

TUTKIMUSSELOSTUS

PAPPILAN PUUKOULU, AKAA
KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS
ILMANVAIHTOTEKNIEN KUNTOTUTKIMUS

9.11.2018



Sisällys

1	Yleistiedot	3
1.1	Tutkimuskohde	3
1.2	Tilaaaja	3
1.3	Tutkimuksen tavoite	3
1.4	Tutkimusajankohta	3
1.5	Tutkimuksen tekijät	3
2	Tiivistelmä	4
3	Kohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta	5
4	Lähtötiedot	6
5	Tutkimusmenetelmät	6
6	Piha-alueet	8
6.1	Havainnot	8
6.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks	9
7	Alapohja ja maanvasta	10
7.1	Rakenteet	10
7.2	Havainnot	11
7.3	Kosteus- ja olosuhtemittaukset	15
7.4	Materiaalinäytteet	16
7.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	17
8	Välipohja	18
8.1	Rakenteet	18
8.2	Havainnot	18
8.3	Materiaalinäytteet	19
8.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	19
9	Ulkoseinät, sokkelit ja ikkunat	20
9.1	Rakenteet	20
9.2	Havainnot	20
9.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	22
10	Yläpohja ja vesikatto	23
10.1	Rakenteet	23
10.2	Havainnot	23
10.3	Materiaalinäytteet	27
10.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	28
11	Ilmanvaihto ja sisäilma	28
11.1	Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	28
11.2	Ilmanvaihtokoneet	30
11.3	Ilmamäärämittaukset	37
11.4	Kanavistot ja ilmanjako	37
11.5	Olosuhteiden seurantamittaukset	38
11.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	46
12	Altistumisolosuhteiden arviointi	47
13	Yhteenveto suositelluista toimenpiteistä	49
13.1	Kiireellisesti suoritettavat toimenpiteet	49
13.2	Seuraavan 3 vuoden sisällä tehtävät toimenpiteet	49
13.3	Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä suoritettavat toimenpiteet	50

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Pappilan koulu, puukoulu
Savikontie 2-6
37800 Akaa

1.2 Tilaaja

Akaan kaupunki
Myllytie 3
37801 Akaa

Kiinteistöpäällikkö Henri Salonen, puh: 040 335 3255

sähköposti: henri.salonen@akaa.fi

1.3 Tutkimuksen tavoite

Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen tavoitteena oli arvioida rakenteiden ja piha-alueiden kuntoa ja toimivuutta, arvioida havaittujen puutteiden vaikutusta rakenteiden kosteustekniseen toimintaan ja rakennuksen sisäilman laatuun sekä määrittää toimenpide-ehdotukset havaittujen puutteiden korjaamiseksi.

Ilmanvaihtoteknisen kuntotutkimuksen tavoitteena oli arvioida järjestelmien toimivuutta, kuntoa, jäljellä olevaa käyttöikää, arvioida havaittujen puutteiden vaikutusta sisäilman laatuun ja järjestelmien toimintaan sekä määrittää toimenpide-ehdotukset havaittujen puutteiden korjaamiseksi.

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

1.4 Tutkimusajankohta

Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen kenttätyöt suoritettiin 26.9.2018, 2.10.2018 sekä 10.10.2018.

Ilmanvaihto- ja automaatiojärjestelmän kuntotutkimuksen kenttätutkimukset tehtiin 2.10.2018, 9.10.2018 sekä 19.10.2018.

1.5 Tutkimuksen tekijät

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan esplanadi 2
33100 Tampere

Tutkimushanke suoritettiin seuraavalla tutkimusryhmällä:

- Hannes Timlin, TkK
- Ella Lahtinen, DI
- Toni Lammi, RI, RTA
- Aki Kohtamäki, LVI-insinööri

Projekti RAFY2273.

2 Tiivistelmä

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

Piha-alueen vedenohjauksessa ja maanpinnan muotoilussa rakennuksen ympärillä havaitut puutteet aiheuttavat ylimääräistä kosteusrasitusta rakennuksen perustuksille ja ryömintätilalle. Suosittelemme parantamaan piha-alueiden pintavesien ohjausta maanpinnan muotoiluilla sekä parantamaan samassa yhteydessä rakennuspohjan salaojittamista.

Tuulettuvan alapohjarakenteen puuosat ovat osin erittäin heikossa kunnossa ja ryömintätilassa on merkittäviä määriä rakennusjätettä ja muuta orgaanista materiaalia. Ryömintätilasta tehtyjen havaintojen mukaan maaperän kosteustuotto on kuitenkin kohtalaisen vähäinen. Suosittelemme viipymättä puhdistamaan ryömintätilan kaikesta rakennusjätteestä ja ylimääräisestä orgaanisesta aineksesta.

Alapohjan, välipohjan sekä yläpohjan ilmatiiveydet ovat heikkoja rakenneliittymistä ja läpivientien kohdilta. Rakennuksen painesuhteista riippuen ilmapirtaukset edellä mainittujen rakennneosien läpi ovat mahdollisia. Orgaanisista eriste- ja täyttökerroksista (ala- väli ja yläpohja) otettujen materiaalinäytteiden (yht. 7 kpl) mukaan yhdessä näytteistä havaittiin hieman mikrobikasvua, ja kuudessa näytteessä havaittiin suoramikroskoopinnissa todennäköisesti vanhoja mikrobien rihmastoja ja/tai itiöitä. Aistinvaraisesti arvioituna eriste- ja täyttökerrokset olivat tutkimushetkellä kuivia, eivätkä viittaa aktiiviseen / edelleen kehittyvään kosteusvaurioon. On tyypillistä, että orgaanisessa täyttömateriaalissa on luonnostaan jonkun verran mikrobeja. Vanhasta mikrobikasvustosta saattaa ajoittain irrota rihmaston kappaleita tai itiöitä, jotka voivat kulkeutua ilmapirtausten mukana sisätiloihin mahdollisten ilmapuotoreittien kautta heikentäen jossain määrin sisäilman laatua.

Suositlemme alapohjan peruskorjausta viimeistään 3-vuoden kuluessa. Välipohjien osalta suosittelemme ylemmän välipohjan täytön uusimista ja molempien välipohjien ilmatiiveyden parantamista viimeistään kyseiseen rakennusosaan kohdistuvien korjaus- tai muutostöiden yhteydessä. Alemman välipohjan osalta suosittelemme lisäksi viipymättä parantamaan patteriputken läpiviennin ilmatiiveyttä aulatilassa.

Vesikatteena toimiva tiilikate on erittäin huonokuntoinen ja myös aluskatteena toimivan bitumikermin tekninen käyttöikä on umpeutunut. Vesikaton heikko kunto aiheuttaa merkittävän riskin yläpohjan vesivuodoille. Suosittelemme kiireellisenä toimenpiteenä vesikaton uusimista. Samassa yhteydessä on suositeltavaa parantaa ullakkotilan tuuletuvuutta, yläpohjan ilmatiiveyttä sekä tarvittaessa uusia yläpohjaeristeet paremmin lämpöä eristäviin sekä kosteusteknisesti varmatoimisempiin lämmöneristeisiin.

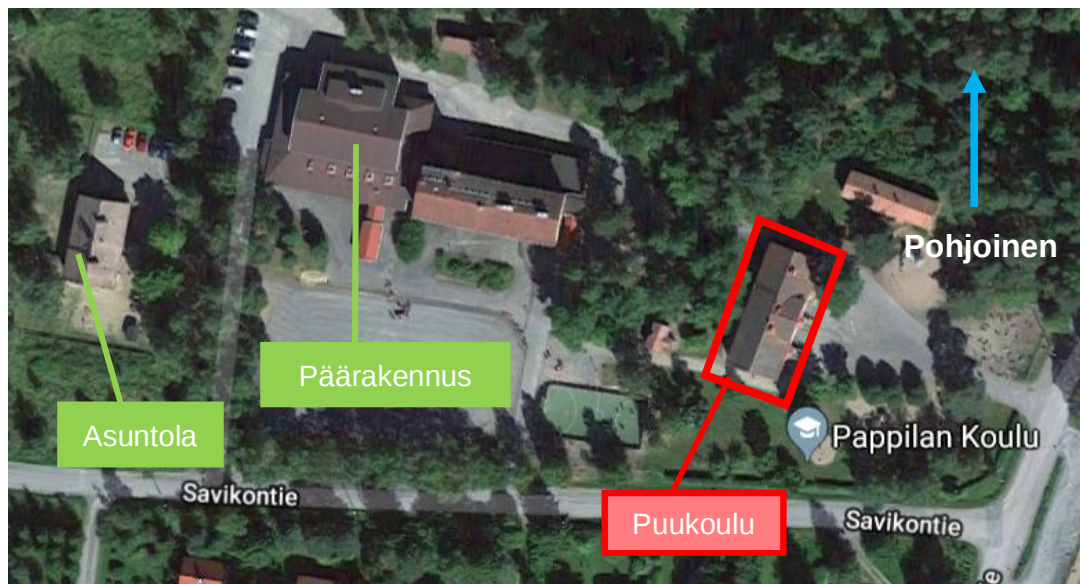
Ilmanvaihtojärjestelmässä havaittiin merkittäviä sisäilman laatuun liittyviä puutteita. Raitis- ja jäteilmapieltien havaittiin jumittuneen lähes kiinni-asentoon, joka on merkittävästi rajoittanut tilojen ilmamäärää. Jumittuneet pellit avattiin tutkimusten yhteydessä, mistä huolimatta ilmamäärät olivat edelleen suunniteltua merkittävästi pienempiä, johon tuen koneeseen toteutetusta puhaltimen paine-eroa mittaavaan ilmamäärälaskennan toteutustavasta, joka aiheuttaa konetta ohjaavaan rakennusautomaatiojärjestelmään virheellistä tietoa koneen tuottamasta ilmamäärästä. Tulo- ja poistoilmanvaihtokone on uudehko ja teknisesti hyväkuntoinen. Kohtalaisen vähäisten huolto- ja korjaustoimenpiteiden jälkeen, ilmanvaihtokoneella on edellytykset tuottaa rakennukseen nykyvaatimukset täyttävä ilmanvaihto. Likaisten tilojen erillispoistona toimiva huippuimuri on käyttökänsä lopulla ja se suositellaan uusittavan ennen seuraavaa kanavapuhdistusta ja ilmamäärien säätämistä.

3 Kohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta

Tutkimuksen kohteena oleva ”Pappilan puukoulu” on Akaan Toijalassa sijaitsevan Pappilan koulun alkuperäinen koulurakennus, joka on valmistunut vuonna 1927. Vuonna 1949 valmistuneen Pappilan koulun uuden päärakennuksen käyttöönoton jälkeen puukoulu on toiminut Pappilan koulun sivurakennuksena. Tutkimusten aikaan puukoulussa oli kolme luokkatilaa, terveydenhoitajan vastaanottotila, pieni opettajienhuone sekä WC- ja eteistiloja.

Rakennuksen ulkoseinät, sekä pääosa väliseinistä on hirsirunkoisia. Rakennuksen julkisivumateriaalina on lautaverhous ja hirsiseinissä on sisäpuolinen lisälämmöneristys. Rakennuksen alapohjana on puurakenteinen tuulettuva alapohja. Lattiapäällysteenä on käytetty muovimattoa, parkettia sekä laminaattia. Kattomuotona on harjakatto ja vesikatteena tiilikate.

Puukoulun sijainti Pappilan koulun pihapiirissä on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Satelliittikuva Pappilan koulusta. Tutkimuskohteena olevan puukoulu on rajattu kuvaan punaisella. Sinisellä nuolella on kuvattu pohjoinen ilmansuunta.

Ilmanvaihtojärjestelmänä on ollut alun perin painovoimainen ilmanvaihto. Ilmanvaihto on muutettu koneelliseksi poistoilmanvaihdeksi 1990-luvulla ja 2009 rakennukseen on asennettu koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä.

Lähtötietojen ja tehtyjen havaintojen mukaan rakennukseen on tehty ainakin seuraavia korjaus-/muutostöitä:

- Puukoulun peruskorjaus on tehty vuonna 1997 sisältäen seuraavat toimenpiteet:
 - o Huonetilamuutoksia, jonka yhteydessä kantavia väliseiniä on purettu ja ullakolle on rakennettu uusia kantavia rakenteita
 - o Ulkoverhouksen osittainen uusiminen
 - o Tilojen pintamateriaalien uusiminen
 - o Ikkunoiden sisälasin korvaaminen lämpölaselementillä.
 - o Alapohjan kantavien rakenteiden ja alapohjatäyttöjen osittainen uusiminen
 - o Painovoimaisen ilmanvaihdon tehostaminen koneellisilla poistoilmahuu-
haltimilla.

- o Vesi- ja viemäriverkoston uusiminen.
 - Ulkoseiniin on asennettu sisäpuolinen lisälämmöneristys. Lähtötiedoista ei selvinnyt lisälämmöneristämisen ajankohta eikä lämmöneristemateriaali, mutta muutos on tehty mahdollisesti peruskorjauksen yhteydessä.
 - Rakennuksen ilmanvaihto on muutettu koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmäksi vuonna 2009.
 - Rakennuksen julkisivut ja sokkelit sekä ikkunat on kunnostettu 2010-luvulla.
- Kohteeseen tehdyistä rakenteellisista muutostöistä ei ole käytettävissä rakennepiirustuksia. Toimitetusta lähtötietoaineistosta ei selviä onko aiemmissa tutkimuksissa suositeltuja sisäilman laatua parantavia muutos-/korjaustoimenpiteitä tehty.

4 Lähtötiedot

Tutkimusselostuksen laatimista varten on ollut käytettävissä mm. seuraava tilaajan toimittama lähtöaineisto. Lähtötietoja on tarkennettu haastattelemalla käyttäjien edustajaa sekä kiinteistöyönjohtajaa:

- Rakennus- ja maalaustyöselostus, Arkkitehtitoimisto Kimmo Linnovaara, 20.4.2012
- ARK-piirustukset, Arkkitehtitoimisto Anna Maija Kaihari 27.5.2009:
 - o julkisivu
 - o julkisivuleikkaus
 - o pohjakuva krs. 0. – 3.
- ARK-Piirustukset, julkisivut, Arkkitehtitoimisto Kimmo Linnovaara
- IV-piirustukset krs. 0. – 3. (tekijä tai vuosiluku ei tiedossa)
- IV-mittauspöytäkirja vuodelta 2009
- PTS-Ehdotus, Akaan kaupunki, 2009
- Tarkastuskertomus, Pappilan puukoulu, Akaan kaupunki, 12.03.2010
- Tiedote sisäilmakyselyn tuloksista, Akaan kaupunki, 10.3.2018
- Kuntotutkimus, Rakennusinsinööri Jommi Suonketo, 19.5.2016
- Kosteustarkastusraportti, Pirkanmaan saneeraustekniikka, 30.9.2016

5 Tutkimusmenetelmät

Aistinvarainen arviointi

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

Rakennuksen ulkopuolelta arvioitiin julkisivujen, vesikaton sekä ikkunoiden kosteusteknistä toimintaa ja mahdollisia puutteita. Piha-alueiden pintavesien ohjauksen ja rakennuspohjan salaojituksen kuntoa sekä mahdollisten puutteiden aiheuttamaa kosteusrasitusta rakenteille arvioitiin aistinvaraisesti havainnoimalla.

Ylä- ja alapohjan tuuletustilojen tuulettuvuutta, kuntoa sekä mahdollisia kosteusteknisiä riskejä arvioitiin aistinvaraisesti

Pintakosteuskartoitus

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

Seurantamittaukset

Painesuhteet

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

Ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila

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

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin jatkuvatoimisilla SenseAir/aSENSE ja Tinytag Plus -mittalaite-tiedonkerääjäyhdistelmillä noin kahden viikon mittausjaksolla.

Ilmavirtaukset

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

Rakenneavaukset

Rakenteiden kuntoa ja rakennetyyppejä tarkastettiin kuntotutkijoiden määrittelemistä paikoista ulkopuolisen rakennusurakoitsijan toimesta tehtyjen rakenneavauksien kautta. Avauksia tehtiin rakennuksen alapohjiin, ulkoseiniin ja väli-/yläpohjiin. Avaukset tehtiin pääasiassa rakenneliittymiin siten, että avauksesta pystyi tarkastamaan molempien liittyvien rakenteiden rakennekerrokset sekä rakenneliittymän. Rakenneavauksien paikat on merkitty liitteeseen 1.

Ilmanvaihtokoneet ja ilmamäärät

Ilmanvaihtokoneiden kuntoa sekä puhtautta arvioitiin silmämääräisesti ja valokuvaamalla huoltoluukkujen kautta. Koneiden kokonaisilmamäärät mitattiin kuumalanka-anturilla, TSI Velocicalc 9565P –monitoimimittarilla, jonka mittauksen tarkkuus on noin $\pm 3\%$ ja mittausvirhe noin $\pm 5\%$ mittauspaikasta riippuen.

Tilojen tulo- ja poistoilmavirrat mitattiin joko SwemaFlow 125 –huppumittarilla tai määritettiin päätelaitteen paine-eron perusteella, tuloilmalaitteen mittausyhteistä tai ns. mitauskourulla poistoilmaventtiileistä Pressovac PHM-V1 venttiilinsäätömittarilla. Huppumittarin mittauksen tarkkuus on pienillä ilmamäärillä ± 1 l/s ja paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään yleensä 20 % tarkkuuteen, mutta tarkkuus heikenee pienillä ilmamäärillä ja venttiililaitosten ollessa ääriasentoonsa säädettyinä.

Materiaalinäytteet mikrobianalyysi (viljely)

Materiaalinäytteiden elinkykyisten mikrobien pitoisuudet ja suvusto määritettiin STMa 545/2015 (asumisterveysasetus) mukaisella laimennossarjaviiljelyllä. Näytteenotto ja laboratorioanalyysi tehtiin Asumisterveysohjeen ja -oppaan (STM, 2003 ja Ympäristö ja terveys -lehti, 2009) ohjeistusten mukaisesti. Negatiivisen tuloksen (ei mikrobikasvustoa) antaneet näytteet suoramikroskoipoitiin viljelyn lisäksi materiaalityypin 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 xx pmy/g ja mittausepävarmuus homeille 5-6 %, bakteereille 19 % ja sädesienille 22 %. Analyysivastaus on liitteenä 2.

6 Piha-alueet

6.1 Havainnot

Rakennuspaikka on etelään viettävä loiva rinne. Rakennus on rinteessä siten, että maanpinta laskee rakennuksen suuntaisesti. Rakennuksen pohjoispäässä maanpinnan korkeus on noin 10...20 cm ja eteläpäädyssä noin 100...140 cm sokkelin yläpintaa alempana. Rakennuksen vierustoilla piha-alueen pintakerroksena on kolmella sivulla asfalttipäällystettyä ja pitkällä länsisivulla hienoa soraa.

Päällystetyillä alueilla pintavedet ohjataan piha-alueen kallistuksilla sadevesiviemäriin. Piha-alueen kallistuksissa on puutteita rakennuksen päädyissä, joissa maanpinta ei vietä rakennuksesta pois päin, vaan on tasainen. Sorapäällysteisellä länsiseinustalla pintavedet kerätään niskaojalla ja betonikouruilla rakennuksen suuntaisesti rakennuksen ohi ja ohjataan rakennuksen eteläpäässä sijaitsevaan sadevesikaivoon.

Rakennuksen kattovedet johdetaan syöksytoria pitkin alas ja johdetaan rännikaivojen tai pintakourujen kautta sadevesijärjestelmään. Rakennuksen ympärillä ei havaittu salaojien tarkastuskaivoja, eikä salaojituksista ole mainintaa lähtötietoaineistossa.

Seuraavissa valokuvin on esitetty piha-alueista tehtyjä havaintoja.



Kuva 2. Rakennus sijaitsee etelään viettävässä rinteessä. Piha-alueen päällysteenä rakennuksen seinustoilla on pääosin asfalttia.



Kuva 3. Länsisivulla rakennuksen vierustalla pintakerroksena on hienoa soraa. Rakennuksen seinustalla on betonikouru, joka ohjaa kattovedet sadevesikaivon suuntaan.



Kuvat 4a ja b. Rakennuksen pohjoispäässä sokkelin korkeus on noin 100...120 cm ja rakennuksen eteläpäässä noin 10...20 cm. Rakennuksen päissä maanpinta seinän vierustoilla on varsin tasainen.

6.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Piha-alueen vedenohjauksessa havaitut puutteet aiheuttavat jonkin verran kosteusrasitusta perustusrakenteille erityisesti rakennuksen pohjoispäässä ja osittain länsisivulla. Puutteista johtuen osa sade- ja sulamisvesistä kulkeutuu seinän vierustalle ja jopa suoraan ryömintätilaan maanpinnan tasolla olevien tuuletusluukkujen kautta. Lisäksi maaperän kosteus pääsee nousemaan perusmuuria pitkin kapillaarisesti ja altistaa alimmat hirret ja alapohjarakenteet kosteusrasitukselle. Rakennuksen eteläpäässä maanpinta on huomattavasti alempana ja puutteellisten kallistusten vaikutus kosteusrasitukseen on vähäisempi.

Suosittelimme parantamaan piha-alueiden pintavesien ohjausta rakennuksen pohjoispäässä viimeistään 10 vuoden kuluessa. Vedenohjauksen parantaminen edellyttää maanpinnan laskemista pengertämällä siten, että betonisokkelia jää näkyviin vähintään 40 cm ja tuuletusluukkujen alareunat jäävät vähintään 20 cm maanpinnan alapuolelle. Lisäksi maanpintaa tulisi muotoilla vähintään kaltevuuteen 1:20 kolmen metrin etäisyydelle rakennuksesta. Maatöiden yhteydessä suosittelemme rakentamaan salaojituksen perustusten kuivana pitämiseksi vähintään rakennuksen pohjoispäätyyn ja länsisivulle. Rakennuksen eteläpäässä maanpinnan muotoiluksi riittää maanpinnan nosto seinänvierustalla siten, että maanpinta viettää rakennuksesta pois päin.

7 Alapohja ja maanvastaiset rakenteet

7.1 Rakenteet

Rakennuksen 1. kerroksen alapohjana on tuulettuva puurakenteinen alapohja. Puurakenteisen alapohjan kantavia rakenteita ja lämmöneristeitä on osittain uusittu ja osittain alapohjaa on lisäeristetty alapuolelta. 1. kerroksessa lattiapäällysteenä on parketti, laminaatti tai muovimatto.

Rakennuksessa on pieni kellarikerros rakennuksen keskiosassa. Kellarikerroksen alapohjarakenne ja maanvastaiset seinät ovat lämmöneristämättömiä betonirakenteita. Kellarikerroksen seinä ja lattiapinnat ovat paljaalla betonipinnalla.

Rakennuksen perusmuurina on paikallavalettu betonisokkeli. Sokkelia ei ole lämmön- tai vedeneristetty.

Rakenteita selvitettiin lähtötiedoista, aistinvaraisin havainnoin sekä rakenneavauksista. Rakenneavausten paikat on esitetty liitteessä 1.

Alapohja

Tilaan 105 tehdyn rakenneavauksen (RAK2) perusteella osittain uusittu alapohjarakenne on ylhäältä alaspäin seuraava:

• laminaatti	9 mm
• alusmateriaali (Tuplex)	2 mm
• parketti	13 mm
• alusmateriaali (korkki)	2 mm
• lastulevy	12 mm
• harvalaudoitus K 200	35 mm
• puhallettava puukuitueriste + koolaus	~ 100 mm
• sahanpuru + kantava rakenne	~ 300 mm
• tervapaperi	
• aluslaudoitus	25 mm
• alapohjan tuuletustila	200...1200 mm

Tilaan 104 tehdyn rakenneavauksen (RAK3) perusteella kokonaan (täyttöineen ja välipohjakannattajineen) uusittu alapohjarakenne on ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

• parketti	13 mm
• alusmateriaali (korkki)	2 mm
• lastulevy	20 mm
• puhallettava puukuitueriste	~ 350 mm

- huokoinen puukuitulevy 15...25 mm
- harvalaudoitus 22 mm
- alapohjan tuuletustila 200...1200 mm

Kellarikerroksen alapohjarakenne porareiästä (RAK5) tarkasteltuna on:

- betoni 70... 100 mm
- hiekka

Kellarikerroksen maanvastaiset seinärakenteet ovat betoni- tai kevytbetonirakenteita. rakennetyyppejä ei tarkistettu rakenneavauksin.

Perusmuurin rakennetyyppi tuuletusluukun reunasta mitattuna

- betoni/ teräsbetoni ~ 280 mm
- ulkopinnassa roiskerappaus - paksuutta ei tarkastettu
- maali

7.2 Havainnot

Alapohjan lattiapäällysteet ovat pääosin hyväkuntoisia eikä lattiapäällysteissä havaittu näkyviä kosteusvaurioita. Lattiapäällysteitä on rakenneavausten perusteella uusittu luokkatiloissa ainakin 1-2 kertaa.

Alapohjan tuuletustilan korkeus on noin 200...1200 mm. Alapohjatilan tuuletus tapahtuu perusmuurin yläosassa olevien tuuletusluukkujen kautta. Rakennuksen pohjoispäässä tuuletusluukkujen alareuna on maanpinnan tasolla, muuten tuuletusluukut ovat riittävän korkealla maanpinnasta. Alapohjatilassa on runsaasti rakennusjätettä ja jonkin verran varastoituna rakennusmateriaalia ja kiinteistöhuollon työkoneita. Alapohjan tuuletustilan pohjalla oleva maa-aines oli pääosin multaa ja perusmaata. Tutkimuskäynnin aikaan alapohjan tuuletustilan pohjalla ei näkynyt lammikoitunutta vettä ja alapohjatilan pohja näytti kohtalaisen kuivalta

Alapohjan alkuperäiset aluslaudoitukset ovat pehmenneet laajoilta alueilta. Lahovaurioita havaittiin lähinnä aluslautojen yläpinnoilla ja näkyvä alapinta on normaalin näköinen. Paikoitellen aluslaudoitus on menettänyt lujuuttaan ja on taipunut alapohjatäytön painosta. Alapohjan kantavien puurakenteiden (alapohjakannattien) näkyvillä pinnoilla ei kuitenkaan havaittu silminnähtäviä vaurioita. Myöskään uusituissa aluslaudoissa ei havaittu vaurioita.

Alapohjan alkuperäisestä eristeestä otetuissa materiaalinäytteissä (3 kpl) todettiin laboratorioanalyysin mukaan epäily mikrobikasvusta. Uusitusta puukuitueristeestä otetussa näytteessä (1 kpl) ei todettu viitteitä mikrobikasvusta. Laboratorioanalyysistä vain yhdessä alapohjan materiaalinäytteessä havaittiin hieman mikrobikasvua, muilta osin näytteistä havaittiin suoramikroskooppinnissa elinkyvyttömiä mikrobien rihmastoja ja/tai itiöitä.

Luokkatiloissa lattia-seinäliittymissä ei ole materiaalikerrosta, joka estäisi ilmavirtaukset ryömintätilasta huonetilaan. Eteistiloissa lattian muovimatossa on ylösnosto, joka on nostettu seinälevytysten päälle. Alapohjan tekniikkaläpiviennit ovat myös avonaisia. Alapohjarakenne on kohtalaisen ilmatiivis keskiosiltaan

Kellarikerroksen maanvaraisen alapohjan ja maanvastaisten seinien betonirakenteet ovat pintakosteuskartoituksen perusteella kosteita ja maanvastaisissa seinissä havaittiin myös paikallisia suolakertymiä. Kellarikerroksen betonirakenteita vasten olevissa puurakenteissa kuten ikkuna- ja ovikarmeissa havaittiin paikallisia kosteusvaurioita. Kellarikerroksesta ei ole liitetty koneellisen ilmanvaihdon piiriin. Kellarikerroksen ilmanvaihtaukot oli tutkimushetkellä peitetty.

Havaintoja alapohjasta ja maanvastaisista seinistä on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 5. Ryömintätilan eteläpäässä ryömintätilaa käytetään osin varastotilana. Lisäksi ryömintätilan pohjalla on orgaanista materiaalia, kuten lehtiä. Ryömintätilassa havaittiin lievästi maakellarimaista hajua.



Kuvat 6a ja b. Rakennuksen pohjoispäässä alapohjarakenne on uusittu kokonaan (sekä kantavat rakenteet, että alapohjatyttö on uusittu). Uudet alapohjakannattajat on tehty kyllästetyistä vanhoista puhelinpylväistä. Uusitut rakenteet ovat aistinvaraisesti arvioituna hyväkuntoisia. Pohjoispäässä ryömintätila on matala ja ryömintätilan pohjalla on lehtiä ja muuta orgaanista jätettä.



Kuva 7. Rakennuksen eteläpäässä ja osittain länsisivulla alapohjarakennetta on lisäeristetty alapuolelta seinän vierustoilta.



Kuvat 8a ja b. Paikoin aluslaudoitus on pehmennyt yläpinnastaan ja taipunut alapohjätätön painosta.



Kuvat 9a ja b. Rakennuksen pohjoispäässä ja luoteiskulmalla tuuletusaukot ovat maanpinnan tasolla. Osa rakennuksen tuuletusaukoista on peitetty puisilla luukuilla. (ei kuvassa)



Kuva 10. Kellarin vierustalla on runsaasti rakennusjätettä ja vanha viemärin pää sekä viemäriperäistä jätettä (punainen ympyrä).



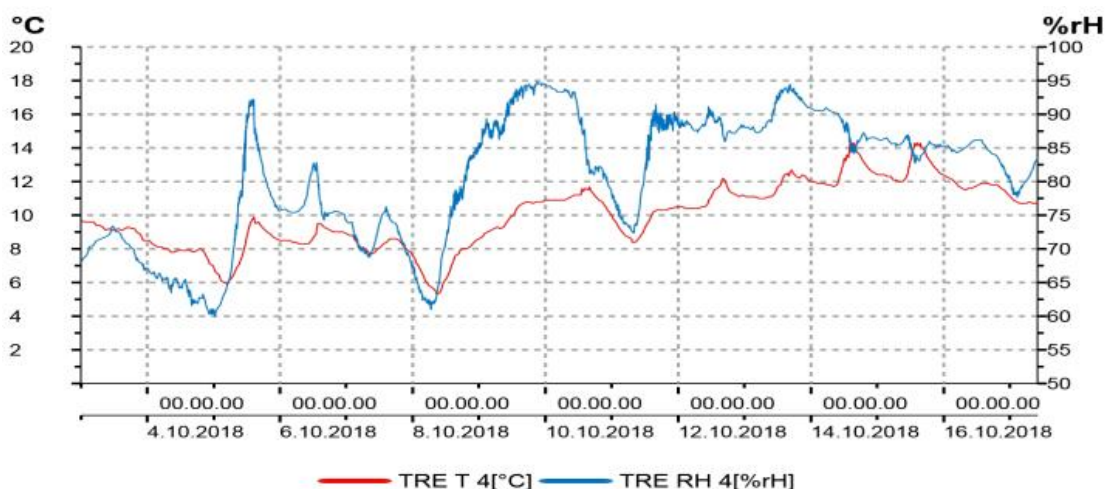
Kuva 11. Alapohjassa havaittiin talotekniikan läpivientejä. Aulatilassa 109 sijaitsevat sähköläpivientien (vasen kuva) ilmatiiveys on erittäin heikko. Viemäri­läpivientien il­ma­tiiveys on kohtalainen.

7.3 Kosteus- ja olosuhtemittaukset

Alapohjan puurakenteista mitattujen piikkimittausten mukaan aluslaudoituksen kosteuspitoisuudet olivat 17...23 paino-% ja kantavien puurakenteiden kosteuspitoisuudet noin 14...18 paino- %. Aluslaudoitus oli käsittelemätöntä sahapintaista puutavaraa ja alkuperäiset kantavat rakenteet ovat kuorittua ja suojakäsiteltyä tukkipuuta. Rakennuksen eteläpäässä, jossa alapohja on uusittu kokonaisuudessaan, alapohjakannattajina on käytetty kyllästettyjä vanhoja puhelin-/ valopylväitä.

Kellarikerroksen maanvaraisen alapohjan ja maanvastaisten seinien betonirakenteissa havaittiin reilusti muita alueita korkeampia pintakosteuden osoittimen lukemia. Maanvastaissa seinissä havaittiin myös paikallisia suolakertymiä.

Ryömintätilan lämpötila- ja suhteellista kosteutta mitattiin aikavälillä 3.10 – 17.10 tal­lentavalla mittalaitteella. Mittaustulokset on esitetty alla.



Kuvaaja 1. Ryömintätilan olosuhteet mittausjakson ajalta. Lämpötila on vaihdellut pää­osin välillä 6...14 °C ja suhteellinen kosteus pääosin välillä 70...90 % RH.

7.4 Materiaalinäytteet

Alapohjan eristekerroksesta otettiin neljä materiaalinäytettä (N2, N3, N4 ja N7) mikrobianalyysiä varten. Näytteet analysoitiin asumisterveysasetuksen mukaisesti laimennossarjaviijelyllä Mikrobioni Oy:n laboratorioissa.

Seuraavissa kuvissa on esitetty valokuvia materiaalinäytteistä ja näytteenottopaikoista.



Kuva 12. Ryömintätilan kautta otettiin näytteet N3 (RAK6) ja N4 (RAK7). Molemmat näytteet otettiin aluslaudoituksen ja tervapaperin yläpuolelta alapohjan eristekerroksen alaosaan. Näytteestä N4 ei ole valokuvaa. Analyysiraportin mukaan molemmissa näytteissä havaittiin epäily mikrobikasvusta.



Kuva 13. Alapohjaan tehdyistä molemmista rakenneavauksista otettiin myös materiaalinäyte. Näyte N2 (sahanpuru ja puukuitueriste) otettiin rakenneavauksesta RAK2. Näytteenottokohdalla painunutta eristettä oli täydennetty puukuitueristeellä. Näytteessä N2 on analyysiraportin mukaan epäily mikrobikasvusta. Näyte N7 (puukuitueriste) otettiin rakenneavauksesta RAK3 alueelta, jossa alapohjarakenne on uusittu kokonaan. Näytteessä N7 ei havaittu mikrobikasvua. Alapohjan ilmatiiveys on aistinvaraisten havaintojen perusteella heikko reuna-alueilta. Rakenneavauksista aistittiin lievästi ummehtunut haju.

Materiaalinäytteiden näytteenottopaikat on esitetty liitteessä 1 ja laboratorioanalyysien tulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 2.

- N2, epäily mikrobikasvusta materiaalissa. homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus, mutta mikroskoipoitaessa rihmastoja ja itiöitä
- N3, epäily mikrobikasvusta materiaalissa. homepitoisuus yli 5000 pmy/g ja indikaattorimikrobia, pieni bakteeripitoisuus
- N4, epäily mikrobikasvusta materiaalissa, homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus, mutta mikroskoipoitaessa rihmastoja
- N7, ei mikrobikasvua materiaalissa, home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan

7.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Alapohjarakenteen aluslaudoituksen laho- ja hyönteisvaurioiden syntyminen on edellyttänyt pitkäkestoista korkeaa kosteusrasitusta jossain vaiheessa rakennuksen elinkaarta. Puurakenteisen tuulettuvan alapohjarakenteen kosteustekniseen toimivuuteen vaikuttaa pääasiassa ryömintätilan lämpö- ja kosteusolosuhteet, joihin vaikuttaa ryömintätilan tuulettuvuus, maaperän kosteustuotto ja alapohjan lämmöneristävyyden. Aluslaudoituksesta mitatut puun piikkimittaustulokset ja ryömintätilan olosuhdemittaukset viittaavat siihen, että ryömintätilan olosuhteet ovat edelleen ainakin ajoittain mikrobikasvulle otolliset, vaikka otetuista näytteistä ei juuri havaittu mikrobikasvua. Aistinvaraisten havaintojen mukaan tuulettuvuus on riittävällä tasolla ja maaperän kosteustuotto ei ole kovin korkea. On mahdollista, että aluslaudoituksen vauriot ovat syntyneet aiemmin (esimerkiksi puutteellisen tuulettuvuuden tai sadevesijärjestelmän seurauksena).

Ryömintätilan maaperässä on aina mikrobikasvulle otolliset olosuhteet ja vähintään ajoittaista mikrobikasvua. Rakennusjätteet, orgaaniset jätteet ja ryömintätilassa varastoidut tavarat maaperää vasten toimivat mikrobikasvun alustana ja voivat lisätä merkittävästi mikrobikasvun määrää. Suosittelemme kiireellisenä toimenpiteenä puhdistamaan ryömintätilan kaikista rakennusjätteistä ja ylimääräisestä orgaanisesta aineksesta.

Alapohjarakenteen ilmastuotokohdista kautta alapohjan ja ryömintätilan epäpuhtaudet ja hajut voivat kulkeutua sisäilmaan heikentäen sisäilman laatua. Suosittelemme alapohjarakenteen peruskorjausta viimeistään 3 vuoden kuluessa. Peruskorjauksessa tulee uusien aluslaudoitukset ja eristeet niiltä osin kuin niitä ei ole vielä uusittu sekä parantaa alapohjarakenteen ilmatiiveyttä koko alapohjan alalla. Korjaustyö edellyttää detaljitason korjaussuunnittelua. Ennen korjaustöitä suosittelemme seuraamaan ryömintätilan lämpö- ja kosteusolosuhteita pidempikestoilla (vuoden ympäri kestäväillä) seurantamittauksilla korjaussuunnittelun lähtötiedoksi.

Kellarikerroksen maanvastaiset pinnoittamattomat betonirakeet itsessään kestävät korkeaa ja pitkäkestoista kosteusrasitusta. Betonirakenteet ovat kosketuksissa kosteusvaurioherkkiin puurakenteisiin esimerkiksi ovi- ja ikkunakarmeissa, joissa havaittiin paikallisia lahovaurioita. Lisäksi betonirakenteiden pinnalle kerääntyvä pöly toimii kasvualustana mikrobikasvulle. Kellarikerros ei tutkimushetkellä ollut käytössä. Kellarikerroksen epäpuhtaudet kulkeutuvat kuitenkin porrashuoneen kautta 1.kerrokseen. Suosittelemme kiireellisenä toimenpiteenä parantamaan kellarikerroksen porrashuoneeseen johtavan oven ilmatiiveyttä esimerkiksi ovitiivisteiden avulla.

8 Välipohja

Rakennuksessa on kolme kerrosta ja kaksi välipohjaa. Kellarikerroksen ja 2. kerroksen pinta-alat ovat pieniä ja niiden kohdalla olevien välipohjien yhteenlaskettu pinta-ala on vain noin 60 m².

Alemman välipohjan lattianpäällysteenä on muovimatto ja ylemmän välipohjan lattianpäällysteenä on muovimatto ja laminaattia. Välipohjien rakennekerrokset selvitettiin rakenneavauksista RAK1 ja RAK4.

8.1 Rakenteet

Välipohja kellarikerroksen ja ensimmäisen kerroksen välillä

Aulatilaan 112 tehdyn rakenneavauksen (RAK4) mukaan välipohjarakenne on ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- lastulevy 25 mm
- puhallettu puukuitueriste 210 mm
- huokoinen puukuitulevy 15 mm
- harvalauta 22 mm
- ilmaväli 220 mm
- betoni paksuutta ei mitattu

Tilaan 205 tehdyn rakenneavauksen (RAK1) mukaan välipohjarakenne on ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- laminaatti 9 mm
- alusmateriaali (Tuplex) 2 mm
- muovimatto 2 mm
- lastulevy 12 mm
- muovimatto 2 mm
- tasoite 0...5 mm
- ponttilautalattia 28 mm
- sahanpuru/kantavat rakenteet 100 mm
- tervapaperi
- lauta
- sisäkattolevy/huokoinen puukuitulevy tai kipsilevy

8.2 Havainnot

Välipohjan ilmatiiveys on heikko erityisesti rakenneliittymien ja läpivientien kohdalta. Ylemmän välipohjan välipohjatäyttönä olevasta kutterilastusta havaittiin laboratorioanalyysin mukaan epäily mikrobikasvusta.

Välipohjarakenteista tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa.



Kuvat 14a ja b. Valokuvat välipohjiin tehdyistä rakenneavauksista. RAK 1 (vasen kuva) tehtiin ylemmään välipohjaan tilan 205 lattiaan. Välipohjatäyttönä on sahanpurua ja kutterilastua. Avauksesta ei havaittu poikkeavaa hajua. Kutterilastusta otetussa materiaalinäytteessä havaittiin epäily mikrobikasvusta. RAK4 (oikea kuva) tehtiin alempaan välipohjaan tilan 112 lattiaan. Tutkimushetkellä avauksesta kävi voimakas ilmavirtaus sisäilmaan päin. Avauksesta ei havaittu poikkeavaa hajua. Välipohjatäyttönä on puukuitueriste.

8.3 Materiaalinäytteet

Välipohjan täyttökerroksesta rakenneavauksesta (RAK1) otettiin yksi materiaalinäyte (N1) mikrobianalyysiä varten. Näyte analysoitiin asumisterveysasetuksen mukaisesti laimennossarjajäljellä Mikrobioni Oy:n laboratoriossa.

Materiaalinäytteiden näytteenottopaikat on esitetty liitteessä 1 ja laboratorioanalyysien tulokset ovat kokonaisuudessaan liitteessä 2.

- N1, epäily mikrobikasvusta materiaalista. homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus, mutta mikroskoipoitaessa rihmastoa

Valokuva näytteenottopaikasta on esitetty kuvassa (Kuvat 14).

8.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Välipohjan epätiiviot läpiviennit ja rakenneliittymät mahdollistavat ilmavuodot kerrosten välillä ja välipohjan täyttökerroksesta huoneilmaan. Aistinvaraisesti rakenneavauksesta arvioituna välipohjaeristeet olivat tutkimushetkellä kuivia, eivätkä viittaa aktiiviseen / edelleen kehittyvään kosteusvaurioon. On epätodennäköistä, että välipohjan olosuhteet olisivat olleet laaja-alaiselle mikrobikasvulle otolliset rakennuksen käytön aikana, joten ylemmän välipohjan mikrobianalyysissä havaitut rihmastot ja itiöt ovat syntyneet mahdollisesti jo materiaalin säilytyksestä ennen rakennusvaihetta. On myös tyypillistä, että orgaanisessa täyttömateriaalissa on luonnostaan jonkun verran mikrobeja. Paikalliset vauriot esimerkiksi siivousvesistä, putkivuodoista tai pesuallaiden ympäristöstä ovat toki mahdollisia.

Vanhasta mikrobikasvustosta saattaa ajoittain irrota rihmaston kappaleita tai itiöitä, jotka voivat kulkeutua ilmavirtausten mukana sisätiloihin mahdollisten ilmavuotoreittien kautta heikentäen jossain määrin sisäilman laatua. Välipohjatäyttöjen vaikutus sisäilman laatuun on todennäköisesti kohtalaisen vähäinen.

Välipohjien osalta suosittelemme ylemmän välipohjan täyttökerroksen uusimista ja molempien välipohjien ilmatiiveyden parantamista viimeistään seuraavan peruskorjauksen tai kyseiseen rakennusosaan kohdistuvan korjaus- tai muutostöiden yhteydessä. Alemman välipohjan osalta suosittelemme lisäksi viipymättä parantamaan patteriputken läpiviennin ilmatiiveyttä aulatilassa.

9 Ulkoseinät, sokkelit ja ikkunat

9.1 Rakenteet

Sokkelit ovat betonirakenteisia, ulkoseinät hirsirakenteisia ja sisäpuolelta osin lisälämmöneristettyjä ja ulkopuolelta lautaverhottuja. Ikkunat ovat todennäköisesti alkuperäisiä, joihin on uusittu sisäpuite lämpölasilliseksi.

Ulkoseinien rakennekerrokset ovat 1. kerroksessa sisältä ulospäin ryömintätilasta ja sisäpuolelle lisälämmöneristykseen tehtyjen rakenneavausten (RAK2 ja RAK3) perusteella seuraavat:

- kipsilevy 13 mm
- puukuitueriste (märkäpuhallettu)
/ koolaus 45 mm
- pinkopahvi + tervapaperi
- hirsirunko ~ 190 mm
- tuulensuojapaperi/tervapaperi
- ulkoverhouslauta

Yläkerran tiloissa ulkoseinärakenne on rakenneavauksesta RAK1 tarkasteluna muuten vastaava kuin yllä lueteltu, mutta sisäpuolella ei ole lisälämmöneristettä vaan pinkopahvin päällä on alumiinipintainen paperi ja huokoinen puukuitulevy.

9.2 Havainnot

Julkisivuille, sisältäen ulkoverhouksen, ikkunat ja ovet sekä sokkelit, on tehty huolto- maalaus ja paikallisia puuosakorjauksia vuonna 2012. Rakennuksen julkisivujen yleiskunto on siisti.

Perusmuurissa havaittiin useita halkeamia eri puolilla rakennusta. Halkeamat ovat pääosin tuuletusaukkojen kohdilla, mutta yksittäisiä halkeamia on myös muilla alueilla.

Ulkoseinien sisäpinnat ovat pääosin hyväkuntoisia eikä niissä havaittu puutteita.

Seuraavissa valokuvissa on esitetty havaintoja julkisivuista ja ulkoseinistä.



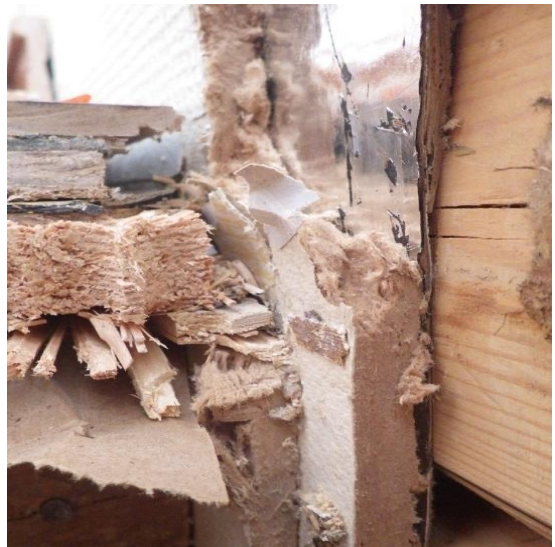
Kuvat 15a ja b. Julkisivut ovat yleisilmeeltään hyväkuntoisia.



Kuvat 16a ja b. Sokkeleissa havaittiin runsaasti halkeamia. Pääosa halkeamista on tuuletusaukkojen kohdalla (a), mutta yksittäisiä halkeamia havaittiin myös muualla (b).



Kuvat 17a ja b. Ikkunat ja ikkunapellitykset ovat ulkopuolelta hyväkuntoiset. Sisäpuite on uusittu lämpölasilliseen. Ikkunakarmin ja apukarmin väli on tilkitty pellavaeristeellä. Tilkemateriaalissa havaittiin kyseiselle materiaalille ominainen haju/tuoksu. Tutkimus-
hetkellä tilkeraosta ei havaittu merkittävää ilmavirtausta.



Kuvat 18a ja b. Alakerran ulkoseinissä on hirren sisäpuolinen lisäeristys, joka on toteutettu märkäpuhalletulla puukuitueristeellä. Seinän eristetilä on ilmayhteydessä alapohjan täyttökerrokseen. Lisäeristeessä ei havaittu poikkeavaa hajua tai muita vaurioita. Valokuva on otettu vp-us rakenneliittymään tehdystä avauksesta RAK4 (vasen kuva). Yläkerrassa hirren sisäpinnalla on alumiinipintainen paperi ja puukuitulevy. Valokuva on otettu vp-us rakenneliittymään tehdystä avauksesta RAK 1 (oikea kuva).

9.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinien sisäpuolelle tehty lisäeristys heikentää hieman hirsirungon lämpö- ja kosteusteknisiä olosuhteita, mutta melko ohuesta lämmöneristyskerroksesta johtuen, rakenteen voidaan edelleen olettaa toimivan kosteusteknisesti turvallisesti.

Sokkeleissa havaitut halkeamat johtuvat todennäköisesti perustusten painumisesta tai routimisesta. Rakentamisaikakaudelle tyypillinen heikkolujuuksinen betoni ja niukka rauditus edesauttavat halkeamien syntyä. Halkeamat mahdollistavat veden imeyty-

misen betoniin halkeamien kautta ja nopeuttavat sokkelin rapautumista. Halkeamat eivät kuitenkaan nykytilanteessa vaaranna rakennuksen kantavuutta eikä toimivuutta. Suosittelemme injektoimaan halkeamat umpeen ulkopuolelta viimeistään seuraavan sokkelin huoltomaalauksen yhteydessä.

Julkisivuissa, ikkunoissa tai ovissa ei havaittu muita sisäilman laatuun tai rakenteiden kosteustekniseen toimintaan mahdollisesti vaikuttavia puutteita, jotka edellyttäisivät toimenpiteitä.

10 Yläpohja ja vesikatto

10.1 Rakenteet

Rakennuksen yläpohjan kantavat rakenteet ovat puurakenteisia paikalla rakennettuja palkki- ja ristikkorakenteita. Yläpohjan lämmöneristeenä on pääosin sahanpuru tai turve ja osin mineraalivilla. Kattomuotona on jyrkkä harjakate, vesikatteenä on tiilikate ja aluskatteena bitumikermi. Yläpohjassa on korkea tuuletustila/(ullakko).

Yläpohjarakenne on tuuletustilasta tarkasteltuna ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- tiilikate
- ruoteet 50 mm
- pystykoolaus 20...50 mm
- bitumihuopa
- aluslaudoitus 20...28 mm
- tuuletus-/ ullakkotila
- yläpohjan kantavat rakenteet/
eriste (sahanpuru/mineraalivilla/
kutterinlastu/puhallusvilla) 200...500 mm
- avausta ei jatkettu

2.kerroksen yläpuolisella osalla ullakkotila on matalampi ja yläpohjan lämmöneristeenä on puhallusvillaa ja osin mineraalivillaa. Lämmöneristeen ja vesikaton väli on kuitenkin tarkistettavissa.

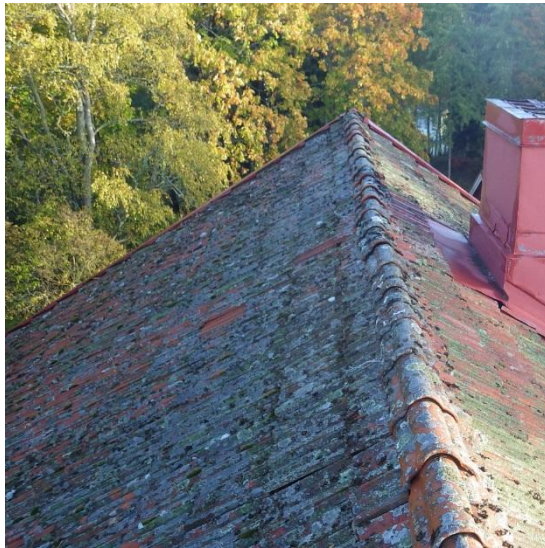
10.2 Havainnot

Vesikate on voimakkaasti sammaloitunut ja katteessa havaittiin puuttuvia ja rikkoontuneita tiiliä. Aluskatteena toimivaa bitumihuopaa ei päästy tarkastamaan aistinvaraisesti. Lähtötietojen mukaan vesikatossa on havaittu merkittäviä vesivuotoja lähivuotina ja vesikatetta on korjattu paikallisesti. Vesikaton kulkusilloissa havaittiin puutteita.

Ullakkotilassa ei ole tuuletusaukkoja tai -rakoja vaan tila tuulettavuus perustuu rakenteiden läpi tapahtuviin ilmavirtauksiin. Ullakkotilassa havaittiin lievää tunkkaista hajua. Ullakkotilan puurakenteissa tai eristeissä ei tutkimushetkellä havaittu merkittäviä vuotojälkiä tai aktiivisia vesivuotoja. Ullakkotilan mitattujen (n. 15 mittauspistettä) puurakenteiden kosteuspitoisuudet olivat 12...16 paino-%.

Yläpohjan lämmöneristyksissä havaittiin puutteita. Lämmöneristys on heikko IV-läpivientien ympäriltä, joissa lämmöneristys on poistettu läpiviennin tekoa varten, mutta lämmöneristettä ei ole asennettu takaisin IV-kanavien ympärille. Rakennuksen eteläosassa on myös alueita, joissa yläpohjan lämmöneristävyys on muita alueita vähäisempi (200 mm mineraalivillaa).

Seuraavissa valokuviissa on esitetty havaintoja yläpohjarakenteista.



Kuvat 19a ja b. Vesikate on voimakkaasti sammaloitunut (molemmat kuvat).



Kuvat 20a ja b. Kattotiiliä on monin paikoin särkynyt, erityisesti alueilta, joita on käytetty kulkemiseen. Vesikatolle ei ole kulkusiltoja, lapetikkaita lukuun ottamatta.



Kuva 21. Jäipellityksissä on paikoin puutteita ja harjalta puuttui tiiliä. Jäirikouruissa oli tutkimushetkellä tiilenpalasia.



Kuva 22. Räystäskouruissa havaittiin roskaa



Kuva 23. Ullakko- /tuuletustila on tilava. Tilaan on varastoitu irtaimistoa. Ullakkotilassa havaittiin lievästi ummehtunut haju.



Kuvat 24a ja b. Ullakkotilaa ei ole tuuletettu räystäältä (vasen kuva), päätykolmiosta (oikea kuva) tai harjalta (ei kuvaa). Päätykolmiossa näkyvät säleiköt ovat ilmanvaihdon raitis- ja jäteilmasäleikköjä.



Kuva 25. Lämmöneristävyys on heikko IV-läpivientien ympäriltä.

10.3 Materiaalinäytteet

Yläpohjan eristekerroksesta otettiin kaksi materiaalinäytettä (N5, N6) mikrobianalyysiä varten. Näytteet analysoitiin asumisterveysasetuksen mukaisesti laimennossarjaviljelyllä Mikrobioni Oy:n laboratoriossa.

Materiaalinäytteiden näytteenottopaikat on esitetty liitteessä 1 ja laboratorioanalyysien tulosraportti on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1.

- N5, epäily mikrobikasvusta materiaalissa. homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus, mutta mikroskoipoitaessa rihmastoja ja itiöitä
- N6, epäily mikrobikasvusta materiaalissa, homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus, mutta mikroskoipoitaessa rihmastoja

Seuraavissa kuvissa on esitetty valokuvia materiaalinäytteistä ja näytteenottopaikoista.



Kuva 26. Yläpohjan eristeestä otettiin näytteet N5 ja N6. Molemmat näytteet otettiin ullakkotilasta käsin alueelta, jossa oli alkuperäistä sahanpurueristettä. Analyysiraportin mukaan molemmissa näytteissä havaittiin epäily mikrobikasvusta. Eristeestä havaittiin näytteenottokohdalla kyseiselle eristemateriaalille tyypillinen lievästi tunkkainen haju.

10.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Vesikatteena toimiva tiilikate on erittäin huonokuntoinen ja myös aluskatteena toimivan bitumikermien tekninen käyttöikä on umpeutunut. Vesikaton heikko kunto aiheuttaa merkittävän riskin yläpohjan vesivuodoille.

Yläpohjan epätiiviot läpiviennit ja rakenneliittymät mahdollistavat ilmavuodot ullakolta ja yläpohjan täyttökerroksesta huoneilmaan. Aistinvaraisesti arvioituna yläpohjaeristeet olivat tutkimushetkellä kuivia, eivätkä viittaa aktiiviseen / edelleen kehittyvään kosteusvaurioon. On epätodennäköistä, että yläpohjan olosuhteet olisivat olleet laaja-alaiselle mikrobikasvulle otolliset rakennuksen käytön aikana, joten yläpohjan eristeessä mikrobianalyyseissä havaitut rihmastot ja itiöt ovat syntyneet mahdollisesti jo materiaalin säilytyksestä ennen rakennusvaihetta. On myös tyypillistä, että orgaanisessa täyttömateriaalissa on luonnostaan jonkun verran mikrobeja. On mahdollista, että vesikaton heikosta kunnosta johtuen yläpohjassa on myös piileviä paikallisia vaurioita tai, että ullakotilan heikko tuulettuvuus voi tietyillä sääolosuhteilla heikentää ullakotilan olosuhteita siten, että ullakotilaan aiheutuu mikrobikasvulle otolliset kasvuolosuhteet.

Vanhasta mikrobikasvustosta saattaa ajoittain irrota rihmaston kappaleita tai itiöitä, jotka voivat kulkeutua ilmapvirtausten mukana sisätiloihin ilmapuotoreittien kautta heikentäen jossain määrin sisäilman laatua. Yläpohjaeristeiden vaikutus sisäilman laatuun voi olla kohtalainen.

Suosittelomme kiireellisenä toimenpiteenä vesikaton ja kattoturvatuotteiden uusimista. Vesikaton uusimisen yhteydessä on suositeltavaa parantaa myös ullakotilan tuulettuvuutta, yläpohjan ilmatiivyyttä ja lämmöneristävyyttä sekä tarvittaessa uusia yläpohjaeristeet paremmin lämpöä eristäviin sekä kosteusteknisesti varmatoimisempiin lämmöneristeisiin. Vesikattoon ja yläpohjaan kohdistuvat korjaustoimenpiteet edellyttävät erillistä korjaussuunnitelmaa.

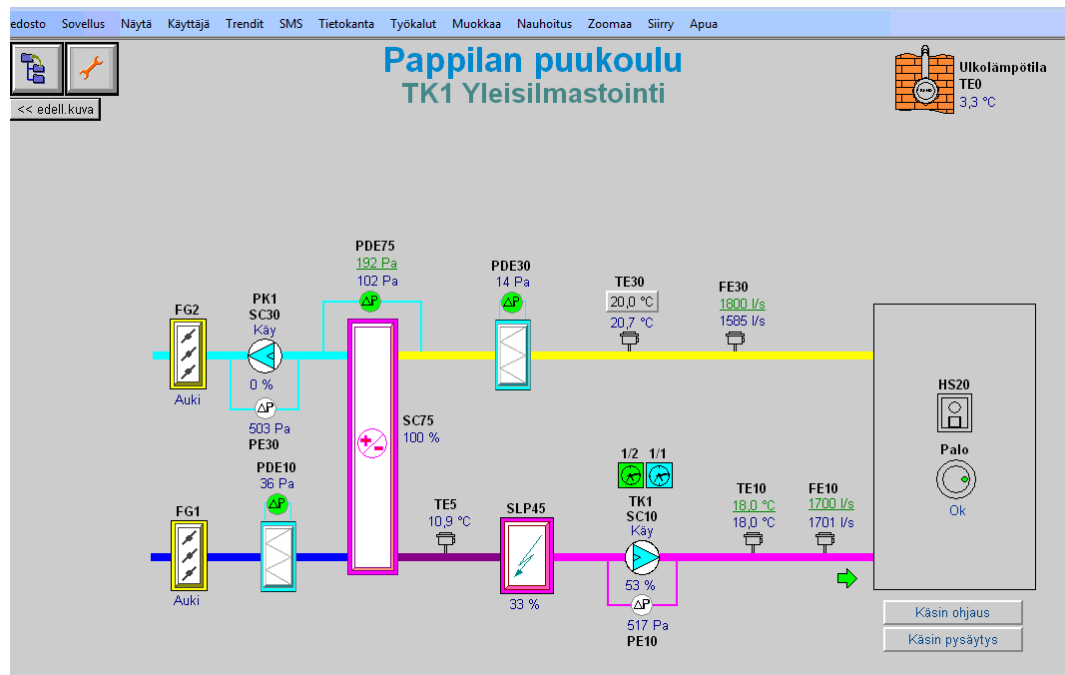
11 Ilmanvaihto ja sisäilma

11.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

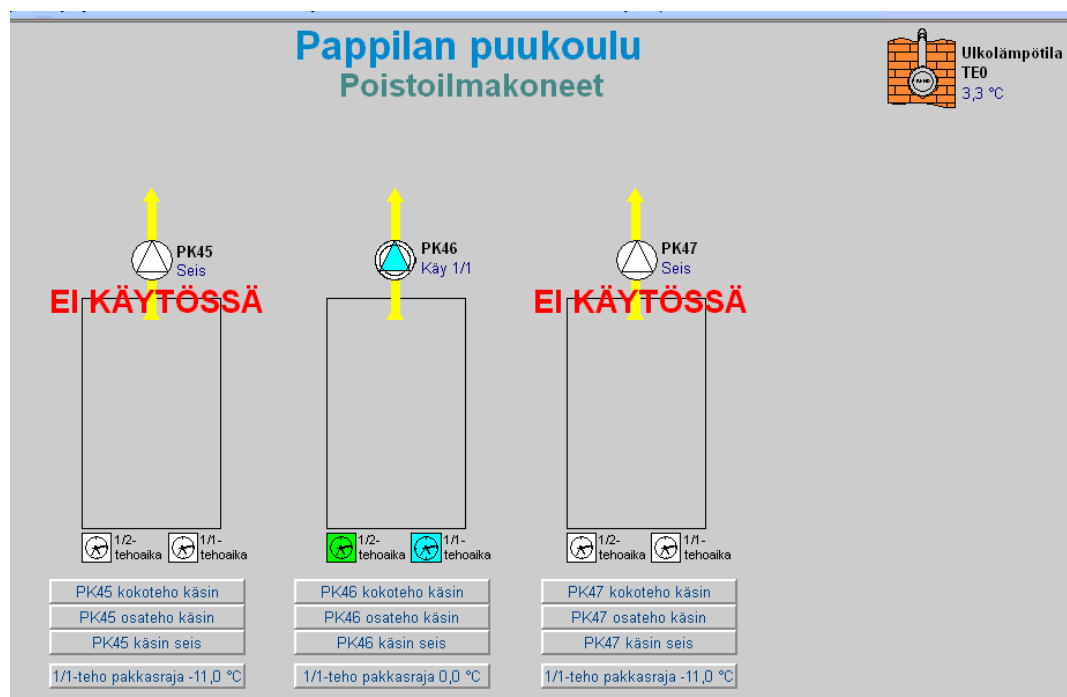
Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Rakennusta palvelee yksi tulo- ja poistoilmanvaihtokone sekä erillinen huippuimuri, joka palvelee wc-tiloja ja siivouskomeroa.

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on saneerattu vuonna 2009, jonka yhteydessä ilmanvaihtojärjestelmä muutettiin koneellisesta poistoilmanvaihdosta koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihdoksi. Suunnitelmien mukaan ilmanvaihtokanavisto ja päätelaitteet on pääosin uusittu saneerauksen yhteydessä, lukuun ottamatta erillispoistopuhaltimen kanavistoa. Viimeisimmät mittaus- ja säätötyöt on käytössä olevien dokumenttien perusteella tehty syyskuussa 2009 (Mittauspöytäkirja, Ilmastointihuolto Nok-Air Oy, 3.9.2009)

Ilmanvaihtoa ohjataan Trend-rakennusautomaatiojärjestelmällä. Ilmanvaihdon teho ohjautuu aikaohjelman mukaisesti. Arkisin klo 6.00-18.00 ilmanvaihtokoneet käyvät tehostetusti, ja muun ajan osateholla. Alla olevissa kuvissa (Kuva 27 ja Kuva 28) on esitetty rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ja ilmanvaihtokoneen komponentit rakennusautomaatiojärjestelmän valvomografiikoiden avulla.



Kuva 27. TK1 Valvontagrafiikka.



Kuva 28. Erillispoistojen valvontagrafiikka. Ilmanvaihtosaneerauksen yhteydessä poistopuhaltimet PK45 & PK47 on poistettu käytöstä.

11.2 Ilmanvaihtokoneet

TK1 / TK1 PK1

Palvelualue: Yleisilmastointi, luokkatilat ja käytävät

Ilmamäärät: +675 l/s, -620 l/s (v.2009 iv-suunnitelmat)

Tulo- ja poistoilmanvaihtokone TK1 sijaitsee 1.kerroksessa iv-konehuoneessa/opetusvälinevarastossa. Ilmanvaihtokone on Enervent Oy:n valmistama RSA-20 vuodelta 2009. Koneita ohjataan taajuusmuuttajin, keskitetyn rakennusautomaatiojärjestelmän avulla.

Tuloilmakone on varustettu pussisuodattimilla, pyörivällä LTO-kennolla, sähköisellä jälkilämmityspatterilla sekä puhaltimella. Raitisilmakanavan sulkupelti sijaitsee samassa tilassa, koneen ulkopuolella. Tuloilmakanavan äänenvaimennin sijaitsee ullakolla. Poistoilmakone on varustettu pussisuodattimilla, pyörivällä LTO-kennolla sekä puhaltimella. Poistoilmakanavan äänenvaimennin sekä jäteilmakanavan sulkupelti sijaitsevat ullakolla. Sulkupeltejä ohjaavat Belimon peltimoottorit.

Ilmanvaihtokoneen huoltoluukun saumat oli tarkastusajankohtana teipattu ja koneesta havaittiin selkeää ilmapuuttoa. Ilmanvaihtokone sammutettiin tarkastusta varten. Tarkastuksen jälkeen kone käynnistettiin uudelleen ja havaittiin, että raitisilmapelti avautui vain n. 15 % vaaditusta. Raitisilmapelti täytyi auttaa käsin kyseisen kohdan yli, jonka jälkeen sen aukeaminen jatkui normaalisti. Kokonaisilmamäärämittausten yhteydessä havaittiin, että myös jäteilmapelti oli jumiutunut n. 15 % asentoon. Myös jäteilmapelti avattiin tämän jälkeen manuaalisesti.

Tarkastushetkellä ilmanvaihtokone kävi täydellä teholla. Valvomografiikan mukaan tavoiteltavat ilmamäärät ovat täyden tehon aikaan +1700 l/s ja -1800 l/s, kun suunnitelmien perusteella ilmamäärien tulisi olla +675 l/s ja -620 l/s. Ilmanvaihtokoneen kokonaisilmamäärät mitattiin 17.10.2018 ja 19.10.2018. Mittausten tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 1). Ennen jäteilmapellissä olleen vian huomaamista poistoilmavirta kanavasta mitattuna oli vain n. 160 l/s.

Taulukko 1. TK1 Kokonaisilmamäärämittaukset 17.10.2018 ja 19.10.2018.

TILA	TULOILMA (l/s)				POISTOILMA (l/s)			
	SUUN.(v.-09)	MIT. (17.10.18)	MIT. (19.10.18)	ERO (%)	SUUN.(v.-09)	MIT. (17.10.18)	MIT. (19.10.18)	ERO (%)
TK1	675	475	499	-28 %	-620	-382	-367	-40 %

Ilmanvaihtokoneesta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa (Kuva 29...Kuva 36).



Kuva 29. Yleiskuva ilmanvaihtokoneesta TK1. Luukkuja on yritetty tiivistää teippaamalla.



Kuva 30. TK1 sisältä. Tuloilmasuodatin on revennyt



Kuva 31. Raitisilmakanava ennen tuloilmasuodatinta on likainen.



Kuva 32 a ja b. Tulo- ja poistoilmasuodattimet ovat luokkaa EU7.



Kuva 33. Poistoilmasuodattimen suodatinkehyyksen tiiviste on rikki.



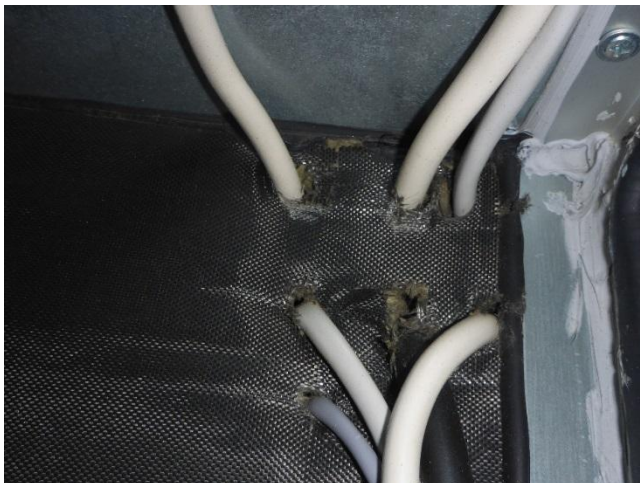
Kuva 34. LTO-kennon kammiossa ja kehikon pinnalla on kosteuden aiheuttamia jälkiä. Lämmöntalteenottokenno on hyväkuntoinen.



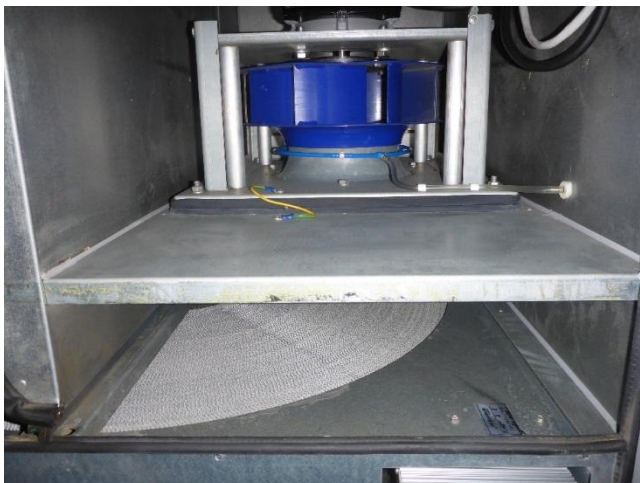
Kuva 35. LTO-kennon moottorin päällä on paljon pölyä ym. likaa.



Kuva 36 a ja b. Tuloilmakammiossa on jonkin verran likaa.



Kuva 37. Koneen sisällä olevien kaapelien läpiviennit rikkovat kuitukankaan ja mineraalivillaeriste on näkyvissä.



Kuva 38. Poistoilmapuhaltimen peitelevyn ja huoltoluukun välistä on irronnut tiiviste.



Kuva 39. Mittausyhteitä, jotka eivät ole käytöstä. Kahdesta yhteestä puuttuu tulppa.

TK1, toimenpide-ehdotukset

- Suodattimien vaihto kiireellisesti (tuloilmasuodatin on revennyt)
- Raitis- ja jäteilmapeltien korjaus
- Sähköläpivientien tiivistäminen
- Huoltoluukkujen tiivisteiden korjaaminen
- Suodatinkehysten tiivisteiden uusiminen suodatinvaihdon yhteydessä
- Koneen sisäosien puhdistus seuraavan suodatinvaihdon yhteydessä
- Mittausyhteiden puuttuvien tulppien lisääminen

PK46

Palvelualue: WC:t ja siivouskomero. Pohjakuvissa tilat 107, 108, 114, 115 & 204

Ilmamäärä: -80 l/s (v.2009 suunnitelmien mukaan)

Poistopuhallin PK46 sijaitsee vesikatolla. Silmämääräisen arvion mukaan poistopuhallin on 1990-luvun alun ilmanvaihtosaneerauksen aikainen. Poistopuhallinta ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän avulla aikaohjelman mukaisesti. Poistopuhallin käy aikaohjelman mukaan tehostetusti arkisin klo 6.00-18.00 ja muun ajan osateholla.



Kuva 40. Erillispoisto PK46 vesikatolla.

11.3 Ilmamäärämittaukset

Tilakohtaiset ilmamäärämittaukset suoritettiin tiloihin, joissa tehtiin sisäilmaolosuhteiden seurantamittauksia, sekä pistokoeluentoisesti tutkimusalueen muihin tiloihin. Tehtyjen ilmamäärämittausten tulokset on esitetty taulukossa 1. Sinisellä on maalattu viimeisimmän mittauksen (19.10.2018) tulokset, jotka poikkeavat yli tilakohtaisesti sallitun $\pm 20\%$.

Taulukko 2. Ilmamäärämittausten 9.10.2018 ja 19.10.2018 tulokset. Suunnitellut ilmamäärät on otettu ilmanvaihtosuunnitelmista (AIRIX Talotekniikka, 2009).

TILA	TULOILMA (l/s)				POISTOILMA (l/s)				
	SUUN.(v.-09)	MIT. (9.10.18)	MIT.(19.10.18)	ERO (%)	SUUN.(v.-09)	MIT. (9.10.18)	MIT.(17.10.18)	MIT.(19.10.18)	ERO (%)
LUOKKA 104	170	120	118,8	-30 %	-170	-43		-88,2	-48 %
AULA 112	50	24,5	19,2	-62 %	-20	-9,7	-19,7	-19,4	-3 %
LUOKKA 101	180	140	119,6	-34 %	-180	-47	-113,1	-97,3	-46 %
KIRJASTO/TERVEYDENHUOLTO	30	20,2	17,2	-43 %	-30	-8,5		-19,3	-36 %
VAR/WC 204					-10	-50	-19,1	-19,2	92 %
WC 107					-20	-22,8	-22,5	-21,5	8 %
WC 114					-20	-20,8	-21,9	-23,8	19 %
SK 108					-10			-11,9	19 %
WC 115					-20			-21,8	9 %

11.4 Kanavistot ja ilmanjako

Ilmanvaihtokanavistot ovat sinkittyjä peltikanavia. Kanavistot kulkevat eristettyinä ullakolla. Luokkahuoneissa tuloilmanjako on toteutettu kattosuutinhajottajilla. Muualla rakennuksessa ilmanjako on toteutettu pyöreillä seinä- tai kattoventtiileillä.



Kuva 41. Luokkahuoneen tuloilman kattohajottajat.



Kuva 42. Poistoventtiilit ovat pääosin kartioventtiilejä.

Kanaviston puhtautta tarkasteltiin pistokoemaisesti muutaman päätelaitteen kautta (Kuva 43). Etenkin poistoilmakanavassa oli melko runsaasti pölyä.

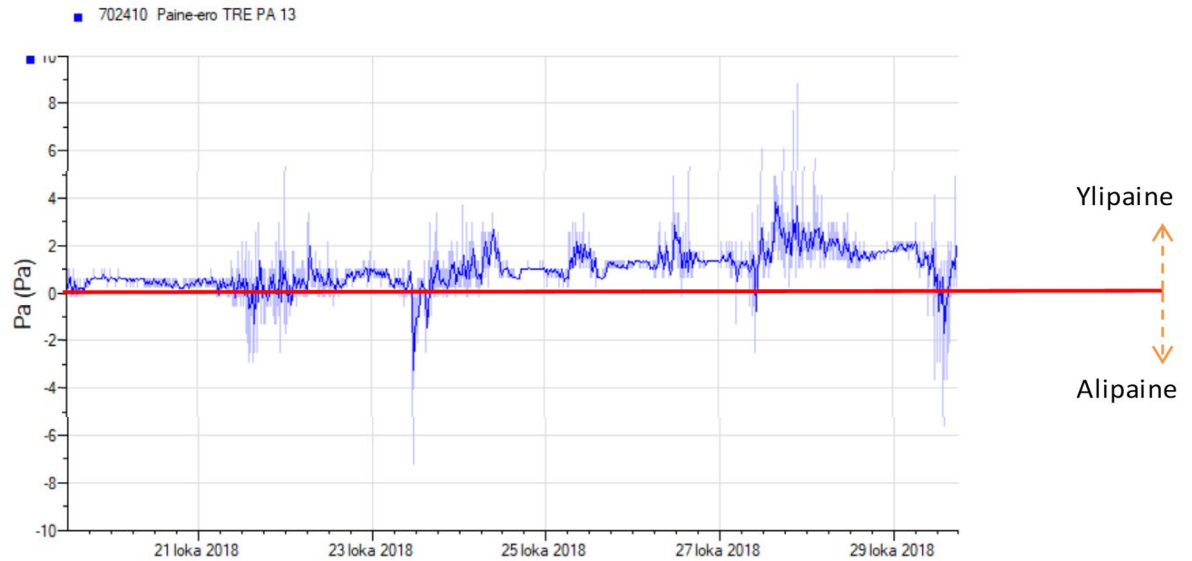


Kuva 43 a ja b. Poistoilmakanava oli pölyinen. Tuloilmakanavassa oli hieman pölyä.

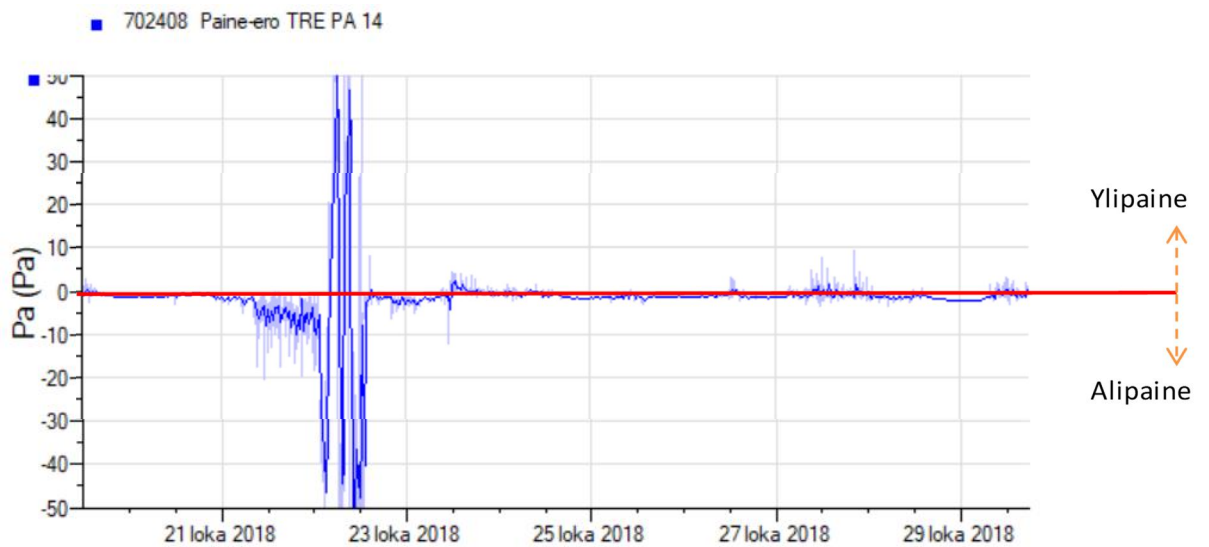
11.5 Olosuhteiden seurantamittaukset

Paine-ero

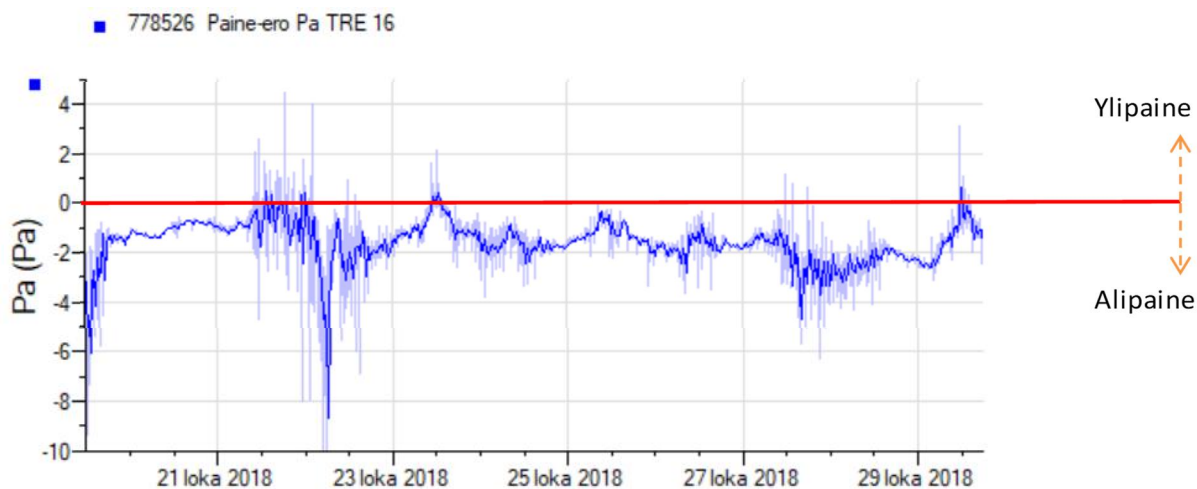
Sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin seurantamittauksena tiloista 205, 101, 104 ja 112. Sisäilman ja alapohjan välistä paine-eroa mitattiin tilasta 104. Ensimmäinen seurantamittaus suoritettiin aikavälillä 2.-9.10.2018 ja toinen seurantamittaus aikavälillä 19.-30.2018, kun raitis- ja jäteilmapelleissä havaitut ongelmat oli korjattu. Paine-eron seurantamittaukset on esitetty vain jälkimmäisen mittausjakson osalta (Kuvaaja 2...Kuvaaja 5). Paine-eron ollessa negatiivinen, on huonetilan sisäilma alipaineinen ulkoilmaan/alapohjaan nähden.



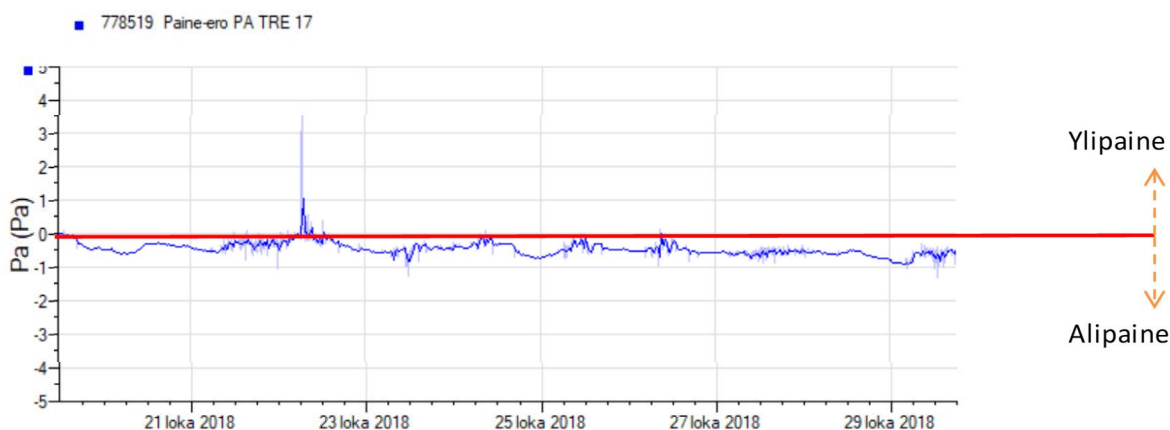
Kuvaaja 2. Tilan 205 (kirjasto/terveydenhoitaja) paine-ero ulkoilmaan nähden toisen seurantamittausjakson aikana.



Kuvaaja 3. Tilan 101 (luokkahuone) paine-ero ulkoilmaan nähden toisen seurantamittausjakson aikana. Mittausjaksolla näkyy mittalaittehäiriöön viittaava ajanjakso, jossa paine-ero vaihtelee voimakkaasti.



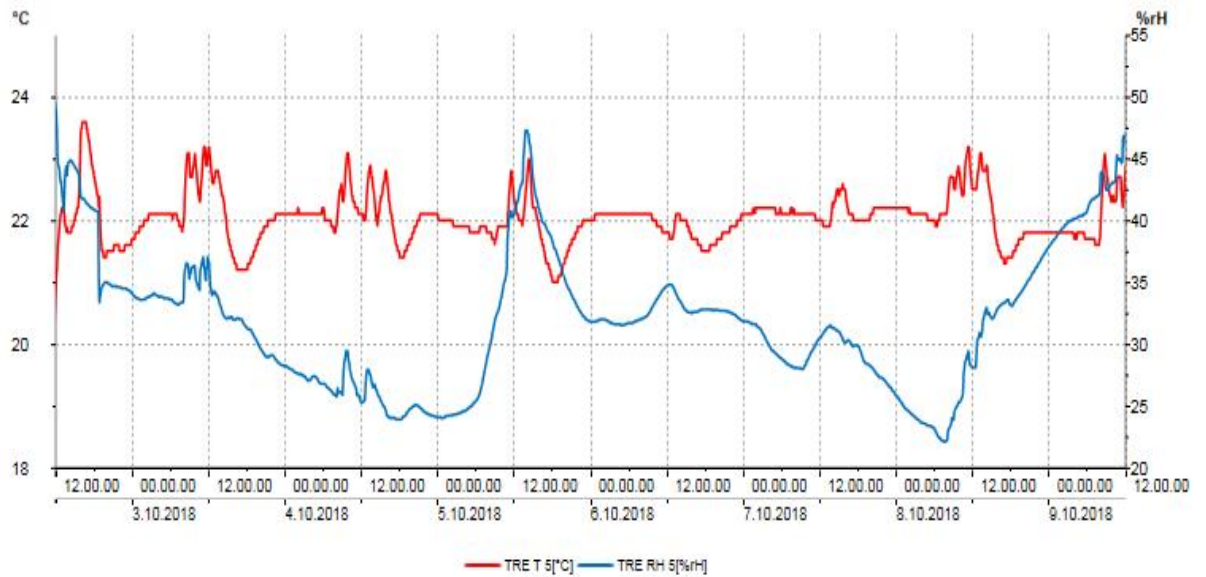
Kuvaaja 4. Tilan 104 (luokkahuone) paine-ero ulkoilmaan nähdn toisen seuranta-mittausjakson aikana.



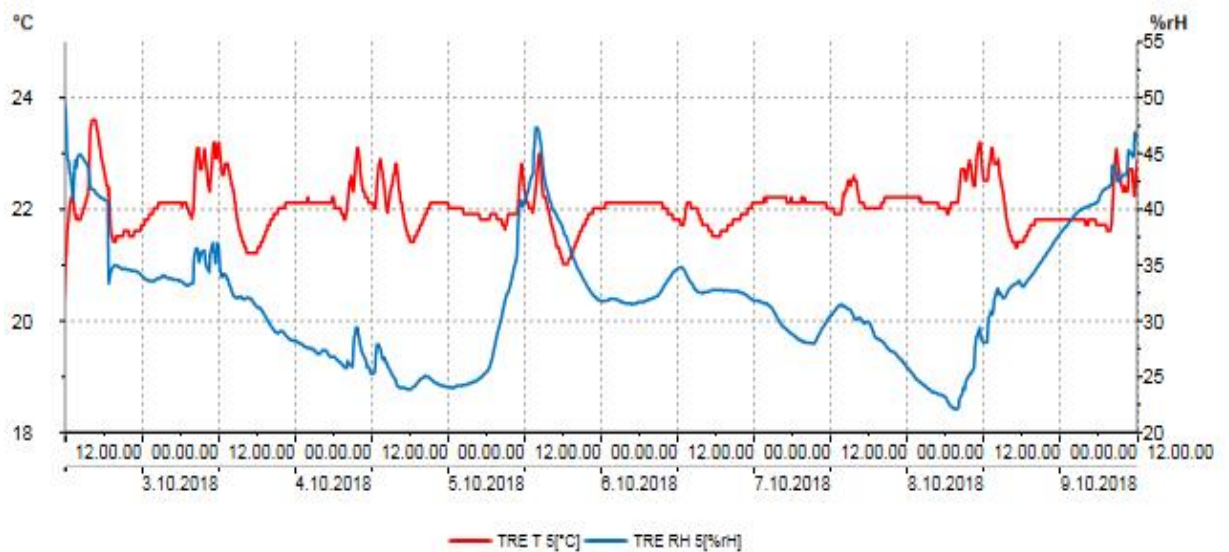
Kuvaaja 5. Tilan 104 (luokkahuone) paine-ero alapohjaan nähden toisen seuranta-mittausjakson aikana.

Lämpötila ja suhteellinen kosteus

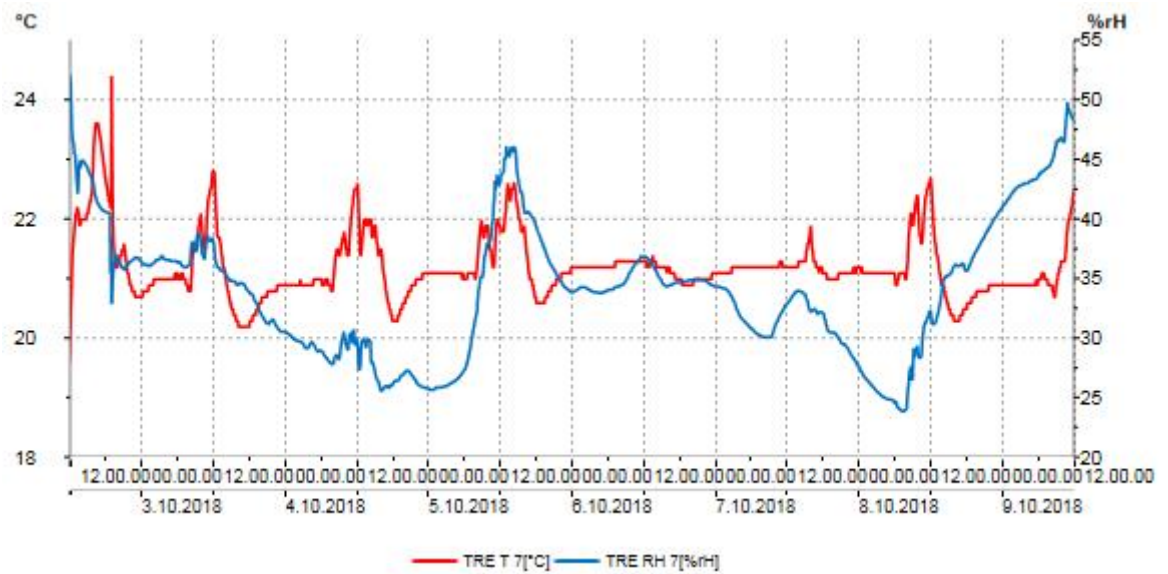
Ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset suoritettiin tiloissa 101 (luokkahuone), 201 (opettajienhuone), 104 (luokkahuone) aikavälillä 2.–9.10.2018. Seurantamittauksen tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (Kuvaaja 6 - Kuvaaja 8)



Kuvaaja 6. Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittauksen kuvaaja aikavälillä 2.-9.10.2018. Mittaukset tehtiin tilassa 101 (luokkahuone).



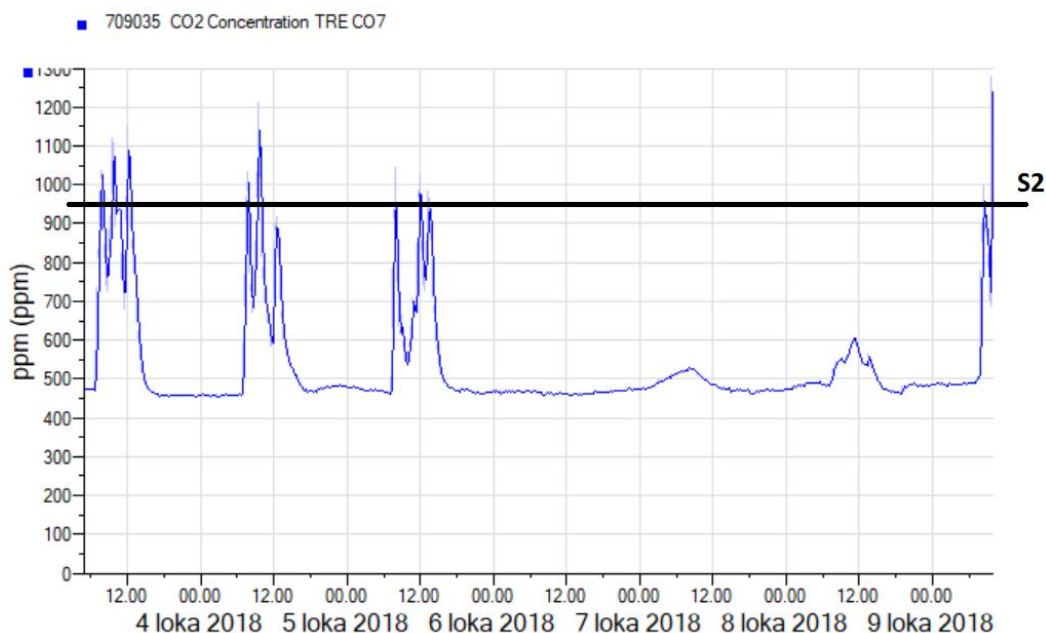
Kuvaaja 7. Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittauksen kuvaaja aikavälillä 2.-9.10.2018. Mittaukset tehtiin tilassa 201 (opettajienhuone).



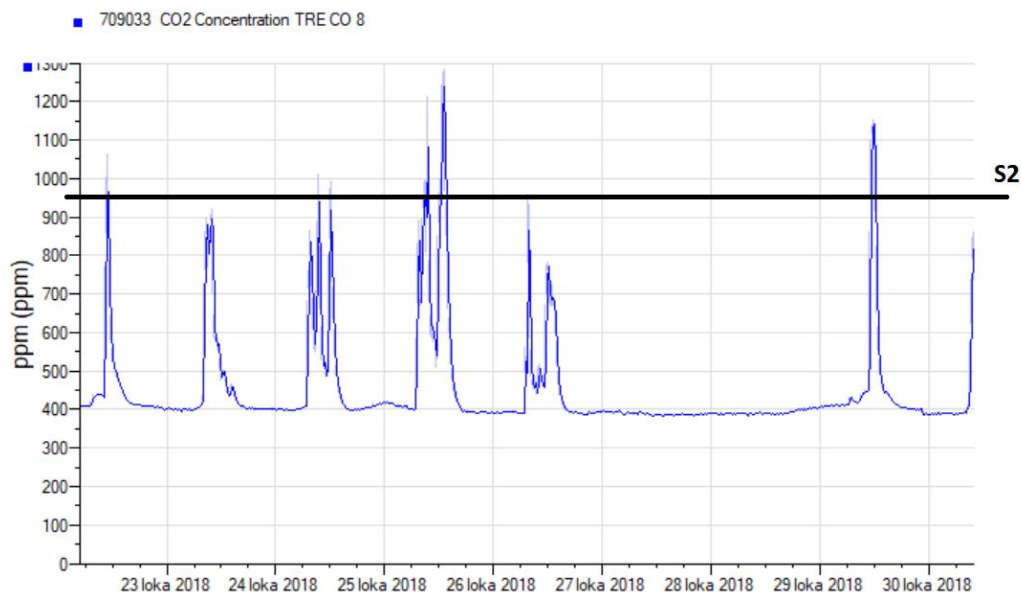
Kuvaaja 8. Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittauksen kuvaaja aikavälillä 2.-9.10.2018. Mittaukset tehtiin tilassa 104 (luokkahuone).

Hiilidioksidipitoisuus

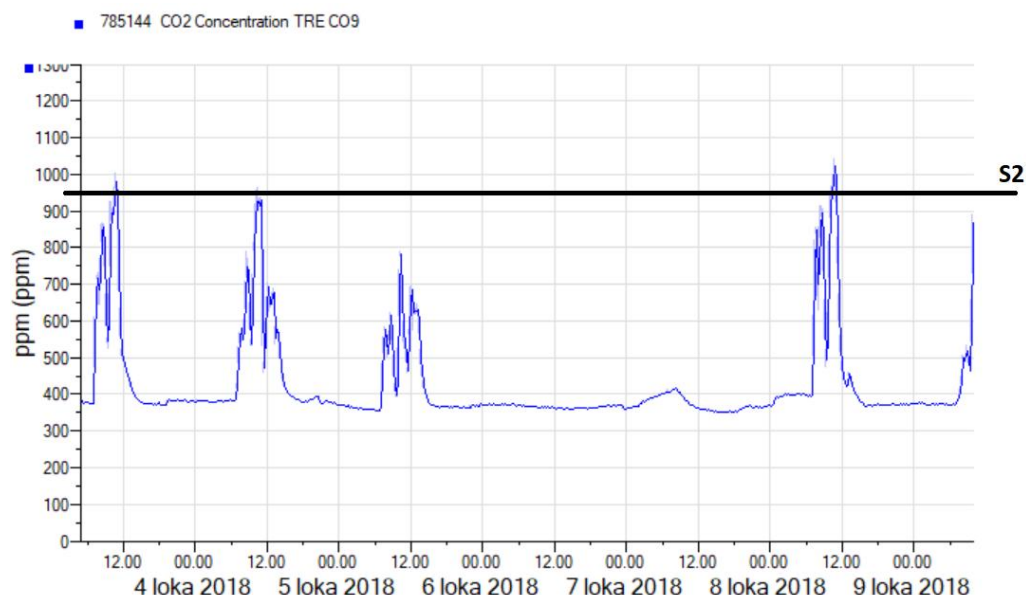
Huonetilojen hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksia tehtiin tiloissa 104 ja 201 aikavälillä 2.-9.10.2018 sekä uusintamittauksin aikavälillä 19.-30.10.2018. Uusintamittauksissa seuranta asennettiin myös toiseen luokahuoneeseen (tila 101). Kuvaajiin on merkitty sisäilmastoluokan S2 (hyvä sisäilmasto) mukaiseksi hiilidioksidipitoisuuden raja-arvoksi 950 ppm. Hiilidioksidipitoisuuksien seurantamittausten tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa (Kuvaaja 9...Kuvaaja 13)



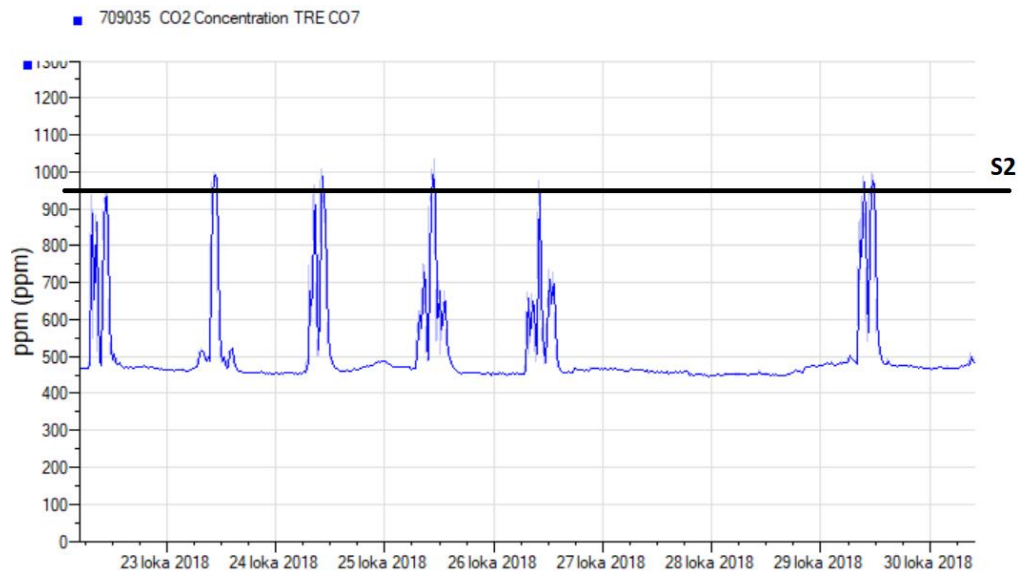
Kuvaaja 9. Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksen kuvaaja välillä 2.-9.10.2018. Mittaus tehtiin tilassa 201 (opettajienhuone). Sisäilmastoluokan S2 hiilidioksidipitoisuuden raja ~950 ppm on esitetty kuvaajassa mustalla viivalla: S2 (hyvä sisäilmasto, hiilidioksidipitoisuuslisä <550 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm).



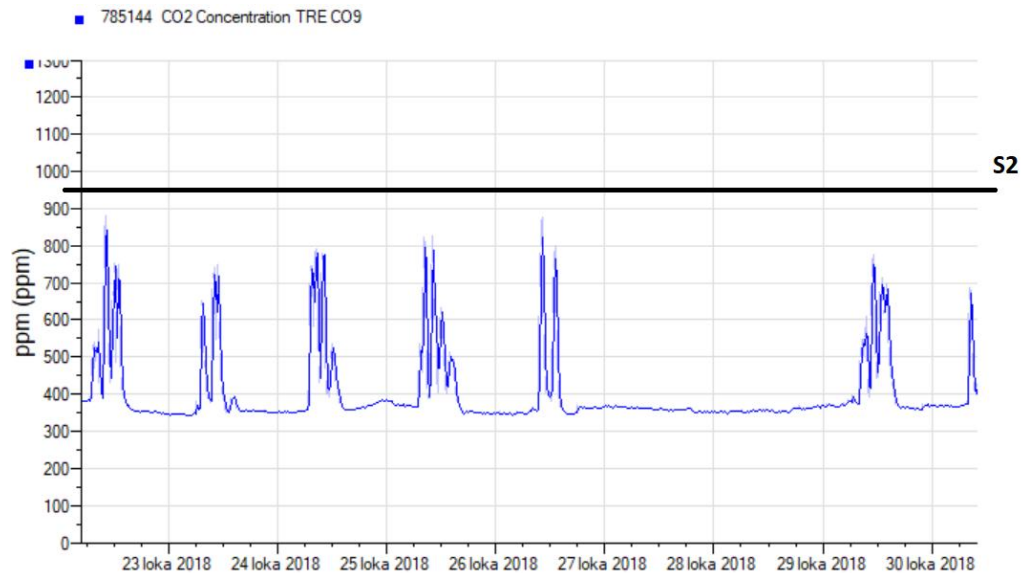
Kuvaaja 10. Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksen kuvaaja välillä 22.-30.10.2018. Mittaus tehtiin tilassa 201 (opettajienhuone). Sisäilmastoluokan S2 hiilidioksidipitoisuuden raja ~950 ppm on esitetty kuvaajassa mustalla viivalla: S2 (hyvä sisäilma, hiilidioksidipitoisuuslisä <550 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm).



Kuvaaja 11. Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksen kuvaaja välillä 2.-9.10.2018. Mittaus tehtiin tilassa 104 (luokkahuone). Sisäilmastoluokan S2 hiilidioksidipitoisuuden raja ~950 ppm on esitetty kuvaajassa mustalla viivalla: S2 (hyvä sisäilma, hiilidioksidipitoisuuslisä <550 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm).



Kuvaaja 12. Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksen kuvaaja välillä 22.-30.10.2018. Mittaus tehtiin tilassa 104 (luokkahuone). Sisäilmastoluokan S2 hiilidioksidipitoisuuden raja ~950 ppm on esitetty kuvaajassa mustalla viivalla: S2 (hyvä sisäilmasto, hiilidioksidipitoisuuslisä <550 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm).



Kuvaaja 13. Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksen kuvaaja välillä 22.-30.10.2018. Mittaus tehtiin tilassa 101 (luokkahuone). Sisäilmastoluokan S2 hiilidioksidipitoisuuden raja ~950 ppm on esitetty kuvaajassa mustalla viivalla: S2 (hyvä sisäilmasto, hiilidioksidipitoisuuslisä <550 ppm, ulkoilman hiilidioksidipitoisuus ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm).

11.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokoneet

Ilmanvaihtokone TK1 on vuodelta 2009, joten sillä on teknistä käyttöikää jäljellä vielä vähintään 10-15 vuotta. Ilmanvaihtokoneen raitis- ja jäteilmapeltien jumittuminen on vaikuttanut merkittävästi rakennuksen sisäilman laatuun heikentäen olennaisesti koneen tuottamia ilmamääriä. Peltien jumittuminen on myös aiheuttanut ohivuotoa koneiden tiivisteiden kautta, kun koneen sisälle on syntynyt merkittävä paine-ero, jonka vuoksi koneen tiivisteitä ei ole suunniteltu kestäväksi. Peltien ja moottorien toiminta tulee tarkastaa sekä seurata ja tarvittaessa uusia pellit ja/tai niiden moottorit. Peltien jumittuminen voi uusiutua koneeseen kohdistuvien huoltotöiden (esim. suodattimien vaihto), tai esim. sähkökatkojen yhteydessä.

Poistopuhallin PK46 alkaa olla teknisen elinkaarensa päässä. Puhallin suositellaan uusittavaksi ennen seuraavaa ilmanvaihtojärjestelmän puhdistusta ja säätöä.

Valvomografiikan ja suunniteltujen ilmamäärien merkittävä ero johtuu siitä, että mittauspisteet laskevat ilmamäärät puhaltimien paine-erojen perusteella, eivätkä mittaa todellisia ilmavirtoja. Suosittelemme päivittämään RAU-järjestelmää tältä osin. Suosittelavampi mittauspaikka olisi mitata puhaltimen paine-eron sijaan kanavapainetta. Puhallinkammion rikkoontunut tiiviste aiheuttaa myös jossain määrin ohivirtausta ja siten vaikuttaa puhaltimen paine-eroon, joka toimii perusteena ilmapuhaltimen laskennalle.

Ilmanvaihtokoneen ulkoseinien eristysmateriaali on mineraalivillaa, joka on suojattu kuitukankaalla. Heikosti tiivistetyt läpiviennit tai kuluneet/rikkinäiset kuitukankaat mahdollistavat mineraalivillakuitujen pääsyn tuloilmakanaviston kautta sisäilmaan. Nykyiset läpiviennit suositellaan tiivistettäväksi ja näiden silmämääräinen tarkastaminen tulee ottaa säännölliseksi tehtäväksi huoltotarkastuksen yhteydessä. Korjaukset tulee tehdä viimeistään seuraavan suodatinvaihdon yhteydessä. Seuraava suodatinvaihto tulee rikkoontuneen tuloilmasuodattimen takia tehdä viipymättä.

Ilmamäärät ja sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Ilmanvaihtokoneessa havaituista ongelmista sekä puhaltimen säätötavasta (puhaltimen paine-eron mittaus) ilmanvaihtokoneen kokonaisilmamäärät sekä tilakohtaiset ilmamäärät jäävät pääsääntöisesti merkittävästi suunnitelluista ilmamäärästä vakiiksi. Tilakohtaiset ilmamäärät tulee säätää viimeistään seuraavan kanavapuhdistuksen yhteydessä koneeseen tehtyjen huolto- ja korjaustoimenpiteiden jälkeen.

Tehdyt hiilidioksidipitoisuuksien mittaukset on tehty tilanteessa, jossa ilmanvaihdon ilmamäärät ovat reilusti vajaat. Hiilidioksidipitoisuus nousee toistuvasti yli 1000ppm, jolloin sisäilma voi tuntua tunkkaiselta. Mikäli tilojen ilmanvaihdon koetaan olevan nykytilanteessa riittämätön, sitä voidaan todennäköisesti nostaa jo ennen varsinaisia korjaustoimenpiteitä rakennusautomaatiojärjestelmän asetusarvoja muuttamalla.

Kanavistot, päätelaitteet ja ilmanjako

Tuloilma tuodaan luokahuoneisiin kattosuutinhajottajilla keskeltä luokkaa, joten voidaan olettaa, että riittävällä nopeudella tuotuna ilmapuhallin huuhtelee koko luokkatilaa. Kanaviston puhtaustarkastusten, viimeisimmän kanavapuhdistuksen ajankohdan sekä ilmanvaihtokoneesta tehtyjen havaintojen perusteella suosittelemme kanaviston puhdistamista.

Painesuhteet ja sisäilman olosuhteet

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 tai rakennuksen alapohjaan nähden, rakenteiden epätiivetyyskohtien kautta voi kulkeutua sisäilmaan epäpuhtauksia heikentäen sisäilman laatua.

Rakennuksen painesuhteet olivat pääsääntöisesti siten, että sisäilma oli lievästi alipaineinen ulkoilmaan sekä alapohjaan nähden. Rakennuksen vaipan verrattain heikon ilmatiiveyden vuoksi ilmavirtaukset rakenteiden läpi sisäilmaan voivat olla melko suuria, ilman että paine-ero muodostuu kovin suureksi.

Suosittelimme säätämään tulo- ja poistoilmamäärät (yleisilmanvaihto + erillispoisto) mahdollisimman lähelle toisiaan seuraavan ilmamäärien säätämisen yhteydessä. Rakennuksen vaipan tiiveyttä parantavien korjausten jälkeen tulee rakennuksen painesuhteet todentaa seurantamittauksin ja tarvittaessa tasapainottaa ilmamäärät siten, että paine-ero vaipan yli on lähellä nollaa, tai sisäilma on lievästi alipaineinen (0-3 Pa) ulkoilmaan nähden.

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

Rakennuksen sisälämpötilat olivat mitatuissa tiloissa pääosin välillä +21...+23 °C, jota voidaan pitää sisäilman kannalta hyvänä tasona. Mittausjaksolla sisäilman suhteellinen kosteus oli vuodenaikaan nähden tavanomainen.

12 Altistumisolosuhteiden arviointi

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

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

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

Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään seuraavien osa-alueiden perusteella:

A. Mikrobivaurioiden laajuus rakenteessa

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

C. Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilmaston laatuun

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

Altistumisen todennäköisyys ilmoitetaan neliportaisella asteikolla:

- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde epätodennäköinen
- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde mahdollinen
- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde todennäköinen
- Tavanomaisesta poikkeava olosuhde erittäin todennäköinen

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

A. Mikrobit

Rakenteista otettiin tämän tutkimuksen yhteydessä yhteensä seitsemän materiaalinäytettä mikrobianalyysiä varten. Kaikista orgaanisesta aineksesta (sahanpuru) otetuista näytteistä havaittiin suoramikroskopoinnissa mikrobien rihmastoa ja/tai itiöitä, mutta ei juuri mikrobikasvua. Alapohjan puukuitueristeestä otetusta näytteestä ei analysoitu mikrobikasvua tai myöskään rihmastoa tai itiöitä. Näin ollen orgaanisten täyttömateriaalien sisältämien hiukkasmaisten epäpuhtauksien mahdollinen kulkeutumisreitti sisäilmaan on lähinnä konvektiovirtausten mukana.

B. Ilmayhteys ja paine-erot

Rakenteissa on rakennus- ja korjausajalle tyypillisesti melko yleisesti ilmatiiveyspuutteita. Ala- ja välipohjien lattiarakenteet ovat itsessään melko ilmatiiviit, mutta epätiiveyskohtia on etenkin liittymien ja läpivientien kohdalla. Rakennuksen painesuhteet ovat sisäilman laadun kannalta yleisesti melko hyvällä tasolla.

C. Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtokanavat on puhdistettu ja ilmamäärät on säädetty viimeksi lähes kymmenen vuotta sitten. Tutkimuksen yhteydessä mitattujen ilmamäärien perusteella ilmamäärät jäävät olennaisesti suunnitelluista, mutta tilojen käyttöön nähden ne ovat pääasiassa tyydyttävällä tasolla. Ilmanvaihtokoneissa esiintyneitä puutteita, jotka on korjattu tehtyjen tutkimusten yhteydessä, ei ole huomioitu tässä arvioinnissa.

Ilmanjako tiloissa on pääosin toimiva ja tiloja palveleva tulo- ja poistoilmanvaihtokone on teknisesti hyväkuntoinen. Koneessa on joitain hygieniapuutteita sekä huoltotarpeita. Erillispoistona oleva huippumuri on teknisen käyttöikänsä päässä, mutta toimiva.

D. Rakennuksesta peräisin olevat epäpuhtaudet

Rakennuksen alapohjassa on käytetty korjatuin osin kantavina rakenteina osin todennäköisesti kreosootia sisältäviä vanhoja puhelin- tai sähköpylväitä, joista ei kuitenkaan havaittu ryömintätilassa poikkeavaa hajua, ja niiden vaikutus sisäilman laatuun on epätodennäköinen.

Tutkimusten yhteydessä ei havaittu rikkoontuneita asbestia sisältäviä materiaaleja, joista olisi haittaa rakennuksen käytölle.

Tutkimusten yhteydessä ei havaittu materiaaleja, joista olisi poikkeavia emissioita sisäilmaan.

Arvio altistumisolosuhteesta

Tehtyjen tutkimusten perusteella sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä ovat lähinnä orgaanisten täyttömateriaalien sisältämät hiukkasmaiset epäpuhtaudet, joilla on paikoin mahdollista kulkeutua epätiivien rakenneliittymien kautta sisäilmaan.

Rakennuksen painesuhteet ovat sisäilman laadun kannalta melko hyvät, joka osaltaan vähentää epäpuhtauksien kulkeutumista rakenteiden sisältä sisäilmaan. Painesuhteiden osalta on huomioitava rakennuksen verrattain heikko ilmatiiveys, joka vähentää vaipan yli muodostuvaa paine-eroa.

Tehtyjen tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava olosuhde on rakennuksessa mahdollinen.

13 Yhteenveto suositelluista toimenpiteistä

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

13.1 Kiireellisesti suoritettavat toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien sisäilman laatuun liittyvien korjaustoimenpiteiden suorittamista viipymättä:

- Ryömintätilan puhdistus kaikesta rakennusjätteestä ja ylimääräisestä orgaanisesta aineksesta.
- Ryömintätilan lämpö- ja kosteusolosuhteiden pidempikestoinen (vuoden ympäri kestävä) seurantamittaus korjaussuunnittelun lähtötiedoksi.
- Alemman välipohjan paikallisesti merkittävien ilmatiiveyspuutteiden korjaaminen eteistiloissa.
- Vesikaton uusiminen.
 - o Yläpohjarakenteisiin kohdistuvat muut toimenpiteet (ullakkotilan tuuletuvuuden parantaminen, yläpohjan eristeiden uusiminen ja yläpohjan ilmatiiveyden parantaminen) on tarkoituksenmukaista tehdä vesikaton uusimisen yhteydessä.
- Ilmanvaihtokoneen kokonaisilmamäärien nostaminen
- Ilmanvaihtokoneen perushuolto huomioiden erityisesti kohdassa 11.2 korjaus- ja huoltotoimenpiteet
- TK1 puhaltimien paine-eromittauksen muutos sekä RAU-järjestelmän tarvittavat muutokset

13.2 Seuraavan 3 vuoden sisällä tehtävät toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien sisäilman laatuun liittyvien toimenpiteiden suorittamista viimeistään seuraavan kolmen vuoden kuluessa:

- Alapohjarakenteen peruskorjaus. Peruskorjauksessa tulee uusia aluslaudoitukset ja eristeet niiltä osin kuin niitä ei ole vielä uusittu sekä parantaa alapohjarakenteen ilmatiiveyttä koko alapohjan alalla.
- Poistopuhaltimen PK46 uusiminen ennen seuraavaa kanavapuhdistusta
- Ilmanvaihtokanavien puhdistus ja painesuhteiden tasapainotus

13.3 Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä suoritettavat toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien toimenpiteiden suorittamista viimeistään rakennuksen seuraavan peruskorjauksen, tai muun kyseiseen rakennosaan, järjestelmään tai tilaan kohdistuvan korjaustyön yhteydessä:

- Suosittelemme parantamaan piha-alueiden pintavesien ohjausta erityisesti rakennuksen päädyissä viimeistään 10 vuoden kuluessa. Maatöiden yhteydessä suosittelemme rakentamaan salaojituksen perustusten kuivana pitämiseksi vähintään rakennuksen pohjoispäätyyn ja länsisivulle.
- Ylemmän välipohjan täyttökerroksen uusimista ja molempien välipohjien ilmatiiveyden parantamista viimeistään seuraavan peruskorjauksen tai kyseiseen rakennusosaan kohdistuvan korjaus- tai muutostöiden yhteydessä.
- Sokkelin halkeamien injektointi ulkopuolelta viimeistään seuraavan sokkelin huoltomaalauksen yhteydessä.

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampereella, 9.11.2018



Hannes Timlin, TkK



Toni Lammi, Ins (AMK), RTA

Liitteet: 1. Pohjakuvaliite
2. Analyysivastaus, mikrobinäytteet

RAK1

Rakenneavaus
(MAT=materiaalinäyte, MA-
K=merkkiainekoe)

N3

Materiaalinäytteenottoaikka ja
näytetunnus



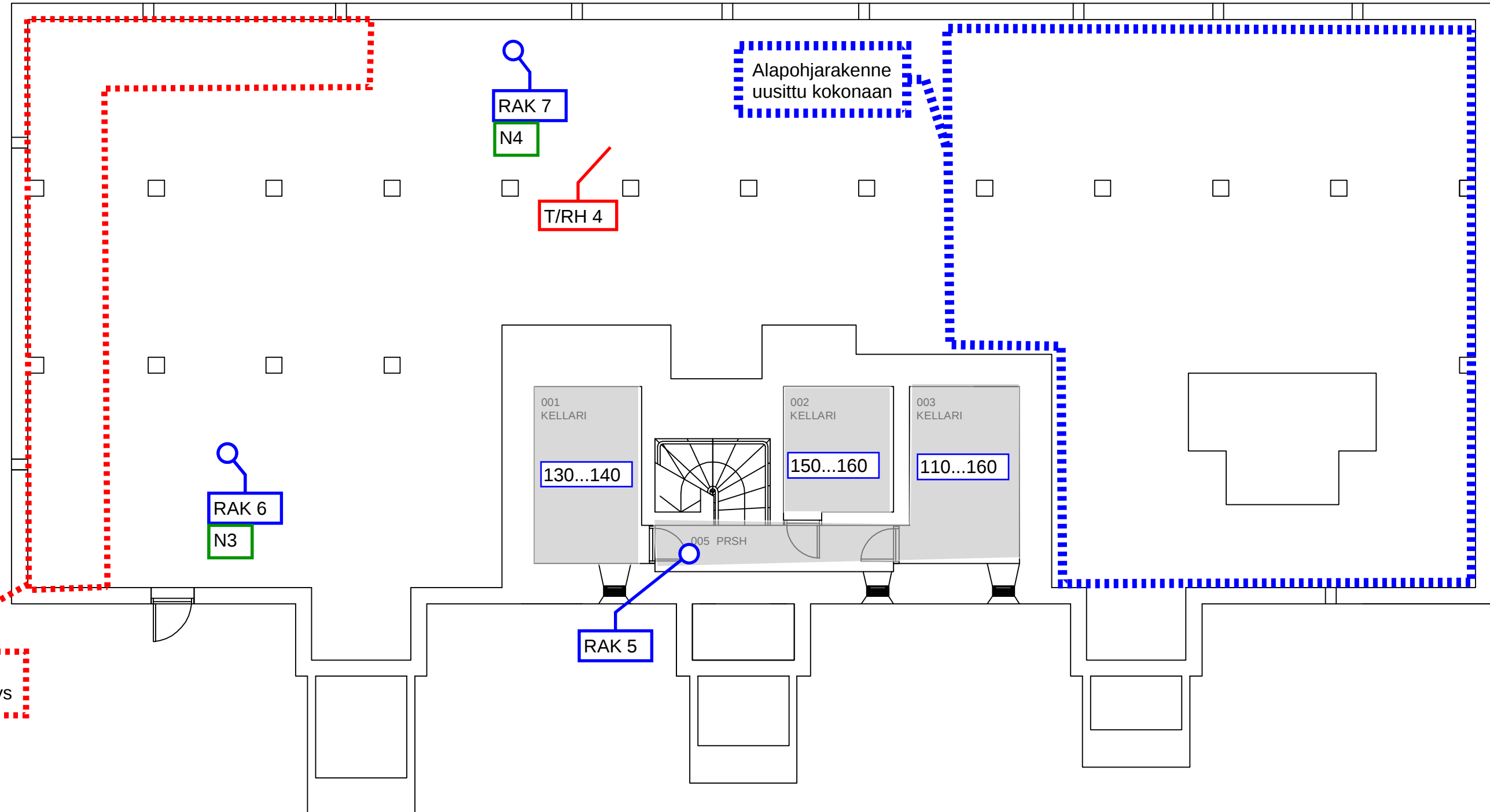
seurantamittauspiste ja
mittalaitteen numero (PA=paine-
ero, CO=hiilidioksidi, T=lämpötila ja
RH = suhteellinen kosteus)

Lattiapinnoitteet:

- muovimatto
- kelluva parketti
- kelluva laminaatti
- betoni

LIITE 1

Pappilan puukoulu
Sisäilma- ja kosteustekninen sekä
IV- ja RAU kuntotutkimukset
9.11.2018



- RAK1 Rakenneavaus
(MAT=materiaalinäyte, MA-
K=merkkiainekoe)
- N3 Materiaalinäytteenottoaikka ja
näytetunnus

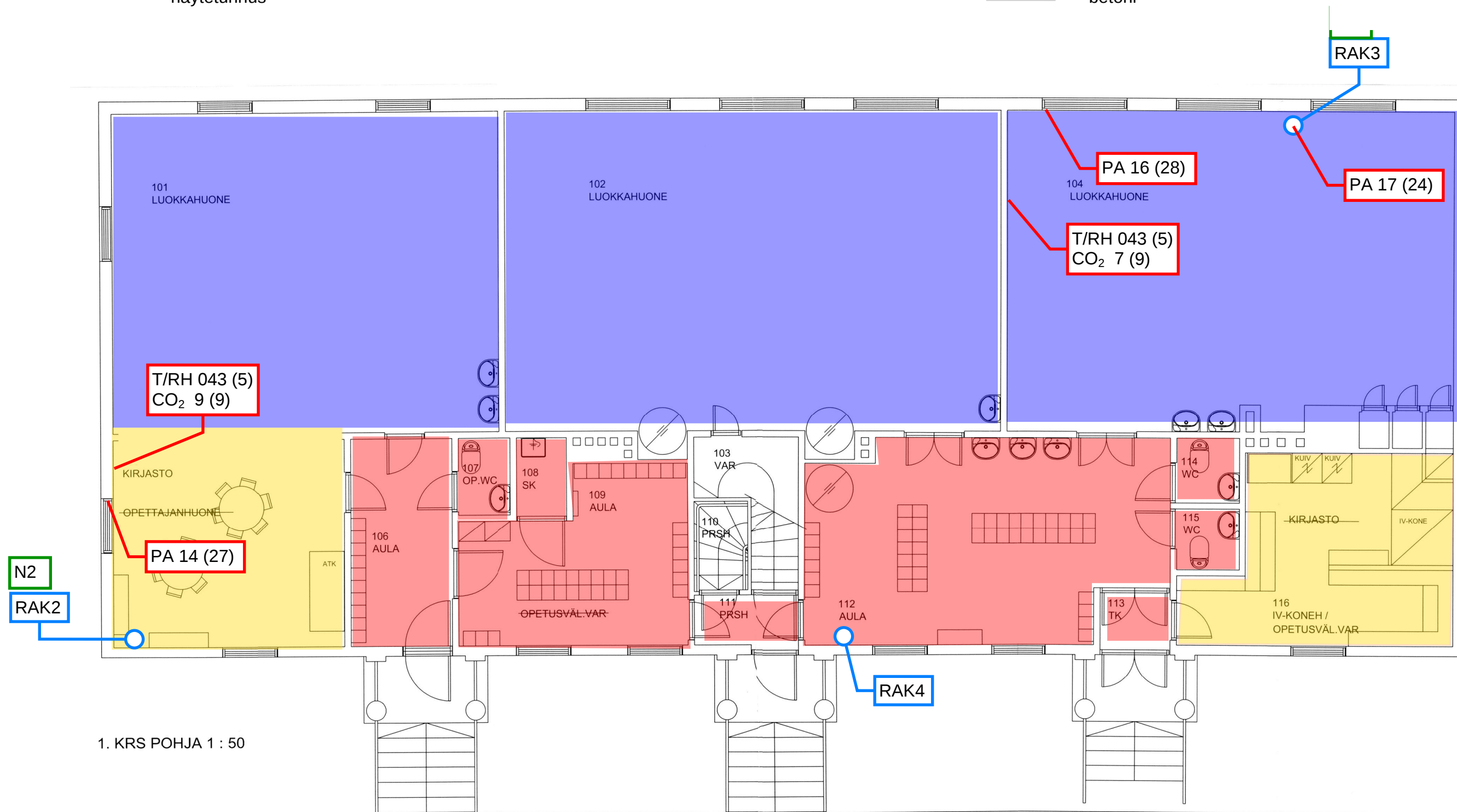
seurantamittauspiste ja
mittalaitteen numero (PA=paine-
ero, CO=hiilidioksidi, T=lämpötila ja
RH = suhteellinen kosteus)

Lattiapinnoitteet:

- muovimatto
kelluva parketti
kelluva laminaatti
betoni

LIITE 1

Pappilan puukoulu
Sisäilma- ja kosteustekninen sekä
IV- ja RAU kuntotutkimukset
9.11.2018



RAK1

Rakenneavaus
(MAT=materiaalinäyte, MA-
K=merkkiainekoe)

N3

Materiaalinäytteenottoaikka ja
näytetunnus



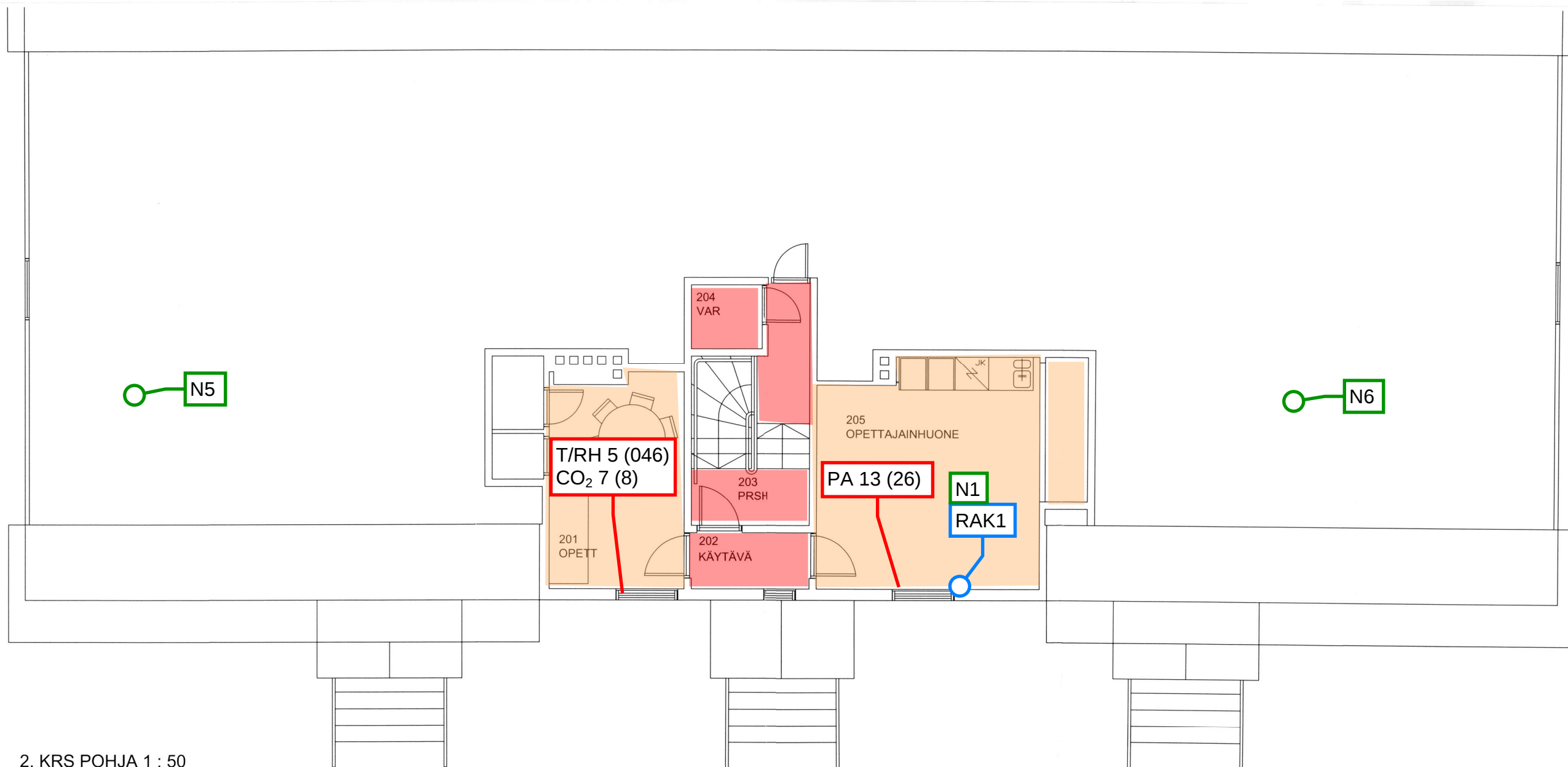
seurantamittauspiste ja
mittalaitteen numero (PA=paine-
ero, CO=hiilidioksidi, T=lämpötila ja
RH = suhteellinen kosteus)

Lattiapinnoitteet:

- muovimatto
- kelluva parketti
- kelluva laminaatti
- betoni

LIITE 1

Pappilan puukoulu
Sisäilma- ja kosteustekninen sekä
IV- ja RAU kuntotutkimukset
9.11.2018



2. KRS POHJA 1 : 50

Hannes Timlin
Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan Esplanadi 2
33100 Tampere



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Pappilan koulu, Puukoulu

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Hannes Timlin, Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 2.10.2018. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 5.10.2018 ja viljelty 5.10.2018.

ANALYYSIT:

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

TULOKSEN TULKINTA:

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

MÄÄRITYSRAJA:

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

MITTAUSEPÄVARMUUS:

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

YHTEENVETO TULOKSISTA:

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

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	N1, Kutterinlastu, Välipohjatäyttö. 2.krs. tila 205	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus, mutta mikroskopoitaessa rihmastoa. kts. lisätiedot	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	N2, Sahanpuru, Alapohjaeriste uusittu. 1. krs. tila 105	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus, mutta mikroskopoitaessa rihmastoa ja itiöitä. kts. lisätiedot	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	N3, Sahanpuru/kutterinlastu, Alapohjaeriste alkuperäinen. ryömintätila	homepitoisuus yli 5000 pmy/g ja indikaattorimikrobia, pieni bakteeripitoisuus	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	N4, Sahanpuru/kutterinlastu, Alapohjaeriste alkuperäinen. ryömintätila	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus, mutta mikroskopoitaessa rihmastoa. kts. lisätiedot	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	N5, Sahanpuru, Yläpohjaeriste. yläpohjatila	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan, mutta mikroskopoitaessa rihmastoa ja itiöitä. kts. lisätiedot	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	N6, Sahanpuru, Yläpohjaeriste. yläpohjatila	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan, mutta mikroskopoitaessa rihmastoa. kts. lisätiedot	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	N7, Puukuitueriste, Alapohjaeriste uusittu. 1. krs. tila 104	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa

Lisätietoja:

Näytteistä N1, N2, N4, N5 ja N6 otettiin myös teippinäytteet suoraan mikroskooppiseen tarkasteluun. Tarkastelussa näytteissä N1, N4 ja N6 todettiin rihmastoa ja näytteissä N2 ja N5 todettiin rihmastoa ja itiöitä. Korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

Kuopiossa, 19.10.2018

Helena Rintala

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: N1, Kutterinlastu, Välipohjatäyttö. 2.krs. tila 205 (tutkimustunnus: RM186047)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	4500
			muut bakteerit	4500
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: N2, Sahanpuru, Alapohjaeriste uusittu. 1. krs. tila 105 (tutkimustunnus: RM186048)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	6400
			muut bakteerit	6400
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: N3, Sahanpuru/kutterinlastu, Alapohjaeriste alkuperäinen. ryömintätila (tutkimustunnus: RM186049)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	6400	Kokonaispitoisuus	7700
*Aspergillus-ryhmä Restricti		6400	muut bakteerit	7700
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: N4, Sahanpuru/kutterinlastu, Alapohjaeriste alkuperäinen. ryömintätila (tutkimustunnus: RM186050)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/g)	DG18 Pitoisuus (pmy/g)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	4100
			muut bakteerit	4100
			*sädesienet	<mr

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: N5, Sahanpuru, Yläpohjaeriste. yläpohjatila (tutkimustunnus: RM186051)

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

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: N6, Sahanpuru, Yläpohjaeriste. yläpohjatila (tutkimustunnus: RM186052)

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

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: N7, Puukuitueriste, Alapohjaeriste uusittu. 1. krs. tila 104 (tutkimustunnus: RM186053)

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

Menetelmän määrittäysraja näytteelle on 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.