merkkiaineilmaisimen avulla tilassa 111.



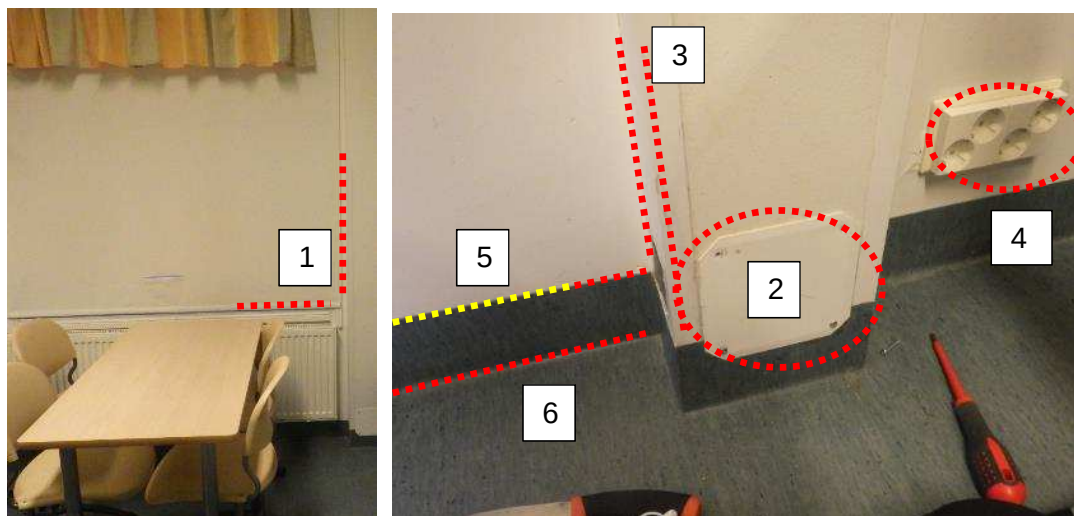
Kuva 34. Merkkiainekeasu syötettiin tilan 111 alapohjaan poratun reiän kautta alapohjarakenteen täyttökerrokseen (merkitty kuvaan keltaisella nuolella). Kaasun kulkeutumisista huonetilaan tutkittiin merkkiaineilmaisimen avulla.

Tilan 111 sisäilman alipaineisuutta tehostettiin merkkiainekokeen ajaksi alipaineistuslaitteiston avulla. Alipaineistuslaitteistolla ei ollut tilan painesuhteisiin suurta vaikutusta: paine-ero sisäilman ja ulkoilman välillä kasvoi ~ 1 Pa (6 $\rightarrow$ 7 Pa sisäilman ollessa alipaineinen), sisäilman ja alapohjarakenteen välille ei saatu muodostettua paine-eroa. Todennäköisesti huonetilasta ja alapohjarakenteesta on runsaasti korvausilmareittejä ympäröiviin rakenteisiin, jolloin paine-eroa ei pääse muodostumaan.

Tilan 111 painesuhteet merkkiainekokeen suoritushetkellä olivat:

- sisäilma alipaineinen ulkoilmaan nähden 6...7 Pa
- sisäilma tasapaineinen alapohjarakenteeseen nähden (0... ± 1 Pa).

Ilmavirtaukset olivat merkkiainekokeen suoritushetkellä ulkoilmasta huonetilaan päin.



Kuva 35. Merkkiainekokeessa havaitut ilmavuotoreitit. Punainen katkoviiva kuvaa selvää ilmavuotoa, keltainen katkoviiva heikkoa ilmavuotoa. Kuvassa esitettyihin numeroihin viitataan seuraavassa tekstissä. Selvää ilmavuotoa havaittiin ulkoseinä-karmi-liittymistä (1), pystykotelon luukuista (2), pystykotelon nurkkakohdista (3) ja pistorasi-oista (4). Ennen muovimaton ylösnoston avausta alapohja-ulkoseinäliittymästä (5) ha-vaittiin heikkoa ilmavuotoa, mikä muuttui selväksi ilmavuodoksi lähellä pystykoteloa. Muovimaton ylösnosto avattiin, minkä jälkeen ilmavuoto alapohja-ulkoseinäliittymästä oli selvä (6).

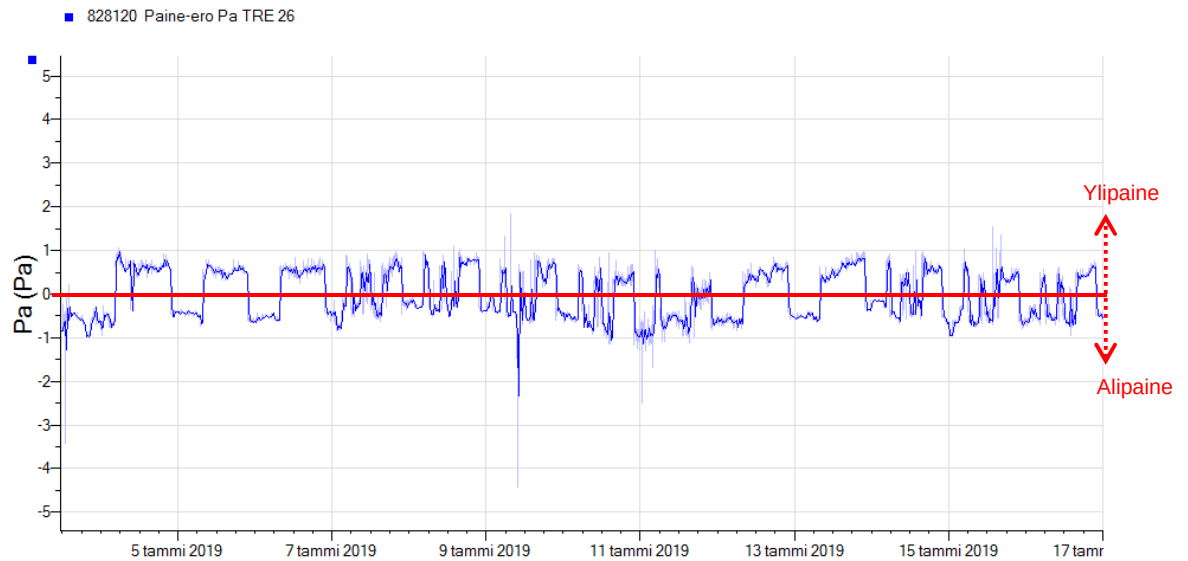
7.4 Ryömintätilan paine-eron ja olosuhteiden seurantamittaukset

Ryömintätilan ja sisäilman välistä paine-eroa seurattiin jatkuvatoimisella paine-eromit-tauksella kahden viikon seurantajaksolla 3.-17.1.2019. Sisäilma oli mittausjaksolla ta-sapaineinen (paine-ero pääosin $0... \pm 1$ Pa sisäilman ollessa vuoroin ali- ja ylipaineinen) kellaritilaan nähden. Mittaus suoritettiin tilasta 110.

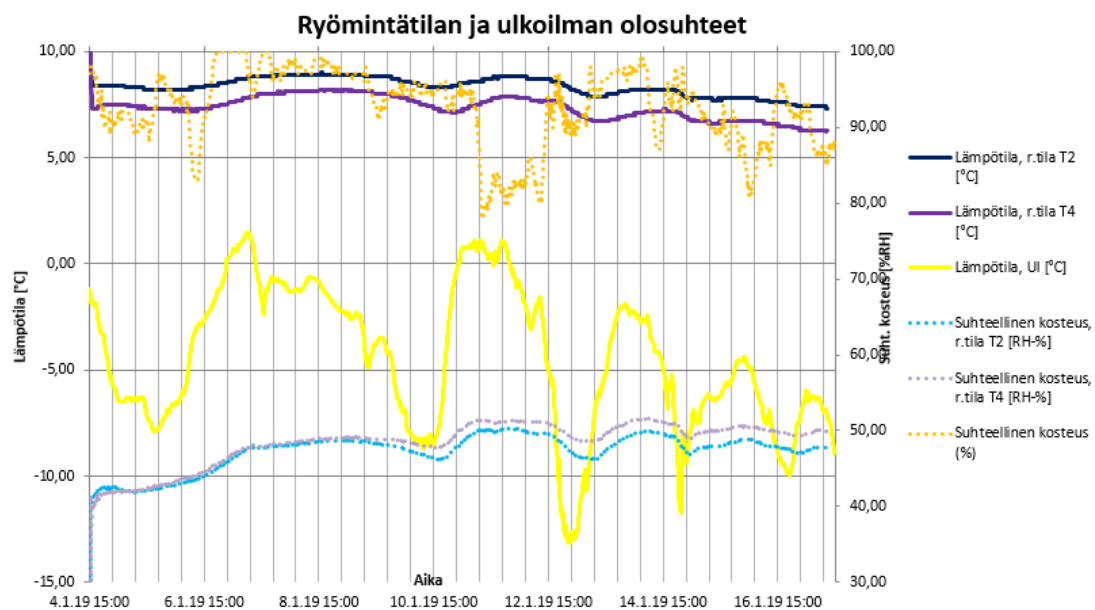
Maapohjaisen kellaritilan sekä ulkoilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin seurantamittauksena kahden viikon seurantajaksolla 4.-17.1.2019.

Seurantamittausten tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (Kuvaaja 1 ja Kuvaaja 2). Ryömintätilan ja ulkoilman absoluuttiset kosteudet lämpötilan ja suhteellisen kos-teuden perusteella laskettuna on esitetty kuvaajassa 3.

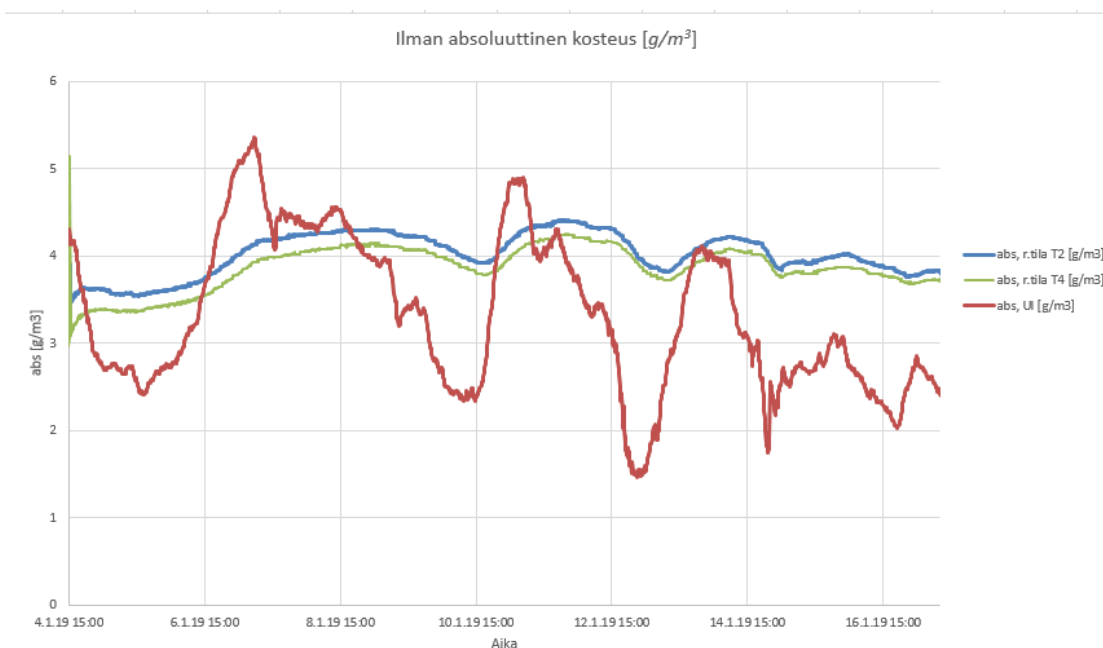
Ryömintätila (PA26)



Kuvaaja 1. Ryömintätilan paine-ero tilan 110 sisäilmaan nähden 3.-17.1.2019. Pysty-akselilla jakoviivojen väli on 1 Pa. Paine-eron ollessa negatiivinen, on tilan 110 sisäilma alipaineinen ryömintätilaan nähden.



Kuvaaja 2. Ryömintätilan sekä ulkoilman lämpötila ja suhteellinen kosteus 4.-17.1.2019. Ryömintätilan mittalaitteet sijaitsivat 0,5... 1 metrin korkeudella ryömintätilan pohjan tasosta. Lämpötila on vaihdellut ryömintätilassa välillä 7...9 °C ja ulkoilmassa -9...-5 °C. Suhteellinen kosteus on vaihdellut kellaritilassa välillä 45...52 %-RH ja ulkoilmassa 80...100 %-RH.



Kuvaaja 3. Ryömintätilan ja ulkoilman absoluuttiset kosteudet lämpötilan ja suhteellisen kosteuden perusteella laskettuna aikavälillä 4.-17.1.2019. Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden perusteella laskettu absoluuttinen kosteus vaihteli ryömintätilassa 3,0...4,3 g/m³ ja ulkoilmassa 1,5...5,3 g/m³. Ryömintätilan ja ulkoilman absoluuttisten kosteuksien erotus (kosteuslisä / -vaje) vaihtelee mittausjaksolla -1,5...2,5 g/m³.

7.5 Materiaalinäytteet

Vuonna 2014 tehdyn kuntotutkimuksen (Rakennusinsinööri Jommi Suonketo, 17.9.2014) yhteydessä otetut materiaalinäytteet analysoitiin suoraviljelymenetelmällä. Materiaalinäytteet on otettu ennen kuivausjärjestelmän asennusta ja alapohjarakenteen tiivistämistä.

Materiaalinäytteiden johtopäätökset tulosraporttien perusteella ovat seuraavat:

- N1: alapohjan eriste (turve/olki), koilliskulma
 - o aktiivinen mikrobikasvu materiaalissa
- N2: alapohjan sisäpuolinen lisäeriste (selluvilla), koilliskulma
 - o ei viittaa aktiiviseen mikrobikasvuun
- N3: alapohjan eriste (kutterinlastu, turve), itäsivu
 - o aktiivinen mikrobikasvu materiaalissa
- N4: alapohjan eriste (turve), luoteiskulma
 - o aktiivinen mikrobikasvu materiaalissa
- N5: alapohjan eriste (kutterinlastu), länsisivu
 - o aktiivinen mikrobikasvu materiaalissa
- N6: alapohjan eriste (turve), keskialue
 - o aktiivinen mikrobikasvu materiaalissa
- N7: alapohjan eriste (kutterinlastu), eteläpääty
 - o aktiivinen mikrobikasvu materiaalissa

7.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alapohjarakenne on kosteusteknisesti riskialtis, sillä alapohjarakenteen täyttökerroksena on runsaasti kosteudesta herkästi vaurioituvia materiaaleja (mm. sahanpurua ja turvetta). Alapohjarakenteessa on todettu laaja-alainen kosteus- ja mikrobivaurio aiemmin suoritetun tutkimuksen (Rakennusinsinööri Jommi Suonketo, 17.9.2014)

yhteydessä, eikä rakenteen kuntoa sen vuoksi tutkittu materiaalinäyttein tämän tutkimuksen yhteydessä.

Kohteen alapohjarakenne on toteutettu pääosin tuulettavana (ryömintätalallisena) rakenteena, jonka olosuhteita ylläpidetään koneellisella kuivatusjärjestelmällä. Ennen kuivatusjärjestelmän asentamista ryömintätila on tuulettunut heikosti, mikä on aiheuttanut alapohjarakenteen laaja-alaisen kosteus- ja mikrobivaurioitumisen. Käytössä oleva kuivatusjärjestelmä toimii havaintojen ja olosuhteiden seurantamittausten perusteella kohtalaisen hyvin, alapohjan kantavissa rakenteissa tai aluslaudoituksissa ei ole vaurioita eikä ryömintätilassa havaittu viitteitä kosteudesta. Seurantamittausten ajankohta sijoittui talveen ja pakkaskauteen, jolloin ulkoilman kosteus ja siten myös ryömintätilan ilman kosteus on alimmillaan. Mikäli ryömintätilan olosuhteista ja kuivaimen toimivuudesta halutaan varmistua, voidaan olosuhdemittaukset uusia keväällä/kesällä, jolloin ulkoilman kosteus voi kondensoitua ulkoilmaa viileämmässä ryömintätilassa tai ulkoilmasta tulevan korvausilman kosteuspiitoisuus on korkea.

Alapohjarakenteessa tulee olla ilmatiivis rakennekerros, joka estää hallitsemattomat ilmavirtaukset ryömintätilasta/alapohjarakenteesta sisäilmaan. Alapohjarakenteen ilmatiiveyttä on parannettu peruskorjauksen yhteydessä. Alapohjarakenteen lattiapäällysteenä käytetty muovimatto on ilmatiivis materiaalikerros, lisäksi ~vuonna 2015 suoritettut tiivistyskorjaukset ovat vähentäneet ilmavuotoja alapohjarakenteesta sisäilmaan päin huomattavasti. Muovimatto toimii myös alapohjarakenteessa höyrynsulkukerrosena. Rakenteen ilmatiiveydessä todettiin edelleen yksittäisiä merkittäviä puutteita, sillä alapohjarakenteen liittymiä ei ole tiivistetty kauttaaltaan ja tiivistyksissä todettiin paikallisia epätiiveyskohtia. Alapohjarakenteen paikallisten ilmatiiveyspuutteiden kautta alapohjarakenteen ja ryömintätilan epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua sisäilmaan. Alapohjarakenteen täyttökerros on ilmayhteydessä ulkoseinän lisälämmöneristyskerrokseen, jolloin ilmavuodot alapohjarakenteesta ovat mahdollisia myös ulkoseinä- ja kotelorakenteiden epätiiveyskohtien kautta.

Täysin luotettavasti alapohjarakenne voidaan korjata vain uusimalla rakenne kokonaan lämpö- ja kosteusteknisesti paremmin toimivaksi / riskisietoisemmaksi rakenteeksi, mutta epäpuhtauksien kulkeutumisesta alapohjarakenteesta ja ryömintätilasta sisäilmaan voidaan ehkäistä parantamalla alapohjarakenteen ilmatiiveyttä edelleen ja tehostamalla ryömintätilan alipaineisuutta. Alapohjan rakenneratkaisu ja rakenteen merkkiainekokeen yhteydessä todetut laajat korvausilmayhteydet huomioon ottaen ryömintätilan alipaineistaminen on haastavaa, eikä se ole suositeltavaakaan alipaineistamisesta puurakenteeseen alapohjaan mahdollisesti aiheutuvien riskien vuoksi. Alipaineistamista voidaan todennäköisesti tehostaa nykyjärjestelmää säätämällä, ja sitä voidaan käyttää vähentämään ilmavuotoja. Mikäli nykyjärjestelmää säädetään, tulee varmistua siitä, että ryömintätilan olosuhteet säilyvät halutun kaltaisina.

Kellarikerroksen maanvastaiseen betonilaattaan ei kohdistu toimenpidetarpeita. Puurakenteisen alapohjan korjausvaihtoehdot ovat seuraavat:

- Korjausvaihtoehto 1: Alapohjarakenteen ilmatiiveyden parantaminen ja ryömintätilan alipaineistuksen tehostaminen.
 - o Tarkoituksena on ehkäistä alapohjarakenteen ja ryömintätilan epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan.
 - o Edellyttää mm. ulkoseinäliittymien, väliseinäliittymien sekä läpivientien tiivistämistä.
 - o Ryömintätilan painesuhteita voi olla mahdollista säätää käytössä olevan koneellisen kuivatusjärjestelmän ilmamäärien säädöllä. Ryömintätilan olosuhteita tulee seurata jatkuvatoimisilla seurantamittauksilla käytössä olevaa järjestelmää säädettäessä, jotta järjestelmän kuivatuskykyä ei heikennetä säätöjen yhteydessä.

- Korjausvaihtoehto 2: Alapohjarakenteen uusiminen kokonaisuudessaan rakenteen ilmatiiveys huomioon ottaen.
 - o Tarkoituksena on poistaa kosteus- ja mikrobivaurioituneet täyttökerrokset ja estää rakenteeseen jäävien mahdollisten epäpuhtauksien pääsy sisätiloihin.
 - o Ryömintätilassa on aina luontaisesti epäpuhtauksia ja rakenteen täydellinen puhdistaminen on haastavaa, joten myös uudessa rakenteessa tulee huomioida rakenteen hyvä ilmatiiveys.

Ensisijaisesti suosittelemme korjausvaihtoehtoa 1, jonka mukaiset toimenpiteet suosittelemme suorittamaan seuraavan kahden vuoden kuluessa. Alapohjarakenteen uusimiseen suosittelemme varautumaan viimeistään rakennuksen seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Molemmat korjausvaihtoehdot vaativat detaljitasoista suunnittelua, jossa huomioidaan rakenteen lämpö- ja kosteustekninen käyttäytyminen.

Alapohjarakenteeseen kohdistuvien korjaustöiden yhteydessä kellaritilan seinässä olevaan, ryömintätilaan johtavaan aukkoon suositellaan asentamaan tiivis luukku, jolloin ehkäistään ryömintätilan epäpuhtauksien kulkeutuminen kellaritilaan ja edelleen ensimmäisen kerroksen tiloihin. Portaikon oven ilmatiiveyttä suositellaan samoin parantamaan. Lisäksi suosittelemme lämmöneristämään ryömintätilassa sijaitsevat viemäriputket ja parantamaan viemäriputkien läpivientien ilmatiiveyttä ryömintätilasta käsin.

8 Välipohjat

8.1 Rakenteet ja rakenneavausten havainnot

Kellarin ja ensimmäisen kerroksen välisen välipohjan kantava rakenne on kellarin betonirakenteinen katto, minkä päällä on täyttökerros ja puurakenteinen lattia. Lattiapäällysteenä on käytetty muovimattoa.

Ensimmäisen ja toisen kerroksen välinen välipohja on puurakenteinen. Välipohjan täyttökerroksessa on sekalaista, pääosin orgaanista materiaalia sekä ilmansulkupaperi. Lattiapinnoitteena tai -päällysteenä on käytetty maalia ja muovimattoa.

Välipohja kellarin ja ensimmäisen kerroksen välillä

Välipohjarakenne kellarin ja ensimmäisen kerroksen kohdalla on rakenneavauksen RAVP3 perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- pontattu lastulevy, 22 mm
- tasoite, 1...2 mm
- lattiamaa
- ponttilauta, 35 mm
- ilmaväli, 40...50 mm
- täyttökerros ja puurakenteet, ~450 mm
- betoni



Kuva 36. Endoskooppikuva kellarin ja ensimmäisen kerroksen välipohjaan poratusta reiästä (RAVP3). Täyttökerroksen pinnassa on kerros lastua/haketta (40...50 mm), minkä jälkeen on soraa/koksikuonaa. Rakenteavauksesta havaittiin

mikrobiperäinen, pistävä haju, sekä selvä ilmavirtaus sisäilmaan päin merkkisavun avulla tarkasteltuna.

Välipohja ensimmäisen ja toisen kerroksen välillä

Ensimmäisen ja toisen kerroksen välinen välipohjarakenne vanhan tulisijan perustuksen kohdalla rakenneavauksen RAVP1 perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna on seuraava:

- muovimatto
- tasoite, 1...2 mm
- ponttilauta, 35 mm
- ilmaväli, ~50 mm
- täyttökerros (lastu/hake) ja puurakenteet, ~350 mm
- betoni



Kuvat 37 a...c. Rakenneavaus RAVP1 tehtiin tilaan 206 (pimiö) betonirakenteisen tulisijan perustuksen viereen. Täyttömateriaalia ei ole perustuksen pystypinnan vieressä (kuva b). Täyttökerroksena on kuivaa lastua/haketta. Lattialautojen alapuolella havaittiin selvä ilmavirtaus. Rakenneavauksen yhteydessä havaittiin kuivalle puumateriaalille ominainen haju. Täyttökerroksen pintaosasta otettiin materiaalinäyte MAT1 mikrobianalyysia varten. Materiaalinäytteessä MAT1 ei todettu mikrobikasvua materiaalissa.

Välipohjarakenne ensimmäisen ja toisen kerroksen välillä rakenneavauksen RAVP2 perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna on seuraava:

- maali
- ponttilauta, 35 mm
- täyttökerros (pehku) ja puurakenteet, ~380 mm
- tervapaperi
- laudoitus





Kuvat 38 a...c. Rakenneavaus RAVP2 tehtiin tilaan 213 (keittiö) ulkoseinän viereen. Rakenneavauksen vieressä on komerotila, jonka seinäpinnoissa havaittiin todennäköisesti vesikaton vuodosta tai kondenssikosteudesta aiheutuvia vuotojälkiä. Täyttökerroksena on kuivaa pehkua. Välipohjan aluslaudoituksen ja täyttökerroksen välissä on tervapaperi, jota on nostettu ulkoseinän hirsirunkoa vasten. Rakenneavauksen yhteydessä havaittiin kuivalle puumateriaalille ominainen haju sekä heikko mikrobiperäinen haju. Puurakenteiden kosteuspitoisuus oli 8,0...8,9 p-% piikkimittarilla mitattuna. Täyttökerroksen pohjasta, ulkoseinän viereltä otettiin materiaalinäyte MAT2 mikrobianalyysia varten. Materiaalinäytteessä MAT2 ei todettu mikrobikasvua materiaalissa.

8.2 Havainnot

Kellarin ja ensimmäisen kerroksen välisen välipohjarakenteen lattiapäällysteenä käytetty muovimatto on hyväkuntoinen.

Ensimmäisen ja toisen kerroksen välipohjarakenteen lattian pintamateriaalit (muovimatto, maalattu lankku) ovat pääosin huonokuntoisia. Välipohjarakenteessa on useita epätiivittä läpivientejä toisen kerroksen tiloista tarkasteltuna.

Havaintoja välipohjarakenteista on esitetty seuraavien kuvien yhteydessä (Kuva 39...Kuvat 45).



Kuva 39. Kellarin ja ensimmäisen kerroksen välipohjan alapinta on maalattua betonia.



Kuvat 40 a ja b. Yleiskuvia toisen kerroksen tiloista. Toisen kerroksen tilat ovat alun perin olleet asuintoina. Tutkimushetkellä joitain tiloja käytettiin harrastekerhojen varastotiloina. Tiloissa ei ole lämmitystä. Pääosin tilat ovat alkuperäisessä kunnossaan, lattiasta on maalattu lankkulattia, osin vanha muovimatto. Alkuperäisten lattioiden kunto on huono. Osin tiloja on kunnostettu harrastekerhojen käyttöön (mm. pimiöksi ja äänitysstudioksi). Kunnostettujen tilojen lattiapäällysteenä on käytetty muovimattoa. Toisen kerroksen tiloissa havaittiin yleisesti poikkeava, mikrobiperäinen haju.



Kuvat 41 a...d. Alkuperäisessä lankkulattiassa on monin paikoin leveitä rakoja ja aukkoja välipohjarakenteeseen. Täyttökerroksen pintaosissa havaittiin mm. kutterinlastua.



Kuvat 42 a...c. Ensimmäisen kerroksen tiloista käsin havaittiin epätiivittä välipohjan sähköläpivientejä sähkökeskuksessa (kuvat a ja b). Viemäriputken läpiviennissä ei havaittu merkittäviä tiiveyspuutteita (kuva c).



Kuvat 43 a ja b. Toisen kerroksen tiloista tarkasteltuna osassa välipohjien läpiviennistä on käytetty läpivientikappaleita. Pääosin välipohjan läpiviennit ovat epätiivittä tai täysin avoimia toisen kerroksen tiloihin. Läpiviennistä havaittiin selvää ilmavirtausta toisen kerroksen huonetilaan merkkisavun avulla tarkasteltuna.



Kuvat 44 a ja b. Ensimmäisen ja toisen kerroksen välisen välipohjan alapinnassa on pääosin kipsilevytyt (kuva a), käytävätilassa on alaslaskettu katto (kuva b). Käyttötilojen kattopinnat ovat siistikuntoisia.



Kuvat 45 a...c. Alaslasketusta katosta puuttui yksi levy käytävätilasta (wc-tilojen 113 ja 114 edustalta). Alaslasketun katon yläpuolisessa tilassa on runsaasti suojaamatonta mineraalivillaa. Käytävän huonetilasta havaittiin selvä ilmavirtaus alaslasketun katon yläpuoliseen tilaan merkkisavun avulla tarkasteltuna.

8.3 Materiaalinäytteet

Välipohjarakenteesta otettiin kaksi materiaalinäytettä mikrobianalyysia. 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.

Ulkoseinästä otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset olivat seuraavat:

- MAT1: välipohjarakenteen täyttökerros (pehku), tila 206 (pimiö): ei mikrobikasvua materiaalissa
 - o pienet home- ja bakteeripitoisuudet
- MAT2: välipohjarakenteen täyttökerros (pehku), tila 213: ei mikrobikasvua materiaalissa
 - o homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus

8.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Kellarin ja ensimmäisen kerroksen välinen pienialainen välipohjarakenne on tuulettu-mattomana ja orgaanista materiaalia sisältävänä rakenteena kosteusteknisesti riskialtis. Rakenne on aistinvaraisten havaintojen perusteella kosteus- ja mikrobivaurioitunut mahdollisesti siivousvesien aiheuttaman kastumisen seurauksena. Kellarin ja ensimmäisen kerroksen välipohjarakennetta koskevat samat toimenpidesuosituksukset kuin puurakenteista alapohjarakennettakin.

Toisen kerroksen tilat ovat käytön aikana olleet nk. kuivia tiloja. Ensimmäisen ja toisen kerroksen väliseen välipohjarakenteeseen on aiheutunut paikallista kosteusrasitusta esimerkiksi siivousvesistä ja mahdollisesti myös yläpohjan vesivuodoista, mutta välipohjarakenne toimii kosteusteknisesti hyvin, sillä välipohjarakenne pääsee kuivumaan ylä- ja alapuolisiin huonetiloihin. Materiaalinäytteiden laboratorioanalyysien perusteella voidaan todeta, ettei välipohjarakenteessa esiinny laaja-alaista tai aktiivista mikrobikasvua, sillä materiaalinäytteissä ei todettu mikrobikasvua, vaikka materiaalinäytteenotto kohdistettiin rasitetuimpiin kohtiin, esimerkiksi ulkoseinän vierelle vesivuotojälkien kohdalle.

Välipohjarakenteen sisältämä orgaaninen materiaali (mm. puuhake, pehku) sisältää kuitenkin tavanomaisesti luonnostaan jossain määrin epäpuhtauksia, minkä johdosta rakenteen tulisi olla ilmatiivis. Toisen kerroksen tiloissa havaittu poikkeava haju aiheutuu todennäköisesti yläpohjan kosteusvaurioista sekä ainakin osittain tiloissa säilytetystä irtaimistosta. Välipohjarakenteen ilmatiivyydessä on puutteita ilmansulkukerrosena toimivan tervapaperin limitysten sekä välipohjan rakenneliittymien ja läpivientien kohdalla. Välipohjarakenteen epätiivelyskohtien kautta välipohjarakenteesta tai toisen

kerroksen tiloista voi kulkeutua epäpuhtauksia tai hajuja käyttötiloihin kerrosten välisistä painesuhteista riippuen. Rakenteesta aiheutuvaa sisäilmariskiä rakennuksen käyttötiloille voidaan pitää kuitenkin vähäisenä. Sisäilmariskin pienentämiseksi rakenne suositellaan korjaamaan, mutta korjaukset eivät ole luonteeltaan kiireellisiä ja ne suositellaan suorittamaan viimeistään seuraavan rakenteeseen kohdistuvan korjaustyön tai rakennuksen peruskorjauksen yhteydessä.

Lähtökohtaisesti korjauksille on kaksi vaihtoehtoista menetelmää:

- Korjausvaihtoehto 1: Välipohjarakenteen täyttökerrosten uusiminen ja rakenteen ilmatiiveyden parantaminen.
 - o Tarkoituksena on poistaa alkuperäiset täyttökerrokset ja puhdistaa kantavat rakenteet. Vanhoja rakenteita ei todennäköisesti saada puhdistettua täysin kattavasti, joten uudessa rakenteessa tulee huomioida rakenteen hyvä ilmatiiveys.
 - o Ilmatiiveyden parantaminen luotettavasti edellyttää erillisen ilmatiiviin rakennekerroksen asentamista (esim. ilmansulkukalvo) ja sen liittämistä ilmatiiviisti liittymien (ulkoseinien ja väliseinien liitoskohdat) ja läpivientien kohdilla
- Korjausvaihtoehto 2: Rakenteen ilmatiiveyden parantaminen.
 - o Tarkoituksena on estää rakenteen mahdollisten epäpuhtauksien pääsy sisätiloihin.
 - o Ilmatiiveyden parantaminen suositellaan tekemään riittävän kattavasti. Rakennuksen nykykäytöllä ilmatiiveyttä tulee lähtökohtaisesti parantaa rakenteen alapinnassa (ensimmäisen kerroksen katossa), mutta mikäli toisen kerroksen tilat otetaan käyttöön, tulee ilmatiiveyttä parantaa myös rakenteen yläpinnassa (toisen kerroksen lattiassa).
 - o Ilmatiiveyden parantaminen luotettavasti edellyttää todennäköisesti erillisen ilmatiiviin rakennekerroksen asentamista (esim. ilmansulkukalvo) ja sen liittämistä ilmatiiviisti liittymien (ulkoseinien ja väliseinien liitoskohdat) ja läpivientien kohdilla, mikä edellyttää välipohjarakenteen alaja/tai yläpinnan pintarakenteiden purkamista.

9 Ulkoseinät ja ikkunat

9.1 Rakenne ja rakenneavausten havainnot

Ulkoseinät ovat ensimmäisen kerroksen osalta pääosin lisälämmöneristettyjä hirsirakenteita. Lisälämmöneristys on toteutettu sisäpuolelta märkäpuhalletulla selluvillalla. Toisessa kerroksessa, ja paikoin ensimmäisessä kerroksessa, lisälämmöneristystä ei ole. Julkisivut ovat tuulettumattomia puujulkisivuja.

Ulkoseinärakenne ensimmäisen kerroksen kohdalla on rakenneavauksen RAUS1...3 perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

- maali
- lasikuitutapetti
- kipsilevy, 13 mm
- selluvilla, 40...60 mm
- hirsirunko pellavarivetilkeellä
- tervapahvi
- rimalaudoitus
- maali



Kuvat 46 a ja b. Alapohja-ulkoseinäliittymä tarkastettiin rakenneavausten RAAP1-RAUS1 yhteydessä. Lisälämmöneristekerroksen paksuus on 50 mm. Lisälämmöneristekerros ja alapohjarakenteen täyttökerros ovat ilmayhteydessä. Hirsirungon alaosan kosteuspitoisuus oli 10,0...10,6 p-% piikkimittarilla mitattuna.

9.2 Havainnot

Ulkoseinien julkisivun rimalaudoitus on asennettu tiiviisti hirsirunkoon kiinni, tuuletusväliä ei ole. Ulkoseinien julkisivulaudoituksen maalipinta hilseilee paikoin merkittävästi.

Käyttötiloissa ulkoseinien sisärakenteissa ei havaittu viitteitä kosteusvaurioista, mutta lisälämmöneristämättömien ulkoseinien nurkkakohdassa on paikallinen kosteusvaurio pohjapiirustukseen merkityn tilan 101 kohdalla.

Peruskorjauksen yhteydessä uusitut ikkunat ovat kaksipuitteisia, kolmelasisia puuikkunoita ja ne ovat hyväkuntoisia. Ikkunarakenteiden sadevedentiiveydessä ei havaittu merkittäviä puutteita. Sisätiloista tarkasteltuna ikkunankarmi-ulkoseinäliittymät ovat epätiivit.

Ulkoseiniin ja ikkunoihin liittyviä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuvat 47...Kuvat 57).



Kuvat 47 a...c. Julkisivulaudoituksen maalipinta on pääosin tyydyttävässä kunnossa. Paikoin maalipinta hilseilee ja lohkeilee voimakkaasti.



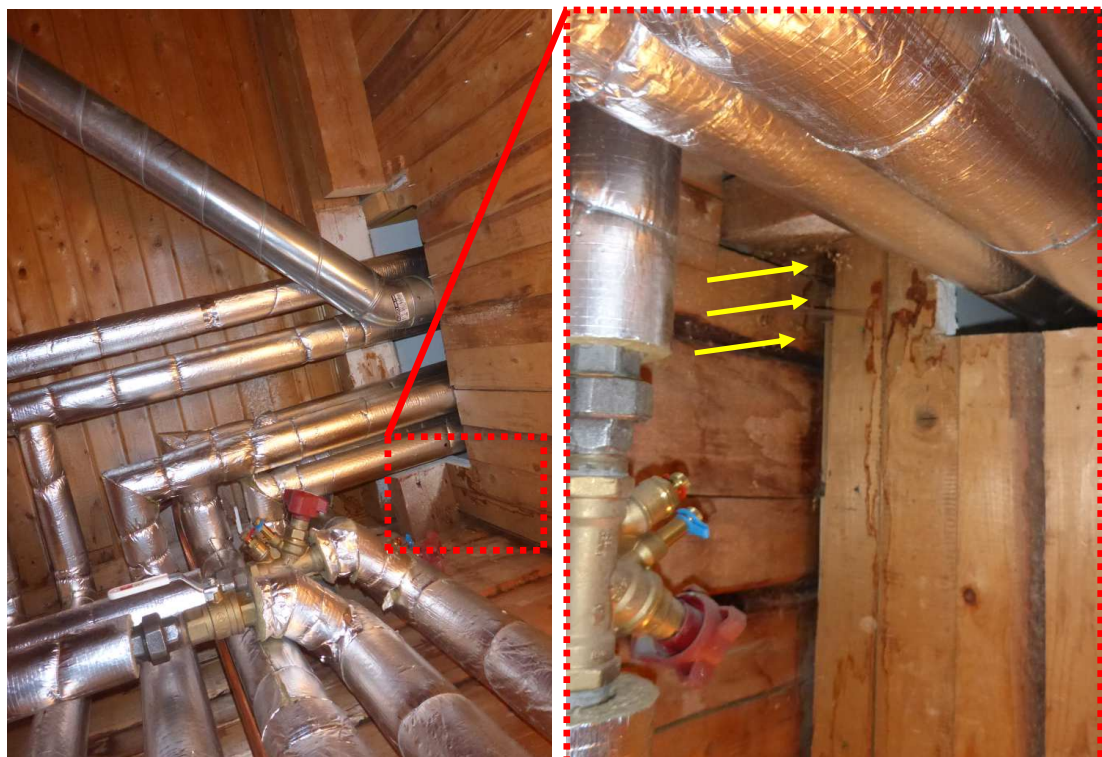
Kuva 48. Julkisivun rakenne tarkastettiin eteläpuoleisen päädyn julkisivulaudoituksessa olevan raon kautta. Julkisivulaudoitus on tiiviisti ulkoseinän hirsirunkoa vasten, välissä on tervapaperi. Hirsitilkkeenä on käytetty pellavarivettä.



Kuvat 49 a ja b. Graniittiportaан ja seinän välisen liittymän vesitiiveys on puutteellinen.



Kuvat 50 a...c. Rakennuksen päädyssä oleva portaikko (tila 104) on lämmöneristämätön, samoin kuin sen alapuolella sijaitseva tila (pohjapiirustuksessa yhdistetty tilat 101 ja 102). Lämmittämättömän portaikon ulkoseinän sisäpinnoilla sekä sen alapuolisen tilan lisälämmöneristämättömien ulkoseinien sisäpinnoilla on valumajälkiä. Kuvassa b esitetyjen kosteusjälkien kohdalta otettiin materiaalinäytteet MAT3 (hirren sisäpinnasta) ja MAT4 (hirsitilkkeestä), materiaalinäytteenottoa on merkitty kuvaan punaisella nuolella. Laboratorioanalyysissä todettiin epäily mikrobikasvusta materiaalinäytteessä MAT3 ja selvä mikrobikasvu materiaalinäytteessä MAT4.





Kuvat 51 a...d. Tilojen 101 ja 105 välisessä seinässä on aukko ulkoseinän vierellä sijaitsevaan iv-koteloon. Ulkoseinän kosteusjälkien havaittiin jatkuvan myös kotelorakenteen taakse (keltaiset nuolet kuvassa b). Kotelorakenteen pinnoilla ei havaittu kosteusjälkiä tai muita viitteitä vaurioista. Ulkoseinän ulkopinnassa ei tehty muusta rakennuksesta poikkeavia havaintoja kyseisten tilojen kohdalla. Tilan 101 ulkonurkan kohdalla sijaitsee syöksytorvi, ja vesikatolla siihen johtava pystykouru (merkitty punaisella karkivivalla kuvaan d). Vesikattoon liittyvät havainnot on esitetty kappaleessa 10.2.



Kuvat 52 a ja b. Ulkoseinän sisäpinnoilla havaittiin paikoin vesivuotojälkiä toisen kerroksen tiloissa.



Kuvat 53 a...c. Ikkunoiden ulkopuolisten puuosien maalipinta on huonokuntoista. Merkittäviä lahovaurioita ei havaittu. Ikkunapellitykset ovat lyhyet, ja ikkunan vesipelliltä sadevesi valuu julkisivun vesilistan päälle.



Kuvat 54 a ja b. Ensimmäisen kerroksen ikkunat ovat kolmilasisia, kaksipuitteisia puu-MSE-ikkunoita. Paikoin ikkunapuitteiden välissä havaittiin kosteusjälkiä (kuva a), ja paikoin ulomman lasin sisäpinnalla havaittiin tiivistynyttä kosteutta (kuva b).



Kuvat 55 a ja b. Karmi-ulkoseinä-liittymässä havaittiin selviä rakoja. Raoista havaittiin ilmavirtauksia sisäilmaan päin merkkisavulla tarkasteltuna.



Kuvat 56 a...c. Toisen kerroksen ikkunat ovat pääosin alkuperäisiä. Alkuperäisten ikkunoiden karmirakenteet ja puitteet ovat huonokuntoiset. Yhden ikkunalasien havaittiin olevan rikki.



Kuvat 57 a ja b. Ikkuna-ulkoseinäliittymiä tarkastettiin avaamalla ikkunalistat tiloista 105 ja 110. Havainnot olivat yhteneväisiä kummassakin tilassa. Ikkunankarmin ja ulkoseinän sisäverhouslevyn välissä on rako ulkoseinärakenteen lisälämmöneristyskerrokseen tai ikkunarakenteen tilkkeenä käytettyyn lasivillaeristekerrokseen. Poikkeavia havaittuja ei havaittu. Karmi-ulkoseinäliittymistä havaittiin selvää ilmavirtausta sisäilmaan päin merkkisavun avulla tarkasteltuna.

9.3 Materiaalinäytteet

Ulkoseinärakenteesta otettiin yhteensä kaksi materiaalinäytettä mikrobianalyysia varten pohjapiirustukseen tilaksi 101 merkitystä tilasta, ulkoseinästä kosteusjälkien kohdalta. Mikrobianalyysit suoritettiin laimennossarjamenetelmällä käyttäen pintaviljelysteknikkaa. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit suoritettiin Mikrobioni Oy:n toimesta.

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

Ulkoseinästä otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset olivat seuraavat:

- MAT3: ulkoseinän sisäpinta, hirren sisäpinta (puu), tila 101: epäily mikrobikasvusta materiaalissa
 - o homepitoisuus yli 5000 pmy/g ja lähes yksinomaan *Aureobasidiumia*, bakteeripitoisuus alle määrittäysrajan
- MAT4: ulkoseinän sisäpinta, hirsitilke (pellavarive), tila 101: selvä mikrobikasvu materiaalissa
 - o suuri home- ja hiivapitoisuus, pieni bakteeripitoisuus

9.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinärakenteessa on käytetty kosteusteknisesti lievästi riskialttiita korjausratkaisuja. Massiivihirsirakenteen lisälämmöneristys suositellaan tekemään hirsirungon ulkopuolelle tuulettuvalla julkisivurakenteella, jotta seinärakenteen sisään ei muodostu kylmempää pintaa, johon ilman 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 tyydyttävästi myös sisäpuolisessa lisälämmöneristyksessä. Sisäilmasta aiheutuvaa kosteusvaurion riskiä voidaan pitää suhteellisen pienenä. Sisäilmasta aiheutuvaa kosteuslisää on havainnollistettu kuvaajassa 17.

Ensimmäisen kerroksen käyttötilojen ulkoseinien sisäpuolisissa rakennesosissa ei havaittu viitteitä vaurioista, mutta ulkoseinärakenteen lisälämmöneristyskerros on ilmayhteydessä sekä ala- että välipohjarakenteiden täyttökerroksiin. Ulkoseinärakenteen epätiivelyskohtien kautta ulkoilman ja rakenteiden sisältämien epäpuhtauksien on mah-

dollista kulkeutua sisäilmaan. Suosittelemme parantamaan ulkoseinärakenteen ilmatuivettua tiivistämällä ulkoseinä-ikkunaliittymät ulkoseinän sisäverhouslevyyn liitosnauhamenetelmää käyttäen. Ulkoseinä-ikkunaliittymien tiivistäminen suositellaan tekemään seuraavan kahden vuoden kuluessa. Ala- ja välipohjarakenteiden liittymien osalta suositellut toimenpiteet on esitetty kappaleissa 7.6 ja 8.4.

Tilan 105 viereisen teknisen tilan (pohjapiirustuksessa tila 101) lämmöneristämättömän ulkoseinän sisäpinnassa on paikallinen mikrobivaurio, mikä on todennäköisesti aiheutunut vesikaton vuodoista. Epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua paikallisesti käyttötilojen, sillä tilojen 101 ja 105 välinen ovi ei ole tiivis, ja lisäksi tila 101 on laajasti ilmayhteydessä portaiden alapuoliseen tilaan sekä tilassa 105 sijaitsevien välipohjan alapuolisiin iv-putkien koteloihin. Mikrobivaurioitunut materiaali voidaan pyrkiä poistamaan esimerkiksi höyläämällä tai hiomalla hirren pintaa, mutta luotettavasti kaiken vaurioituneen materiaalin poistaminen on haastavaa (esimerkiksi hirsipinnat ja tilkermateriaali hirsien välistä). Suosittelemme puhdistamaan pinnat mekaanisesti siinä laajuudessa kuin se on mahdollista sekä järjestämään poistoilmanvaihto tilaan 101. Pintojen puhdistamisen yhteydessä tilan 105 iv-kotelo tulee purkaa riittävässä laajuudessa. Korjaustyöt suositellaan suorittamaan kiireellisesti seuraavan vuoden aikana. Vesikattoon ja yläpohjaan kohdistuvat toimenpiteet on esitetty kappaleissa 10.3.

Toisen kerroksen tilojen pinnat ovat pääosin huonokuntoisia ja ne ovat paikoin kosteusvaurioituneet vesikaton ja ikkunaliittymien vuotojen seurauksena. Tilojen käyttöön-otto edellyttää pääosin pintarakenteiden uusimista, mutta kosteusvaurioituneet materiaalit (rakennuspaperit, sisäverhouslevyt) suositellaan poistamaan kiireellisesti myös siinä tapauksessa, että tilat jäävät toissijaiselle käytölle.

Julkisivulaudoitus on asennettu tiiviisti hirsirunkoa vasten, jolloin julkisivulaudoituksen taakse päässyt kosteus voi aiheuttaa kosteusvaurioita julkisivulaudoitukseen sekä myös hirsirungon ulkopintaan. Hirsirungon sisäpuolinen lämmöneristys laskee hirsirungon lämpötilaa hidastaen rakenteen kuivumista, mikä myös lisää kosteusvaurion riskiä. Havaintojen perusteella rakenteisiin ei kuitenkaan ole syntynyt ainakaan merkittäviä vaurioita. Suosittelemme julkisivujen sekä ikkunoiden puuosien huoltomaalausta sekä toisen kerroksen ikkunoiden sadevedentiiveyden parantamista seuraavan kolmen vuoden kuluessa. Rikkoutunut ikkunalasi toisesta kerroksesta suositellaan uusimaan kiireellisesti. Luonnonkiviportaiden ja ulkoseinän liittymät suositellaan tiivistämään joustavaa julkisivumassaa käyttäen sääolosuhteiden sen salliessa seuraavan vuoden aikana.

10 Yläpohja ja vesikatto

10.1 Rakenne ja rakenneavausten havainnot

Rakennuksen yläpohja on puurakenteinen. Alkuperäinen täyttökerros (mm. koksikuona, kutterinlastu, sahanpuru, turve) on paikoillaan ja sen päällä on laudoitus. Harjakatteisen vesikaton kattokaltevuus 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
- harva aluslaudoitus
- kattotuolit
- tuulettuva tila, 100...4000 mm
- yläpohjarakenne

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

Avauksen nro	Valokuvat ja havainnot
RAYP1	 Yläpohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavauksen RAYP1 kohdalla: • lattialaudoitus, 15 mm • sahanpuru / puurakenteet, 100...150 mm • turve / puurakenteet, 150...200 mm • tervapaperi • laudoitus (rakenneavausta ei jatkettu) • sisäverhouslevy Rakenneavaus RAYP1 tehtiin lähelle Meijerintien puoleista päätyä. Ullakon lattialaudoitus rakenneavauksen kohdalla oli lahovaurioitunut. Täyttökerroksena käytetyn sahanpurun ja turpeen alapuolella on tervapaperi. Ullakkotilassa havaittiin mikrobiperäinen haju, mutta selvästi rakenneavauksesta tulevaa hajua ei havaittu.
RAYP2	 Yläpohjan rakenne ylhäältä alaspäin lueteltuna rakenneavauksen RAYP2 kohdalla: • lattialaudoitus, harva, 15 mm • ilmaväli, ~30 mm • koksikuona / puurakenteet, ~80 mm • kutterinlastu / puurakenteet, ~180 mm • tervapaperi • laudoitus (rakenneavausta ei jatkettu)

Avauksen nro	Valokuvat ja havainnot
	sisäverhouslevy Rakenneavaus RAYP2 tehtiin lähelle sisäpihan puoleista päätyä. Ullakon lattialaudoitus rakenneavauksen kohdalla oli lahovaurioitunut. Täyttökeroksena käytetyn koksikuonan ja kutterinlastun alapuolella on tervapaperi. Ullakkotilassa havaittiin mikrobiperäinen haju, mutta selvästi rakenneavauksesta tulevaa hajua ei havaittu.

10.2 Havainnot

Vesikate on arviolta 1950-luvulla ja siinä todettiin aktiivisia vuotokohtia vesikatteen jatkossaumojen ja pystykourujen kohdalla. Kaikkialla ullakon vaakapinnoilla on kosteusjälkiä, paikoin ullakon lattialaudoitus on pahoin lahovaurioitunut. Yläpohjarakenteen ilmatiiveydessä on puutteita ilmansulkukerroksen (tervapaperi) limitysten sekä yläpohjarakenteen liittymien ja läpivientien kohdalla.

Vesikatto- ja yläpohjarakenteita tarkasteltiin yläpohjatilasta, vesikatolta ja sisätiloista käsin. Havaintoja vesikatto- ja yläpohjarakenteista on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuvat 58...Kuvat 72).



Kuvat 58 a ja b. Vesikatot ovat harjakattoisia konesaumattuja rivipeltikattoja. Matalien osien vesikatoille ei ollut kulkua, eikä niitä tarkastettu vesikatolta käsin. Vesikatteen maalipinta oli hyväkuntoinen siltä osin, kun sitä pystyttiin lumi- ja jääpeitteeltä tarkastelemaan.



Kuvat 59 a...c. Vedenpoisto vesikatolta on järjestetty pystykourujen kautta syöksytorville. Pystykouruissa ja syöksytorven yläpäässä oli tarkastushetkellä jäätä, jään havaittiin rikkoneen syöksytorven yläpään pellityksiä.



Kuvat 60 a ja b. Syöksytorvissa on korroosiovaurioita.

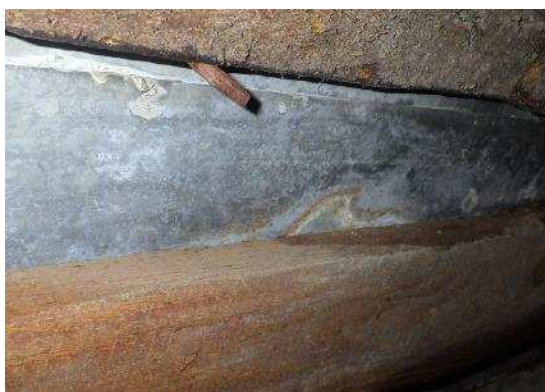


Kuvat 61 a ja b. Vesikatteessa on kaksinkertainen pystysauma, mutta ei tiivistysmassaa.





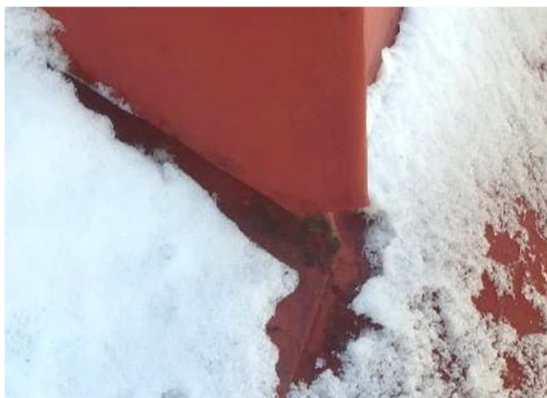
Kuvat 62 a...d. Vesikatteen jatkossaumoissa on vesitiiveyspuutteita. Aluslaudoituksessa on kosteusvaurioita koko lappeen matkalta jatkossaumojen kohdalta. Vesivuoto on aktiivista, puukolla painaessa aluslaudoituksen pintaan nousi vesipisaroita.



Kuva 63. Vesikatteen alapinnalla havaittiin paikoin korroosioaurioita.



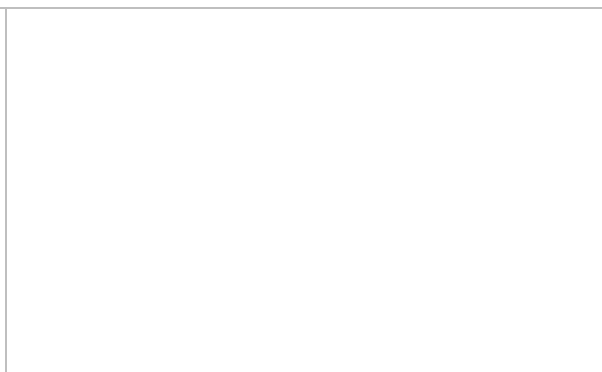
Kuva 64. Hormistot on pellitetty kokonaan ja ne ylittävät vesikaton harjan (kuva a). Vesikatolla ei ole sisätaitejiirejä. Pienempien läpivientien ympärillä on vesikatteeseen saumattu tyvikartio (kuva b).



Kuvat 65 a ja b. Vesikate on nostettu hormien suojapellityksen taakse. Vesikatteessa on pellityksen liitoksessa havaittavissa vähäisessä määrin korroosioauriota. Hormien pinnoilla on valumajälkiä ja aluslaudoituksessa kosteusjälkiä hormien ympärillä.



Kuvat 66 a...c. Yleiskuvia ullakkotilasta. Ullakkotilan korkeus harjan kohdalla on noin 3 m, ullakkotila tuulettuu räystäältä. Ullakkotilassa havaittiin poikkeava, mikrobiperäinen haju. Ullakolla on runsaasti mm. rakennusjätettä ja muuta sinne varastoitua tavaraa. Ullakon lattiaudoituksessa ja muussa ullakolla olevassa materiaalissa on kosteusjälkiä kauttaaltaan. Lattialaudat ovat monin paikoin huonokuntoisia ja pahoin pehmentyneitä.





Kuvat 67 a...c. Ullakon ikkunoista yksi oli rikki ja muiden sadevedentiiveydessä on puutteita. Ullakolla havaittiin paikoitellen sinne tuiskunnutta lunta. Pääosin lunta oli ikkunoiden läheisyydessä, mutta myös räystääslinjojen lähellä.



Kuvat 68 a ja b. Rakennuksen pohjoispäädyssä havaittiin palojälkiä ulkoseinässä sekä vesikaton rakenteissa.



Kuvat 69 a...e. Rakennuksen matalampien osien päädyissä on mm. varastokäytössä olleita kylmiä tiloja. Kuvat ovat tilasta 217. Tiloissa on runsaasti rakennus- ja muuta jätettä sekä sekalaista tavaraa. Pinnoilla on laaja-alaisesti kosteusjälkiä. Matalampien osien vesikaton alapuolinen tila/ullakkotila tuulettuu räystäältä.

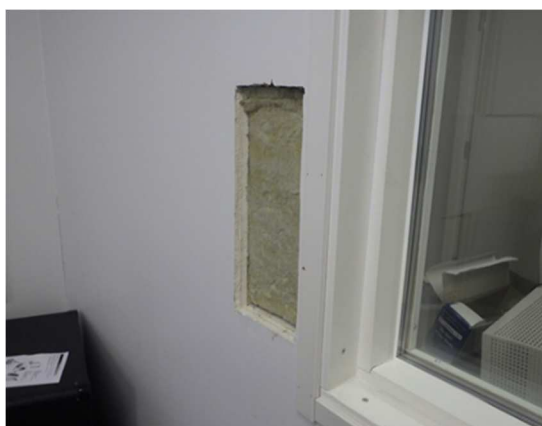




Kuvat 70 a...c. Toisen kerroksen tiloissa havaittiin kosteusjälkiä monin paikoin yläpohjarakenteen alapinnassa, ulko- ja väliseinien sisäpinnoilla sekä ullakolle johtavassa portaikossa.



Kuva 71. Yläpohjan rakenneliittymissä ei havaittu ilmansulkukerrosta.



Kuvat 72 a ja b. Äänitysstudion tiloissa (pohjapiirustuksessa tilat 206 ja 207) havaittiin runsaasti avoimia mineraalivillapintoja yläpohjan ja seinien akustolevyjen sivupinnoilla sekä väliseinässä olevassa aukossa.

10.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen vesikaton vedenohjaus on pääosin hyvä, mutta vesikaton vesitiiveydessä on merkittäviä puutteita ainakin vesikatteen jatkossaumojen ja pystykourujen sekä läpivientien kohdalla. Vesikatteen ikä ei ole tiedossa, mutta katepeltien koon 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.

Yläpohjarakenteen lämmöneristeenä on käytetty rakennusajankohdalle tyypillisiä rakennusmateriaaleja (mm. sahanpuru, kutterinlastu, turve), jotka vaurioituvat herkästi kosteudesta. Yläpohjarakenteen kuntoa ei kartoitettu materiaalinäyttein, sillä kosteusvauriot olivat selvästi havaittavissa mm. monin paikoin lahovaurioituneessa ullakon lat-tialaudoituksessa. Kaikkialla ullakon pinnoilla havaittavien kosteusjälkien perusteella vauriot ovat todennäköisesti aiheutuneet vesikatteen vuotojen lisäksi myös kylmään kattopintaan tiivistyneestä ilmankosteudesta. Myös ullakon rikkoutuneista ikkunoista sekä räystäslinjojen kautta tuiskuava lumi (lämpimänä vuodenaikana sade) aiheuttavat paikallista kosteusrasitusta yläpohjarakenteelle.

Ullakolla jossakin vaiheessa olleen tulipalon vauriolaajuutta ei tiedetä, mutta palovaurioituneiden rakenteiden kantavuus ei ole enää alkuperäinen. Palovaurioituneista materiaaleista on todennäköisesti kulkeutunut nokea ja muita epäpuhtauksia yläpohjarakenteeseen, lisäksi sammutusvedet ovat todennäköisesti aiheuttaneet paikallisia kosteusvaurioita yläpohjan täyttökerroksessa.

Yläpohjarakenteen ilmatiiveydessä on puutteita ilmansulkukerrosena toimivan tervapaperin limitysten sekä yläpohjan rakenneliittymien ja läpivientien kohdalla, joiden kautta yläpohjarakenteen epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Höyrynsulun puuttuminen yläpohjarakenteesta mahdollistaa myös sisäilman kosteuden tiivistymisen kylmiin rakennekerroksiin aiheuttaen kosteus- ja mikrobivaurioita. Termisen paine-eron (nk. savupiippuvaikutus) takia rakennuksen yläpohjan sisäilmavaikutukset ovat kuitenkin yleensä pienemmät kuin rakennuksen alaosien, mikäli rakennuksen ilmanvaihto on tasapainossa.

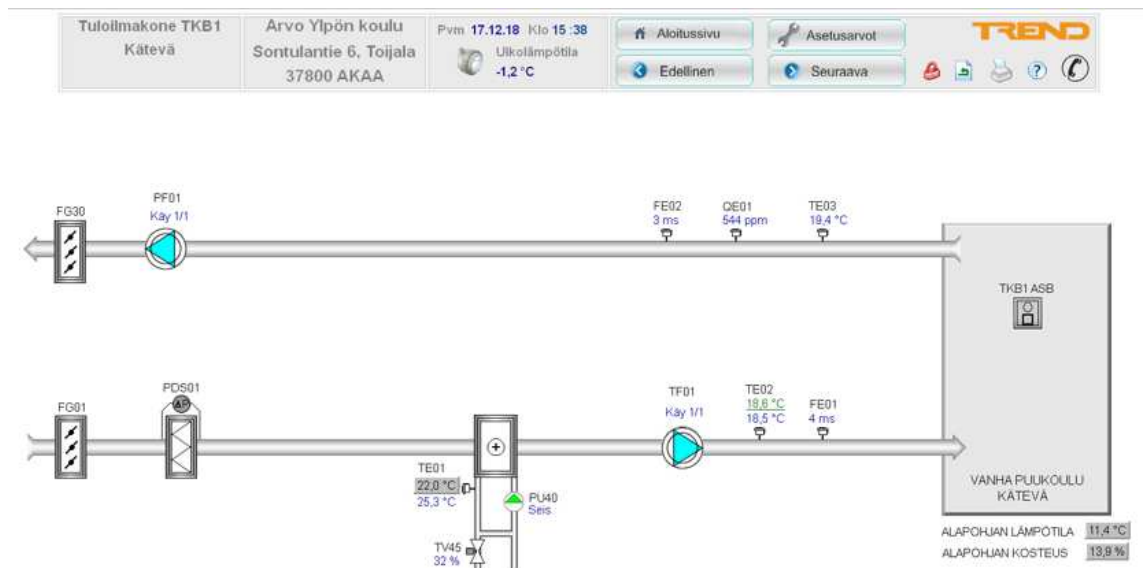
Yläpohjarakenteen toteutustapa ja kosteusvaurioiden todennäköisyys huomioiden suosittelemme vesikatto- ja yläpohjarakenteiden uusimista kokonaisuudessaan viimeistään seuraavan kahden vuoden kuluessa. Yläpohjarakenteisiin kohdistuvien töiden yhteydessä myös ulkoseinän palovaurioitunut materiaali sekä ullakon ikkunat tulee uusida. Kattovesien poisto suositellaan järjestämään rakennuksen ulkoseinän ulkopuolelle sijoitettavilla sadevesikouruilla. Samassa yhteydessä suosittelemme toteuttamaan kulun ja kulkusillat jokaiselle vesikaton osalle sekä uusimaan syöksytorvet. Mikäli korjaushankkeeseen ei ryhdytä viipymättä, suosittelemme korjaamaan kiireellisesti vesikaton vuotokohdat.

Toisen kerroksen äänitysstudion tiloissa on avoimia mineraalivillapintoja, joista voi irrota mineraalivillakuituja sisäilmaan, mikä voi aiheuttaa käyttäjille ärsytysoireita. Mikäli tiloja käytetään, suositellaan avoimet mineraalivillapinnat poistamaan tai suojaamaan.

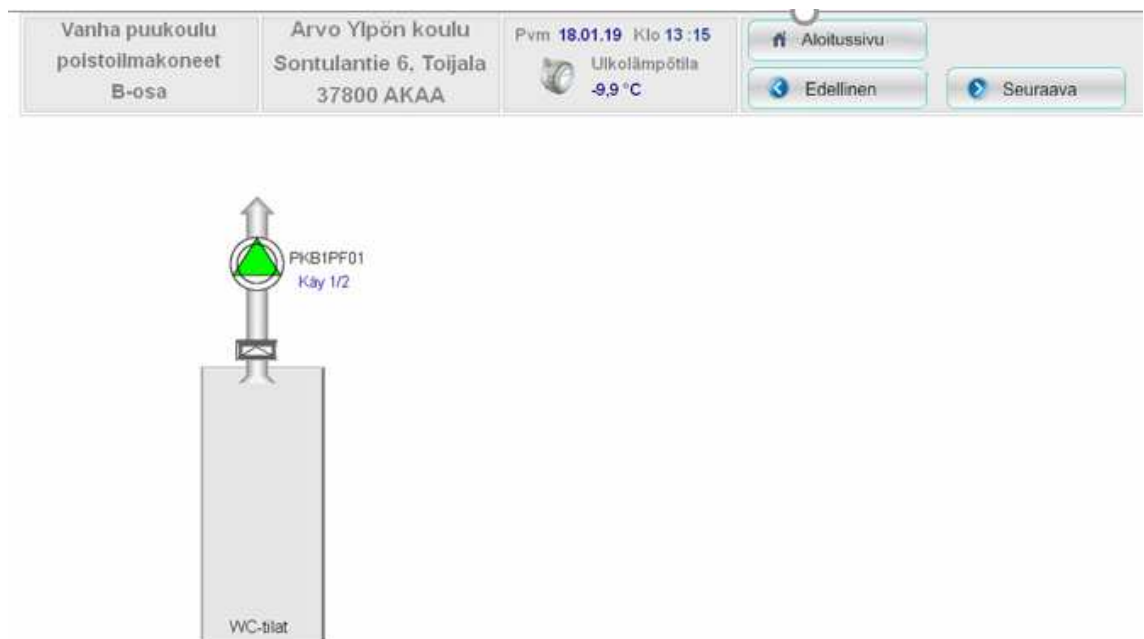
11 Ilmanvaihto ja sisäilma

11.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Kohteessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Tuloilmakone TKB1 sijaitsee ullakolla iv-konehuoneessa. Yleistiloja palvelee poistopuhallin PF01 ja wc-tiloja erillinen huippuimuri. Ilmanvaihtokoneita ohjataan keskitetyn automaatiojärjestelmän avulla (Kuva 73 & Kuva 74). Tuloilmakone ja yleistiloja palveleva poistopuhallin käyvät aikaohjelman mukaan tehostetusti arkisin klo. 5.00 – 22.00 ja viikonloppuisin klo. 8.00 – 22.00. Muun ajan ilmanvaihtokoneet käyvät osateholla. Wc-tiloja palveleva huippuimuri käy aikaohjelman mukaan tehostetusti joka päivä klo. 6.00 – 21.00 ja muun ajan osateholla. Rakennusautomaatiojärjestelmän grafiikkakuvan mukaan poistoilmakanavassa on hiilidioksidipitoisuutta mittaava anturi QE01. Poistoilman hiilidioksidipitoisuuden ylittäessä sille asetetun raja-arvon (600 ppm), rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa ilmanvaihtokoneet tehostusnopeudelle. Ilmanvaihdolle on asetettu ns. pakkasraja (-10 °C), mikä estää tehostuskäytön.



Kuva 73. Yleisilmanvaihdon valvomografiikka rakennusautomaatiojärjestelmästä.



Kuva 74. Wc-tiloja palvelevan huippumurin valvomografiikka.

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on muutettu peruskorjauksen yhteydessä painovoimaisesta koneelliseksi vuonna 2000. Lähtötietojen perusteella järjestelmän viimeisin puhdistus ja säätö on tehty kokonaisuudessaan v. 2015. Yhden tilan mittaus on tehty v.2016, mutta raportissa ei ole mainintaa mahdollisista muutoksista.

Yleisilmanvaihdon lisäksi tilassa 112 on keramiikkauuni, jonka toimintaa palvelee oma raitisilmakanava ja kohdepoisto. Tarkastushetkellä poisto oli seis ja raitisilmakanavan sulkupelti kiinni.

Kellaritilassa on ilmankuivatusjärjestelmä, dst sorptiokuivain, mikä kierrättää ja kuivaa kellarin ilmaa. Saatujen tietojen perusteella järjestelmän valvonta on ulkoistettu. Keskitetyssä rakennusautomaatiovalvomossa on alapohjan olosuhdemittaukset lämpötilan ja suhteellisen kosteuden osalta.

11.2 Ilmanvaihtokoneet

TKB1: TF01

Palvelualue: Koulutilat

Käyntiaika: 24h/vrk, tehostus arkisin klo 5 – 22, viikonloppuisin klo 8 – 22

Suunnitellut ilmamäärät: + 670 l/s / + 335 l/s (tyyppikilpi)

Mitatut ilmamäärät: + 552 l/s (1/1-nopeus)

Tuloilmakone TKB1 (Kuva 75) on Koja Oy:n v. 2000 valmistama ns. pakettikone. Tuloilmakone on varustettu sulkupellillä, suodattimilla, vesikiertoisella lämmityspatterilla ja puhaltimella.



Kuva 75 a ja b. Tuloilmakone TKB1.

Ilmanvaihtokoneen TKB1 tarkastuksessa havaittuja asioita on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 76...Kuva 85).



Kuva 76. Raitisilmakammiossa on lunta ja kuollut lintu. Saatujen tietojen mukaan raitisilma-aukkoon on lisätty eläinverkko. Asiasta ilmoitettu vastaavalle huoltohenkilölle.



Kuva 77. Raitisilmakammioista pääsee lunta kulkeutumaan ilmanvaihtokoneeseen.



Kuva 78 a ja b. Tuloilmasuodatin on kohtalaisen likainen ja siellä on lunta. Suodatusluokka on F7.



*Kuva 79. Suodatin ei ollut kunnolla tilassaan. Suodattimen kehyksen niitti ottaa kehik-
koon kiinni, minkä vuoksi 1-2 pussia jäi aukon ulkopuolelle. Kehikon lukitukset ovat
todella jäykät. Asiasta ilmoitettu vastaavalle huoltohenkilölle tarkastuksen yhteydessä.*



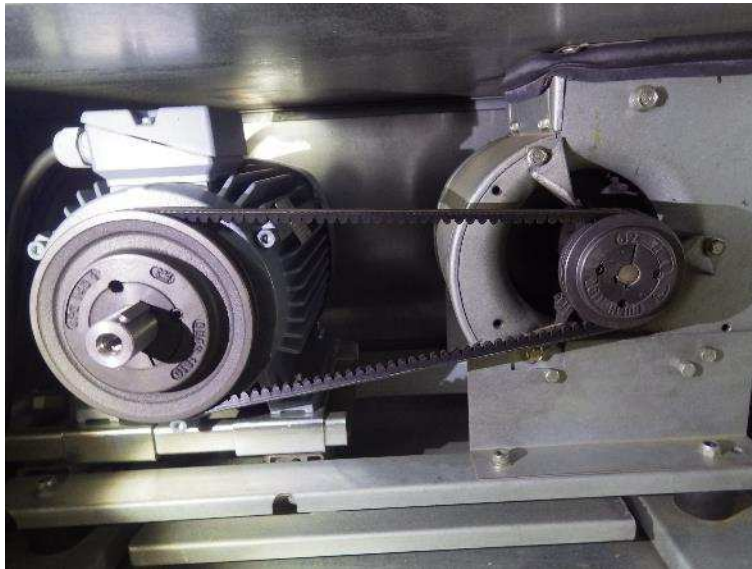
Kuva 80. Suodatinkammiossa on kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 81. Lämmityspatteri on pölyinen ja siinä on hieman irtoroskia.



Kuva 82. Lämmityspatterin ja puhaltimen välissä on kuolleita kärpäsiä ja muuta irtoroskaa.



Kuva 83. Puhaltimen hihna on ehjä, mutta se on hieman löysällä.



Kuva 84. Puhallinkammio on hieman pölyinen.



Kuva 85. Tuloilmakammio on hieman pölyinen. Antureiden läpiviennit ovat siistit ja reikäpellin alla on muovi, mikä estää eristeessä olevien kuitujen kulkeutumisen sisäilmaan.

Toimenpide-ehdotukset

- Tuloilmasuodattimen uusiminen oikeaan kokoon ja varmistus, että se menee kunnolla tilaansa niin, että suodatinkehiksen tiiviste tiivistyy suodattimen pintaan
- Suodatinkehikon lukitusten voitelu
- Puhaltimen hihnan kiristys
- Huoltoluukkujen lukitusten kiristys
- Raitisilmakammion puhdistus ja eläinverkon tarkastus
- Lumisiepparin lisääminen ilmanottoaukkoon

Kellarin kuivatusjärjestelmä

Kellarin kuivatus on toteutettu ao. kuvan (Kuva 86) mukaisella sorptiokuivaimella. Kuivaimen ja alapohjarakenteen toimivuutta on käsitelty kohdassa 7 *Alapohja, maan-vastaiset seinät ja perustukset*.



Kuva 86. DST sorptiokuivain kellaritilassa.

11.3 Ilmamäärämittaukset

Tuloilmakoneen kokonaisilmamäärät mitattiin ilmanvaihtokanavien säätöpeltien mittaussyhteistä. Yhteen kanavaan tehtiin tarkastusmittaus kuumalanka-anturilla, jotta voitiin varmistua säätöpellin mittaussyhteen mittaustuloksesta. Tilojen ilmamäärämittaukset suoritettiin pistokoeluontoisesti ensimmäisen kerroksen oleskelutiloihin. Mittausten tulokset on esitetty seuraavissa taulukoissa (Taulukko 1...Taulukko 2).

Taulukko 1. Tuloilmakoneen kokonaisilmamäärämittauksen 9.1.2019 tulokset. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan sallittu järjestelmäkohtainen poikkeama suunnitelluista ilmavirroista on $\pm 10\%$. Sallittua poikkeamaa isommat erotukset on maalattu taulukossa vaaleansinisellä.

KONE	TULOILMA (l/s)		
	Suun. (kilpiarvo)	MIT. (9.1.19)	ERO (%)
TKB1	670	552	-18 %

Taulukko 2. Tilakohtaiset ilmamäärämittaukset 9.1.2019. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan sallittu tilakohtainen poikkeama suunnitelluista ilmavirroista on $\pm 20\%$. Sallittua poikkeamaa isommat erotukset on maalattu taulukossa vaaleansinisellä.

TILA	TULOILMA (l/s)			POISTOILMA (l/s)		
	SUUN.(v.-00)	MIT.(9.1.19)	ERO (%)	SUUN.(v.-00)	MIT.(9.1.19)	ERO (%)
105 Kuvaamataito	230	182	-21 %	-220	-184	-16 %
111 Muovailu	100	37	-63 %	-100	-50	-50 %
110 Kuvaamataito	110	157	43 %	-110	-122	11 %
113 WC opp.				-30	-25	-17 %
114 WC opet.				-30	-25	-17 %

11.4 Kanavisto ja ilmanjako

Ilmanvaihtokanavisto ja päätelaitteet ovat havaintojen perusteella asennettu peruskorjauksen yhteydessä v.2000. Ilmanvaihtokanavisto on rakennettu peltisaumakanavalla. Tuloilman päätelaitteet ovat kattohajottajia ja poistoilmaventtiilit kartioventtiileitä. Ilma tuodaan tilojen keskiosaan kattohajottajien kautta ja poistetaan seinien läheisyydestä alla olevan kuvan (Kuva 87) mukaisesti.



Kuva 87. Tyypillinen ilmanjako oleskelutiloissa. Sinisellä on ympyröity tuloilman päätelaite ja punaisella poistoilman päätelaitteet.

Ilmanvaihtokanaviston puhtautta tarkasteltiin ilmamäärämittausten yhteydessä päätelaitteiden kautta.



Kuva 88. Poistoilmakanavan päätelaite on siisti, hieman pölyinen.



Kuva 89. Poistoilmakanava on siisti.

Rakennuksen toisen kerroksen tiloista osa on varustettu koneellisella tulo- ja poistoilmavaihdolla, mutta osassa on painovoimaisen ilmanvaihdon aikaisia hormisäleiköitä ja korvausilmaventtileitä.



Kuva 90. Toisen kerroksen hormisäleikkö. Tutkimusten yhteydessä havaittiin selvää virtausta hormiin päin.



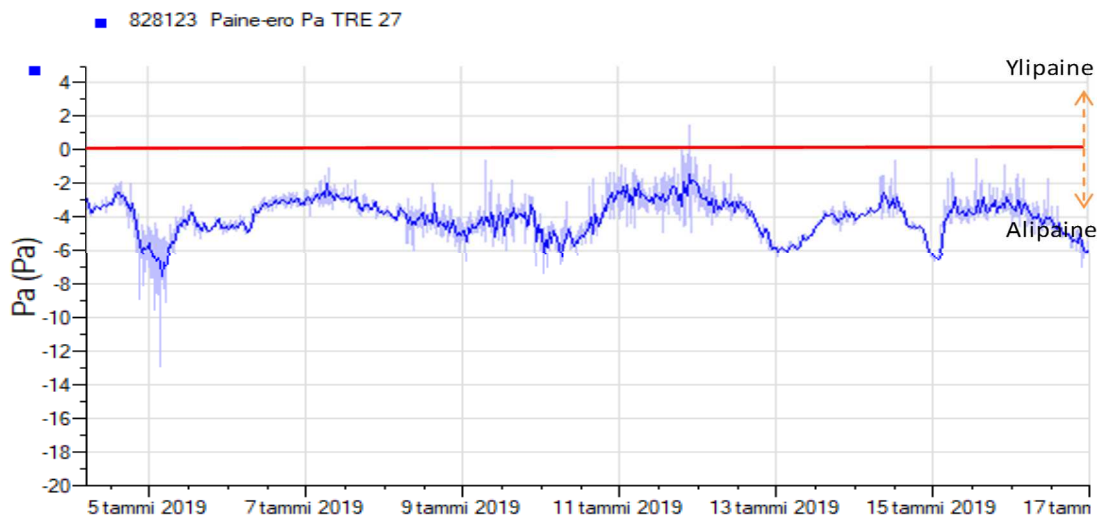
Kuva 91. Korvausilmaluukku 2. kerroksessa.

11.5 Sisäilman olosuhteiden seurantamittaukset

11.5.1 Paine-ero

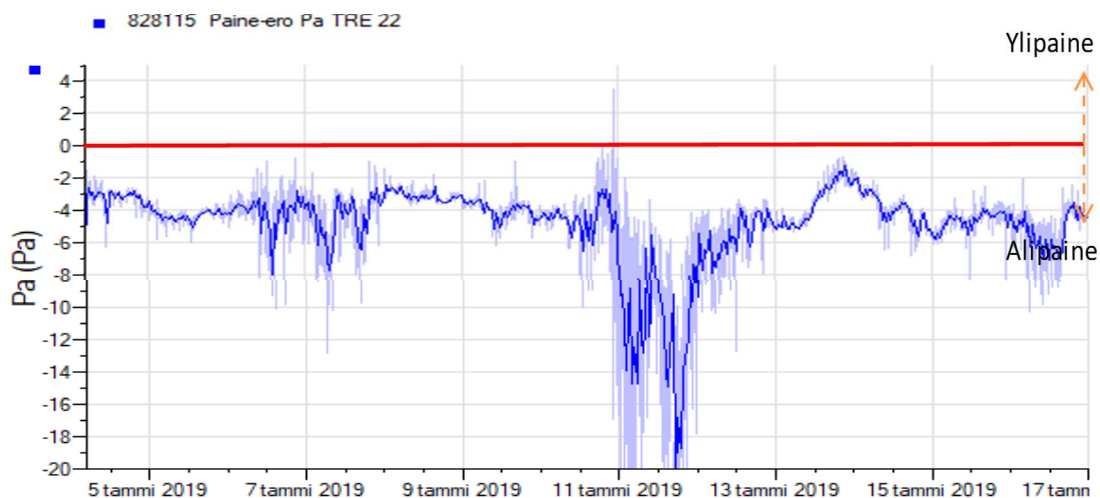
Sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin seurantamittauksena tiloista 105, 111, 110, 211 & 213. Sisäilman ja kellarin/ryömintätilan välistä paine-eroa mitattiin seurantamittauksena tiloista 109 & 110. Seurantamittaukset suoritettiin aikavälillä 3. – 18.1.2019. Seurantamittausten tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (Kuvaaja 4...Kuvaaja 10). Seurantamittalaitteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

Pa TRE 27



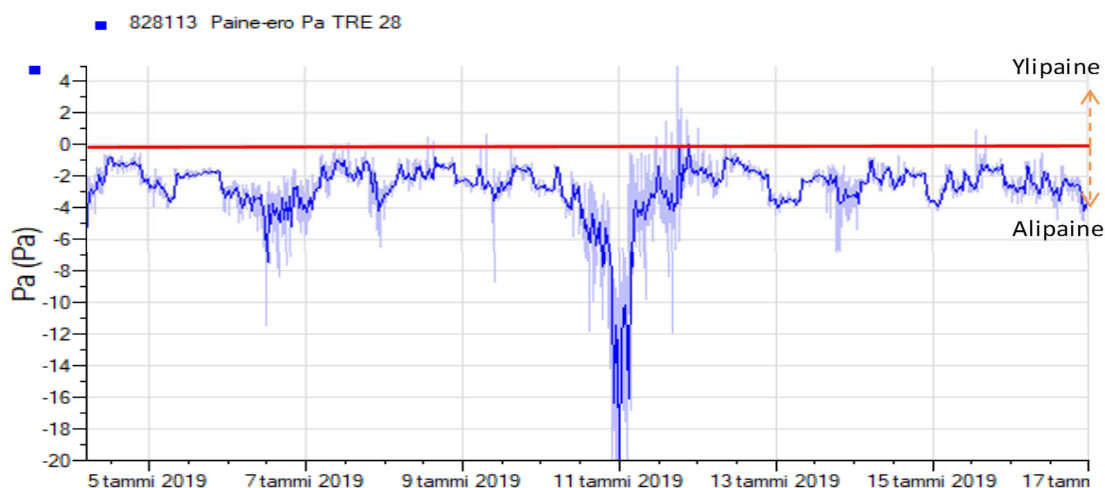
Kuvaaja 4. Tilan 105 (kuvaamataito) paine-ero ulkoilmaan nähden seurantajakson aikana.

Pa TRE 22



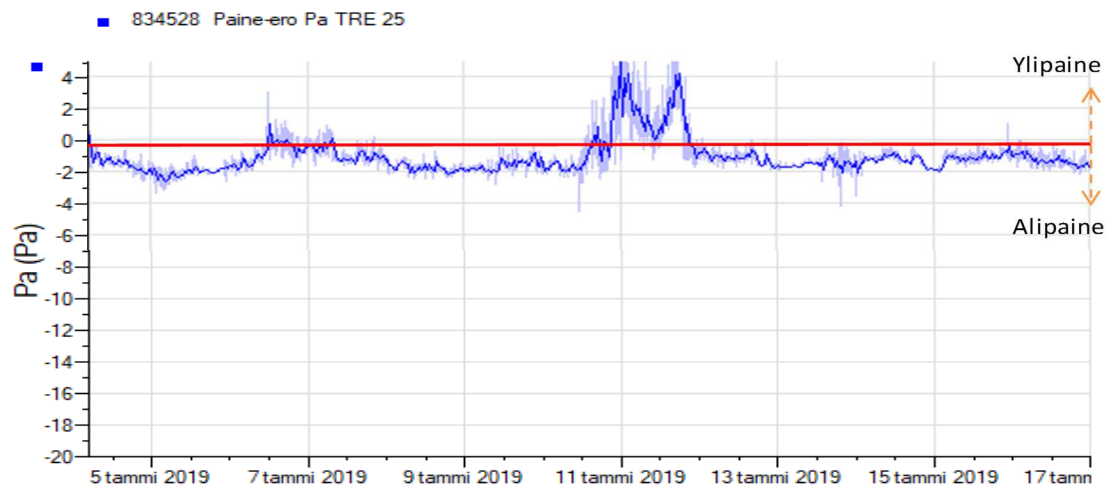
Kuvaaja 5. Tilan 111 (muovailu) paine-ero ulkoilmaan nähden seurantajakson aikana.

Pa TRE 28



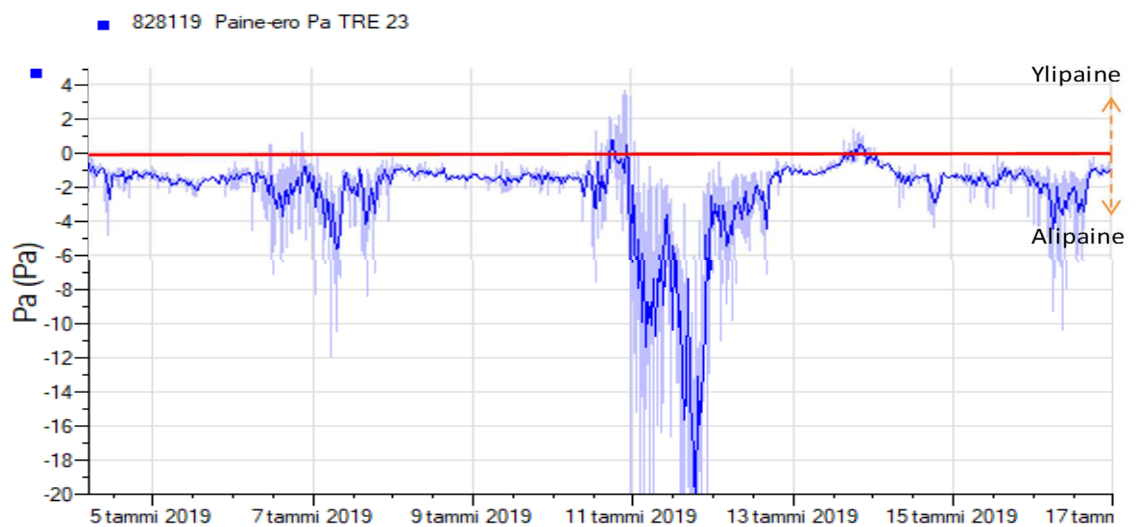
Kuvaaja 6. Tilan 110 (kuvaamataito) paine-ero ulkoilmaan nähden seurantajakson aikana.

Pa TRE 25

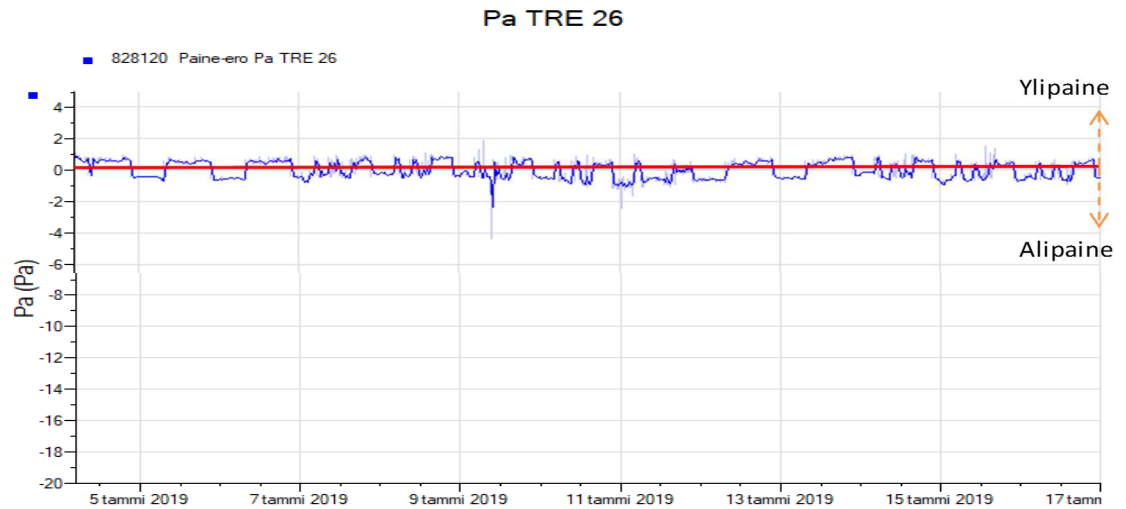


Kuvaaja 7. Tilan 211 paine-ero ulkoilmaan nähden seurantajakson aikana.

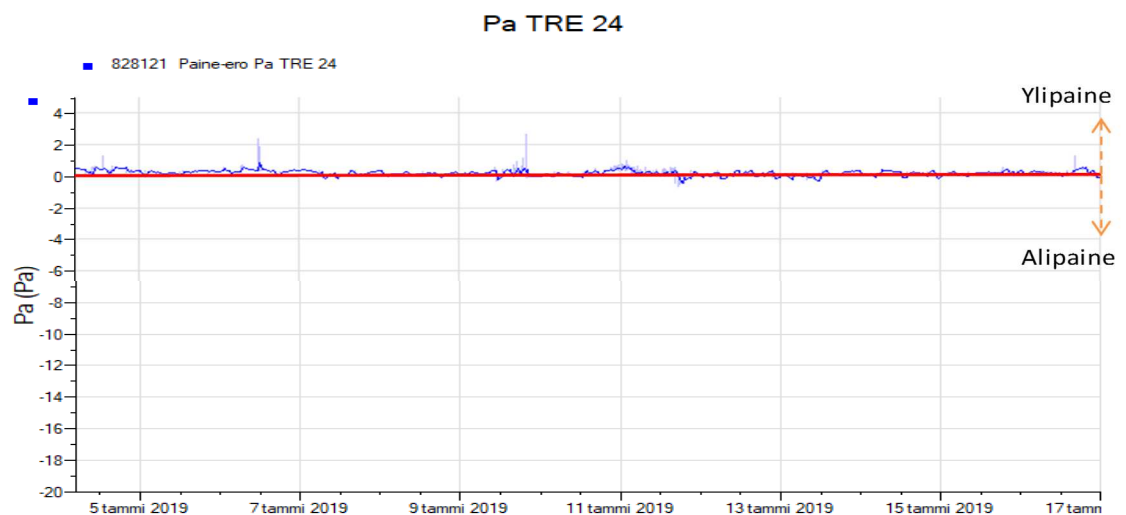
Pa TRE 23



Kuvaaja 8. Tilan 213 paine-ero ulkoilmaan nähden seurantajakson aikana.



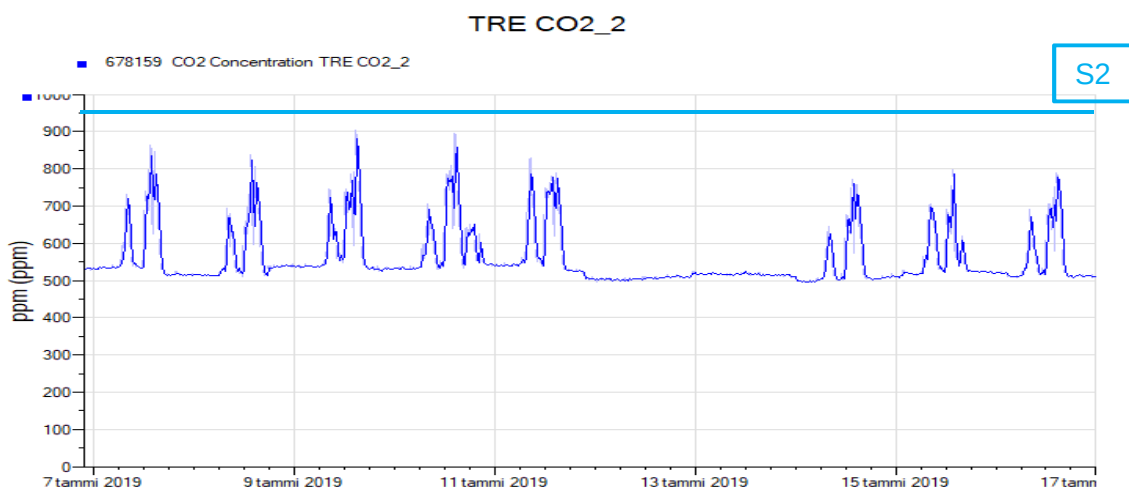
Kuvaaja 9. Tilan 110 paine-ero alapohjaan nähden seurantajakson aikana.



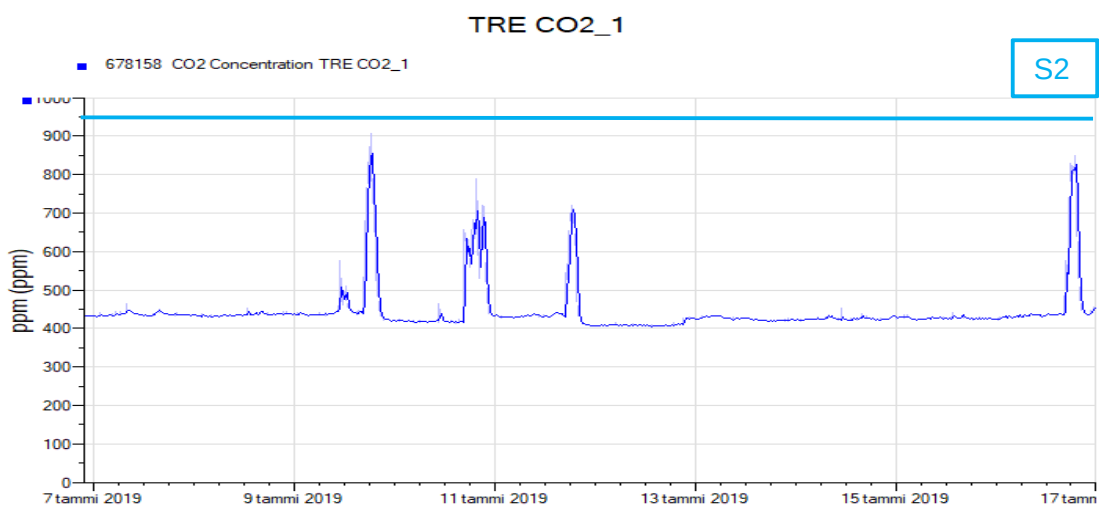
Kuvaaja 10. Tuulikaapin (tila 109) paine-ero kellariin nähden seurantajakson aikana.

11.5.2 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

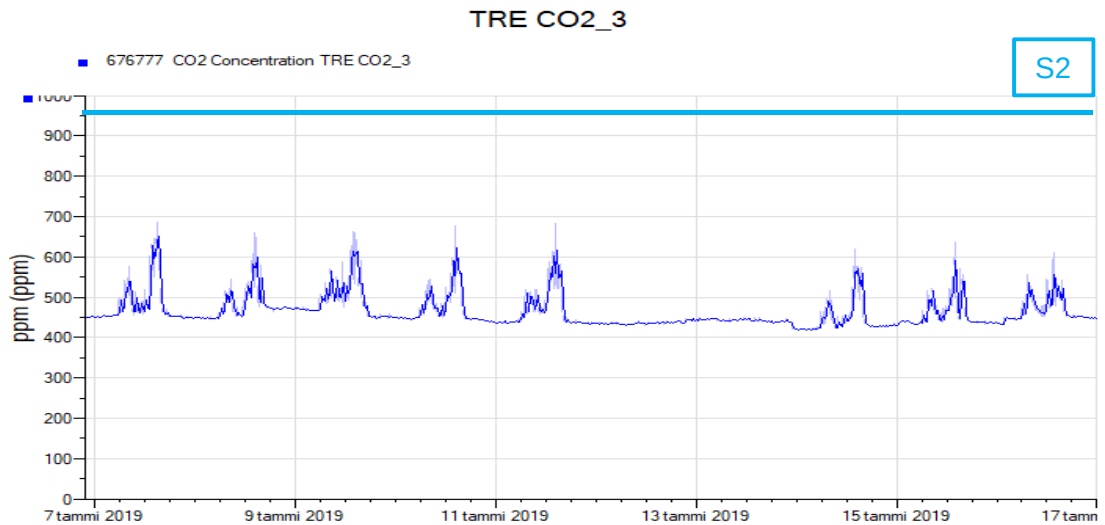
Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin seurantamittauksena tiloissa 105, 111 & 110 aikavälillä 3. – 18.1.2019. Hiilidioksidipitoisuuksien seurantamittausten tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (Kuvaaja 11...Kuvaaja 13). Kuvaajiin on merkitty sisäilmastoluokan S2 mukainen hiilidioksidipitoisuuden raja-arvo 950 ppm: S2 (hyvä sisäilma, hiilidioksidipitoisuuslisä <500 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm.) Seurantamittalaitteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.



Kuvaaja 11. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus tilassa 105 (Kuvaamataito) aikavälillä 7. – 17.1.2019.



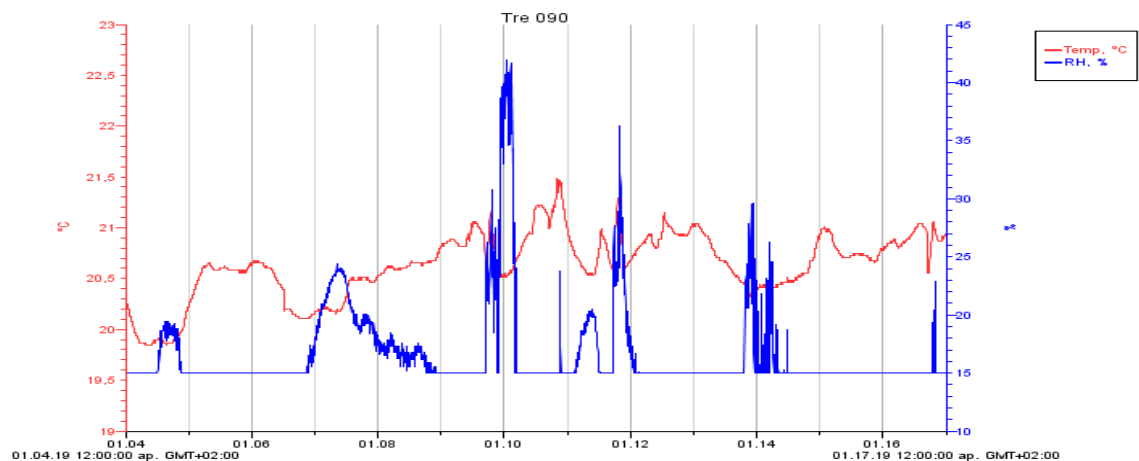
Kuvaaja 12. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus tilassa 111 (muovailu) aikavälillä 7. – 17.1.2019.



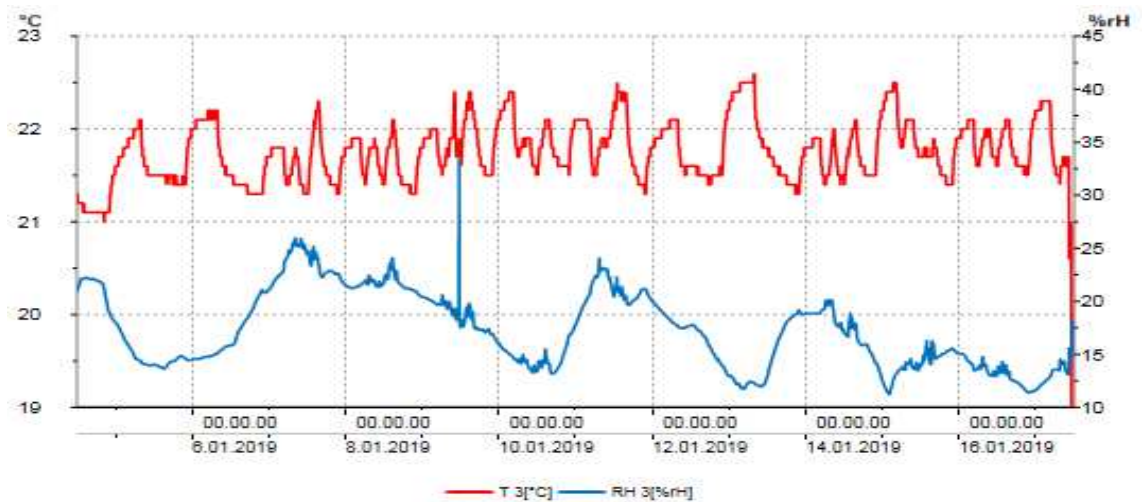
Kuvaaja 13. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus tilassa 110 (kuvaamataito) aikavälillä 7. – 17.1.2019

11.5.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

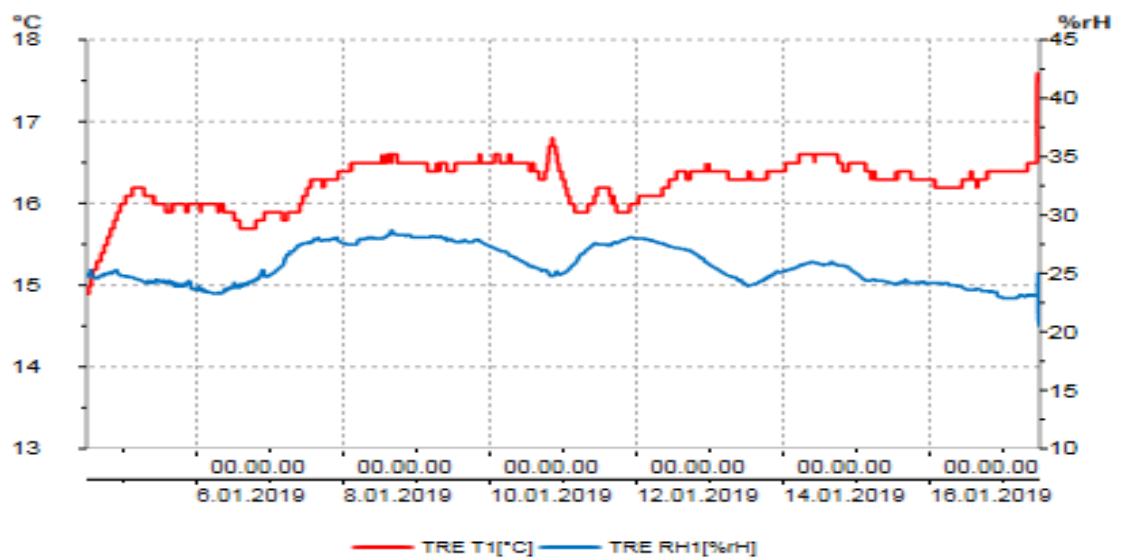
Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin seurantamittauksena alakerran tiloissa 111 ja 110 sekä yläkerran tilassa 213 aikavälillä 3. – 18.1.2019. Seurantamittauksen tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (Kuvaaja 14...Kuvaaja 16). Seurantamittalaitteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1. Sisäilman ja ulkoilman absoluuttiset kosteudet lämpötilan ja suhteellisen kosteuden perusteella laskettuna on esitetty kuvaajassa 17.



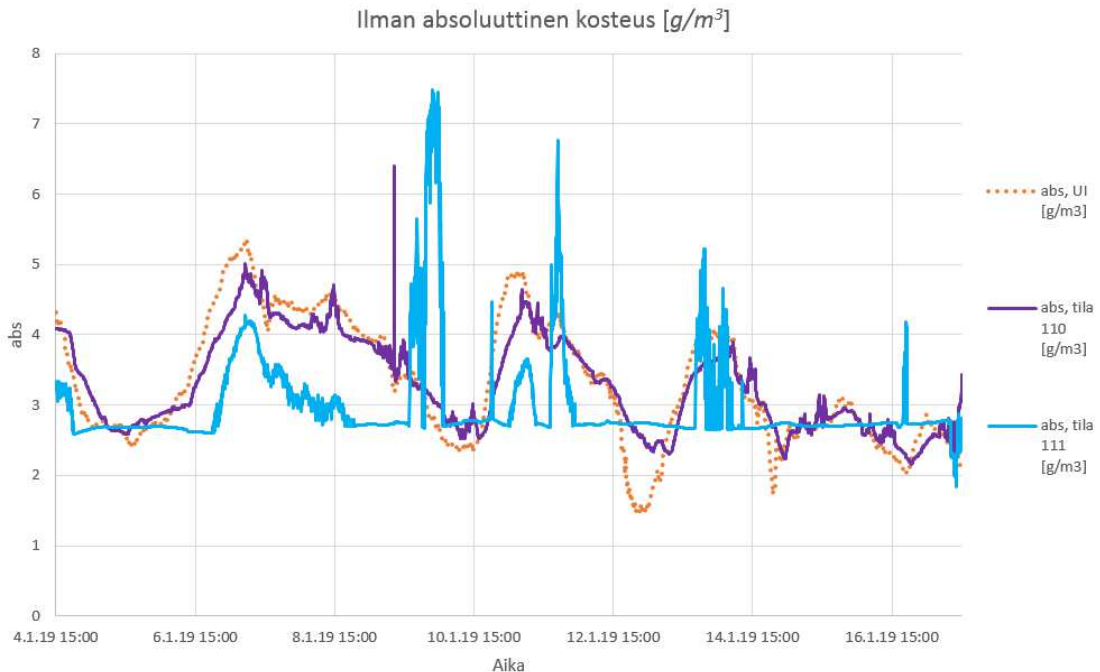
Kuvaaja 14. Tilan 111 (muovailu) sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 4. - 17.1.2019.



Kuvaaja 15. Tilan 110 (kuvaamataito) sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus 4. - 17.1.2019.



Kuvaaja 16. Tilan 213 sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus 4. - 17.1.2019. Yläkerran tilat ovat pääosin varastokäytössä.



Kuvaaja 17. Tilojen 110 ja 111 sisäilman ja ulkoilman absoluuttiset kosteudet lämpötilan ja suhteellisen kosteuden perusteella laskettuna aikavälillä 4.-17.1.2019. Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden perusteella laskettu absoluuttinen kosteus vaihteli tilojen sisäilmassa 2,3...7,5 g/m³ ja ulkoilmassa 1,5...5,3 g/m³. Sisäilman ja ulkoilman absoluuttisten kosteuksien erotus (kosteuslisä / -vaje) vaihtelee mittausjaksolla -1,5...5,0 g/m³. Suorat osat sisäilman absoluuttisten kosteuksien kuvaajissa aiheutuvat käytetyn mittauslaitteiston mittausalueista (mittausalue 15...95 %-RH).

11.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokoneet

Tuloilmakone on teknisesti hyvässä kunnossa, mutta siinä havaittiin joitain sisäilman laatuun vaikuttavia puutteita.

Raitisilmakammioon pääsevä lumi saattaa tukkia ja/tai rikkoa tuloilmasuodattimet, heikentäen samalla ilmanvaihtokoneen toimintakykyä. Raitisilmakanavaan päässyt lintu viittaa myös siihen, että raitisilmanottoon tehdyt verkotukset eivät ole enää ehjiä, tai siihen että lintu on päässyt raitisilmakanavaan jo ennen niiden asentamista. Suodattimeen liittyvät puutteet mahdollistavat ohivirtauksen ja epäpuhtauksien kulkeutumisen tuloilman mukana sisäilmaan. Suosittelemme suodattimeen liittyvien puutteiden korjaamista kiireellisesti. Suosittelemme lumisiepparin asentamista ilmanottoaukkoon, mikä samalla estää myös eläinten pääsyn raitisilmakammioon.

Rakennuksen käyttötarkoitus on muuttunut peruskorjauksessa suunnitellusta, mutta ilmanvaihtojärjestelmän arvioidaan soveltuvan nykyiseen käyttöön hyvin. Tuloilmakoneella arvioidaan olevan teknistä käyttöikää jäljellä n. 5-10 vuotta.

Suosittelomme tekemään kohdassa 11.2 Ilmanvaihtokoneet esitetyt huoltotoimenpiteet ja puhdistamaan koneen sisäosat huolellisesti vähintään joka toisen suodatinvaihdon yhteydessä.

Ilmamäärät ja sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Pistokoeluontoisesti mitatut ilmamäärät poikkesivat tuloilman osalta suunnitelluista ilmamääräistä yli sallitun, mutta poistoilman osalta ilmamäärät olivat pääosin sallitun

poikkeaman sisällä. Tehtyjen mittausten perusteella mitattujen tilojen suositellut henkilömäärät (mitoitus 6 l/s/hlö) ilmanvaihdon perusteella ovat:

Tila 105 (kuvaamataito): 30 hlöä

Tila 110 (kuvaamataito): 26 hlöä

Tila 105 (muovailu): 6 hlöä

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 toimenpiderajatarvo ylittyy, mikäli sisäilman pitoisuus ylittää 1500 ppm (1150 ppm korkeampi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus). Sisäilmaluokitus 2018 mukaan sisäilman laatu on S2 luokkaa, kun sisäilman hiilidioksidipitoisuus on alle 550 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus 90 % käyttöajasta. Tämä tarkoittaa käytännössä hiilidioksidipitoisuutta, joka on alle 950 ppm. Parhaan sisäilmastoluokan S1 rajana pidetään 350 ppm ulkoilman hiilidioksidipitoisuutta suurempaa hiilidioksidipitoisuuden arvoa. Tämä tarkoittaa käytännössä hiilidioksidipitoisuutta, joka on alle 700 ppm. Tyydyttävän sisäilmaluokan S3 yläraja on 1150 ppm.

Seurantajakson aikana hiilidioksidipitoisuudet pysyvät sisäilmastoluokan S2 rajan alapuolella kaikissa mitatuissa tiloissa, minkä perusteella ilmanvaihto olisi käyttöön nähden riittävällä tasolla. Saadun tiedon perusteella tilojen ilmanvaihtoa on pyritty säätämään suunnitelmista poiketen lähemmäs käytönmukaista tarvetta.

Kanavistot, päätelaitteet ja ilmanjako

Silmämääräisen arvion perusteella ilmanjaon arvioidaan toimivan ja huuhtelevan tiloja hyvin. Ilmanvaihtokanavat on lähtötietojen perusteella puhdistettu viimeksi v.2015. Tehtyjen havaintojen perusteella kanavisto oli siisti, eikä edellytä vielä sen puolesta toimenpiteitä. Ilmanvaihtokanavisto suositellaan puhdistettavaksi seuraavan viiden vuoden kuluessa.

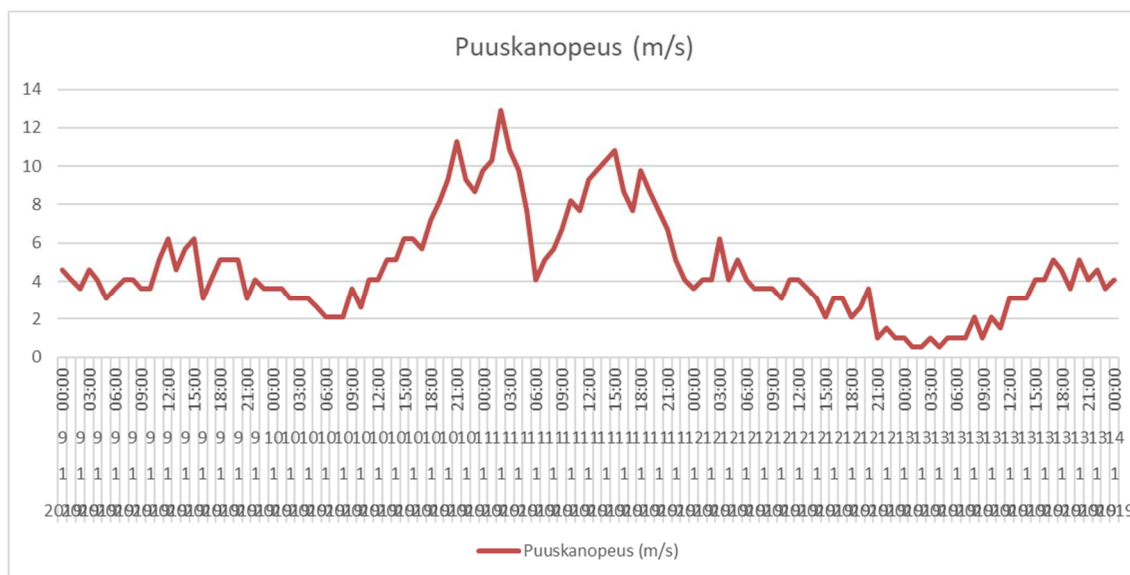
Painesuhteet

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.

Seurantajakson aikana tilat ovat pääosin 0 - 5 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden. Mittausjakson puolivälissä on tapahtunut voimakas muutos painesuhteissa, mikä on kestänyt reilun vuorokauden (torstai (10.1) illasta lauantai (12.1) aamuyöhön) ja on sen jälkeen palautunut normaaliksi. Tila 211 muuttui tuulen vaikutuksesta lievästi ylipaineiseksi ja suurin osa muista tiloista merkittävästi (max. -35 Pa) alipaineisiksi. Alla olevan kuvaajan (Kuvaaja 18) perusteella tuulen voimakkuus käyttäytyy vastaavasti, ja puuskien aikaan tuuli on puhaltanut lounaan/lännen suunnalta. Tuulen puoleisiin tiloihin muodostuu ulkoilmaan nähden alipaine ja vastaaville puolille lievempi ylipaine.

Tuulen ja lämpötilaerojen vaikutusta rakennuksen painesuhteisiin ei saada hallittua ilmanvaihdon avulla, minkä johdosta rakennuksen vaipan tiiveyden täytyy olla hyvä, jotta sen läpi ei tapahdu ilmavuotoja haitallisissa määrin.



Kuvaaja 18. Tuulen voimakkuus aikavälillä 9. – 13.1.2019. (Lähde: Ilmatieteenlaitos, Havaintoasema: Tampere-Pirkkala lentoasema)

Sisäilman olosuhteet

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

Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus olivat mitatuissa tiloissa vuodenaikaan nähden normaalilla tasolla seurantajakson aikana. Yläkerran tilaa 213 käytetään varastona, joten sisälämpötila on käytön ja energiatehokkuuden kannalta hyvällä tasolla.

12 Altistumisolosuhteiden arviointi

Tämän luvun tarkoituksena on arvioida sisäilman altistumisolosuhteita Työterveyslaitoksen julkaisun ”Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen” -mukaisesti. Arvioinnissa kiinnitetään huomiota sisäilman laadun ohje- ja viitearvoihin, rakenteiden mikrobivaurioitumiseen, ilmavuotoreitteihin, kuitulähteisiin, betonirakenteiden poikkeaviin kosteuspitaisuuksiin sekä mahdollisiin haitta-aine-esiintymiin. Arviointi kattaa rakennuksen 1. kerroksen käyttötilat, ei esim. kellarikerrosta tai toista kerrosta, joissa ei lähtökohtaisesti oleskella. Näiden tilojen mahdollinen vaikutus käyttötilojen sisäilman laatuun on kuitenkin arvioinnissa huomioitu.

Rakennuksessa on jo aiemmin tehty kuntotutkimuksia, lähinnä vuosien 2014-2016 aikana. Aiempien tutkimusten osalta on huomioitu havainnot, mittaus-, näyte- tai muut tulokset niiltä osin, kun niillä voidaan arvioida olevan vaikutusta rakennuksen nykytilanteeseen. Vuonna 2014 suoritettujen kuntotutkimusten perusteella rakennuksessa on myös tehty korjaustöitä; mm. ryömintätilaan on asennettu koneellinen kuivausjärjestelmä ja alapohjarakenteen ilmatiiviyttä on parannettu. Arviointi on tehty nykytilanteesta, tehdyt korjaukset huomioiden.

Kohteessa on tehty sisäilmastokysely kuluvana vuonna. Kysely on kuitenkin toteutettu tavalla, johon ei löydy luotettavaa vertailuaineistoa, eikä Kätevä-rakennusta ole erotettu omaksi vastausryhmäkseen, joten kyselyn tuloksia ei ole pystytty huomioimaan kokonaisarvioinnissa.

Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään seuraavien osa-alueiden perusteella:

A. Mikrobivaurioiden laajuus rakenteessa

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

C. Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilmaston laatuun

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

Altistumisen todennäköisyys ilmoitetaan neliportaisella asteikolla:

-Tavanomaisesta poikkeava olosuhde epätodennäköinen

-Tavanomaisesta poikkeava olosuhde mahdollinen

-Tavanomaisesta poikkeava olosuhde todennäköinen

-Tavanomaisesta poikkeava olosuhde erittäin todennäköinen

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

A. Mikrobit

Rakenteista on otettu yhteensä 11 materiaalinäytettä sekä kaksi sisäilmanäytettä mikrobianalyysiä varten. Tämän tutkimuksen yhteydessä otettiin yhteensä neljä materiaalinäytettä mikrobianalyysiä varten, joista kaksi välipohjarakenteesta ja kaksi ulkoseinärakenteista. Vuonna 2014 tehdyn tutkimuksen yhteydessä otettiin seitsemän materiaalinäytettä mikrobianalyysiä varten, kaikki alapohjarakenteesta. Lisäksi kohteesta on otettu kaksi sisäilmanäytettä mikrobianalyysiä varten vuonna 2016.

Alapohjarakenteista otetuista materiaalinäytteistä kuudessa on havaittu aktiivinen mikrobikasvu materiaalissa, yhdessä näytteessä ei analysoitu mikrobikasvua. Välipohjarakenteista otetuista materiaalinäytteistä ei analysoitu mikrobikasvua. Ulkoseinärakenteista otetuista kahdesta materiaalinäytteestä yhdessä analysoitiin epäily mikrobikasvusta materiaalissa ja yhdessä analysoitiin selvä mikrobikasvu materiaalissa. Ulkoseinärakenteen materiaalinäytteet otettiin kohdasta, jossa on selviä kosteusjälkiä. Muilta osin ulkoseinärakenteissa ei havaittu viitteitä kosteusvaurioitumisesta.

Rakennuksen yläpohjarakenteessa havaittiin aistinvaraisesti laaja-alaisia laho- ja kosteusvaurioita sekä vesikatossa selkeitä vesitiiveyspuutteita.

Vuonna 2016 otetuista sisäilmanäytteistä toisessa näytteessä esiintyi vähäisenä pitoisuutena indikaattorimikrobia *Aspergillus sydowii*, steriilien mikrobien pitoisuus oli alhainen, bakteerien kokonaispitoisuus oli vähäinen. Toisessa näytteessä indikaattorimikrobien ja steriilien mikrobien pitoisuudet sekä bakteerien kokonaispitoisuus olivat vähäiset. Sisäilmanäytteiden epävarmuustekijöistä sekä näytteenottoajankohdasta kuluudesta ajasta johtuen niiden tulokset on huomioitu vain suuntaa antavasti.

B. Ilmayhteys ja paine-erot

Rakenteissa on rakennus- ja peruskorjausajalle tyypillisesti melko yleisesti ilmatiiveyspuutteita. Alapohjarakenteen ilmatiiveyttä on parannettu korjauksin, mutta rakenteessa esiintyy edelleen paikallisia epätiiveyskohtia, joiden kautta tapahtuu ilmavirtauksia ryömintätilasta ja alapohjarakenteesta sisäilmaan. Lisäksi on huomioitava, että tehdyissä korjaustöissä tiivistämisessä käytettyjen materiaalien luotettava käyttöikä on rajallinen,

jolloin on oletettavaa, että ilmatiiveys tulee ajan kuluessa heikkenemään nykyisestä tasostaan, ellei rakennuksessa tehdä ilmatiiveyttä parantavia korjauksia. Altistumisolosuhteiden arvioinnissa otetaan kuitenkin kantaa vain rakennuksen nykytilanteeseen.

Yläpohjarakenne on toteutettu ilman varsinaista ilmansulkukerrosta, minkä johdosta sen ilmatiiveys on heikko. Heikko ilmatiiveys mahdollistaa ilmavuodot rakenteen sisältä etenkin toisen kerroksen huonetiloihin, silloin kun huonetilat ovat alipaineisia rakenteeseen nähden. Ensimmäisen kerroksen tiloihin yläpohjarakenteissa todetuilla vaurioilla on selkeästi vähäisempi vaikutus.

Rakennuksen painesuhteet olivat seurantamittausten aikana sisäilman laadun kannalta hyvällä tasolla, eivätkä ne aiheuta poikkeavan suuria ilmapirtauksia rakennuksen vaipan läpi. Paine-eron suuruutta arvioitaessa tulee huomioida rakennuksen verrattain heikko ilmatiiveys, minkä johdosta paine-ero ei muodostu niin suureksi kuin ilmatiiveydeltään tiiviimmässä rakennuksessa.

C. Ilmanvaihtojärjestelmä

Tiloissa on nykyaikainen koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Ilmanvaihtokoneen raitisilmakanavassa on epäpuhtauksia, joiden on mahdollista kulkeutua tuloilman mukana sisäilmaan, sillä tuloilman suodatuksessa on ohivirtausta.

Ilmanvaihtokanavat on puhdistettu vuonna 2015 ja ne olivat puhtaat. Tilojen ilmanjako on toimiva. Tutkimuksen yhteydessä mitattujen tilojen hiilidioksidipitoisuudet jäivät seurantamittauksissa pääasiassa hyvin alhaiselle tasolle, minkä perusteella ilmanvaihdon määrä on seurantamittausten ajankohtana ollut rakennuksen käyttöön nähden riittävä.

D. Rakennuksesta peräisin olevat epäpuhtaudet

Rakennuksessa ei ole tehty kattavaa haitta-ainetutkimusta, jossa olisi selvitetty rakenteiden tai järjestelmien sisältämiä haitta-aineita. Rakennuksen rakentamisajankohdan perusteella on mahdollista, että rakenteissa on haitta-aineita, jotka tulee huomioida rakennukseen tehtävissä korjaustöissä. Sisäilmaan nykytilanteessa vaikuttavia haitta-aineita ei tutkimuksen yhteydessä havaittu.

Tutkimuksissa ei havaittu materiaaleja, joista olisi poikkeavia emissioita sisäilmaan.

Arvio altistumisolosuhteesta

Tehtyjen tutkimusten perusteella erityisesti alapohja- ja yläpohjarakenteissa on mikrobiperäisiä epäpuhtauksia, jotka pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Etenkin alapohjarakenteiden epätiiveyskohtien kautta kulkeutuvilla epäpuhtauksilla on selkeä vaikutus sisäilman laatuun.

Kokonaisuudessaan voidaan arvioida, että tehtyjen tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava olosuhde on rakennuksen 1. kerroksen käyttötiloissa todennäköinen, minkä johdosta suosittelemme sisäilman laadun parantamiseksi ryhtymään luvussa 13 esitettyihin toimenpiteisiin.

13 Yhteenveto suositelluista toimenpiteistä

Seuraavaksi on esitetty suositeltavat sisäilman laatuun liittyvät tärkeimmät toimenpiteet. Korjaustyöt tulee pääsääntöisesti suorittaa erillisen detaljitasoisen korjaussuunnitelman mukaan.

13.1 Kiireellisesti suoritettavat toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien korjaus- ja huoltotoimenpiteiden suorittamista viipymättä:

- Ulkoseinän sisäpintojen puhdistaminen mekaanisesti ja poistoilmanvaihdon järjestäminen tilasta 101 sekä tilojen 101 ja 105 välisen oven ilmatiiveyden parantaminen.
- Luonnonkiviportaiden ja ulkoseinän liittymien tiivistäminen esimerkiksi joustavaa julkisivumassaa käyttäen.
- Toisen kerroksen ikkunoiden sadevedentiiveyden parantaminen.
 - o Rikkoutunut ikkunalasi suositellaan uusimaan.
- Kosteusvaurioituneiden pintamateriaalien poistaminen toisen kerroksen tiloista.
- Haitta-ainetutkimuksen suorittaminen
 - o Haitta-ainetutkimus tulee olla suoritettuna ennen korjaustöihin ryhtymistä.
- Ilmanvaihtokoneen perushuolto huomioiden kohdassa 10.2 esitetyt toimenpiteet

13.2 Kahden vuoden kuluessa suoritettavat toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien korjaus- ja huoltotoimenpiteiden suorittamista viimeistään seuraavan kahden vuoden kuluessa:

- Alapohjarakenteen ilmatiiveyden parantaminen ja ryömintätilan alipaineistuksen tehostaminen.
 - o Edellyttää mm. ulkoseinäliittymien, väliseinäliittymien sekä läpivientien tiivistämistä.
 - o Ryömintätilan painesuhteita voi olla mahdollista säätää käytössä olevan koneellisen kuivausjärjestelmän ilmamäärien säädöllä
- Tiiviin luukun asentaminen ryömintätilaan johtavaan aukkoon sekä kellariin johtavan portaikon oven ilmatiiveyden parantaminen.
- Ryömintätilassa sijaitsevien viemäriputkien lämmöneristäminen ja viemäriputkien läpivientien ilmatiiveyden parantaminen ryömintätilasta käsin.
- Ulkoseinä-ikkunankarmi-liittymien tiivistäminen liitosnauhamenetelmää käyttäen.
- Julkisivujen ja ikkunoiden puuosien huoltomaalaus.
- Vesikatto- ja yläpohjarakenteiden uusiminen kokonaisuudessaan.
 - o Samassa yhteydessä tulee uusia ulkoseinän palovaurioituneet materiaalit sekä uusia ullakon ikkunat.
 - o Samassa yhteydessä suosittelemme toteuttamaan kulun ja kulkusillat jokaiselle vesikaton osalle sekä uusimaan syöksytorvet.
 - o Mikäli korjaushankkeeseen ei ryhdytä viipymättä, suosittelemme korjaamaan kiireellisesti vesikaton vuotokohdat.

13.3 Viimeistään peruskorjauksen yhteydessä suoritettavat toimenpiteet

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

- Alapohjarakenteen uusiminen kokonaisuudessaan rakenteen ilmatiiveys huomioon ottaen.
- Välipohjarakenteeseen kohdistuvat toimenpiteet luvun 8.4 mukaisesti.

Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Tampere, 26.2.2019



Laura Virtanen, DI
Asiantuntija



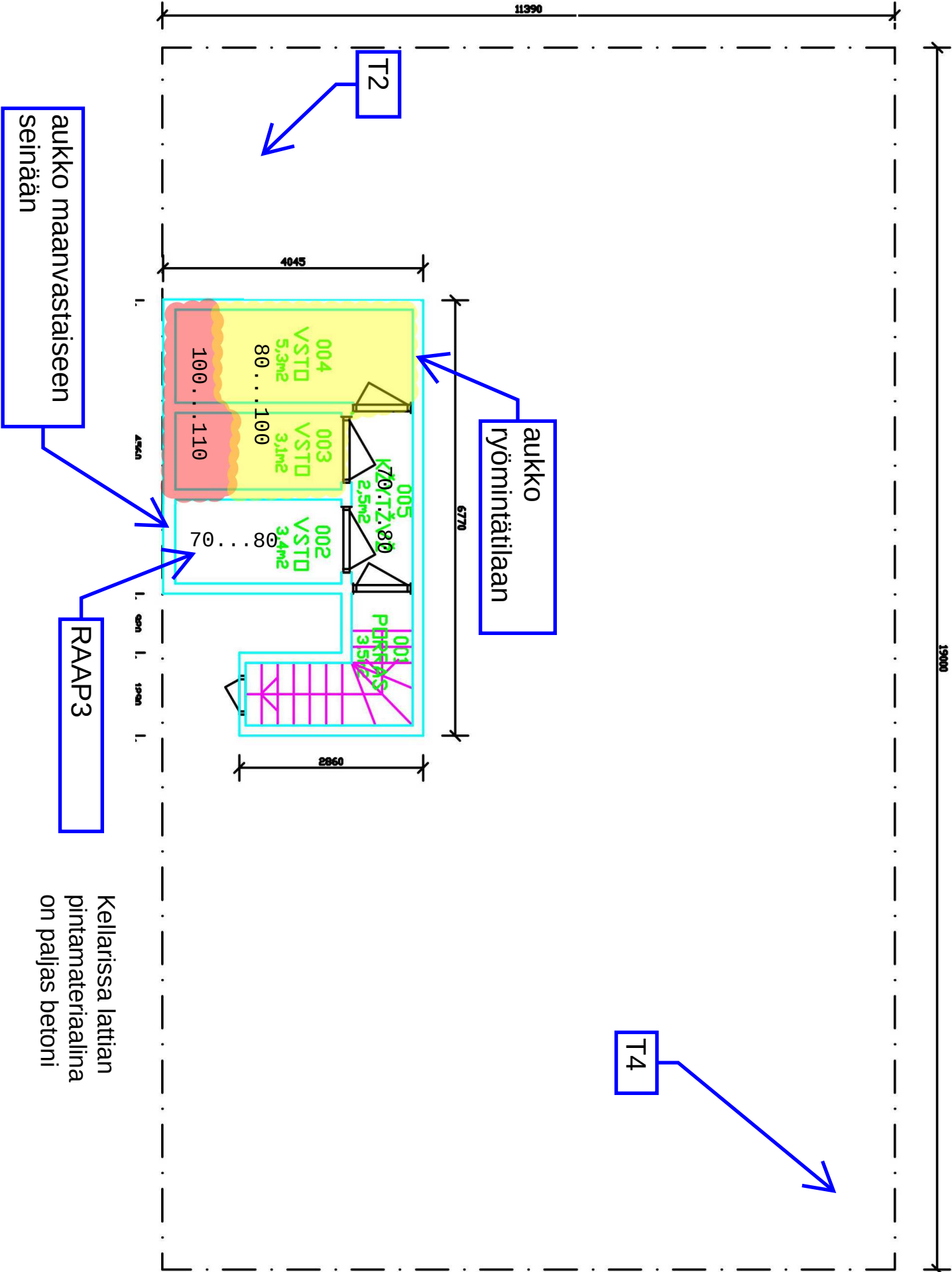
Toni Lammi, RI
Rakennusterveysasiantuntija
VTT-C-22429-26-16

Liitteet:

Liite 1: Lattiapäällysteet. Kellarin pintakosteuskartoitus. Rakenneaavausten, materiaalinäytteenoton, merkkiainekokeiden ja seurantamittalaitteiden sijainnit.

Liite 2. Tulosraportti RM2019-020 (*Mikrobioni Oy, 21.1.2019*)

Liite 3. Tulosraportti RM2010-042 (*Mikrobioni Oy, 23.1.2019*)



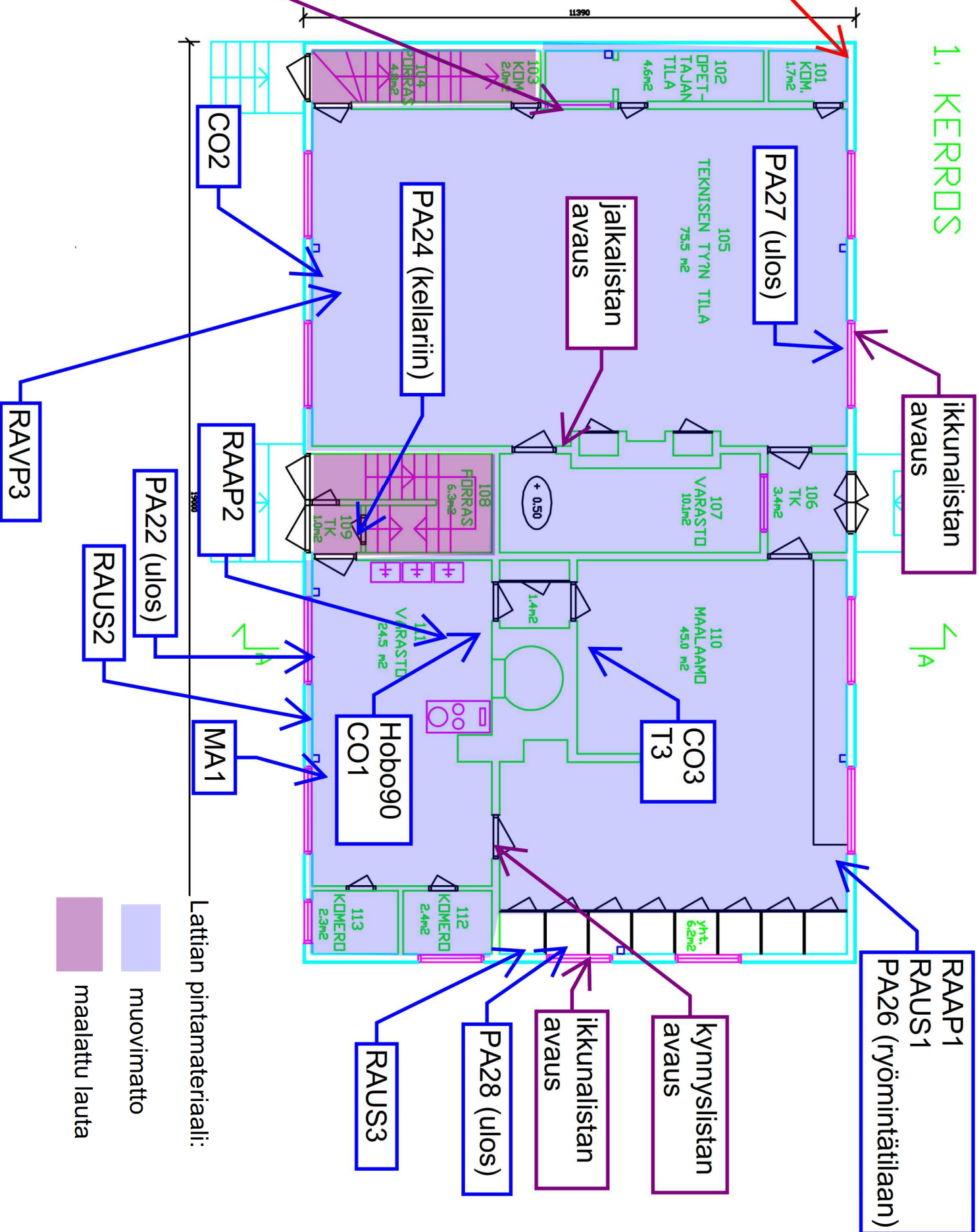
Kellarissa lattian pintamateriaalina on paljas betoni

MAT3 (hirren
sp): epäily
mikrobikasvusta
materiaalissa

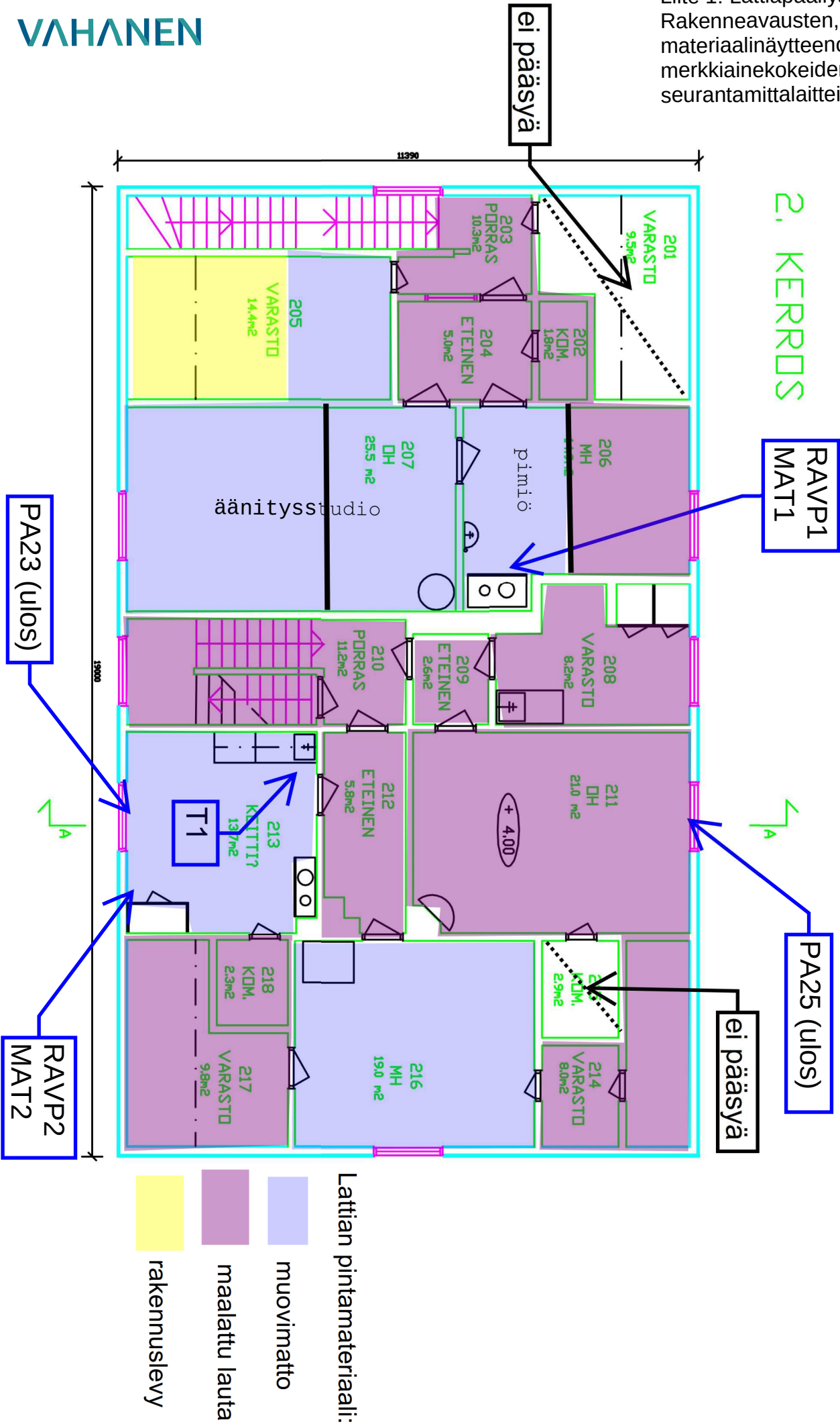
MAT4
(pellavari):
selvä
mikrobikasvu
materiaalissa

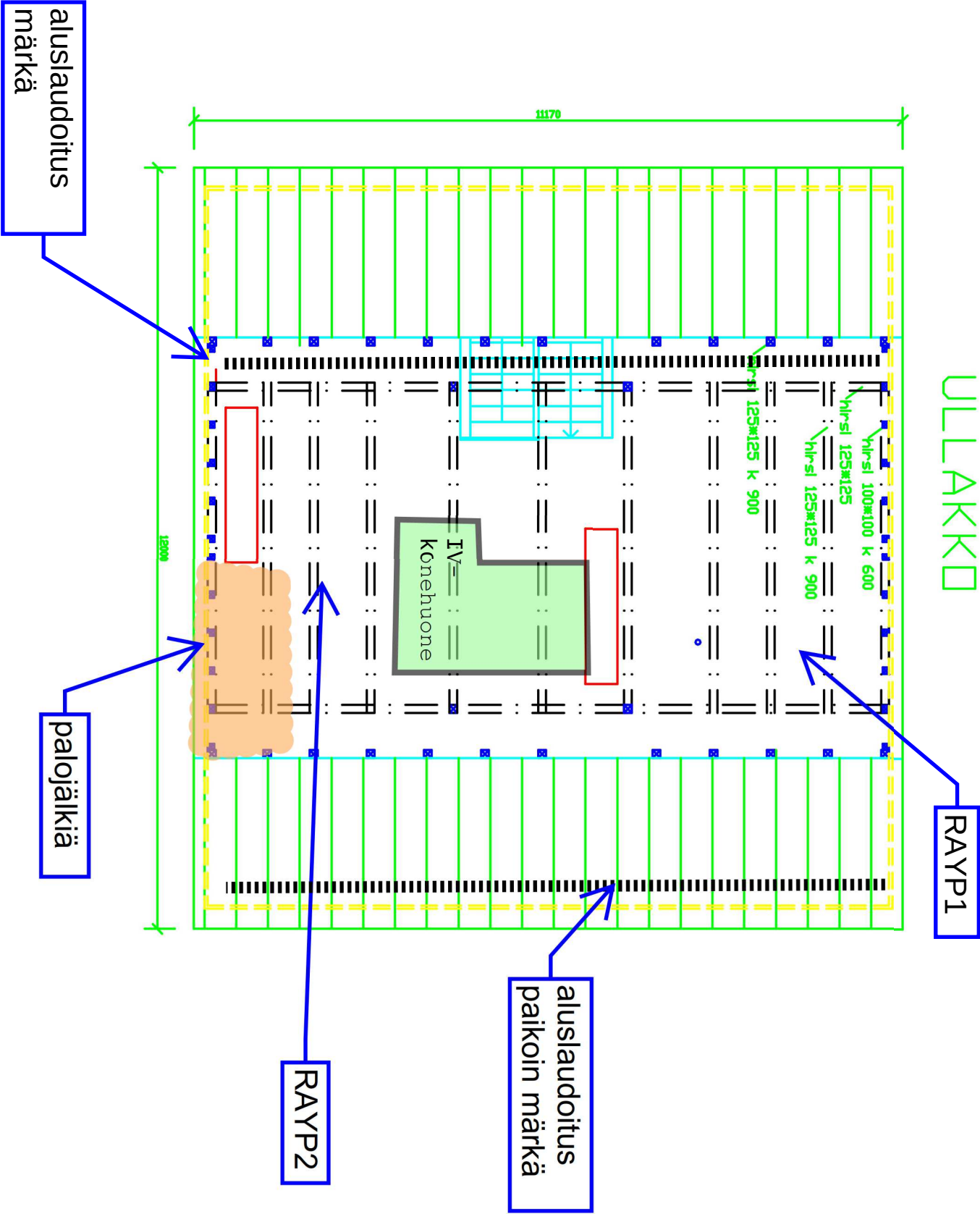
jalkalistan
avaus

ikkunalistan
avaus



Liite 1: Lattiapäällysteet.
Rakenneaavausten,
materiaalinäytteenoton,
merkkiainekokeiden ja
seurantamittalaitteiden sijainnit.





Laura Virtanen
Vahnen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan Esplanadi 2
33100 Tampere



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Arvo Ylpön koulu, Kätevä-rakennus

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Laura Virtanen, Vahnen Rakennusfysiikka Oy, 3.1.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 7.1.2019 ja viljelty 7.1.2019.

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 mikroskoipimalla 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:
	MAT3, puu, tila 101 (komero). ulkoseinän sisäpinta. hirren sisäpinta. ulkonurkka	homepitoisuus yli 5000 pmy/g ja lähes yksinomaan Aureobasidiumia, bakteeripitoisuus alle määritysrajan	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	MAT4, pellavarive, tila 101 (komero). ulkoseinän sisäpinta. hirsitilke. ulkonurkka	suuri home- ja hiivapitoisuus, pieni bakteeripitoisuus	selvä mikrobikasvu materiaalissa

Lisätietoja:

Ulkoilman tai maaperän kanssa kosketuksissa olevissa materiaaleissa voi esiintyä huomattavia määriä mikrobeja, mikä ei aina ole seurausta materiaalien kastumisesta ja sitä seuranneesta mikrobikasvusta, vaan esimerkiksi ilmavirtojen mukana kertyneistä ulkoilman mikrobeista tai materiaalin maaperäkontaktista aiheutuneesta kontaminaatiosta. Korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

Kuopiossa, 21.1.2019

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

Lyhenteiden selitykset:

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

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

< mr = alle määritysrajan

* = kosteusvaurioindikaattori

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

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

Näyte: MAT3, puu, tila 101 (komero). ulkoseinän sisäpinta. hirren sisäpinta. ulkonurkka (tutkimustunnus: RM190090)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	6400	<mr	Kokonaispitoisuus	<mr
Aureobasidium sp.	5500			
hiivat	910			

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: MAT4, pellavarive, tila 101 (komero). ulkoseinän sisäpinta. hirsitilke. ulkonurkka (tutkimustunnus: RM190091)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	1500000	82000	Kokonaispitoisuus	1400
Aureobasidium sp.	1300000		muut bakteerit	1400
hiivat	200000	64000	*sädesienet	<mr
Penicillium sp.		9100		
steriilit		9100		

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Tulos THG-alustalla on arvio.

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
Linnoitustie 5
02600 Espoo



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Arvo Ylpön koulu, Kätevä-rakennus

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Laura Virtanen, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 3.1.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 9.1.2019 ja viljelty 9.1.2019.

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

ANALYYSIT:

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

TULOKSEN TULKINTA:

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan sieni-itiöpitoisuus yli 10 000 pesäkkeen muodostavaa yksikköä (pmy)/g viittaa sienikasvuun (homeet ja/tai hiivat) näytteessä. Bakteeripitoisuus yli 100 000 pmy/g ja sädesienipitoisuus yli 3 000 pmy/g viittaavat bakteeri- ja/tai sädesienikasvuun näytteessä. Pitoisuuksien ohella 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 mittaustulos, joten menetelmäkohtaista mittausepävarmuusarviota ei voida antaa. Laboratorion

teknisen suorituksen mittausepävarmuus on homeille 5 % (M2-alusta) ja 6 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 19 % ja sädesienille 22 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa tilavuusmittausten, siirrostilavuuden, laimennuskertoimen 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:
	MAT 1, pehku, RAVP1 (pimiö)	pienet home- ja bakteeripitoisuudet	ei mikrobikasvua materiaalissa
	MAT 2, pehku, RAVP2 (keittiö) täyttökerroksen pohja. ulkoseinän viereltä	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa

Kuopiossa, 23.1.2019

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

Lyhenteiden selitykset:

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

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

< mr = alle määritysrajan

* = kosteusvaurioindikaattori

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

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

Näyte: MAT 1, pehku, RAVP1 (pimiö) (tutkimustunnus: RM190218)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	910	<mr	Kokonaispitoisuus	3600
Penicillium sp.	910		muut bakteerit	3600
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: MAT 2, pehku, RAVP2 (keittiö) täyttökerroksen pohja. ulkoseinän viereltä (tutkimustunnus: RM190219)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	1800
			muut bakteerit	1800
			*sädesienet	<mr

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.