

TUTKIMUSSELOSTUS

NAHKIALAN KOULU, AKAA

KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS
ILMANVAIHTOTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

17.9.2018



Sisällys

1	Yleistiedot	4
1.1	Tutkimuskohde	4
1.2	Tilaaja	4
1.3	Tutkimuksen tavoite	4
1.4	Tutkimusajankohta	4
1.5	Tutkimuksen tekijät	4
2	Tiivistelmä	5
3	Kohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta	7
4	Lähtötiedot	9
5	Tutkimusmenetelmät	10
6	Piha-alueet	12
6.1	Havainnot	12
6.2	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	15
7	Alapohja ja maanvastaaiset seinät	16
7.1	Rakenteet	16
7.2	Havainnot	19
7.3	Kosteusmittaukset	31
7.4	Materiaalinäytteet	35
7.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	35
8	Välipohjarakenteet	38
8.1	Rakenteet	38
8.2	Havainnot	41
8.3	Kosteusmittaukset	43
8.4	Materiaalinäytteet	43
8.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	44
9	Ulkoseinät, sokkelit ja ikkunat	45
9.1	Rakenteet	45
9.2	Havainnot	45
9.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	48
10	Yläpohja ja vesikatto	48
10.1	Rakenne	48
10.2	Havainnot	49
10.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	56
11	Ilmanvaihto	57
11.1	Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	57

11.2	Ilmanvaihtokoneet.....	57
11.3	Ilmamäärämittaukset.....	69
11.4	Kanavistot ja ilmanjako	70
11.5	Paine-eron seurantamittaukset	71
11.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	74
12	Altistumisolosuhteiden arviointi	77
13	Yhteenveto suositelluista toimenpiteistä.....	79

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Nahkialan koulu
Mäntysalontie 3
37800 Akaa

1.2 Tilaaja

Akaan kaupunki
Myllytie 3
37801 Akaa

Yhteyshenkilö:
Kiinteistöpäällikkö Henri Salonen
puh. 040 335 3255
sähköposti: henri.salonen@akaa.fi

1.3 Tutkimuksen tavoite

Tutkimusten tavoitteena oli selvittää Nahkialan koulun sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä ja rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta, sekä määrittää kiinteistön sisäilman laadun parantamiseksi tarvittavat mahdolliset korjaustoimenpiteet. Tutkimukset tehtiin tutkimussuunnitelmassa (Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 1.6.2018) esitetyssä laajuudessa huomioiden jo kohteessa suoritettujen tutkimusten havainnot ja mittaustulokset sekä käyttäjien tekemät havainnot. Tutkimusten perusteella on laadittu toimenpidesuosituksia kohteen mahdollisen korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi.

1.4 Tutkimusajankohta

Kenttätutkimukset suoritettiin 7.-8.6.2018, 12.6.2018, 21.6.2018, 25.6.2018 ja 23.8.2018. Sisäilman seurantamittaukset suoritettiin 8. – 21.6.2018.

Ilmanvaihtokoneet tarkastettiin 28.6.2018 ja ilmamäärämittaukset sekä tilojen ilmanvaihdon tarkastukset tehtiin 10.8.2018.

1.5 Tutkimuksen tekijät

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan esplanadi 2
33100 Tampere

Tutkimushanke suoritettiin seuraavalla tutkimusryhmällä:

- Aapeli Räihä, DI
- Ella Lahtinen, TkK
- Toni Lammi, RI, RTA
- Harri Makkonen, tekn.

Projekti RAFY2088.

2 Tiivistelmä

Sisäilma- ja kosteusteknisen tutkimuksen sekä ilmanvaihdon kuntotutkimuksen avulla selvitettiin Nahkialan koulun rakenteiden kosteusteknistä toimintaa, ilmatiiveyttä, sisäilman laatua sekä ilmanvaihdon toimivuutta.

Merkittävimmät puutteet rakenteiden kosteus- ja sisäilmateknisessä toiminnassa havaittiin maanvastaisissa rakenteissa sekä välipohjarakenteissa. Kellaritilojen ja 0. kerroksen maanvastaisissa seinärakenteissa todettiin kosteusvaurioita, jotka ovat aiheutuneet ulkopuolisesta kosteusrasituksesta. Suosittelemme ulkopuolisen veden- ja lämmöneristysten sekä salaojituksen asentamista sekä seinärakenteiden sisäpuolisia korjaus- ja muutostöitä erillisen suunnitelman mukaisesti. Maanvastaisten seinärakenteiden rakenteelliset korjaus- ja muutostyöt tulee suorittaa viimeistään peruskorjauksen yhteydessä. O. kerroksen osittain maanvastaisissa seinärakenteissa olevan turvelämmöneristeen poistaminen lienee työteknisesti haastavaa, mutta niiden purkamiseen tulee varautua viimeistään rakennuksen seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.

Lämmönjakohuone sekä putkikanaalit ovat seurantamittausten mukaan alipaineisia käyttötiloihin nähden, jolloin rakenteiden sisältämät epäpuhtaudet eivät pääse kulkeutumaan sisäilmaan. Suosittelemme alipaineistamaan kiinteistön pohjoispäässä sijaitseva kellaritilan sekä lisäämään alipaineistusjärjestelmiin kanavapaineeseen perustuvan mittauksen, joka hälyttää, mikäli puhaltimeen tulee toimintahäiriö. Hälytykset on suositeltavaa liittää rakennusautomaatiojärjestelmään.

Alapohjarakenteisiin on kohdistettu viime vuosina useita korjaus- ja muutostöitä, mutta niiden toteuttamisesta ei ole käytettävissä korjaussuunnitelmia tai muuta dokumentaatiota, joten korjaustavat tai -laajuus ei ole tarkkaan tiedossa. Alapohjarakenteissa ei havaittu puutteita niiden kosteusteknisessä toiminnassa, mutta niiden ilmatiiveyttä tulee parantaa muiden korjaustöiden yhteydessä.

Välipohjarakenteissa todettiin mikrobivaurioita ja rakenteen sisältämät epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan epätiiviiden läpivientien kautta. Suosittelemme vähimmäistoimenpiteenä rakenteen ilmatiiveyden parantamista, mutta myös raskaisiin korjaus- ja muutostöihin tulee varautua viimeistään rakennuksen peruskorjauksen yhteydessä.

Ulkoseinä- ja yläpohjarakenteissa ei havaittu merkittäviä kosteusteknisiä puutteita. Ulkoseinärakenteissa on patterisyvennysten kohdalle turve-eriste, joka sisältää aina josain määrin epäpuhtauksia. Lisäksi ikkunoissa on todettu merkittäviä ilmatiiveyspuutteita. Suosittelemme ikkunaliittymien ja patterisyvennysten ilmatiiveyden parantamista. Julkisivussa havaitun maalipinnoitteen ikääntymisen ja halkeilun vuoksi suosittelemme rapatun julkisivun kuntotutkimusta.

Yläpohjarakenteen lämpötekniistä toimintaa on suositeltava parantaa seuraavan peruskorjauksen yhteydessä, mutta sisäilmateknisesti tarkasteltuna korjaus-/muutostyöt eivät ole välttämättömiä.

Vesikatteessa havaitut puutteet kohdistuivat lähinnä yksittäisiin läpivienteihin, joissa todettiin vesitiiveyspuutteita. Suosittelemme puutteellisesti asennettujen läpivientien korjaamista/uusimista.

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmät toimivat sisäilman laadun kannalta pääsääntöisesti hyvin, eikä merkittäviä ilmanvaihtojärjestelmään kohdistuvia puutteita havaittu. Ilmanvaihtokoneissa on jonkun verran huoltotarvetta, ja keittiön tiloja palveleva ilmanvaihtokone on käyttöikänsä päässä.

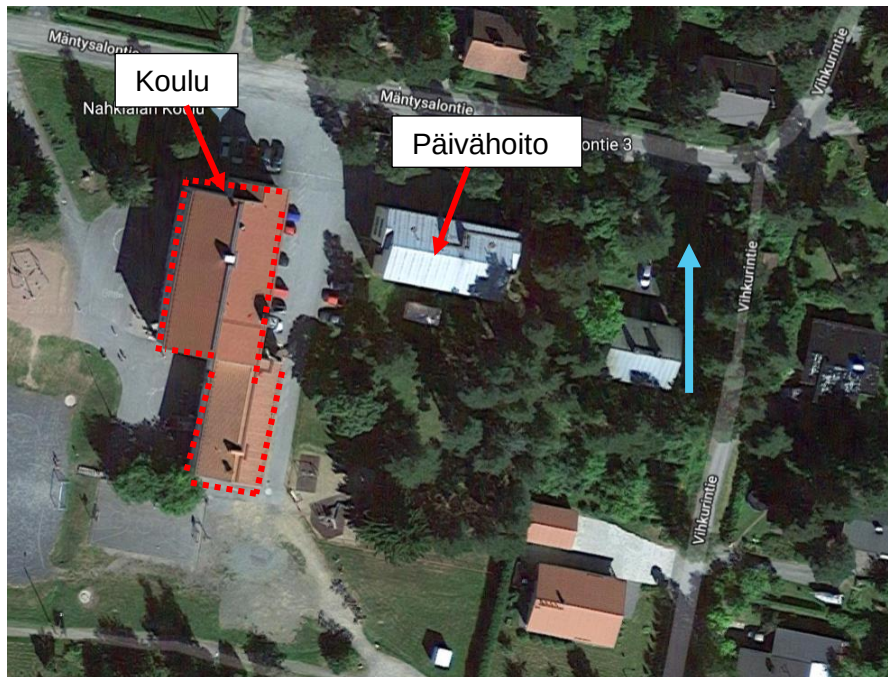
Rakennuksen painesuhteet ovat tehtyjen seurantamittausten perusteella hyvällä tasolla ja kellarikerroksen ja putkikanaalien alipaineistamiseksi asennetut järjestelmät toimivat pääsääntöisesti hyvin. Suosittelemme kuitenkin mittaamaan paine-eroja myös pakkaskaudella ja samassa yhteydessä varmistamaan putkikanaalin alipaineistusjärjestelmän paine-eron huojunnan syyn.

Tehtyjen tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava olosuhde on käyttötiloista todennäköinen 0. kerroksen osalta opetustiloissa 002 ja 006 sekä aulaissa 009 ja 1. ja 2. kerroksen osalta kaikissa luokkasiiven tiloissa. Muissa tiloissa ei ole todettu yhtä merkittäviä puutteita, mutta lähinnä muiden tilojen epäpuhtauksien kulkeutumisen johdosta tavanomaisesta poikkeava olosuhde on muissa rakennuksien osissa mahdollinen.

Jotta edellä mainitut korjaustoimenpiteet voidaan suorittaa järkevinä kokonaisuuksina ja kokonaistaloudellisesti järkevästi, suosittelemme ensimmäisenä toimenpiteenä suorittamaan rakennuksen kuntoarvion, jossa selvitetään kiinteistön korjaustarvetta laajemmin.

3 Kohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta

Tutkimuksen kohteena on vuonna 1952 valmistunut Akaan Toijalassa sijaitsevan Nahkialan koulun päärakennus, joka on peruskoulun käytössä. Päärakennuksen lisäksi tontilla sijaitsee myös asuntolan rakennus, joka ei kuulu tämän tutkimuksen tutkimusalueeseen. Rakennuksen kokonaisala on 1894 m². Kohde koostuu kahdesta osasta: liikuntasiivestä ja opetussiivestä. Opetussiipi on 3-kerroksinen ja liikuntasiipi 2-kerroksinen. Opetussiiven kohdalla on lisäksi osittainen kellari, jossa sijaitsee lämmönjakohuone ja varastotiloja. Opetussiipi on puoli kerrosta liikuntasiipeä korkeammalla. Opetussiivessä sijaitsee opetustilojen lisäksi keittiö, ruokala sekä rehtorin, opettajien ja terveydenhoitajan huoneet. Liikuntasiivessä sijaitsee liikuntasalin lisäksi pesu- ja pukutiloja sekä henkilökunnan sosiaalitiloja. Tutkimuskohde on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Satelliittikuva Nahkialan koulun ympäristöstä. Tutkimuskohteena oleva päärakennus on rajattu kuvaan punaisella. Sinisellä nuolella on kuvattu pohjoinen ilmansuunta.

Rakennuksen alapohjarakenne on maanvastainen betonirakenne.

Välipohjarakenteet ovat pääosin betonirakenteisia ylälaattapalkistoja. Käytävillä välipohjarakenteena on ns. kaksoislaattapalkisto. Ulkoseinät ovat rapattuja kiviainesrakenteita. Yläpohja on betonirakenteinen ylälaattapalkisto. Kattomuoto on harjakatto, vesikatteena toimii tiilikate.

Käyttötilojen lattiapäällysteenä on pääosin muovimatto, käytävillä on vinyylilaatoitus. Märkätilojen lattiamateriaalina on keraaminen laatta. Liikuntasiivessä sijaitsevan kellarin lattia on pinnoittamaton betonilaatta. Ilmanvaihto on toteutettu koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmällä.

Kiinteistöön on tehty mm. seuraavia korjaus-/muutostöitä:

- luokkasiipeen asennettu koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä vuonna 2003

- liikuntasaliin asennettu koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä 2000-luvun lopulla
- ikkunat uusittu 2007
- pellettilämmitys (asennusajankohta ei tiedossa)
- tilojen 021 ja 024 lattiarakenteet uusittu 2012
- liikuntasiiven märkätilat pääosin uusittu 2015
- puutyöluokan lattiarakenne uusittu 2015
- ilmanvaihtojärjestelmän säätö ja puhdistus 10/2017

Kohteeseen tehdyistä rakenteellisista korjaus- ja muutostöistä ei ollut käytettävissä rakennepiirustuksia.

Osa rakennuksen käyttäjistä on kokenut heikkoon sisäilman laatuun viittaavaa oireilua. Rakennukseen on tehty tutkimuksia ja selvityksiä, joilla on pyritty selvittämään syitä rakennuksissa koettuun heikkoon sisäilman laatuun. Käyttäjäkyselyn mukaan puutteita sisäilman laadussa on koettu lähes koko rakennuksessa.

Aikaisemmissa tutkimuksissa kohteessa on todettu mm. seuraavia puutteita/vaurioita:

- ilmanvaihdon toiminnassa puutteita erityisesti pohjakerroksessa
- käyttövesiputket ja viemäriputkien käyttöikä lopussa
- maanvastaisissa rakenteissa kosteus- ja mikrobivaurioita
- välipohjarakenteissa mikrobivaurioita
- ala- ja välipohjarakenteissa epätiiveyskohtia/ilmatiiveyspuutteita
- putkikanaaleissa (sekä porrastasanteen A alapuolella) on orgaanista materiaalia ja niissä on todettu mikrobiperäistä hajua
- maanvastaisten seinärakenteiden vedeneristyksestä tai mahdollisesta salaojittuksesta ei ole tietoa
- sisäilma ajoittain merkittävästi alipaineinen ulkoilmaan nähden (kellari -20 Pa)
- kellarin rapussa on todettu voimakasta huonosti palavan puun hajua (pellettilämmityksestä johtuvaa)
- ikkunaliittymissä ilmavuotoa
- julkisivussa halkeilua ja maalipinnoite huonossa kunnossa
- luokkatilojen katoissa kosteuden aiheuttamia jälkiä

Ilmanvaihtojärjestelmistä on todettu, että luokkatiloja palvelevan tuloilmakojeen (TK01) kokonaisilmamäärä ei voi enää kasvattaa, vaan koje toimii jo nyt 100% teholla. Liikuntasalin tuloilmakojeen (TK02) ilmamäärä voidaan tarvittaessa kasvattaa, samoin kuin kellaritilojen tuloilmakojeen (TK04). Keittiön tuloilmakojeeseen mahdollisesti tehtävät muutokset edellyttävät RAU-järjestelmän ohjelmamuutoksia.

4 Lähtötiedot

Tutkimusselostuksen laatimista varten on ollut käytettävissä mm. seuraava tilaajan toimittama lähtöaineisto:

- Tiedote sisäilmatyöryhmän kokouksesta, Akaan kaupunki, 15.5.2018
- Ilmanvaihtojärjestelmän toimintakatselmus, KnowTek Oy, 19.3.2018
- Tiedote sisäilmatyöryhmän kokouksesta, Akaan kaupunki, 13.3.2018
- Tiedote sisäilmatyöryhmän kokouksesta, Akaan kaupunki, 10.1.2018
- Sisäilmastokysely/oirekartta, Ramboll, 2018
- Yhteenveto sisäilmastokyselystä, Akaan kaupunki
- ei päivämäärää
- Puhdistuspöytäkirja, T&T Air Oy, 19.9.–11.10.2017
- Jätevesiviemäreiden sisäpuolinen tv-kuvaus, Kaivopumppu M. Kulmala Oy, 13.10.2016
- Vastaus kaupunginhallituksen selvityspyyntöön, Akaan kaupunki, 7.9.2015
- LVI-piirustuksia, Sweco, 2015
- LVI-työtapaselitys, 11.4.2014
- Kuntotutkimus, Hämeen rakennustutkimus, 27.5.2013
- LVI-selostus, Kellaritilojen iv-saneeraus, Airix, 15.3.2013
- Vastine Aluehallintoviraston työsuojelutarkastukseen 2013/2810, Akaan kaupunki 25.7.2013
- Tarkastuskertomus 2013/2810, Aluehallintovirasto, 15.1.2013
- Tilakohtaisten ilmapintojen mittauspöytäkirja, Airix Talotekniikka. 7.12.2012
- Vauriotarkastus, RATEKU, 25.7.2012
- Lausunto, Rakennusinsinööritoimisto Jommi Suonketo, 12.5.2012
- Vastine Aluehallintoviraston työsuojelutarkastukseen 12/2510, Akaan kaupunki 4.6.2012
- Työsuojelutarkastus 12/2510, Aluehallintovirasto, 20.2.2012
- Ilmapintojen mittauspöytäkirja, Vaileri Oy, 30.12.2009
- Rakennusselostus, Arkkitehtitoimisto Kimmo Linnovaara, 5.5.2006
- Mittauspöytäkirja, 10.3.2005
- LVI-piirustuksia, 2004
- Peruskuntoarvio ja PTS, Tampereen KV-Isännöinti Oy, 25.9.2002

5 Tutkimusmenetelmät

Rakennuksen kaikki tilat kierrettiin 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.

Pintakosteuskartoitus

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteusilmaisinta Gann Hydrotest LB70 teleskooppipinta-anturi ja LG1 -lukulaiteyhdistelmää, asteikko 0-185. Pintakosteudenilmaisimen 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.

Viiltomittaukset

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

Hetkelliset kosteusmittaukset eristetilasta

Rakenteiden eristetilojen suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HMP42 mittapäillä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää rakenneavauksen kautta eristetilaa mahdollisimman kohtisuoraan rakenteen poikkileikkaukseen nähden. Mittapää tiivistettiin mahdollisuuksien mukaan rakenteeseen, ja sen annettiin tasaantua noin 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41-lukulaitteella. Tulokset ovat suuntaa-antavia, erityisesti isompien rakenneavausten kautta tehtyinä, sillä rakenteen olosuhteet pääsevät rakenteen avaamisen jälkeen jossain määrin tasapainottumaan huoneilman olosuhteiden kanssa. Kosteusmittauksissa käytetyt mittapää kalibroidaan Vahanen Rakennusfysiikka Oy:ssä vähintään kuuden kuukauden välein.

Rakennekosteusmittaukset

Kellarikerroksen maanvastaisen seinärakenteen kosteusmittaus tehtiin porareikämittausmenetelmällä noudattaen ohjekortin RT 14-10984 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus ohjeistusta. Mittauksessa käytettiin HMP44-kosteusmittapäitä ja HMI41-luku-

laitetta. Porauksen jälkeen mittausreiät puhdistettiin, putkitettiin, putket imuroitiin ja tiivistettiin vesihöyrytiivillä kitillä 21.6.2018. Mittapääät asennettiin mittausreikiin putkituksen jälkeen ja putket tiivistettiin. Lukemat otettiin HMI41- lukulaitteella ja kirjattiin ylös 25.6.2018. Porareikämittaus on tarkimmillaan noin +20 °C lämpötilassa. Kosteusmittauksissa käytetyt mittapääät kalibroidaan Vahanen Rakennusfysiikka Oy:ssä vähintään kuuden kuukauden välein.

Sisäilman olosuhteiden seurantamittaukset

Tilojen välisten painesuhteiden seurantamittaukset toteutettiin jatkuvatoimisilla paine-eromittauksilla Produal-/Beck- ja Tinytag Plus- mittalaite – tiedonkerääjäyhdistelmällä noin kahden viikon mittausjaksolla. Seurantamittauksen mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1. Rakenteiden ja eri tilojen välisiä ilmapvirtausten suuntia tarkasteltiin Regin-merkkisavun avulla.

Ilmanvaihtokoneiden kuntoa sekä puhtautta arvioitiin silmämääräisesti ja valokuvamalla huolto- ja puhdistusluukkujen kautta. Koneiden kokonaisilmamäärät mitattiin SwemaAir 3000 –monitoimimittarilla ilmanvaihtokanavista termoaanemometrian turilla tai pitot putkella, jonka mittauksen tarkkuus on noin ± 5 % ja mittausvirhe noin ± 5 % mittaustaikasta riippuen.

Tilakohtaiset ilmamäärät mitattiin ilmanvaihtokanavista kuumalanka-anturilla tai määritettiin päätelaitteen paine-eron perusteella, tuloilmalaitteen mittausyhteistä tai ns. mittauskoukulla poistoilmaventtiileistä TSI Velocicalc 9565P -monitoimimittarilla. Kuumalanka-anturin mittauksen tarkkuus on noin ± 5 % ja mittausvirhe noin ± 5 % mittaustaikasta riippuen. Paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään yleensä 20 % tarkkuuteen, mutta tarkkuus heikkenee pienillä ilmamäärillä ja venttiililautasten ollessa ääriasentoonsa säädettyinä.

Rakenneavaukset

Rakenteiden kuntoa ja rakennetyyppejä tarkastettiin kuntotutkijoiden määrittelemien, rakennusurakoitsija Remonttiakaa M. Vehmaan toimesta tehtyjen rakenneavausten kautta. Rakenneavausten paikat on esitetty liitteessä 1. Aikaisemmissa tutkimuksissa tehtyjä havaintoja on esitetty liitteessä 2.

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 mikrobikasvusta) antaneet näytteet suoramikroskopioitiin viljelyn lisäksi materiaalityypin salissa. Näytteet analysoi Mikrobioni Oy (Kuopio). Analysoiva laboratorio on FINAS-akkreditoitu, ja akkreditointi kattaa käytetyt viljelymenetelmät. Tutkimustulos ilmoitetaan mikrobiryhmittäin muodossa pmy/g. Laboratorion ilmoittama määritysraja menetelmälle on 91 pmy/g tai 910 pmy/g kevyille materiaaleilla ja mittauserävarmuus homeille 5-6 %, bakteereille 19 % ja sädesienille 22 %. Analyysivastaus on liitteenä 3 ja 4.

6 Piha-alueet

6.1 Havainnot

Rakennuspaikka viettää lounaaseen ja piha-alueen kallistukset ovat pääosin rakennuksesta poispäin. Piha-alueet rakennuksen ympärillä ovat pääosin asfaltoituja, rakennuksen pohjoispäädyssä on nurmialue.

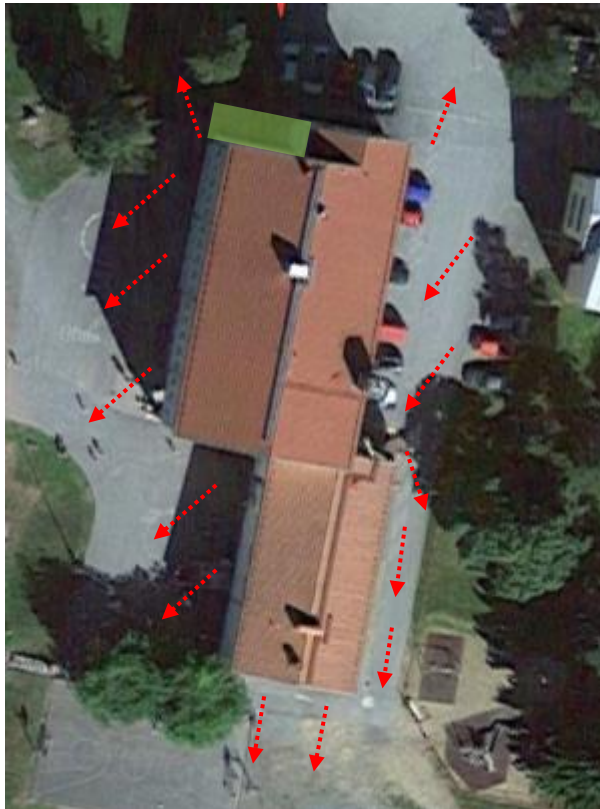
Salaojien tarkastuskaivoja ei havaittu, eikä salaojajärjestelmien olemassaolosta tai toimivuudesta ole varmaa tietoa. Vesikatolta sadevedet johdetaan rakennuksen ulkopuolisten syöksytorvien kautta sadevesijärjestelmään. Piha-alueilta sadevedet ohjataan sadevesikaivoihin.

Maanpinta on kellaritilojen lisäksi paikoin korkeammalla kuin 0. kerroksen lattiat.

Piha-alueella tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuvat 2 a...d. Yleiskuvia piha-alueilta. Rakennuspaikka on viettää lounaaseen. Rakennuksen vierustalla on pääsääntöisesti asfalttia ja osittain nurmikkoa. Kallistus viettää pääosin rakennukselta poispäin. Rakennuksen itäpuolella pysäköintipaikkojen kohdalla kallistus viettää rakennukseen päin. Maanpinta on paikoin 0. kerroksen lattiatason yläpuolella.



Kuva 3. Piha-alueen kallistukset ja pintarakenteet. Pohjoispäädyssä on nurmipäällyste, muualla asfaltti. Piha-alueen kallistukset ja kaivojen sijainnit on esitetty tarkemmin liitteessä 1.



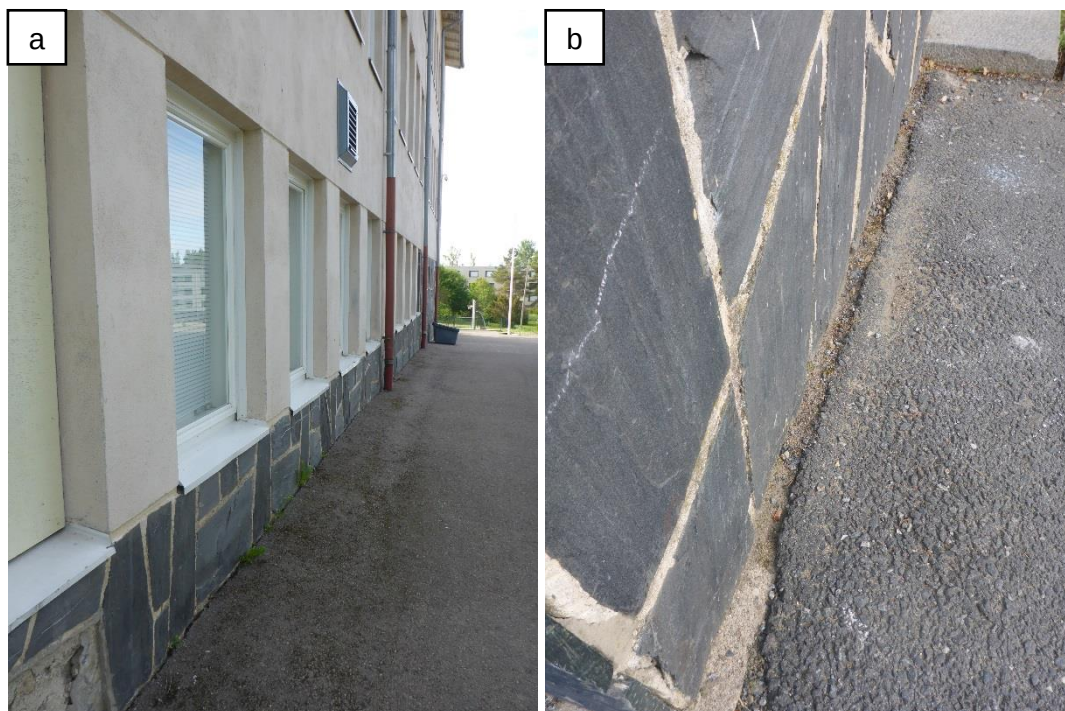
Kuvat 4 a...b. Sadevedet johdetaan vesikatolta syöksytorvilla sadevesiviemäriin. Erillisiä loiskekuppeja ei ole. Syöksytorvet on jatkettu maanpinnan alle ns. kiinteänä asennuksena.



Kuvat 5 a...b. Rakennuksen pihalla on pellettisäiliö. Säiliön vieressä piha-alue on noin metrin muuta piha-aluetta matalammalla. Syvennyksessä on kaivo.



Kuva 6. Pysäköintipaikkojen puolella (tilan 002 Kirjasto ulkopuolella) sadeveden havaittiin vuotavan räystäään sadevesikourusta yli lisäten seinän alaosan kosteusrasitusta.



Kuvat 7a...b. Sokkelin ja piha-alueen päällysteen väliin jää rako.



Kuva 8. Parkkipaikkojen puolella kellarin tuuletusluukku on osittain asfaltoitu umpeen.

6.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Piha-alueen muotoilussa ei havaittu merkittäviä puutteita, vaan asfaltoidulta piha-alueelta sadevedet ohjautuvat pääosin rakennuksesta pois. Itäseinustalla maanpinnan kallistukset ovat rakennukseen päin, jolloin seinärakenteiden alaosiin kosteusrasitus lisääntyy. Piha-alueen tiivis pintakerros estää sadevesien imeytymisen rakennuksen vierustalle, vähentäen maanvastaisiin seinärakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta. Maanpinta on ilmeisesti ollut aikaisemmin alempana, sillä asfalttipäällyste tukkii osittain sokkelirakenteessa olevan tuuletusaukon. Suosittelemme parantamaan piha-alueen muotoilua itäseinustalla maanvastaisiin seinärakenteisiin kohdistuvien korjaustöiden yhteydessä siten, että maanpinta viettää kaikkialla pois rakennuksesta.

Maanvastaisten seinärakenteiden suositellut toimenpide-ehdotukset on esitetty kohdassa 7.

7 Alapohja ja maanvastaiset seinät

7.1 Rakenteet

Rakennuksen alapohja on maanvastainen betonirakenne. Lattiapäällysteenä on pääosin vinyylilaatta sekä muovimatto. Kellarikerroksessa ei ole lattiapäällystettyä/-pinnoitettua. Alapohjan alapuolinen täyttö on hiekkaa. Maanvastaiset seinät ovat betonirakenteisia ja seinissä on sisäpuolinen bitumisivelyvedeneristys. Paikoin betonirakenteissa seinässä on sisäpuolinen verhomuuraus.

Rakenteita selvitettiin lähtötietojen ja rakenneavausten kautta. Rakenneavausten paikat on esitetty liitteessä 1.

Alapohja

Kellarikerroksen alapohjarakenne vanhasta avauksesta (kuoppa lattiassa) tarkasteltuna on ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- betoni, 50 mm
- bitumikermi
- betoni, 90...100 mm
- hiekka

Nollakerroksen tilassa 009 Aula alapohjarakenne on rakenneavauksen RAK5 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK5 (alapohja)

- vinyylilaatta
- betoni, 120 mm
- bitumikermi
- sementtilastulevy (Toja) ~50 mm
- bitumisively
- betoni (avausta ei jatkettu)

Nollakerroksen tilassa 005 Puutyöhuone alapohjarakenne on rakenneavauksen RAK6 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK6 (alapohja)

- maali
- betoni, 120 mm
- suodatinkangas
- kevytsora, ~50 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)

Nollakerroksen tilassa 021 Tauko/kokous alapohjarakenne on rakenneavauksen RAK12 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK12 (alapohja)

- muovimatto
- tasoite, 5 mm
- betoni, 80 mm

- suodatinkangas
- XPS-levy, 50 mm
- sora (avausta ei jatkettu)

Nollakerroksen tilassa 025 Sos.tila/N alapohjarakenne on rakenneavauksen RAK13 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK13 (alapohja)

- muovimatto
- betoni, ~50 mm
- suodatinkangas
- kevytsora (avausta ei jatkettu)

Nollakerroksen tilassa 016 Pukuh/N alapohjarakenne on rakenneavausten RAK10 ja RAK14 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK 10 ja 14 (alapohja)

- muovimatto
- tasoite, 5 mm
- betoni, 40 mm
- heikkolaatuinen betoni, 30 mm
- suodatinkangas
- betoni (avausta ei jatkettu)

Nollakerroksen tilassa 003 Tarvikevarasto alapohjarakenne on rakenneavauksen RAK15 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK15 (alapohja)

- maali
- betoni, 35 mm
- puukuitulevy/sementtilastulevy, 15 mm
- kivinen betoni, 70 mm
- hiekkaa

Maanvastaiset seinät

Kellarikerroksen portaikossa itäpuolen maanvastaisen seinän rakenne on rakenneavauksen RAK29 (tasoitteen poisto 300 mm x 300 mm ja betonin poraus Ø 32 mm) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

RAK29

- maali
- tasoite, 30 mm
- bitumisively
- betoni, >150 mm



Kuva 9. Kellarikerroksen portaikon rakenneavaus RAK29.

Nollakerroksen tilassa 002 Kirjasto maanvastaisen seinän rakenne on rakenneavauksen RAK2 (Ø 32 mm) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

RAK2

- maali
- tasoite, 30 mm
- tiili, 60 mm
- turve-eriste, 75 mm
- bitumisively
- betoni

Nollakerroksen tilassa 006 Opetustila maanvastaisen seinän rakenne on rakenneavauksen RAK28 (300 mm x 200 mm) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

RAK28

- maali
- tasoite, 25 mm
- tiili, 70 mm
- turve-eriste, 50 mm
- betoni



Kuva 10. Rakenneavaus RAK 28. Turve-eristeestä otettiin materiaalinäyte MAT 10. Näytteessä ei todettu mikrobikasvua.

Nollakerroksen tilassa 009 Aula maanvastaisen seinän rakenne on rakenneavauksen RAK4 (Ø 32 mm) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

RAK4

- maali
- tasoite, 25 mm
- tiili, 60 mm
- tyhjä tila, 30 mm
- turve-eriste, 40 mm
- bitumisively
- betoni

Nollakerroksen tilassa 021 Tauko/kokous maanvastaisen seinän rakenne on rakenneavauksen RAK7 (Ø 32 mm) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

RAK7

- maali
- tasoite, 30 mm
- tiili, 130 mm
- turve-eriste, 90 mm
- bitumi
- betoni

7.2 Havainnot

Kellarikerroksessa alapohjan lattiapäällysteenä on ollut maali, joka on lähes kauttaaltaan kulunut pois. Nollakerroksessa alapohjan lattiapäällysteenä on käytetty muovimattoa, vinyylilaattaa ja maalattua betonipintaa. Märkätiloissa on käytetty muovimattoa ja keraamista laattaa. Liikuntasiiven 0. kerroksessa sijaisevien märkätilojen seinät ovat levyrakenteisia. Siivousvarastossa (001) on massalattia. Nollakerroksessa lattioiden pintamateriaalit ovat pääosin hyväkuntoisia.

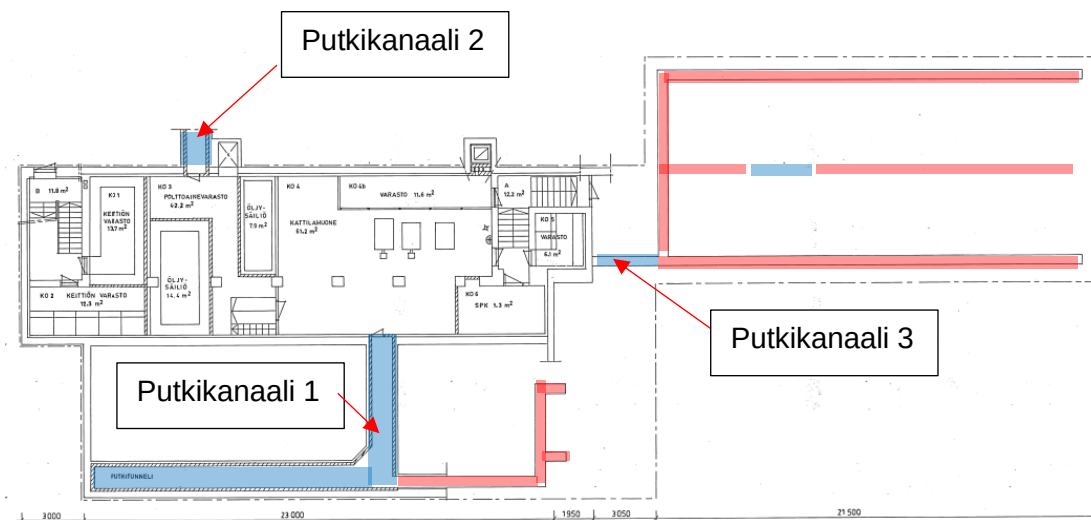
Kellarikerroksen maanvastaisten seinärakenteiden pintarakenteissa todettiin kosteusvaurioita ja kohonneita pintakosteuslukemia. 0. kerroksessa maanvastaisissa rakenteissa ei havaittu silmämääräisesti viitteitä kosteusvaurioista.

Alapohjaan ja maanvastaisiin seiniin tehtyjen rakenneavausten perusteella ilmavirtausten suunta oli merkisavulla tarkasteltaessa pääasiassa rakenteeseen päin. Rakenneavausten yhteydessä rakenteista ei aistittu epätavanomaista/mikrobiperäistä hajua. Tilassa 021 Tauko/tsto maanvastaiseen seinään tehdyssä rakenneavauksessa ja tilassa 025 Sos.tila/N maanvastaiseen alapohjaan tehdyssä rakenneavauksessa ilmavirtaus oli sisätilaan päin.

Kellarikerroksessa sijaitsee lämmönjakohuone. Kohteessa on pelletti- ja öljylämmitys. Tutkimuspäivinä kellarissa aistittiin savun hajua.

Lämmönjakohuoneesta lähtee kaksi putkikanaalia. Putkikanaali 1 sijaitsee länsiseinustalla ja kulkee 0. kerroksen alapuolella. Putkikanaali (/huoltotunneli) 2 sijaitsee itäseinustalla ja siitä on yhteys piha-alueella sijaitsevaan päiväkotirakennukseen. Lisäksi portaikon alapuolelta lähtee kolmas putkitunneli, joka

sijaitsee liikuntasäivien lattian alapuolella. Putkitunnelien sijainnit on esitetty seuraavassa kuvassa. Putkikanaalit 1 ja 3 on alipaineistettu koneellisesti. Merkkisavulla tarkasteltuna ilmvirtaukset olivat putkitunneleihin päin.



Kuva 11. Putkikanaalien sijainnit on merkitty kuvaan punaisella ja sinisellä. Sinisellä merkityt putkikanaalit on todettu/havaittu kenttätutkimusten yhteydessä. Punaisella merkityt putkikanaalit on esitetty rakennuspiirustuksissa. Putkikanaalien 1 ja 2 seinärakenne rakennepiirustusten mukaan: 15 cm tiilimuuraus, 2 x bitumihuopaeristys, 15 cm betoni.

Rakennuksen pohjoisseinustalle tehtiin rakennuksen ulkopuolelta kaivanto, jolla selvitetiin mahdollisen ulkopuolisen vedeneristyksen toteutustapaa. Kaivannosta tehtyjä havaintoja on esitetty kuvassa 12.

Havaintoja alapohjasta ja maanvastaisista seinistä on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuvat 12 a ja b. Kaivannosta havaittiin seinustan vierustan täytön olevan karkeaa mursketta, jonka seassa on runsaasti hienoainesta. Sokkelissa/maanvastaisessa seinässä ei havaittu ulkopuolella vedeneristystä.



Kuvat 13 a...b. Yleiskuva polttoainevarastosta (a). Varastosta lähtee putkitunneli päiväkotirakennukseen. Varaston lattiassa esiintyy halkeilua. Varastossa aistittiin öljyn hajua. Huoltomieheltä saadun tiedon mukaan öljysäiliö on vuotanut öljyvuotokaukaloon ylitäytön vuoksi joitakin vuosia sitten.





Kuvat 14a...d. Koulun ja päiväkodin välillä on putkikanaali. Putkieristeet sisältävät asbestia ja niissä todettiin kosteuden aiheuttamia jälkiä. Putkikanaalia ei ole koneellisesti alipaineistettu.



Kuva 15. Polttoainevarastoon vievän luiskan vierellä havaittiin kohonneita pintakosteuslukemia. Tiilimuurin bitumisively on ikääntynyt.



Kuvat 16 a...c. Kattilahuoneessa on lattiakaivo, mutta ei vedeneristystä. Lattiakaivon vieressä olevassa luukussa on kaivo, joka oli tutkimushetkellä täynnä vettä.



Kuvat 17 a...f. Kellarin portaikossa ja varastossa havaittiin pinnoitevaurioita ja kohonneita pintakosteuslukemia. Kuvassa f on havaittavissa maalipinnoitteen ja tasoitteen takana bitumisivelyvedeneriste. Bitumisively on paikoin irti alustastaan.



Kuvat 18 a...c. Kattilahuoneesta lähtevässä putkikanaalissa (putkikanaali 1) havaittiin epätiiviyttä läpivientejä nollakerrokseen. Putkieristeissä on paikoin havaittavissa kosteuden aiheuttamia jälkiä.



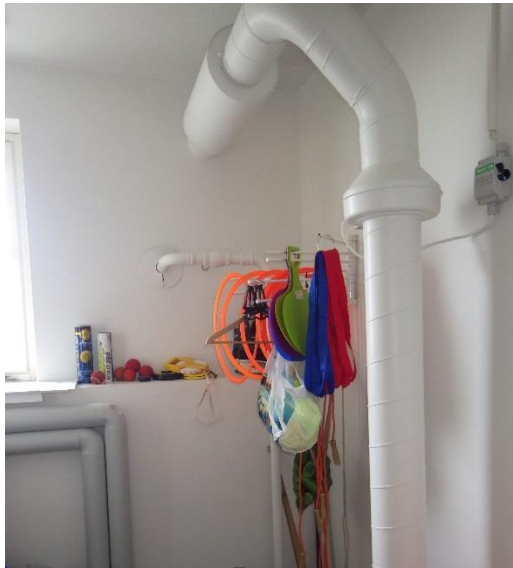
Kuva 19. Putkikanaalin 1 katossa/välipohjarakenteessa on vanerilla peitetty avaus/läpivienti ja kanaalin pohjalla kevytsoraa. Avaus on ilmeisesti tehty ylempien tilojen putkistosaneerauksen yhteydessä.



Kuva 20. Putkikanaaliin 1 on asennettu koneellinen alipaineistusjärjestelmä. Alipaineistusjärjestelmän poistoilmaventtiilistä havaittiin aistinvaraisesti voimakas ilmavirtaus kanavaan päin. Poistoilmakanava on asennettu putkikanaalin kulkuluukun viereen. Kulkuluukku ei ole tiivistetty ja luukku oli jätetty auki.



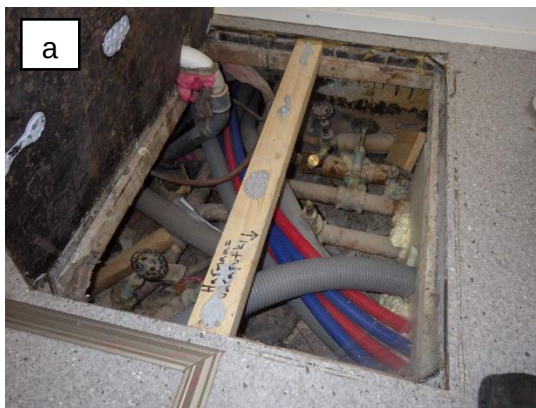
Kuvat 21 a...b. Kellarin varastosta liikuntasalin siipeen lähtevässä putkikanaalissa/ryömintätilassa (putkikanaali 3) havaittiin osittain irronneita muottilautoja ja muuta rakennusmateriaalia. Tilassa aistittiin mikrobiperäistä hajua. Putkikanaali on alipaineistettu koneellisesti. Alipaineistusjärjestelmä sijaitsee ryömintätilan yläpuolella olevassa varastossa.



Kuva 22. Putkikanaalin 3 alipaineistusjärjestelmä. Poistoilmakanava jatkuu ulkoseinän läpi etupihalle. Alipaineistusjärjestelmän toimintaa seurattiin jatkuvatoimisella paineromittauksella. Mittaustulokset on esitetty kohdan 11 kuvaajassa 8.



Kuva 23. Lämmönjakohuoneen alapohjarakennetta on avattu aikaisemmin pohjaviemäritukoksen vuoksi. Avaus on peitetty vanerilevyllä ja avauksen kohdalla on suora yhteys maaperään. Rakenne: noin 50 mm betoni, bitumikermi, noin 100 mm betoni, hiekka.



Kuvat 24 a...b. Liikuntasalin siivessä olevissa luukuissa havaittiin kevytsoraa, mursketta ja maa-ainesta. Molemmissa luukuissa ilmvirtaus oli luukkuun päin. Vanhoissa putkieristeissä havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä. Tarkastusluukuissa ei ole tiivisteitä.



Kuvat 25a...b. Alapohjalaatan ja ulkoseinän liittymässä havaittiin yleisesti rakoilua. Merkkisavulla tarkasteltaessa ilmavirtaus oli rakenteeseen päin.



Kuvat 26 a ja b. Puukäsityöluokan lattiarakenteessa esiintyy halkeilua. Puutyöluokan pintalaatan liittymissä viereisiin rakenteisiin on havaittavissa muovikalvo. Alapohjalaatan ja viereisten rakenteiden väliin jää 5...10 mm rako. Liittymissä ei havaittiin merkittävästi tarkasteltuna heikko ilmavirtaus rakenteeseen päin. Alapohjarakenteeseen tehdystä rakenneavauksesta RAK21 mitattiin eristetilän ja sisäilman välistä paine-eroa hetkellisesti. Paine-ero oli 0...3 Pa, alapohjarakenteen ollessa alipaineinen sisäilmaan nähden.



Kuva 27. Puutyöluokan alapohjarakenteen liittymä kynnyksen kohdalla. Pintalaatan ja kynnyksen (viereisen alapohjalaatan) väliin jää rako. Liittymää on tiivistetty elastisella massalla. Massan tartunta alustaansa on puutteellinen.



Kuvat 28a...c. Wc-tiloissa, joihin on kulku ulkokautta, on seinärakenteissa tarkastusluukkuja. Luukuista on yhteys 0. kerroksessa sijaitseviin wc-tiloihin. 0. kerroksen wc-tilojen alapohjarakenteet on tuettu alemmalla lattiapinnan tasolta puurakenteilla. Kos-teusvaurioita tai epätavanomaista hajua ei havaittu. Sekä tyttöjen että poikien wc-tiloihin on tehty tilamuutoksia siten, että yhteen wc-koppiin on kulku sisäkautta. Tilamuu-tosten takia näiden wc-tilojen lattia on korotettu puurakenteilla samaan tasoon kuin muu 0. kerroksen lattia.



Kuva 29. Tilassa 025 havaittiin putkikotelossa alapohjarakenteessa läpivienti, joka on toteutettu salaojaputkella. Salaojaputkea on näkyvissä noin 20 cm ja se on liitetty viemäriputkeen. Viemäriputki jatkuu ulkoseinärakenteen läpi. Tilan 025 alapohjarakenne on uusittu ja korjaustöiden yhteydessä rakenteen täyttökerrokseen on ilmeisesti asennettu radonputkista rakenteen tuulettumista varten. Lattiapinnan tason yläpuolella olevasta salaojaputkesta havaittiin voimakas ilmavirtaus sisäilmaan päin. Epätavanomaista hajua ei havaittu.

7.3 Kosteusmittaukset

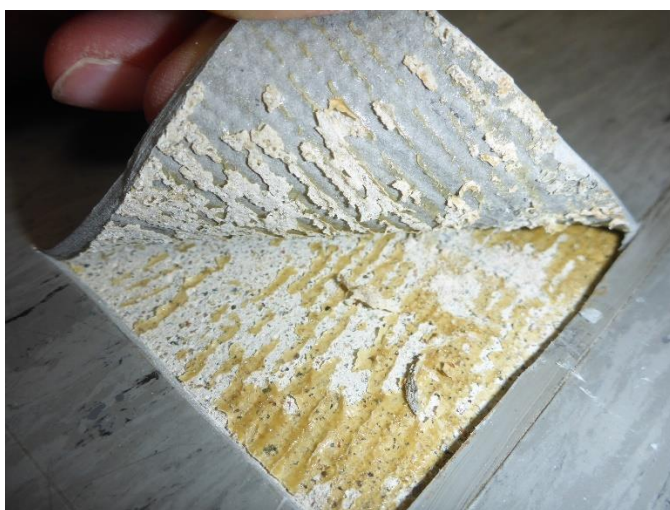
Alapohjarakenteisiin ja maanvastaisten seinärakenteiden alaosiin suoritettiin pintakosteuskartoitus. Kohonneita pintakosteuslukemia havaittiin ainoastaan paikallisesti kellarin lattia- ja seinärakenteissa sekä 0. kerroksen puukäsityöluokan lattiassa (maalipinoite). Lisäksi märkätilojen seinissä havaittiin paikallisia kohonneita kosteuspitoisuuksia. Pintakosteuskartoituksen tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1.

Lattiapäälysteiden alapuolelta suoritettiin kosteusmittauksia viiltomenetelmällä pintakosteuskartoituksen tulosten varmentamiseksi. Kohonneita kosteuspitoisuuksia ei esiintynyt. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 1. Viiltomittausten yhteydessä lattiapäälysteiden kuntoa arvioitiin aistinvaraisesti havainnoiden. Havainnot on esitetty kuvissa 31-34.

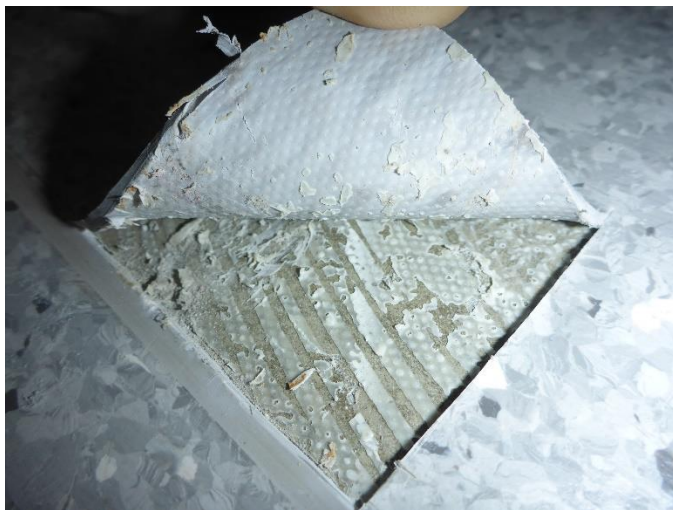
Maanvastaisista seinärakenteista suoritettiin rakennekosteusmittauksia sekä porareikämenetelmällä että hetkellisillä mittauksilla eristetilasta. Rakennekosteusmittaustulokset on esitetty taulukoissa 2 ja 3.

Taulukko 1. Alapohjan lattiapäällysteiden alapuolelle tehtyjen viiltomittauksen 12.6.2018 tulokset. Taulukossa on esitetty lämpötila (t) ja suhteellinen kosteus (RH) sekä näiden perusteella laskettu ilman kosteussisältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittapiste	Mittaussyvyys	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m³]
V1, C-rappu	muovimaton alus	H1	20,0	57,4	9,9
	sisäilma	H3	19,8	30,0	5,1
V2, tila 016	muovimaton alus	H4	21,0	35,1	6,4
	sisäilma	H2	20,9	28,8	5,2
V3, tila 025	muovimaton alus	H8	20,4	36,5	6,4
	sisäilma	H6	20,3	31,0	5,4
V4, tila 012	muovimaton alus	H5	20,6	51,9	9,3
	sisäilma	H7	19,9	32,0	5,5
V5, tila 009	vinyyli-laatan alus	H5	20,1	32,8	5,7
	sisäilma	H7	19,8	33,1	5,6



Kuva 30. V1, C-rappu. Viiltomittauksen tulos 57,4 %RH. Maton tartunta alustaansa heikohko, ei poikkeavaa hajua, murtopinta liimassa.



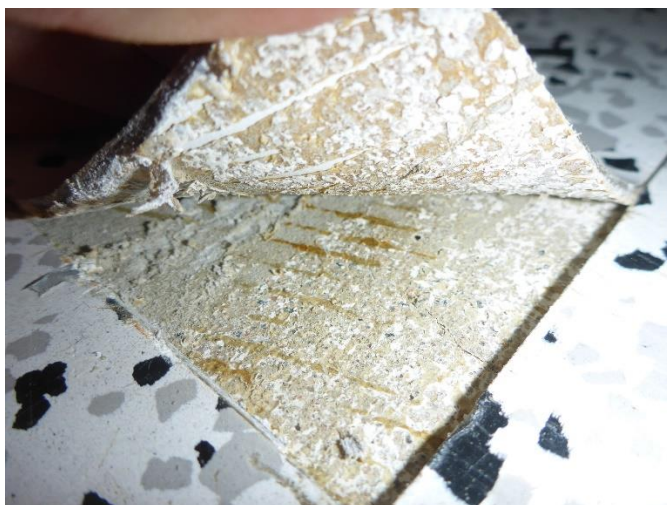
Kuva 31. V2, tila 016, Pukuh/N. Viiltomittauksen tulos 35,1 %RH. Maton tartunta alustaansa tiukka, ei poikkeavaa hajua, murtopinta liimassa.



Kuva 32. V3, tila 025 Sos.tila/N. Viiltomittauksen tulos 36,5 %RH. Maton tartunta alustaansa tiukka, ei poikkeavaa hajua, murtopinta liimassa ja joustopohjakerroksessa.



Kuva 33. V4, tila 012 Sos.tila/M, Viiltomittauksen tulos 51,9 %RH. Maton tartunta alustaansa tiukka, ei poikkeavaa hajua, murtopinta liimassa.



Kuva 34. V5, tila 009 Aula. Viiltomittauksen tulos 32,8 %RH. Vinyylilaatan tartunta alustansa heikohko, ei poikkeavaa hajua, murtopinta liimassa.

Taulukko 2. Porareikämenetelmällä määritettyjen maanvastaisten rakenteiden rakennekosteusmittausten tulokset. Mittapisteet porattiin ja putkitettiin 21.6.2018 ja tulokset luettiin 25.6.2018. Taulukossa on esitetty lämpötila (t) ja suhteellinen kosteus (RH) sekä näiden perusteella laskettu ilman kosteussisältö (abs).

Mittapiste	Mittaussyvyys (materiaali / mittauspisteen syvyys)	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m³]
MP1, kellarin rappu	betoni, 40 mm	TA7	19,2	95,9	15,8
	betoni, 80 mm	TA6	19,0	97,0	15,8
	betoni, 150 mm	TA9	18,9	99,2	16,1

Taulukko 3. Eristetilasta suoritettujen hetkellisten rakennekosteusmittausten 12.6.2018 tulokset. Taulukossa on esitetty lämpötila (t) ja suhteellinen kosteus (RH) sekä näiden perusteella laskettu ilman kosteussisältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä. Porareistä tarkasteltuna ilmavirtaukset olivat maanvastaisissa seinissä rakenteeseen päin ja alapohjissa sisäilmaan päin. Epätavanomaista hajua ei todettu.

Mittapiste	Mittaussyvyys	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m³]
MP3, RAK8, tila 006, seinä	eristetila, turve-eriste	H3	22,3	35,2	7,0
MP4, RAK4, tila 009, seinä	eristetila, turve-eriste	H4	19,7	43,6	7,4
MP5, RAK9, tila 009, ap	eristetila, sementtilastulevy	H4	20,6	30,4	5,4
MP6, RAK10, tila 016, ap	betonilaattojen väli, 50 mm	H1	21,2	34,6	6,4
	alalaaan alapuoli, eristetila, 200 mm	H1	22,1	27,0	5,3
MP7, RAK11, tila 016, seinä	eristetila	H2	21,4	30,1	5,7

Mittapiste	Mittausvyvyys	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m³]
MP8, RAK7, tila 021, seinä	eristetilä, turve-eriste	H1	18,5	45,8	7,2

7.4 Materiaalinäytteet

Maanvastaisten seinärakenteiden eristetilasta (turve-eriste) otettiin neljä materiaalinäytettä mikrobianalyysia varten. Mikrobianalyysit suoritettiin laimennossarjamenetelmää käyttäen.

Mikrobianalyysien johtopäätökset tulosraporttien mukaan ovat seuraavat:

- MAT1 (turve-eriste), RAK4, tila 009
 - ei mikrobikasvua materiaalissa
- MAT2 (turve-eriste), RAK7, tila 021
 - selvä mikrobikasvu materiaalissa: suuri homepitoisuus, myös indikaattorimikrobeja, pieni bakteeripitoisuus
- MAT3 (turve-eriste), RAK2, tila 002
 - ei mikrobikasvua materiaalissa
- MAT10 (turve-eriste); RAK28, tila 006
 - ei mikrobikasvua materiaalissa

Materiaalinäytteiden näytteenottoaikat on esitetty liitteessä 1. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit suoritettiin Mikrobioni Oy:n toimesta.

Laboratorioanalyysien tulosraportit ovat kokonaisuudessaan liitteinä 3 ja 4.

7.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Kellari

Kellarin maanvastaisissa rakenteissa (sekä kantavissa seinärakenteissa) todetut kohonneet kosteuspitoisuudet ja pinnoitevauriot ovat aiheutuneet maaperän kosteusrasituksesta. Maaperän kosteus pääsee kulkeutumaan kapillaarisesti/diffuusiolla rakenteiden pintaasiin aiheuttaen kosteusvaurioita.

Rakennuksen ulkopuolelle tehdystä kaivannosta ei havaittu ulkopuolista veden- tai lämmöneristystä ja kellarin maanvastaisten seinärakenteiden sisäpuolinen bitumisive-lyeriste ei toimi suunnitellusti, jolloin rakenteisiin kohdistuu merkittävä kosteusrasitus. Kellarin alapohjarakenne on pääosin pinnoittamatonta betonia, jonka sisällä on (ainakin paikoin) vedeneristeenä/kapillaarisen nousun katkaisevana kerroksena bitumikermi, jolloin alapohjarakenteen kosteusteknisessä toiminnassa ei ole merkittäviä puutteita. Aiemmin tehtyjen tutkimusten tiedoista poiketen, alapohjarakenteessa havaittiin bitumikermi, joka toimii kapillaarikatkona.

Tehtyjen paine-eromittauksen (ks. kohta 11) mukaan kellarikerros on jatkuvasti alipaineinen 0. kerrokseen nähden eli kellarin rakenteiden epäpuhtaudet ja pellettijärjestelmästä tuleva savun haju eivät pääse kulkeutumaan käyttötiloihin.

Myös portaikon alapuolella oleva ryömintätila/putkikanaali on paine-eromittausten mukaan alipaineinen ympäröiviin tiloihin nähden, jolloin kanaalin sisältämät epäpuhtaudet eivät heikennä sisäilman laatua, mikäli painesuhteet pysyvät vastaavanlaisina. Toimivasta alipaineistusjärjestelmästä huolimatta suosittelemme poistamaan tilasta kaikki ylimääräiset rakennusjätteet ja tiivistämään rakenneliittymät sekä tarkastusluukut.

Suositlemme maanvastaisten seinä- ja alapohjarakenteiden sekä kantavien seinärakenteiden pinnoitteiden poistamista puhtaalle tiili- tai betonipinnalle vähintään 1,5 metrin korkeuteen. Maanvastaisten seinien ja kantavien seinien alaosien uutena pintamateriaalina voidaan käyttää erikoislaasteja (suolankeräys- tai vedentiivistyslaastit) tai sementtitasoitteita, jotka maalataan hyvin vesihöyryä läpäisevällä maalilla. Kellaritilat toimivat varasto- ja teknisinä tiloina, jolloin seinät voidaan jättää myös puhtaalle betonipinnalle. Alapohjan uutena pinnoitteena/päällysteenä voidaan käyttää hyvin vesihöyryä läpäisevää ja kosteutta kestävää maalia tai keraamista laattaa. Vaihtoehtoisesti betonipinnat voidaan hioa puhtaalle betonipinnalla ja pölynsidontakäsitellä.

Kellarin pohjoisseinustan maanvastaisessa seinärakenteessa on aikaisempien tutkimusten mukaan sisäpuolinen turve-eriste. Suosittelemme tiilimuurauksen ja turve-eristeen poistamista puhtaalle betonipinnalle. Uusi rakenne tulee toteuttaa erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

0.kerros

0. kerroksen ulkoseinät sijaitsevat paikoin maanpinnan alapuolella eikä ulkopuolelle tehdyssä kaivannossa havaittu vedeneristystä. Seinien alaosissa olevassa turve-eristeessä ei havaittu kosteusmittauksissa kohonneita kosteuspitoisuuksia, mutta tutkimusten yhteydessä otettujen materiaalinäytteiden sekä aikaisemmin otettujen materiaalinäytteiden perusteella siinä esiintyy ainakin paikoin mikrobikasvustoa. Turve-eristeen vaurioituminen on todennäköisesti aiheutunut perusmuurin läpi kulkeutuvasta kosteudesta. Maaperän kosteus pääsee kulkeutumaan eristetilaan niillä kohdilla, joissa sisäpuolinen bitumisivelyeriste ei toimi suunnitellusti, aiheuttaen kosteus- ja mikrobivaurioita.

Turve-eristeessä havaittiin mikrobikasvustoa vain paikallisesti eikä kohonneita kosteuspitoisuuksia esiintynyt, minkä vuoksi suosittelemme ensisijaisesti ulkoseinärakenteen alaosan ilmatiiveyden parantamista. Raskaammat rakenteelliset muutostyöt ja lämmön eristeen poistaminen rakenteesta on suositeltavaa tehdä seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Korjauksissa tulee huomioda, että turve-eristeen poistaminen seinärakenteesta on todennäköisesti mahdotonta/haastavaa, sillä eriste jatkuu yhtenäisenä välipohjarakenteen ohi kellarikerrokseen saakka.

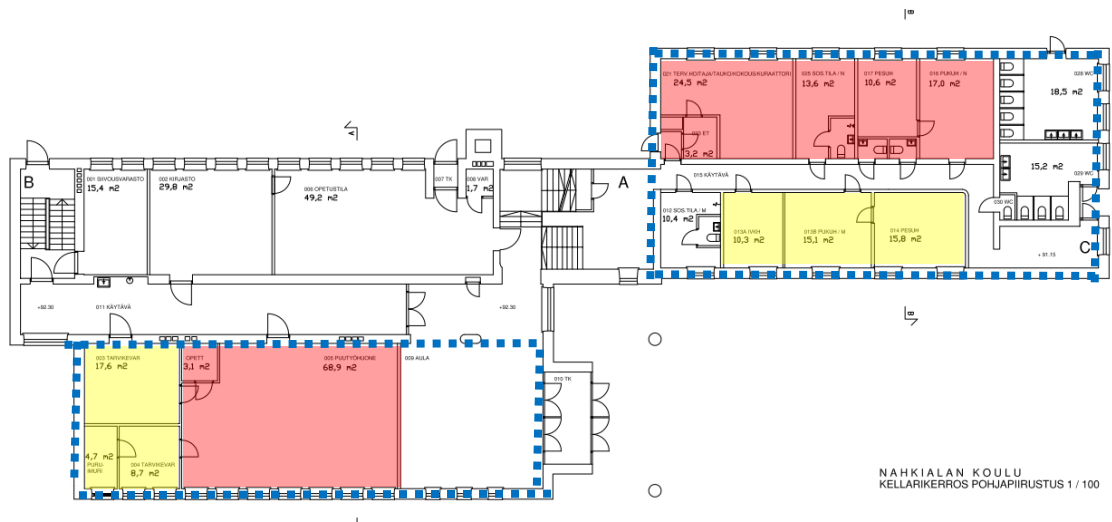
Maanvastaisissa alapohjarakenteissa ei havaittu merkittäviä/laajoja puutteita rakenteen kosteusteknisessä toiminnassa. Aulan (tila 009) alapohjarakenteen sementtilastulevy sijaitsee kahden tiiviin rakennekerroksen välissä, jolloin eristeeseen mahdollisesti pääsevä kosteus (maaperän kosteus, putkivuodot tai pesuvedet) pääsee kuivumaan erittäin hitaasti mahdollistaen kosteuden vaikutuksesta herkästi vaurioituvan sementtilastuvillalevyn kosteusvaurioitumisen. Alapohjarakenteen rakennetyyppi ja bitumisivelyn ikääntyminen huomioiden lämmöneristekerroksen paikalliset kosteus- ja mik-

robivauriot ovat todennäköisiä. Aikaisemmissa tutkimuksissa (*Hämeen Rakennustutkimus Oy, 2013*) aulan alapohjarakenteen eristetilassa on todettu kohonneita kosteuspitoisuuksia ja mikrobivaurioita. Pintarakenteissa ei ole todettu vaurioita.

Tilan 016 alapohjarakenteessa ei havaittu kapillaarisen kosteuden nousun estävää rakennekerrosta, mutta kohonneita kosteuspitoisuuksia ei todettu. Lattiapäällysteen uusiminen ei ole ajankohtaista/välttämätöntä, mutta seuraavien lattiapäällysteisiin kohdistuvien korjaustöiden yhteydessä suosittelemme käyttämään tilan lattiapäällysteenä hyvin kosteutta kestävä ja vesihöyryä läpäisevää päällystettä, esim. keraaminen laatoitus.

Maanvastaisissa rakenteissa ei havaittu puutteita, jotka edellyttäisivät raskaita rakenteellisia korjaus- ja muutostöitä. Alapohjarakenteiden lämmöneristeiden sekä maaperän epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan epätiivien rakenneliittymien ja läpivientien kautta. Suosittelemme tiivistämään alapohjarakenteen epätiiviskohdat hallitsemattomien ilmavirtauksien estämiseksi sekä alkuperäisissä että uusituissa alapohjarakenteissa. Aulan alapohjarakenteen uusiminen kokonaisuudessaan on suositeltavaa, mikäli rakennetta joudutaan avaamaan esim. linja-saneeraukseen yhteydessä.

Osa aikaisemmissa tutkimuksissa todetuista alapohjarakenteiden vaurioista on tutkimuksissa tehtyjen havaintojen perusteella korjattu (mm. tilat 005, 021, 025 ja 016), vaikka tehtyjä toimenpiteitä ei ole dokumentoitu. Tutkimuksien sekä lähtötietojen perusteella määritetyt korjatut alapohjarakenteet on esitetty alla olevassa kuvassa.



Kuva 35. 0. kerroksen alapohjarakenteet on rajattu kuvaan sinisellä katkoviivalla. Havaintojen mukaan punaisella merkattujen alueiden alapohjarakenteet on uusittu ja keltaisella rajattujen alueiden rakenteet on todennäköisesti uusittu. Keltaisilla alueilla tilojen lattiapäällysteenä on keraaminen laatta tai maalipinnoite. Vaikka ko. tilojen alapohjarakenteita ei olisikaan kokonaisuudessaan uusittu, lattiapinnoitteet/-päällysteet kestävät maaperästä mahdollisesti rakenteiden pintaosiin kulkeutuvan kosteusrasituksen.

Tilan 025 alapohjarakenteen korjaustöiden yhteydessä täyttökerrokseen asennetun radonputkiston alapohjan läpivienti on asennettu virheellisesti ja siitä havaittiin voimakas

ilmavirtaus huonetilaan päin. Ilmavirtauksen mukana maaperän/eristetilan epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan heikentäen sen laatua. Tuuletusputki tulee liittää radon-/salaojaputkistoon ilmatiiviisti umpinaisella viemäriputkella.

O. kerroksen alapuolella kulkevien putkikanaalien kautta voi kulkeutua epäpuhtauksia (mm. vanhat vaurioituneet muottilaudoitukset ja putkilämmöneristeet) sisäilmaan heikentäen sen laatua. Rappusten alapuolella oleva alipainejärjestelmä ei todennäköisesti alipaineista kaikkia putkikanaalin haaroja, joten alapohjarakenteen läpiviennit ja tarkastusluukut tulee tiivistää. Tiivistäminen antaa myös varmuutta alipaineistusjärjestelmän toimintaan. Lähtötietojen ja havaintojen mukaan kiinteistön käyttövesi- ja lämmityspotket on ainakin osittain saneerattava, joten uudet putkistot on suositeltava asentaa pinta-asennuksina ja putkikanaalit poistaa käytöstä. Liikuntasiiven O. kerroksen vesi- ja viemärijärjestelmät on ilmeisesti uusittu kokonaan, joten tältä osin toimenpiteenä on rakenteiden ilmatiiveyden parantaminen.

Rakennuksen ulkopuolelle kohdistuvat toimenpiteet

Maanvastaisiin seinärakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta on suositeltavaa vähentää ulkopuolisella vedeneristyksellä ja salaojituksella. Kellarikerroksen seinien sisäpinnoilla sekä O. kerroksen turve-eristeen takana oleva bitumisivelyvedeneriste on ikääntynyt eikä se suojaa enää kaikilta osin pintarakenteita. Mikäli rakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta ei vähennetä ulkopuolisilla korjaustoilla, tulevat turve-eristeen ja pintarakenteiden kosteus- ja mikrobivauriot todennäköisesti lisääntymään/laajentumaan.

8 Välipohjarakenteet

Välipohjat ovat pääosin ylälaattapalkistoja ja osittain ns. kaksoislaattapalkistoja. Kaksoislaattapalkistorakennetta on käytetty käytävillä, opettajien huoneissa sekä liikuntasiiven O. kerroksessa. Välipohjarakenteen pintalaatan askeläänieristeenä on pääasiassa bitumipaperipäällysteistä lasivillaeristettä.

8.1 Rakenteet

Välipohja kellarin ja ensimmäisen kerroksen välillä

Nollakerroksen tilassa 002 Kirjasto välipohjarakenne on rakenneavauksen RAK1 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK1 (välipohja)

- vinyylilaatta
- betoni, ~60 mm
- XPS, 70 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)

Nollakerroksen tilassa 006 Opetustila välipohjarakenne on rakenneavauksen RAK3 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK3 (välipohja)

- muovimatto
- betoni, 50 mm

- bitumoitunut rakennuspaperi
- sementtilastulevy (Toja-levy), ~80 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)

Nollakerroksen tilassa 011 Käytävä välipohjarakenne on rakenneavauksen RAK16 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK16 (välipohja)

- vinyylilaatta
- betoni, ~50 mm
- heikkolaatuinen betoni
- rakennuspaperi
- sementtilastulevy (Toja-levy), ~20 mm
- ilmaväli, ~30 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)

Välipohja nollakerroksen ja ensimmäisen kerroksen välillä

Ensimmäisen kerroksen käytävällä (B-rapun päädyssä) välipohjarakenne on rakenneavauksen RAK19 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK19 (välipohja)

- vinyylilaatta
- betoni, 50 mm
- bitumipaperipäällysteinen lasivillaeriste, 25 mm
- betoni, 40 mm
- betonipalkisto/ilmaväli, jossa muottilaudat, ~500 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)

Ensimmäisen kerroksen tilassa 102 Ruokasali välipohjarakenne on rakenneavauksen RAK20 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK20 (välipohja)

- muovimatto
- betoni, 50 mm
- bitumipaperipäällysteinen lasivillaeriste, 25 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)
 - rakenneavaus osui välipohjapalkin kohdalle

Ensimmäisen kerroksen tilassa 106 Opetustila välipohjarakenne on rakenneavauksen RAK27 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK27 (välipohja)

- muovimatto
- tasoite, 2 mm
- betoni, 50 mm
- bitumipaperipäällysteinen lasivillaeriste, 25 mm
- betoni, 70 mm
- tyhjä tila/lauta, ~30 mm

- betoni (avausta ei jatkettu)

Ensimmäisen kerroksen tilassa 110 Liikuntasali välipohjarakenne on rakenneavauksen RAK17 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK17 (välipohja)

- maali
- lauta, 15 mm
- bitumisively
- betoni, 70 mm
- heikkolaatuinen betoni, 60 mm
- rakennuspaperi
- puumateriaalia



Välipohja ensimmäisen ja toisen kerroksen välillä

Toisen kerroksen käytävällä (B-rapun päädyssä) välipohjarakenne on rakenneavauksen RAK24 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK24 (välipohja)

- vinyylilaatta
- tasoite
- betoni, 80 mm
- bitumipaperipäällysteinen lasivillaeriste
- hiekkaa/soraa, 30 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)

Toisen kerroksen tilassa 203 ATK/VAR välipohjarakenne on rakenneavauksen RAK22 (Ø 32 mm) perusteella ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK22 (välipohja)

- muovimatto
- betoni, 55 mm
- heikkolaatuinen betoni, 50 mm
- bitumoitunut rakennuspaperi
- betoni (avausta ei jatkettu)

8.2 Havainnot

Välipohjarakenteiden lattiapäällysteissä ei havaittu viitteitä kosteusvaurioista. Välipohjarakenteen ja ulko- sekä väliseinärakenteiden liittymissä havaittiin rakoilua. Merkkisavulla tarkastellessa ilmavirtaus oli paikoin välipohjarakenteeseen päin ja paikoin rakenteesta huoneilmaan päin.

Tilan 108 katossa havaittiin vanhoja vesivuotojälkiä, mutta kohonneita pintakosteuslukuja ei esiintynyt.

Havaintoja välipohjarakenteista on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuvat 36a ja b. Käytävillä (kuva a) ja opettajien huoneessa välipohjarakenteena on kaksoislaattapalkisto. Luokkatiloissa välipohjarakenteena on ylälaattapalkisto.



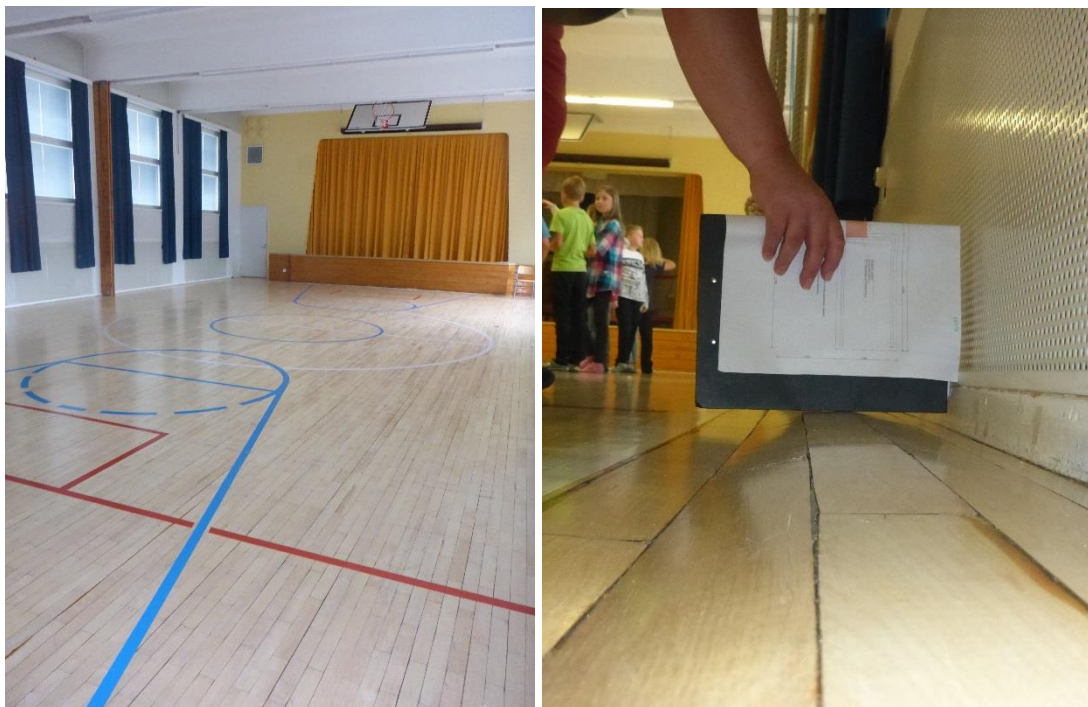
Kuva 37. Välipohjarakenteen pintalaatan alapuolella on askeläänieristeenä paperoitua mineraalivillaa.



Kuva 38. Välipohjarakenteen ja seinien liittymissä todettiin rakoilua. Merkkisavulla tarkastellessa ilmavirtaus oli pääosin rakenteeseen päin.



Kuva 39. Välipohjarakenteen läpiviennit olivat silmämääräisesti tarkasteltuna pääosin tiiviitä. Paikoin viemärikoteloissa havaittiin mineraalivillaa.



Kuva 40. Liikuntasalin ponttilautalattia on huonokuntoinen. Koulun käyttäjät olivat havainneet lattian reunalla selvän kohouman elokuussa 2018.

8.3 Kosteusmittaukset

Välipohjarakenteesta suoritettiin yksi rakennekosteusmittaus hetkellisenä mittauksena eristetilasta. Mittaustulos on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Eristetilasta suoritettun hetkellisen rakennekosteusmittauksen tulos. Mittaus suoritettiin 12.6.2018. Taulukossa on esitetty lämpötila (t) ja suhteellinen kosteus (RH) sekä näiden perusteella laskettu ilman kosteussisältö (abs).

Mittapiste	Mittaussyvyys	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m ³]
MP2, RAK3, tila 006, vp	eristetila	H2	22,8	27,8	5,6

8.4 Materiaalinäytteet

Välipohjarakenteista otettiin mikrobianalyysia varten kolme materiaalinäytettä. Mikrobianalyysit suoritettiin laimennossarjamenetelmää käyttäen.

Mikrobianalyysin johtopäätökset tulosraporttien mukaan ovat seuraavat:

- MAT6 (lasivillaeriste), RAK24, 2. kerroksen käytävä
 - ei mikrobikasvua materiaalissa
- MAT7 (muottilauta), RAK27, tila 106
 - selvä mikrobikasvu materiaalissa: suurihomepitoisuus, myös indikaattorimikrobeja, suuri sädesienipitoisuus
- MAT9 (rakennuspaperi ja puuta), RAK16, tila 011
 - selvä mikrobikasvu materiaalissa: suuri sädesienipitoisuus

Materiaalinäytteiden näytteenottoaikat on esitetty liitteessä 1. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit suoritettiin Mikrobioni Oy:n toimesta.

Laboratorioanalyysien tulosraportit ovat kokonaisuudessaan liitteinä 2 ja 3.

Vuonna 2012 tehdyn kuntotutkimuksen (*Rakennusinsinööri Jommi Suonketo, 12.5.2012*) yhteydessä otetut materiaalinäytteet analysoitiin suoraviljelymenetelmällä. Materiaalinäytteiden johtopäätökset tulosraporttien perusteella ovat seuraavat:

- välipohjan eristelevy tilassa 006
 - aktiivista mikrobikasvua materiaalissa
- välipohjan ääneneriste ensimmäisen kerroksen käytävällä
 - aktiivista mikrobikasvua materiaalissa
- välipohjan ääneneriste luokan 104 oven lähellä
 - aktiivista mikrobikasvua materiaalissa

8.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Välipohjarakenteiden pintalaatan alapuolella olevassa askeläänieristeessä sekä kaksoislaattarakenteiden muottilaudoituksessa todettiin/on todettu mikrobivaurioita. Välipohjarakenteen epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan rakenteiden epätiiveyskohtien kautta (rakenneliittymät ja läpiviennit) heikentäen sisäilman laatua. Vaurioituminen on aiheutunut osittain vesivuodoista (katoissa havaittiin vesivuotojälkiä) ja osittain todennäköisesti rakennusaikaisesta kosteudesta tai pesuvesien kulkeutumisesta rakenteen epätiiveyskohtien kautta eristetilaan. Kohteeseen on tehty ilmanvaih-tosaneeraus, jonka yhteydessä iv-kanavien läpivientivaraukset on porattu timanttipo-raamalla. Porauksen yhteydessä käytetään tavanomaisesti runsaasti vettä, jolloin kos-teus on todennäköisesti päässyt myös välipohjarakenteen eristetilaan aiheuttaen eris-teen kosteusvaurioitumisen. Ennen peruskorjausta tehtävänä toimenpiteenä suositte-lemme ensisijaisesti parantamaan välipohjarakenteiden ilmatiivyyttä. Käytävien koh-dilla, joissa rakenteena on kaksoislaattapalkisto, ilmatiivyyden parantamisen lisäksi vä-lipohjarakenne voidaan alipaineistaa koneellisen jatkuvatoimisen alipaineistusjärjestel-män avulla. Alipaineistuksen soveltuvuuden määrittämiseksi ja suunnittelun lähtötieto-jen hankkimiseksi tulee suorittaa rakenteen koealipaineistus. Välipohjarakenteiden pin-talaatan purkaminen sekä askeläänieristeen poistaminen (sekä muottilaudoitusten poistaminen) on suositeltavaa seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.

Liikuntasalin ponttilaudoituksessa havaitut muodonmuutokset johtuvat ilmeisesti sisäil-man kosteudesta. Liikuntasalin ponttilaudoitusta on kiinnitetty betonirakenteeseen latti-aan liimaamalla, jolloin laudoituksen laajetessa sisäilman kosteuden vuoksi sen tar-tunta alustaan voi pettää aiheuttaen päällysteen kupruilua. Viimeisin havainto lattian muodonmuutoksesta (tapahtunut koulun kesäloman aikana) todettiin viimeisellä koh-dekäynnillä 23.8, jolloin mittauskalustoa ei ollut mukana. Lattian kupruilu voi tällä koh-dalla olla aiheutunut myös ulkoseinällä olevan patterin vesivuodosta. Suosittelemme uusimaan ponttilaudoituksen kokonaisuudessa, sillä irtotilaiset ja saumoistaan avonai-set laudat voivat aiheuttaa vaaratilanteita salin käyttäjille ja lattian tekninen käyttöikä on muutenkin loppupuolella. Ponttilaudoituksen purkutöiden yhteydessä tulee suorittaa kosteusmittaukset mahdollisten putkivuotojen selvittämiseksi.

9 Ulkoseinät, sokkelit ja ikkunat

9.1 Rakenteet

Ulkoseinät ovat rapattuja kiviainesrakenteita. Ikkunat ovat kaksipuitteisia kolmilasisia alumiini-ikkunoita (MSE) ja ne on uusittu vuonna 2007.

Ensimmäisen kerroksen tilassa 105 Opetustila ulkoseinärakenne on rakenneavauksen RAK18 (Ø 32 mm) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

RAK18 (patterisyvennys)

- maali
- tasoite, 25 mm
- tiili, 260 mm
- lastulevy
- turve-eriste (avausta ei jatkettu)

Toisen kerroksen tilassa 202 Tekstiilityö ulkoseinärakenne on rakenneavauksen RAK23 (Ø 32 mm) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

RAK23

- maali
- tiili, 170 mm (ei porattu pidemmälle)

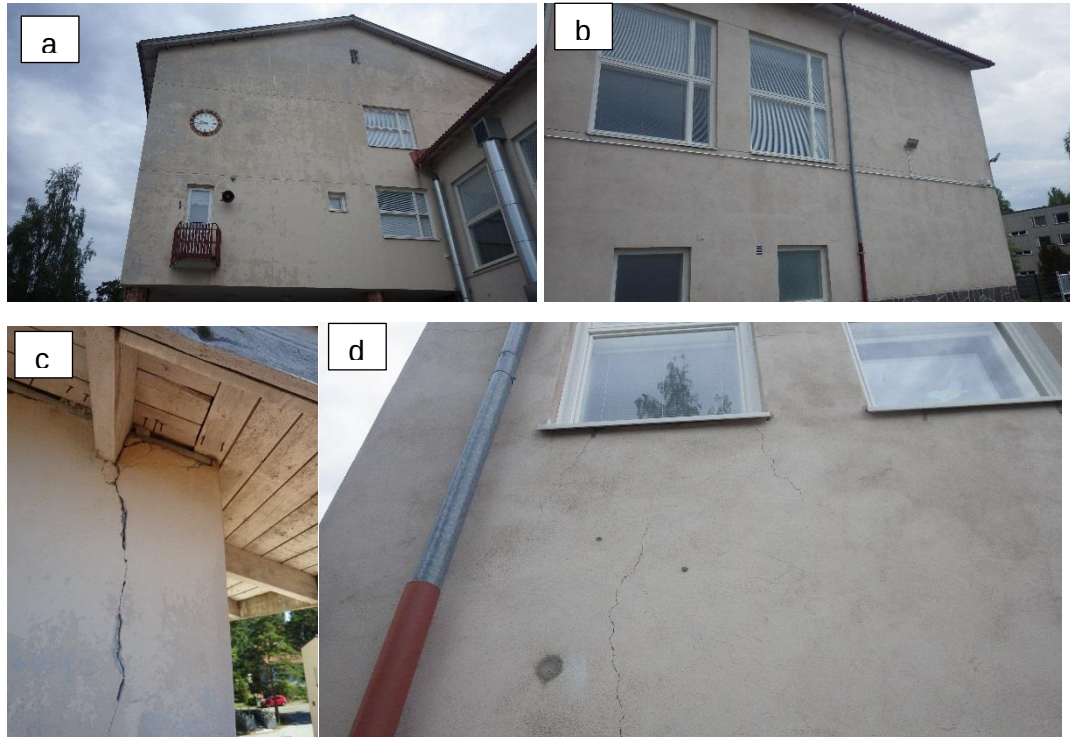
Lähtötietojen (Hämeen Rakennustutkimus Oy) mukaan ulkoseinärakenne on sisältä ulospäin lueteltuna seuraava:

- maali ja tasoite, 30 mm
- tiili, 240 mm
- kevytbetoni
- kolmikerrosrappaus 40...55 mm
 - tartuntarappaus, 0...10 mm, KS 10-90
 - täyttörappaus, 35...37 mm, KS 65-35
 - pinterappaus, 3...5 mm, KS 50-50
 - paikoin orgaaninen pinnoite
 - paikoin kalkkimaali
 - paikoin vanha pinterappaus, 1...3 mm, KS 100-0
 - kalkkimaali

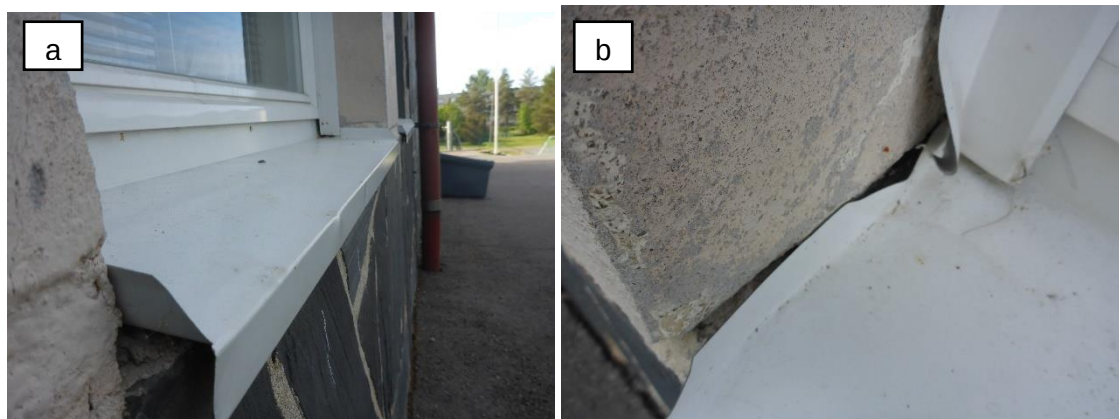
9.2 Havainnot

Julkisivujen maalipinnoite on ikääntynyt ja rappauksessa todettiin runsaasti halkeilua. Ikkunoissa on havaittu merkittäviä ilmatiiveyspuutteita aikaisemmissa tutkimuksissa (Hämeen Rakennustutkimus Oy, 2013), minkä vuoksi ikkunaliittymiin ei kohdistettu sisäpuolelta tarkempia tutkimuksia. Lähtötietojen mukaan ikkunoiden uusimisen yhteydessä ikkunaliittymiin on jätetty vanhoja ikkunatilkkeitä. Ikkunapellityksissä ei havaittu merkittäviä puutteita. Ikkunapellin ja ulkoseinän liitoksessa ei ole käytetty elastista massaa ja paikoin peltien kallistukset ovat loivat ja ne ovat vääntyneet. Ikkunat ovat alumiinirakenteisia ja uusittu vuonna 2007 eikä ikkunoissa itsessään todettu puutteita.

Havaintoja ulkoseinistä ja ikkunoista on esitetty seuraavissa kuvissa.



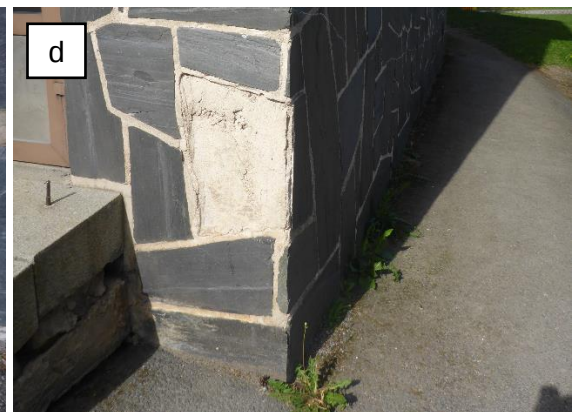
Kuvat 41a...d. Julkisivun maalipinnoite on ikääntynyt ja rappauksessa on runsaasti halkeamia. Rappauksen osittainen kopokartoitus ja rappauskerroksen laboratorio-analyysit on tehty Hämeen Rakennustutkimus Oy: n toimesta vuonna 2013. Rappauksen todettiin olevan hyvin kiinni alustaansa.



Kuvat 42 a...b. Ikkunoiden pellitykset olivat pääosin hyvässä kunnossa, mutta niissä havaittiin paikallisesti vesitiiviyspuutteita. Pellitykset olivat paikoin loivia. Ikkunakarmien ilmatiivyyttä ei tarkastettu, sillä jo aikaisemmissa tutkimuksissa niissä on havaittu merkittäviä puutteita. (Hämeen Rakennustutkimus Oy, 2013). Lähes kaikissa ikkunoissa on todettu ilmavuotoa.



Kuva 43. Pääoven viereisen pyöreän ikkunan puitteissa todettiin maalipinnan hilseilyä. ikkunan alapuolella ei ole lainkaan pellitystä. Ikkuna sijaitsee katoksessa, joten siihen kohdistuva kosteusrasitus on vähäinen.



Kuvat 44 a...d. Rakennuksen sokkelissa havaittiin irronneita laattoja.

9.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tiili-/kevytbetonirakenteista seinärakennetta voidaan pitää kosteus- ja sisäilmateknisesti toimivana, sillä esimerkiksi epätiivien ikkunaliittymien kautta kulkeutuvien epäpuhtauksien määrä on huomattavasti pienempi kuin kerroksellisissa rakenteissa. Massiivirakenteisessa seinässä ilmankosteus siirtyy diffuusiolla seinärakenteen läpi tiivistymättä rakenteeseen. Ikkunaliittymissä on todettu aikaisemmissa tutkimuksissa merkittäviä ilmatiiveyspuutteita, jotka mahdollistavat hallitsemattomat ilmavuodot ulkoilmasta sekä ikkunatilkkeistä/-tiivistyksistä tai seinän sisällä olevista koloista sisäilmaan. Vähimmäistoimenpiteenä suosittelemme ikkunaliittymien tiivistämistä polyuretaanilla ja elastisella massalla/liitosnauhoilla. Ilmatiiveyden parantamisen yhteydessä vanhat tilkkeet tulee poistaa.

Ulkoseiniin ja ikkunoihin ei kohdistu kiireellisiä rakenteen kosteus- ja sisäilmatekniseen toimintaan liittyviä toimenpide-ehdotuksia. Julkisivussa havaitun maalipinnoitteen hilseilyn sekä runsaan halkeilu vuoksi suosittelemme julkisivurappauksen kuntotutkimusta. Aikaisempien tutkimusten (Hämeen Rakennustutkimus Oy, 2013) rappauksessa on ainakin paikoin useita rappaus- ja maalikerroksia. Jälkeenpäin tehty pintarappaus on sementtipitoisempaa kuin alkuperäinen rappaus, mikä heikentää rappausten kosteusteknistä toimintaa ja voi aiheuttaa vaurioita täyttö-/tartuntarappaukseen. Aikaisemman tutkimuksen yhteydessä ei ole laadittu (tai sitä ei ole käytettävissä) vauriokarttaa korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi.

10 Yläpohja ja vesikatto

10.1 Rakenne

Kohteen yläpohja on ylälaattapalkistorakenteinen ja vesikatto on tiilikatteinen harjakatto. Vesikaton kantavat rakenteet ovat puuta ja ullakkotilan korkeus on 0,5...3 metriä.

Yläpohjan rakenne määritettiin sekä rakenneavausten että lähtötietojen perusteella.

Luokkasiiven yläpohjan rakenne on rakenneavauksen RAK25 mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK25

- betoni, 65 mm
- paperi
- kevytbetoni, 200 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)



Kuva 45. Luokkasiiven yläpohjarakenteen rakenneavaus RAK 25.

Liikuntasiiven yläpohjan rakenne on rakenneavauksen RAK25 mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

RAK26

- betoni, 40 mm
- paperi
- betoni, 30 mm
- paperi
- kevytbetoni, >110 mm
- betoni (avausta ei jatkettu)



Kuva 46. Liikuntasiiven yläpohjarakenteen rakenneavaus RAK 26.

Vesikaton rakenne on ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- tiilikate
- ruoteet
- aluskate
- umpilaudoitus
- puurakenteiset kattokannattajat
- ilmaväli, 0,5...3,5 m
- yläpohjarakenne

10.2 Havainnot

Vesikatto- ja yläpohjarakenteita tarkasteltiin yläpohjatilasta, vesikatolta ja sisätiloista käsin. Yläpohjarakenteesta ja vesikatosta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 47. Yläpohjarakenteen alapinnassa havaittiin vuotojälki tilassa 208. Kohonneita pintakosteuslukemia ei esiintynyt. Muissa tiloissa ei havaittu viitteitä kosteusvaurioista.



Kuvat 48a ja b. Vesikatteen aluslaudoitusta on paikoin uusittu. Vesikatteen alusrakenteena on aluskate + umpilaudoitus. Räystäiden kohdilla puurakenteissa on havaittavissa kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuvat 49a ja b. Luokkasiiven kantavia kattorakenteita on paikoin uusittu ja tuettu vanerilevyillä.



Kuva 50. Yläpohjassa on orgaanista jätettä.



Kuva 51. Luokkasiiven aluslaudoituksessa ja kattoluukun viereisissä rakenteissa havaittiin kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 52. Viemärin tuuletusputken läpiviennin kohdalla on vanhoja vuotojälkiä.



Kuva 53. Liikuntasalin tarvikkeita on pultattu yläpohjarakenteen läpi.



Kuva 54. Aluslaudoituksen päällä on aluskate ja liikuntasiiven kulkuluukun kohdalla aluskate on nostettu aluslaudoituksen päälle ja käännetty luukun kehysrakenteen alle.



Kuva 55. Aluskate jatkuu yhtenäisenä harjan kohdalla.



Kuva 56. Horneissa on käytöstä poistettuja alipainetuulettimia. Alipainetuulettimet ovat otettu ilmeisesti pois käytöstä iv-saneerauksen yhteydessä.



Kuva 57. Luukkasiiven yläpohjassa on vanhoja vesikattotiiliä. Aikaisempi vesikate on ilmeisesti ollut kuitusementtitiilikatteinen (Vartti-kate), joka sisältää mahdollisesti asbestia.



Kuva 58. Tiilikatteessa on hieman jäkälä- ja sammalkasvustoa. Vaurioituneita tiiliä ei havaittu.



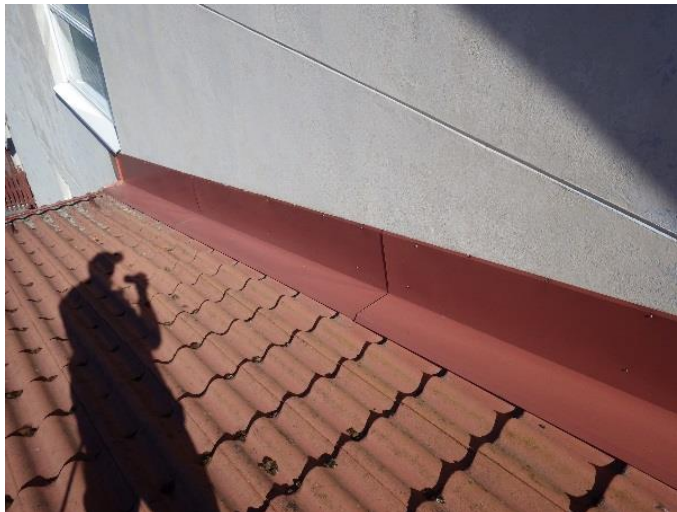
Kuva 59. Länsisivulla jäkälä- ja sammalkasvusto on vähäisempää.



Kuva 60. Vesikaton läpiviennissä todettiin puutteita useammassa kohdassa. Antennin läpiviennin kohdalla on pellitys, johon kumitiivisteet on asennettu vetoniiteillä (kuva a), viemärin tuuletusputken läpiviennissä on teräskorroosiota (kuva b), viemärin tuuletusputken läpiviennin yläpuolelle on muotoiltava lyijylevy, jossa on reikiä (kuva d).



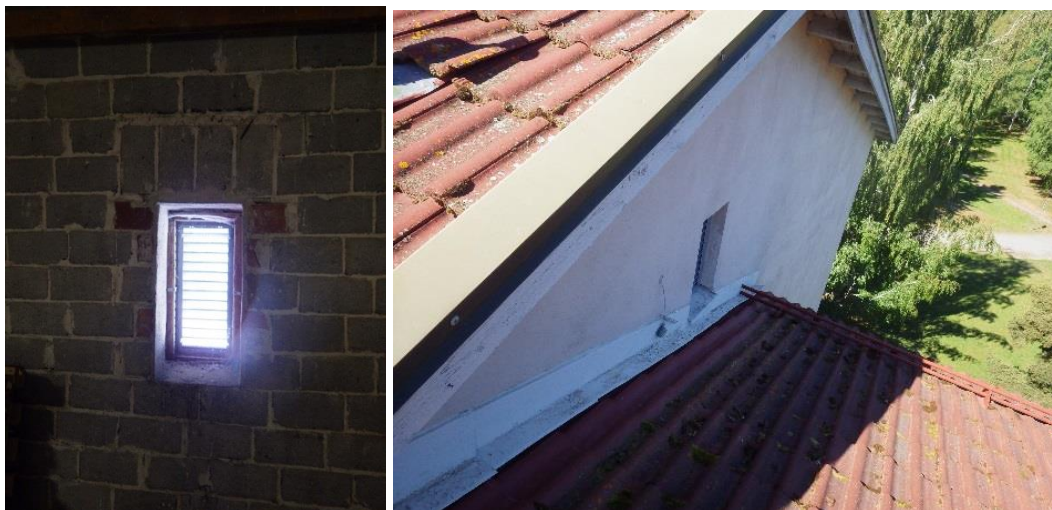
Kuva 61. Hormien pellityksissä ei havaittu puutteita.



Kuva 62. Vesikatteen ja ulkoseinärakenteen liittymän pellityksessä ei havaittu merkittäviä puutteita. Pellin yläreunassa ei ole elastista massaa.



Kuva 63. Vesikaton tuuletus on järjestetty ulkoseinän yläosiin tehdyillä tuuletusaukoilla. Tuuletusaukkojen sisäpuolelle on asennettu pieneläinverkot.



Kuva 64. Luokkasiiven yläpohjarakenne tuulettuu lisäksi päätykolmioiden kautta.



Kuva 65. Piipussa on runsaasti halkeamia. Piipun yläosaan on asennettu suojaPELLITYS ilmeisesti piipun vaurioitumisen vuoksi.

10.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Vesikattorakenteissa ei havaittu merkittäviä puutteita ja niiden arvioitu jäljellä oleva käyttöikä on noin 20 vuotta. Vesikattorakenteissa havaitut vuotojäljet olivat tutkimus-hetkellä kuivia ja ne ovat todennäköisesti syntyneet ennen vesikatteen uusimista.

Yläpohjarakenteessa ei ole varsinaista lämmöneristekerrosta, vaan se on toteutettu ulkoseinien tavoin massiivisena kiviainesrakenteena. Yläpohjarakenteen lämmöneris-terroksena on noin 200 mm paksu kevytbetonikerros, jonka lämmöneristävyys on heikko, mutta kosteustekninen toimivuus on hyvä. Yläpohjarakenteessa ei havaittu vii-teitä kosteus- tai mikrobivaurioista ja massiivisena rakenteena sen vaurioituminen kos-teuden vaikutuksesta on epätodennäköistä ja yläpohjarakenteen vaikutusta sisäilman laatuun voidaan pitää vähäisenä. Suosittelemme yläpohjarakenteen lämpö- ja kosteus-teknisen toiminnan parantamista lisälämmöneristeellä.

11 Ilmanvaihto

11.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Nahkialan koulussa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Tuloilmakoneita on viisi kappaletta ja ne sijaitsevat ullakon iv-konehuoneessa, kellarin pukuhuone-tiloissa, puutyötiloissa, liikuntasalissa sekä keittiössä. Lisäksi kohteessa on erillispoistoja.

Ilmanvaihtojärjestelmän viimeisin puhdistus ja ilmamäärien säätö on tehty lokakuussa 2017.

Ilmanvaihtokoneiden tarkempi kuvaus on esitetty seuraavassa kohdassa. Esitetyt ilmamääräarvot ovat suunnittelu- ja / tai kilpiarvoja ellei toisin ole mainittu.

11.2 Ilmanvaihtokoneet

TK01 1TF01 / 1PF01

Palvelualue: luokkatilat ja käytävät

Ilmamäärät: TF01 +2,3 m³/s, PF1 -2,3 m³/s

Koulun luokkatiloja ja käytäviä palvelee tulo- ja poistoilmakone 1TF01 / 1PF01, joka sijaitsee ullakkotilan IV-konehuoneessa. Ilmanvaihtokone on Energent Oy:n valmistama ns. pakettikone, jonka tarkka asennusajankohta ei ole tiedossa. Koneita ohjataan taajuusmuuttajien ja keskitetyn rakennusautomaatiojärjestelmän avulla. Tarkastushetkellä ilmanvaihtokone oli ohjattu käymään erillisen aikaohjelman mukaan.

Tuloilmakone on varustettu lämmöntalteenottolaitteella, sulkupellillä, pussisuodattimella, lämmityspatterilla ja puhaltimella sekä äänenvaimentimella. Poistoilmakone on varustettu suodattimella, puhaltimella ja lämmöntalteenottolaitteella. Venttiilimoottorien valmistaja on Belimo ja antureiden Pd produal.

Lämmöntalteenottolaitte on tekniikaltaan regeneratiivinen (eli lämpöä massaan varaava), joka sisältää kaksi vuorottain lämpöä varaavaa ja luovuttavaa alumiinikennostoa sekä moottorikäyttöiset virtausvaihtimet. Virtausvaihtimet muuttavat jaksoittain (yleensä 20...60 sekuntia) kennojen läpi virtaavan ilman kulkusuuntaa. Toisen kennoston varautuessa lämpimästä poistoilmasta toinen samanaikaisesti luovuttaa lämpövarauksensa kylmään tuloilmaan.

Tuloilmakoneesta mitattu ilmamäärä oli +2 146 l/s. Mitattu tuloilmamäärä poikkeaa suunnitellusta ilmamäärästä noin -7 %. Tuloilmakoneen mitattu kokonaisilmamäärä on sallitun poikkeaman sisällä (järjestelmäkohtainen hyväksytty poikkeama on ±10 %). Poistoilmakoneen ilmamäärien mittausta ilmanvaihtokonehuoneesta ei ollut teknisesti mahdollista.

Ilmanvaihtokoneesta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuviissa (Kuva 66...Kuva 74).



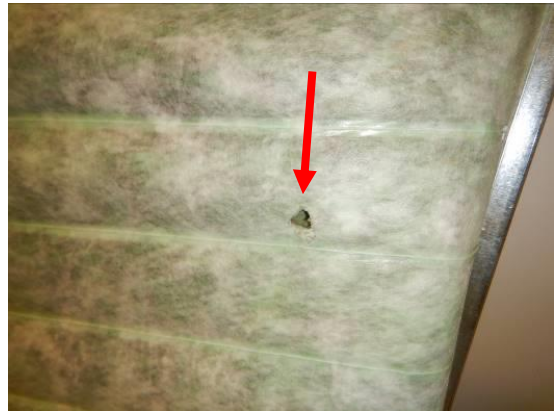
Kuva 66 a ja b. Yleiskuva IV- konehuoneesta. Konehuoneen lattialla on kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 67. Tuloilmakoneen suodattimet ovat likaiset. Suodattimien suodatusluokka F7, mutta niiden vaihtoväli ei ole selvillä.



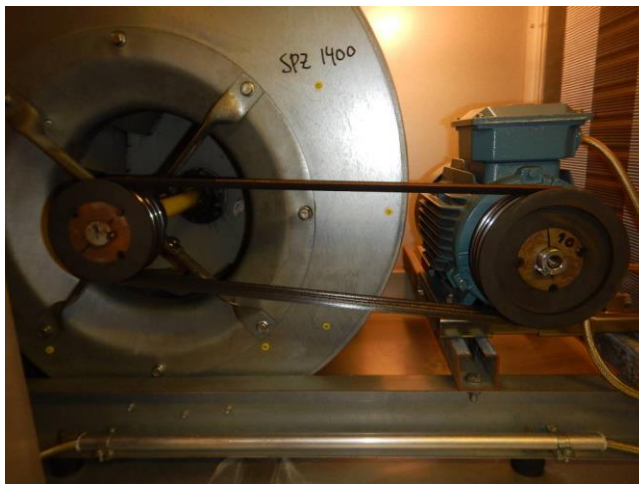
Kuva 68. Tuloilmakoneen suodattimien välissä ei voida käyttää tiivistettä, koska suodattimien ns. otsapinnan tiivistyskohta ei osu oikealle kohdalle suodatinkehyksessä.



Kuva 69 a ja b. Tuloilmakoneen suodatinkammiossa on lämpömittari, joka rikkoo tuloilmasuodattimen, kun koneen luukku suljetaan.



Kuva 70. Tuloilmakoneen lämpöpatterissa on hieman roskaa.



Kuva 71. Tulo- ja poistopuhaltimet ovat puhtaat, mutta niiden hihnat ovat kuluneet.



Kuva 72. Tuloilmakoneen äänenvaimenninta ei voitu tarkastaa, koska kammiossa ei ole tarkastusluukkua.



Kuva 73. Poistoilmakoneen äänenvaimentimien materiaalina on mineraalivilla, jonka päällä on ehjä kuitukangas. Äänenvaimennin on pölyinen.



Kuva 74. Poistoilmakoneen suodattimien välissä ei voida käyttää tiivistettä, koska suodattimen ns. otsapinnan tiivistyskohta ei osu oikealle kohdalle suodatinkehityksessä.

TK01, toimenpide-ehdotukset

Tehtyjen havaintojen perusteella tarkastettu ilmanvaihtokone on teknisesti toimiva ja hyvässä kunnossa, mutta koneessa havaittiin muutamia korjausta vaativia toimenpiteitä. Havaitut toimenpiteet on syytä huomioida ja korjata. Suosittelemme seuraavien toimenpiteiden suorittamista:

- Konehuoneen siivoaminen
- Suodattimien uusiminen 2 kertaa vuodessa
- Suodatinkehikon tiivisteitä tulee uusien huoltojen yhteydessä
- Suodatinkehikon lukitusten puhdistus ja voitelu
- Tulo- ja raitisilmakammioiden, LTO- ja lämmityspatterin sekä puhaltimien puhdistus huoltojen yhteydessä
- Tulo- ja poistopuhaltimen hihnojen uusiminen. Samalla tulee tarkastaa urapyörät ja uusia ne tarvittaessa
- Tuloilmakoneen äänenvaimentimen tarkastusta/ puhdistusta varten tulee asentaa puhdistusluukku, jonka kautta tarkastetaan myös tuloilmakanavat mineraalivillakuitulähteiden osalta
- Tuloilmakoneen suodatinkammion lämpömittari tulee poistaa tai sijoittaa uudelleen siten, ettei se riko suodatinta

TF02 / PF02

Palvelualue: liikuntasali

Ilmamäärät: eivät selvinneet lähtötiedoista tai tyyppikilvestä

Käyntiaika: aikaohjelma + tehostus käytön mukaan

Koulun liikuntasalia palvelee tulo- ja poistoilmakone TF02 / PF02, joka sijaitsee näyttämön takana olevassa tilassa. Ilmanvaihtokone on Envistarin valmistama ns. pakettikone, jonka tarkkaa asennusajankohtaa ei ole tiedossa. Konea ohjataan lämpötilan ja hiilidioksidipitoisuuden mukaisesti.

Tuloilmakone on varustettu sulkupellillä, pussisuodattimella, LTO-kiekolla, puhaltimella ja sähkövastuksella. Poistoilmakone on varustettu suodattimella, LTO-kiekolla ja puhaltimella sekä sulkupellillä. Antureiden valmistaja on YIT.

Ilmanvaihtokoneen ilmamäärien mittausta näyttämötilasta ei ollut teknisesti mahdollista.

Ilmanvaihtokoneesta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuviissa (Kuva 75 ja Kuva 76).



Kuva 75. Tuloilmakoneen raitisilmakammion äänieristysmatto on osittain irti.



Kuva 76. Ilmanvaihtokoneen LTO- kammiossa on pölyä ja roskaa.

TF02 / PF02, toimenpide-ehdotukset

Tehtyjen havaintojen perusteella tarkastettu ilmanvaihtokone on teknisesti toimiva ja hyvässä kunnossa, mutta koneessa havaittiin yksittäisiä huoltoa vaativia toimenpiteitä, jotka on syytä suorittaa seuraavan huollon yhteydessä. Suosittelemme seuraavia toimenpiteitä:

- Ilmanvaihtokoneen huoltokytkimen sijainti tulee merkitä koneeseen
- Raitisilmakammion äänieristysmatto tulee kiinnittää asianmukaisesti
- Suodattimien uusiminen 2 kertaa vuodessa
- Suodatinkehikon tiivisteitä tulee uusia huoltojen yhteydessä
- Tulo- ja raitisilmakammioiden sekä puhaltimien puhdistus

TK03 / PK03

Palvelualue: keittiö

Ilmamäärät: eivät selvinneet tyypikilvestä tai lähtötiedoista

Käyntiaika: Jatkuvasti päällä

Ilmanvaihtokone on Niventin valmistama ns. puhallinpaketti, jossa on lämmityspatteri ja puhallin. Kone on valmistettu vuonna 1987 ja se sijaitsee keittiön varastohuoneen katossa. Konea ohjataan käsikytkimillä ja ulkolämpötilan perusteella (-12 °C ohjaa koneen ½ teholla). Poistoilmapuhallin käy ilmeisesti jatkuvasti 1/1 teholla.

Tuloilmakone on varustettu sulkupellillä, suodattimella ja lämmityspatterilla ja puhaltimella. Venttiili- ja peltimoottorien valmistaja on Belimo. Lämmityspatterin kiertopumpun valmistaja on Grundfos.

Ilmanvaihtokoneesta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvin (Kuva 77...Kuva 82).



Kuva 77. Ilmanvaihtokoneen ohjauskytkin ja tehonsäätö ovat samassa tilassa koneen alapuolella.



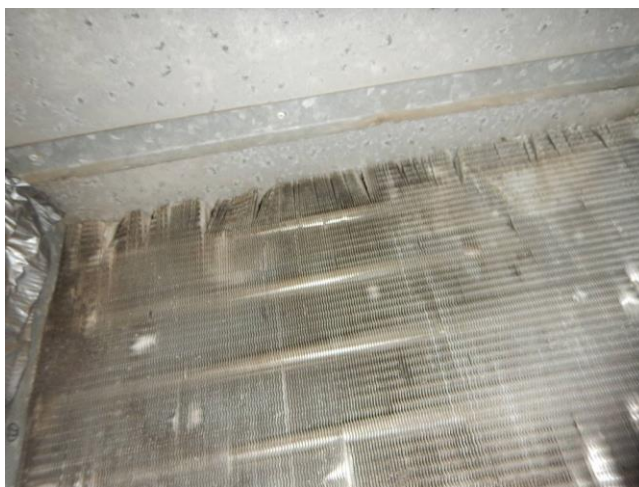
Kuva 78. Tuloilmakoneen avattavat luukut ovat hankalat irrottaa, eivätkä ne ole tiiviitä.



Kuva 79. Tuloilmakoneen suodattimen kiinnitys on hoidettu kahdella peltiruuvilla. Suodatinkehys ei ole tiivis ja siinä tapahtuu ohivirtausta.



Kuva 80. Tuloilmakoneen raitisilmapellistö ei sulkeudu, kun kone pysäytetään.



Kuva 81. Tuloilmakoneen lämmityspatterissa on kolhuja ja se on likainen.



Kuva 82. Tuloilmapuhallin on pölyinen.

TF02 / PF02, toimenpide-ehdotukset

Tehtyjen havaintojen perusteella tarkastettu ilmanvaihtokone on teknisen käyttöikänsä lopussa ja se on heikossa kunnossa. Ilmanvaihtokoneen uusiminen on perusteltua. Keittöön ilmanvaihto tulee suunnitella kokonaisuutena, eikä vain tuloilman osalta. Ennen koneen uusimista, siitä voidaan hieman korjata sisäilmaa heikentäviä puutteita. Suosittelemme seuraavia toimenpiteitä:

- Suodattimien uusiminen ja suodatinkehikon tiivistys sekä suodattimen lukituksen parantaminen
- Raitisilmapellistön korjaus
- Lämmityspatterin ja puhaltimen puhdistus
- Avattavien luukkujen tiivisteiden uusiminen

TK04 / PK04

Palvelualue: kellari

Ilmamäärät: TK04 +0,63m³/s, PK04 -0,63 m³/s

Käyntiaika: aikaohjelma

Ilmanvaihtokone on Swegon Oy Ab:n valmistama ns. pakettikone, jonka tarkkaa asennusajankohtaa ei ole tiedossa. Ilmanvaihtokone sijaitsee kellarikerroksen pukuhuone-tilan takana olevassa varastotilassa. Koneetta ohjataan koneen omalla säätimellä.

Tuloilmakone on varustettu sulkupellillä, suodattimella, LTO- kuutiolla, puhaltimella ja, jälkilämmityspatterilla. Venttiili- ja peltimoottorien sekä antureiden valmistaja on Siemens. Jälkilämmityspatterin kiertopumpun valmistaja on WILO.

Ilmanvaihtokoneen asetellut ilmamäärät tarkastushetkellä ovat seuraavat: tulo +440 l/s ja poisto -600 l/s. Tarkastushetkellä ilmanvaihtokone oli ohjattu käymään erillisen aikaohjelman mukaan.

Mitattu ilmamäärä on tuloilmakoneessa noin +467 l/s ja poistoilmakoneessa noin -648 l/s. Mitatut ilmamäärät poikkeavat asetelluista ilmamääristä tuloilman osalta +6 % ja poiston osalta +8 %. Ilmanvaihtokoneen mitatut kokonaisilmamäärät ovat sallitun poikkeaman sisällä (järjestelmäkohtainen hyväksytty poikkeama on ±10 %).

Ilmanvaihtokoneesta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa (Kuva 83...Kuva 85).



Kuva 83. Tulo- ja poistoilmakoneen käyttösäädin.



Kuva 84. Ilmanvaihtokoneen jälkilämmityspatteri ilmanvaihtokanavassa. Patteria ei voida tarkastaa / puhdistaa, koska kanavassa ei ole puhdistusluukkua.



Kuva 85. Ilmanvaihtokone on kokonaisuutena hyvässä kunnossa.

TK04 / PK04, toimenpide-ehdotukset

Tehtyjen havaintojen perusteella tarkastettu ilmanvaihtokone on teknisesti toimiva ja hyvässä kunnossa. Koneelle riittävät normaalit huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet, joiden yhteydessä asennetaan myös ilmanvaihtokanavaan puhdistusluukku lämmityspatterin puhdistamista varten.

Tekninen työ

Palvelualue: teknisen työn tilat

Ilmamäärät: TK04 +0,2 m³/s, PK04 -0,2 m³/s

Käyntiaika: ei tiedossa

Koulun teknisen työn tiloja palvelee tulo- ja poistoilmakone, jonka valmistaja on Enervent Oy Ab. Ilmanvaihtokoneen tarkka asennusajankohta ei ole tiedossa, eikä siinä ole tunnustekilpeä. Ilmanvaihtokone sijaitsee teknisen työn luokan takana olevassa varastotilassa. Koneita ohjataan koneen omilla käyttökytkimillä.

Tuloilmakone on varustettu sulkupellillä, suodattimella, LTO- kiekolla, puhaltimella ja lämmitysvastuksella. Peltimoottorien valmistaja on Belimo.

Ilmanvaihtokoneen suunnitellut ilmamäärät ovat seuraavat: tulo +200 l/s ja poisto -200 l/s. Tarkastushetkellä ilmanvaihtokone oli ohjattu käymään käsikäytöllä. Mitattu ilmamäärä on tuloilmakoneessa +135 l/s ja poistoilmakoneessa -118 l/s. Mitatut ilmamäärät poikkeavat suunnitelluista ilmamääristä tuloilman osalta -32 % ja poistoilman osalta -41 %.

Ilmanvaihtokoneen tarkastamisen yhteydessä havaittiin, että poistoilmapuhallin ei käy ainakaan täydellä tehollaan, ja ainakin ajoittain sammuu kokonaan. Koneesta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvin (Kuva 86...Kuva 90).



Kuva 86. Tulo- ja poistoilmakoneessa ei ole tyyppikilpeä.



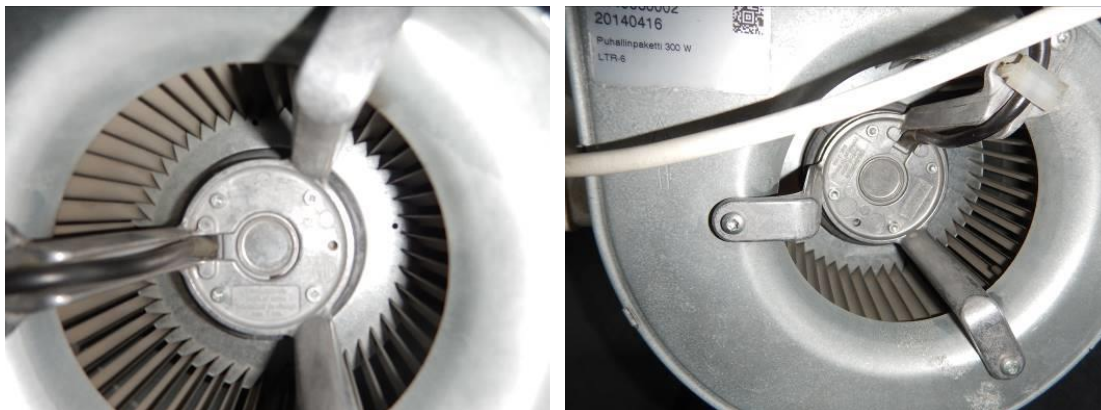
Kuva 87. Ilmanvaihtokoneen ohjauskytkimet ja sisäilmapuhalluksen lämpötilan säätö.



Kuva 88. Ilmanvaihtokoneen suodatusluokka on M5, mutta suodattimien vaihtoväli ei ole selvillä. Tuloilmasuodatin on hieman liian pitkä, koska suodatin on kiinni LTO-kiekkossa, joka voi rikkoa suodattimen.



Kuva 89 a ja b. Tuloilmakammiossa ja äänenvaimentimessa on pölyä.



Kuva 90 a ja b. Tulo- ja poistoilmapuhaltimet ovat pölyiset ja poistoilmapuhaltimessa on käyntihäiriöitä.

Teknisen työn tiloja palveleva ilmanvaihtokone, toimenpide-ehdotukset

Tehtyjen havaintojen perusteella tarkastettu ilmanvaihtokone on teknisesti toimiva ja tyydyttävässä kunnossa, mutta koneessa havaittiin korjausta vaativia toimenpiteitä, jotka on syytä huomioida ja korjata. Suosittelemme seuraavien toimenpiteiden suorittamista:

- Tulo- ja poistopuhaltimen uusiminen
- Lyhyemmän tuloilmasuodattimen käyttö
- Tulo- ja poistoilmakammioiden ja LTO- kiekon puhdistus huoltojen yhteydessä
- Ilmamäärien tasapainotus puhaltimien uusimisen jälkeen

11.3 Ilmamäärämittaukset

Ilmanvaihdon tilakohtaisia ilmamääriä mitattiin tutkimusalueen tiloista pistokoeluoontaisesti. Tehtyjen ilmamäärämittausten tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 5. Ilmamäärämittausten 10.8.2018 tulokset. Suunnitellut ilmamäärät on otettu vuoden 2004 peruskorjauksen ilmamäärästä. Tämän jälkeen ilmanvaihtoon on havaintojen perusteella paikoin tehty muutoksia, lähinnä ilmanjaon osalta. Ajantasaisia IV-suunnitelmia ei ollut käytettävissä.

Tila	Tuloilma [dm ³ /s]		Poistoilma [dm ³ /s]	
	Mitattu	Suunniteltu	Mitattu	Suunniteltu
Musiikkiluokka 002	+ 59	+ 90	- 50	- 70
Kieliluokka 006	+ 148	+ 140	- 106	- 120
Luokka 104	+ 143	+ 160	- 133	- 160
Luokka 106	+ 146	+ 150	- 173	- 150

11.4 Kanavistot ja ilmanjako

Kanavistot ovat sinkittyjä peltikanavia, joita on näkyviltä osiltaan osin maalattu. Tilojen ilmanjakotapa vaihtelee jonkin verran tiloittain, mutta luokkatiloissa yleisin ilmanjako on toteutettu kattohajoittajilla ja poistoilmasäleiköillä, jotka on asennettu todennäköisesti rakennuksen viimeisimmän peruskorjauksen yhteydessä (Kuva 91). Ilmanjakoa on osassa tiloja parannettu vuoden 2004 iv-suunnitelmiin nähden. Äänenvaimentimet ovat harsokankaalla ja reikäpellillä suojattua mineraalivillaa (Kuva 92).



Kuva 91 a ja b. Luokkatilojen ilmanjako on toteutettu yleisimmin poistoilman osalta poistoilmasäleiköillä ja tuloilman osalta kattohajoittajilla.



Kuva 92 a ja b. Äänenvaimentimeen tehtiin reikä luokassa 006. Vaimennusmateriaalina on mineraalivillaa, jonka reikäpellistä vastaan oleva pinta on suojattu harsokankaalla.

Kohteessa on ainakin paikoin vielä jäljellä käytöstä poistettuja ja asbestia mahdollisesti sisältäviä kuitusementtilevystä tehtyjä ilmanvaihtokanavia (Kuva 93).

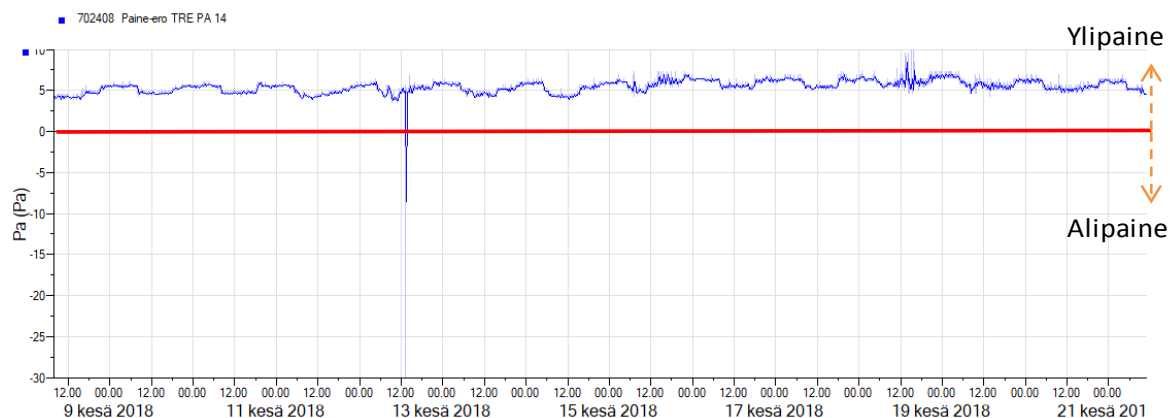


Kuva 93. Kuitusementtilevystä tehty ilmanvaihtokanava lämmönjakohuoneen vieressä varastotilassa.

11.5 Paine-eron seurantamittaukset

Sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin seurantamittauksena tiloista 005 Puutyöhuone, 101 Keittiö, 104 Opetustila, opettajien huoneen laajennus 1. kerroksessa, 110 Voimistelusal, 202 Tekstiilityö, 208 Opetustila. Lisäksi mitattiin sisäilman ja alapohjan luukun välistä paine-eroa tilassa 012 Sos.tila / M sekä A-rapun aulatilaa ja kellarin portaikon välistä paine-eroa. Mittaukset tehtiin aikavälillä 8.6.-21.6.2018. Paine-eron seurantamittauksien tulokset on esitetty kuvaajissa 1...7. Paine-eron ollessa negatiivinen, on huonetilan sisäilma alipaineinen ulkoilmaan/luukkuun/kellariin nähden. Seurantamittalaitteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

TRE PA 14

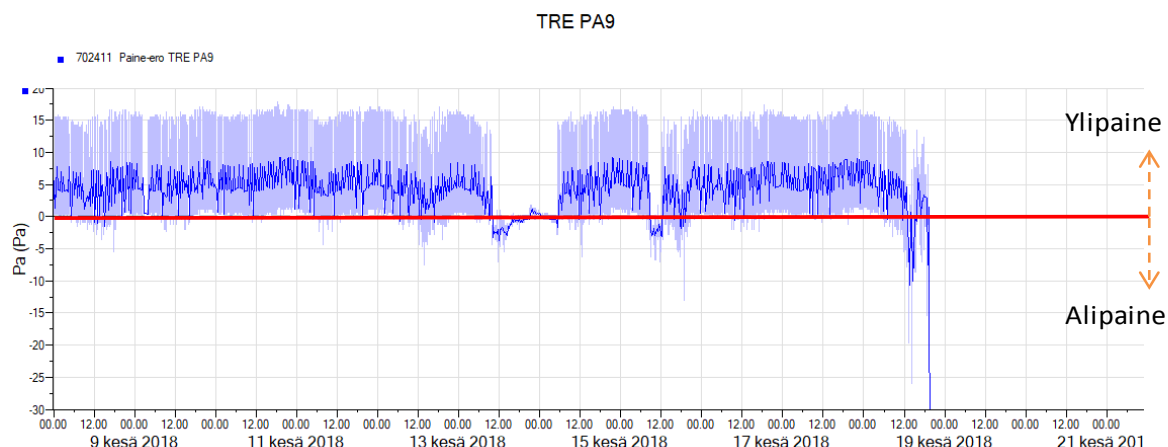


Kuvaaja 1. Tilan 005 (puutyöhuone) paine-ero ulkoilmaan nähden 8.6.-21.6.2018. Pystyakselilla jakoviivojen väli on 5 Pa.

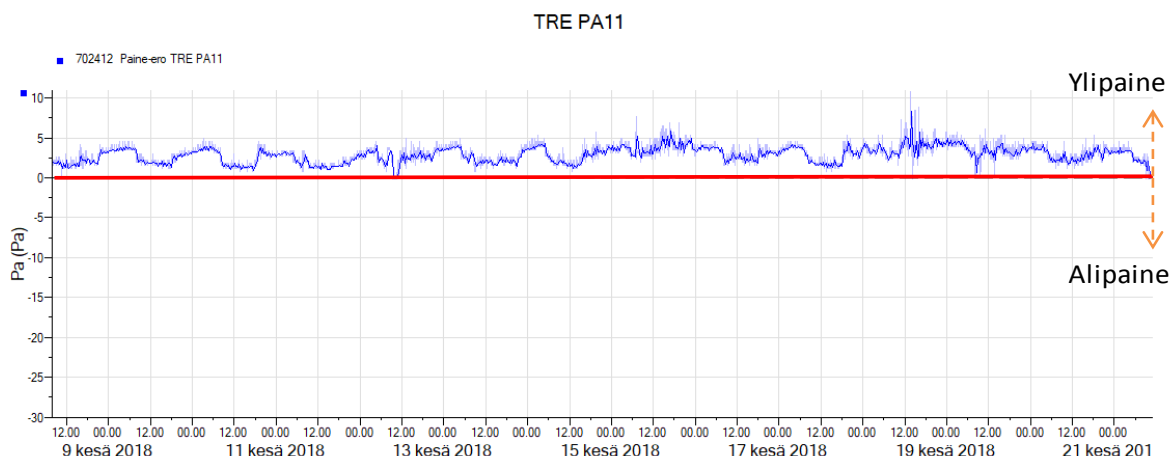
Kuvaaja 5. Tilan 110 (voimistelusalii) paine-ero ulkoilmaan nähden 8.6.-21.6.2018. Pystyakselilla jakoviivojen väli on 5 Pa.

Kuvaaja 6. Tilan 202 (tekstiilityö) paine-ero ulkoilmaan nähden 8.6.-21.6.2018. Pysty-akselilla jakoviivojen väli on 5 Pa.

Kuvaaja 7. Tilan 208 (opetustila) paine-ero ulkoilmaan nähden 8.6.-21.6.2018. Pysty-akselilla jakoviivojen väli on 5 Pa.



Kuvaaja 8. Tilan 012 (Sos.tila / M) paine-ero alapohjan luokkuun nähden 8.6.-18.6.2018. Pystyakselilla jakoviivojen väli on 5 Pa.



Kuvaaja 9. A-rapun aulatilán paine-ero kellarin portaikkoon nähden 8.6.-21.6.2018. Pystyakselilla jakoviivojen väli on 5 Pa.

11.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokoneet

Luokkatiloja palveleva ilmanvaihtokone TK1 on teknisen käyttöikänsä loppupuolella ja sen uusimiseen tulee varautua viimeistään seuraavan 5-10 vuoden sisällä. Uusimalla ilmanvaihtokone voidaan myös saavuttaa energiansäästöä. Ilmanvaihtokone toimii sisäilman laadun kannalta kuitenkin tyydyttävästi, mutta regeneratiivinen lämmön talteenotto saattaa aiheuttaa etenkin lämmityskaudella paine-eron ”pumppausta”, joka voi lisätä luokkatiloissa ilmavirtauksia rakenteista huonetiloihin. Tämän vuoksi suosittelemme varmistamaan paine-erot sisäilman ja ulkoilman välillä seuraavan pakkaskauden aikana suoritettavin paine-eron seurantamittauksin.

Liikuntasalia ja kellarikerrosta palvelevat ilmanvaihtokoneet TK2 ja TK4 ovat hyväkuntoisia, eikä niihin kohdistu merkittäviä toimenpidetarpeita.

Teknisen työn tiloja palvelevan ilmanvaihtokoneen poistopuhallin on rikki. Suosittelemme uusimaan tulo- ja poistoilmahuuhtimet. Tehtyjen huoltotöiden jälkeen konepakettien kokonaisilmamäärät on syytä tarkastaa ja tasapainottaa.

Keittiön ilmanvaihtokone TK3 on heikossa kunnossa ja suosittelemme sen uusimista. Uusi tulo- ja poistokone voitaneen sijoittaa samaan tilaan.

Edellä mainittujen toimenpiteiden lisäksi tulee huomioida kohdassa 11.2 esitetyt konekohtaiset huoltotoimenpidetarpeet.

Suodatinvaihtojen yhteydessä tulee tarkastaa, että suodattimet kohtaavat suodatinkehysten tiivisteet ja tarvittaessa poistaa esim. suodattimien välissä olevat lisätiivisteet, jotka voivat aiheuttaa sen, ettei suodatin kohtaa suodatinkehysten tiivistepintaa.

Useasta ilmanvaihtokoneesta puuttuu tyyppikilvet ja ilmanvaihtopiirustukset eivät ole ajan tasalla. Suosittelemme lisäämään puuttuvat tyyppikilvet ja päivittämään piirustukset ajan tasalle.

Ilmamäärät

Ilmamäärien tarkastusmittaukset poikkesivat osin suunnitelluista ilmamääristä. Lähtötietojen perusteella kohteessa on tehty ilmamäärien tilakohtaisia säätöjä henkilömäärään perustuen, mutta näistä suunnitelluista ilmamääristä ei ollut tarkempaa tietoa. Tutkimusten yhteydessä tehtyjen mittausten perusteella mitattujen tilojen maksimihenkilömäärät (mitoitus 6l/s/hlö) ilmanvaihdon määrään nähden ovat:

Luokka 002	9 hlö	Luokka 006	24 hlö
Luokka 104	23 hlö	Luokka 106	24 hlö

Kohteessa tehtyjen sisäilmakyselyiden perusteella osassa tiloista sisäilma on koettu tunkkaiseksi. Suosittelemme varmistamaan näiden tilojen ilmanvaihdon riittävyyden tilojen käyttöön nähden sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksin silloin, kun tilat ovat normaalissa käytössä.

Kanavistot, päätelaitteet ja ilmanjako

Ilmanvaihtokanavat on puhdistettu noin vuosi sitten, järjestelmässä ei havaittu kuitulähteitä ja luokkatilojen ilmanjako toimii hyvin. Osassa ilmanvaihtokoneita ei ole iv-konehuoneiden puolella riittävästi huoltoluukkaa, josta kanavien alkuosia pääsisi tarkastamaan tai puhdistamaan. Luukut tulee lisätä kanavistoihin. Kanavistojen äänenvaimentimissa käytetty harsokangas estää pääosin kuitujen irtoamisen sisäilmaan, mutta paikoin kuitujen voi olla mahdollista kulkeutua harsokankaan läpi. Asian varmistamiseksi suosittelemme iv-kanavista otettavia pyyhintäpölynäytteiden ottamista pakaskauden paine-eromittausten yhteydessä.

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

Painesuhteet

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

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.

Puutyöluokan tasaisesti jatkuva n. 5 Pa ylipaine ulkoilmaan nähden johtuu todennäköisesti ko. tilaa palvelevan ilmanvaihtokoneen poistopuhaltimen toimintahäiriöstä. Koneen ilmamäärät tulee tasapainottaa edellä mainittujen ilmanvaihtokoneeseen kohdistuvien korjaustoimenpiteiden jälkeen.

Opetussiiven 1. ja 2. kerroksen tiloissa sisäilman ja ulkoilman paine-ero on pääsääntöisesti lähellä tasapainotilannetta, alempien kerrosten ollessa lievästi alipaineiset ja ylimpien lievästi alipaineiset. Mittaustulokset viittaavat tilakohtaisten ilmamäärien olevan hyvin tasapainossa. Kerroskohtaiset erot johtuvat rakennuksen termisestä paine-erosta, jonka vaikutus tulee kasvamaan sisäilman ja ulkolämpötilan lämpötilaeron kasvaessa. Tämän termisen paine-eron vaikutuksesta ilmavirtaukset kulkevat rakennuksen sisällä yleensä rakennuksen alaosaan rakennuksen ylempiä osia kohden. Tämän johdosta rakennuksen alaosaan ovat epäpuhtauslähteet vaikuttavat, etenkin lämmityskaudella, myös rakennuksen ylempien osien sisäilman laatuun.

Tilojen paine-erojen vaihtelussa näkyy yleisilmanvaihdon käyttöaikojen muutokset siten, että tilat muuttuvat hieman alipaineisemmaksi yleisilmanvaihdon 1/1 tehon käyttöaikoina n. klo 8-18.

Mittausjakson lopulla mittaustuloksissa näkyy todennäköisimmin tuulen aiheuttamaa hieman voimakkaampaa heiluntaa. Lisäksi opettajien huoneen mittauksessa on hetkelliseen mittaushäiriöön viittaavaa voimakasta heiluntaa, jota ei näy muiden mittaus-ten tuloksissa.

Kellarikerroksen ja putkikanaalien alipaineistus toimii mittaustulosten perusteella pääsääntöisesti hyvin. Alapohjan luukun yli tehdyssä paine-eromittauksessa näkyy kuitenkin merkittävää huojuntaa, jonka syyn suosittelemme selvittämään mittaamalla samanaikaisesti saman mittauskohdan paine-eron lisäksi ko. puhaltimen kanavapainetta sekä paine-eroa sisäilman ja ulkoilman välillä. Suosittelemme lisäksi lisäämään alipaineistusjärjestelmiin kanavapaineeseen perustuvan mittauksen, joka hälyttää, mikäli puhaltimeen tulee toimintahäiriö. Hälytykset on suositeltavaa liittää rakennusautomaatiojärjestelmään.

Rakennuksen painesuhteet ovat sisäilman laadun kannalta melko hyvällä tasolla. Kohteen rakenteet ja käyttö huomioiden hetkellinen lievä ylipainetilanne ei muodosta riskiä rakenteiden kosteustekniselle toiminnalle. On kuitenkin huomioitava, että termisen paine-eron vaikutusta ei pystytä täysin ilmanvaihdon avulla poistamaan. Talviaikaan paine-eron vaihtelut rakennuksessa tulevat olemaan todennäköisesti nyt tehtyä mittausjaksoa suuremmat.

Painesuhteiden tasapainottaminen ja ilmamäärien säätö on ajankohtaista siinä yhteydessä, kun tehdään rakennuksen vaipan tiiveyteen vaikuttavia rakenneteknisiä korjauksia. Painesuhteiden tasapainottaminen tulee varmistaa vähintään viikon mittaisilla paine-eron seurantamittauksilla.

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 käyttötilat, ei esim. teknisiä tiloja tai varastotiloja, joissa ei lähtökohteisesti oleskella pitkiä aikoja. Näiden tilojen mahdollinen vaikutus käyttötilojen sisäilman laatuun on kuitenkin arvioinnissa huomioitu.

Rakennuksessa on aiemmin tehty kuntotutkimuksia sekä sisäilmakyselyitä erityisesti vuosina 2011-2013. Aiempien tutkimusten osalta on huomioitu sellaiset havainnot, mitaus-, näyte- tai muut tulokset niiltä osin, kun niillä voidaan olevan vaikutusta rakennuksen nykytilanteeseen. Materiaalinäytteet on huomioitu niiden rakenteiden osalta, joihin ei sittemmin ole kohdistettu korjaustoimenpiteitä. Sisäilmanäytteiden osalta tuloksia ei voida pitää enää luotettavana nykyhetken tilannetta arvioitaessa.

Kohteessa on tehty sisäilmastokysely kuluvana vuonna. Kysely on kuitenkin toteutettu tavalla, johon ei löydy luotettavaa vertailuaineistoa, joten siinä esitetyt tulokset on otettu kokonaisarvioinnissa huomioon vain suuntaa antavasti. Tätä vanhemmat kyselyt on rajattu altistumisolosuhteiden arvioinnin ulkopuolelle, koska niiden tuloksia ei voida pitää luotettavina arvioitaessa nykyhetken tilannetta.

Terveydellisen merkityksen arvioinnin tekee terveysviranomainen tai työterveyshuolto käyttäen apuna kohteesta tehtyjä selvityksiä. 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, materiaaliemissiot, muovimattojen hajoamistuotteet, kreosootinhaju, asbesti):

Altistumisen todennäköisyys ilmoitetaan neliportaisella asteikolla:

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

A. Mikrobit

Rakennuksesta on otettu yhteensä 32 materiaalinäytettä. Tämän tutkimuksen yhteydessä otettuja sekä vanhempia materiaalinäytteitä, joiden tulokset voidaan huomioida nykytilannetta arvioitaessa, on yhteensä 21 kpl. Näistä näytteistä 11:ssä ei analysoitu mikrobikasvua materiaalissa, kolmessa analysoitiin epäily mikrobikasvusta materiaalissa ja seitsemässä analysoitiin selvä mikrobikasvu materiaalissa.

Selvä mikrobikasvu materiaalissa on todettu viidestä näytteestä välipohjarakenteista (yhteensä seisemän näytettä), minkä perusteella välipohjarakenteissa voidaan todeta

olevan yleisesti mikrobivaurioita. Selvää mikrobikasvua on todettu myös yhdestä näytteestä putkikanaalin rakenteista ja yhdestä näytteestä aulan alapohjan sementtilastuvillaeristeestä. Heikko viite mikrobikasvusta on todettu sosiaalitalan 025 lattian lasivillaeristeestä (yhteensä kaksi näytettä) ja luokkatilan 006 ikkunan tilkermateriaalista.

Materiaalinäytteet, joista ei todettu mikrobikasvua jakautuivat seuraavasti: Alapohjan lasivillalämmöneriste (1 kpl), ulkoseinän turve-eriste (5), alapohjan sementtilastuvillaeriste (2 kpl), ikkunan tilkermateriaali (1 kpl) ja välipohjarakenne (1 kpl).

B. Ilmayhteys ja paine-erot

Rakennuksen rakenteiden ilmatiiveys on, rakenneliittymiä lukuun ottamatta, pääasiassa hyvä. Rakenneliittymien kautta epäpuhtauksien on kuitenkin mahdollista kulkeutua sisäilmaan. Vaurioituneiden rakenneseinien rakenneliittymien kautta havaittiin myös ilmavirtausta sisäilmaan päin.

Rakennuksen painesuhteet ovat sisäilman laadun kannalta melko hyvällä tasolla, merkittäviä paine-eroja ei seurantamittauksissa havaittu.

Kellaritilojen ja käyttötilojen sekä putkikanaalin ja käyttötilojen välinen paine-ero on tehtyjen mittauksen perusteella pääosin sellainen, että ilmavirtaukset kulkevat sisäilmasta kellaritiloihin/putkikanaaliin päin.

C. Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtokanavat on puhdistettu ja ilmamäärät on säädetty noin vuosi sitten. Mittauspöytäkirjojen perusteella ilmamäärät ovat lähellä suunniteltuja ilmamääriä. Ilmamäärän riittävyyttä tilojen käyttöön nähden ei ole erikseen mitattu hiilidioksidipitoisuuksien seurantamittauksin. Ilmanjako tiloissa on pääosin toimiva.

Ilmanvaihtokoneet ovat pääosin hyvässä tai tyydyttävässä kunnossa, lukuun ottamatta keittiötä palvelevaa tuloilmakonetta. Koneissa on joitain huoltotarpeita, mutta sisäilman laadun kannalta ne toimivat pääosin vähintään tyydyttävästi.

D. Rakennuksesta peräisin olevat epäpuhtaudet

Kellarikerroksen maanvastaisiin rakenteisiin kohdistuu kosteusrasitusta, joista on aiheutunut rakenteisiin paikoin kosteusvaurioita. Alapohjarakenteissa ei kellarikerroksen osalta ole orgaanista materiaalia, joka vaurioituisi kosteuden vaikutuksesta, mutta maanvastaisen seinien eristeenä oleva turve on herkästi kosteuden vaikutuksesta vaurioituvaa materiaalia.

Lattiapäällysteiden alapuolisen kosteuspitoisuuksien mittauksissa (5 kpl) ei havaittu korkeita kosteuspitoisuuksia tai aistinvaraisesti viitteitä kosteusvaurioitumisesta.

Rakennuksen lämmönjakohuoneessa esiintyy öljyn hajua sekä pelletin palamisesta aiheutuvaa hajua, joiden ei tehdyissä tutkimuksissa havaittu kulkeutuvan käyttötiloihin.

Merkittäviä teollisten mineraalikuitujen lähteitä ei ole todettu.

Arvio altistumisolosuhteesta

Tehtyjen tutkimusten perusteella sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä ovat etenkin välipohjien, ja paikoin alapohjarakenteiden, mikrobiepäpuhtaudet. Rakenneliittymien ilmatiiveys on yleisesti heikko, minkä johdosta epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan

sisäilmaan. Rakennuksen painesuhteet ovat sisäilman laadun kannalta melko hyvät, joka osaltaan vähentää epäpuhtauksien kulkeutumista rakenteiden sisältä sisäilmaan.

Tehtyjen tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava olosuhde on käyttötiloista **todennäköinen** 0. kerroksen osalta opetustiloissa 002 ja 006 sekä aulassa 009 ja 1. ja 2. kerroksen osalta kaikissa luokkasiiven tiloissa.

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

13 Yhteenveto suositelluista toimenpiteistä

Kiireelliset toimenpiteet

Suosittelimme seuraavia toimenpiteitä 1 vuoden kuluessa:

- rapatun julkisivun kuntotutkimus
- kiinteistön kuntoarvio
 - arvioidaan sähkö- ja vesijärjestelmien kuntoa sekä tulevan peruskorjauksen ajankohtaa. Tulevan peruskorjauksen ajankohta vaikuttaa oleellisesti ennen peruskorjausta tehtävien korjaustöiden laajuuteen ja menetelmiin.
- vesikaton puutteellisten läpivientien korjaaminen
- Ilmanvaihtokoneiden huoltotoimenpiteet kohdassa 11.2 esitettyjen toimenpiteiden mukaisesti
- Tyypikilpien lisääminen iv-koneisiin, joista ne puuttuvat
- Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset tiloissa, joissa sisäilma on koettu tunkkaiseksi
- Kellarikerroksen ja putkikanaalien alipaineistusjärjestelmien varustaminen hälytyksellä, joka ilmoittaa mahdollisista toimintahäiriöistä
- Paine-eron seurantamittaukset luokkasiivessä seuraavalla pakkaskaudella
 - Samassa yhteydessä putkikanaalin paine-eron huojunnan selvittäminen paine-ero mittauksin

Ennen peruskorjausta suoritettavat toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien sisäilman laatuun liittyvien korjaustoimenpiteiden suorittamista viimeistään 1...3 vuoden kuluessa:

- maanvastaisten seinien ulkopuolinen veden- ja lämmöneristys sekä salaojitus
- maanvastaisten alapohjarakenteiden ilmatiiveyden parantaminen
- putkikanaalien rakenneliittymien ja tarkastusluukkujen tiivistäminen
- pohjoispään kellarin alipaineistaminen koneellisesti
- kellaritilojen ja putkikanaalien alipaineistusjärjestelmien varustaminen automaattisella hälytysjärjestelmällä
- putkikanaalien puhdistaminen rakennusjätteestä
- kellariin johtavan portaikon kosteusvaurioiden korjaaminen
- välipohjarakenteen ilmatiiveyden parantaminen

- ikkunaliittymien ja patterisyvennysten ilmatiiveyden parantaminen
- liikuntasalin lattian uusiminen
- Ilmanvaihtopiirustusten päivittäminen ajan tasalle
- Keittiön ilmanvaihtokoneen uusiminen

Viimeistään peruskorjauksen yhteydessä tehtävät toimenpiteet:

- yläpohjarakenteen lisälämmöneristys
- vaurioituneiden välipohjarakenteiden korjaus- ja muutostyöt
- alapohjarakenteiden paikalliset rakenteelliset muutostyöt
- julkisivun korjauksen kuntotutkimuksen perusteella
- maanvastaisten seinärakenteiden sisäpuoliset korjaus- ja muutostyöt
- Luokkatiloja palvelevan ilmanvaihtokoneen uusiminen 5-10 vuoden kuluessa
- Ilmanvaihtojärjestelmän säätö ja tasapainottaminen kohteessa suoritettavien rakennuksen tiiveyteen vaikuttavien korjaustöiden jälkeen.

Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Tampere, 17.9.2018



Aapeli Räihä, DI
a-vaativuusluokan kosteustekninen kuntotut-
kija



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

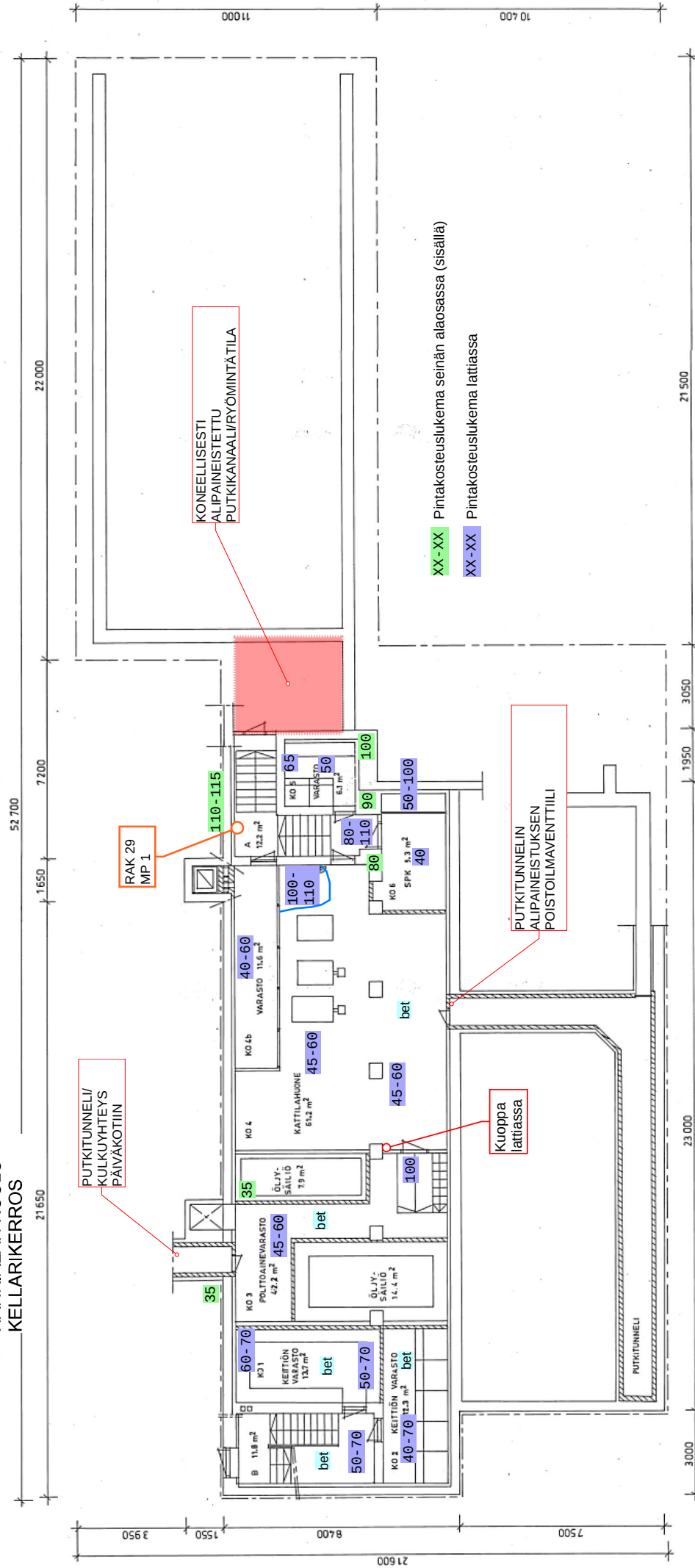


Harri Makkonen, tekn.
Erikoisasiantuntija

Liitteet:

- Liite 1. Rakenneaavausten, kosteusmittausten ja seurantamittalaitteiden sijainnit
- Liite 2. Aikaisemmissa tutkimuksissa tehtyjä havaintoja
- Liite 3. Tulosraportti RM2018-674 (*Mikrobioni Oy, 29.6.2018*)
- Liite 4. Tulosraportti RM2018-720 (*Mikrobioni Oy, 11.7.2018*)

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

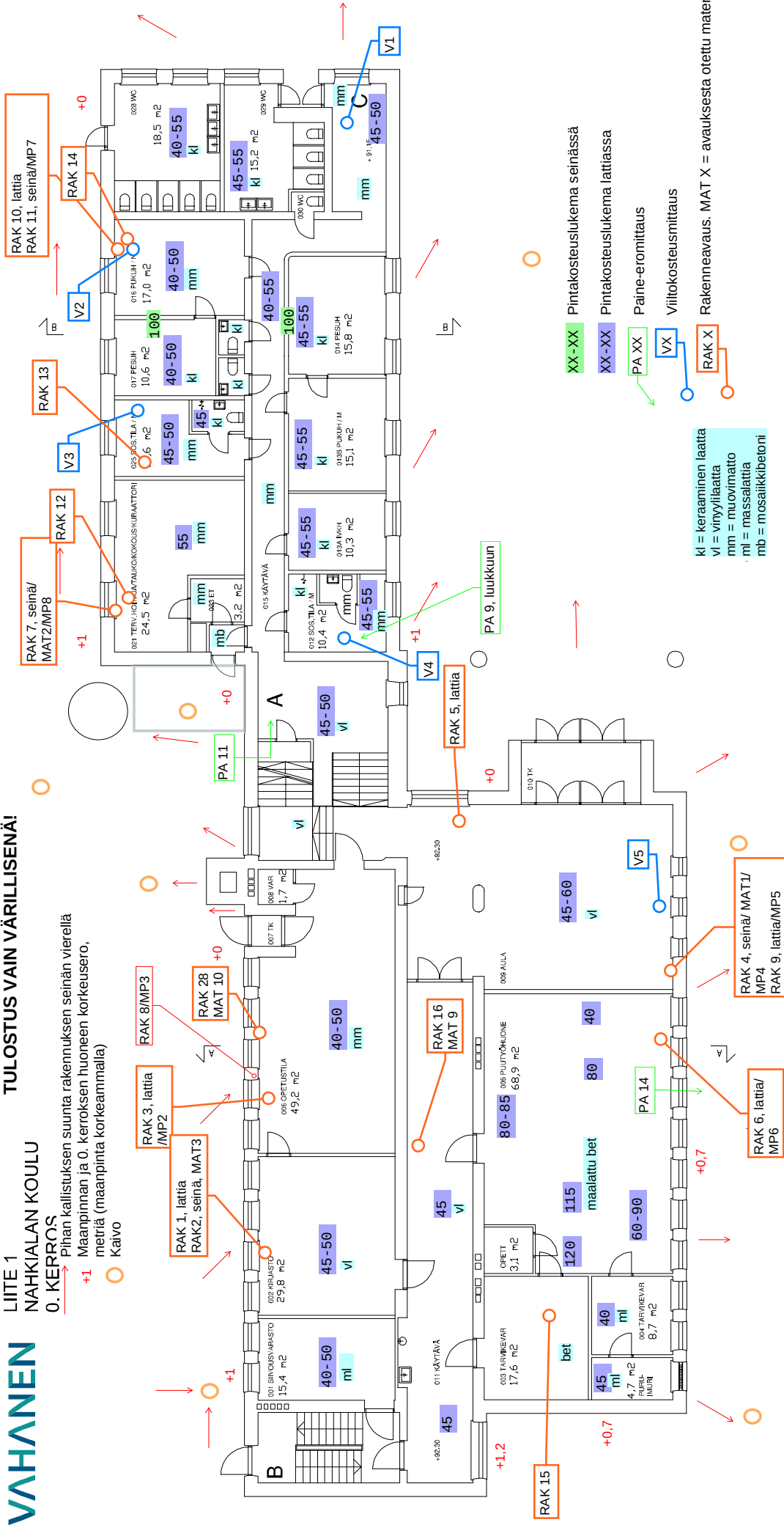


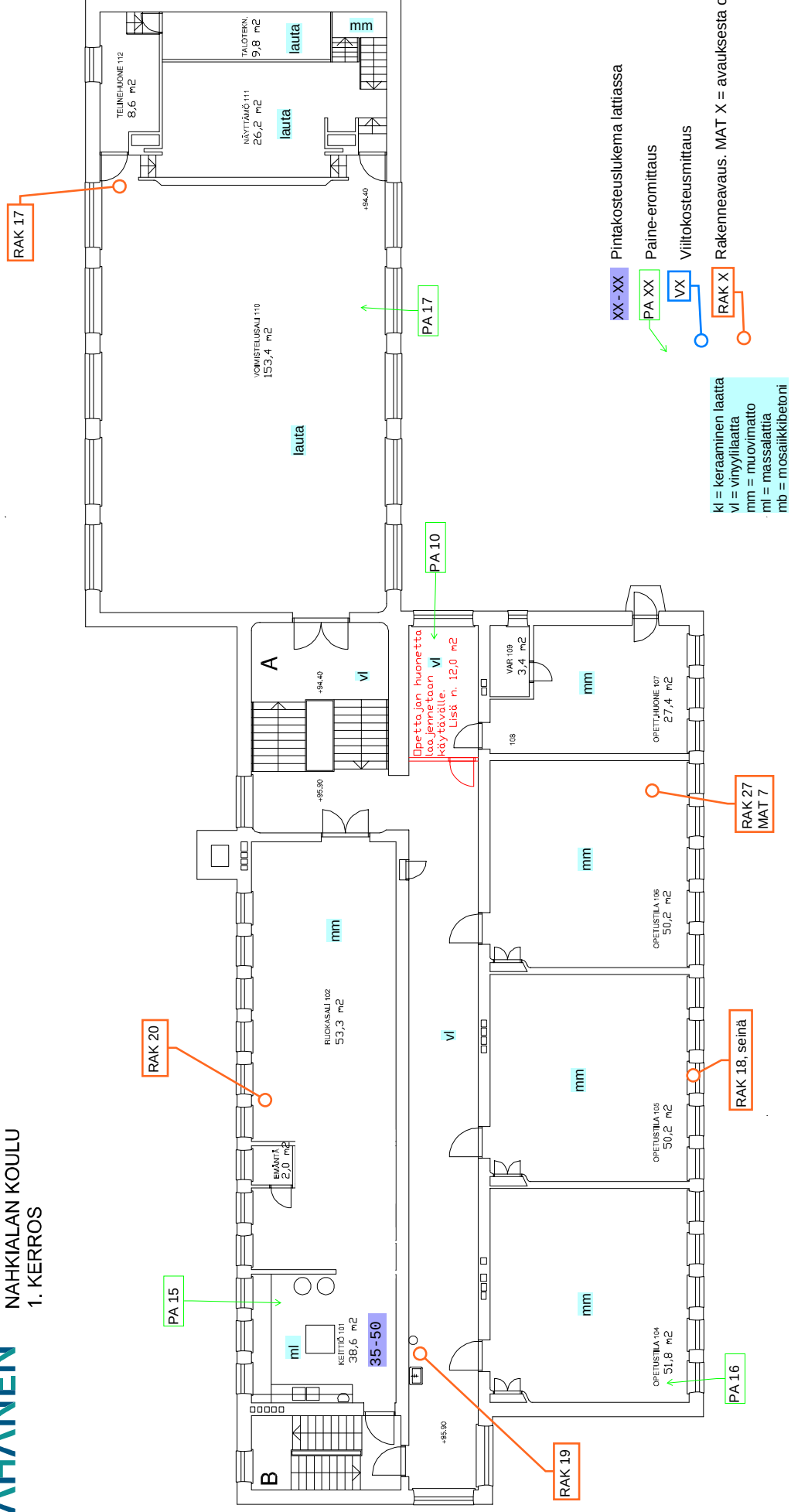
TULOSTUS VAIN VÄRILLISENÄ!

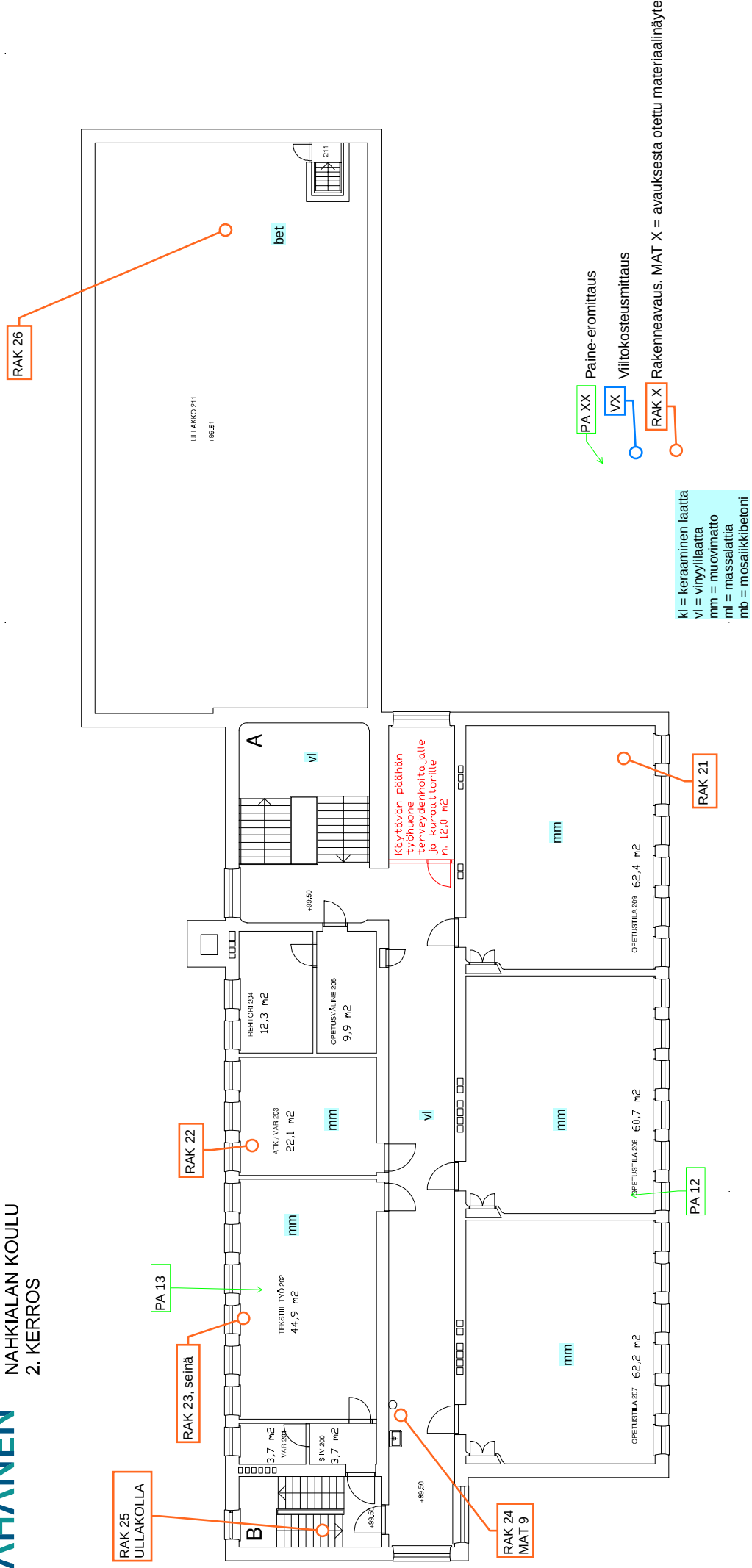
LIITE 1 NAHKIALAN KOULU

0. KERROS

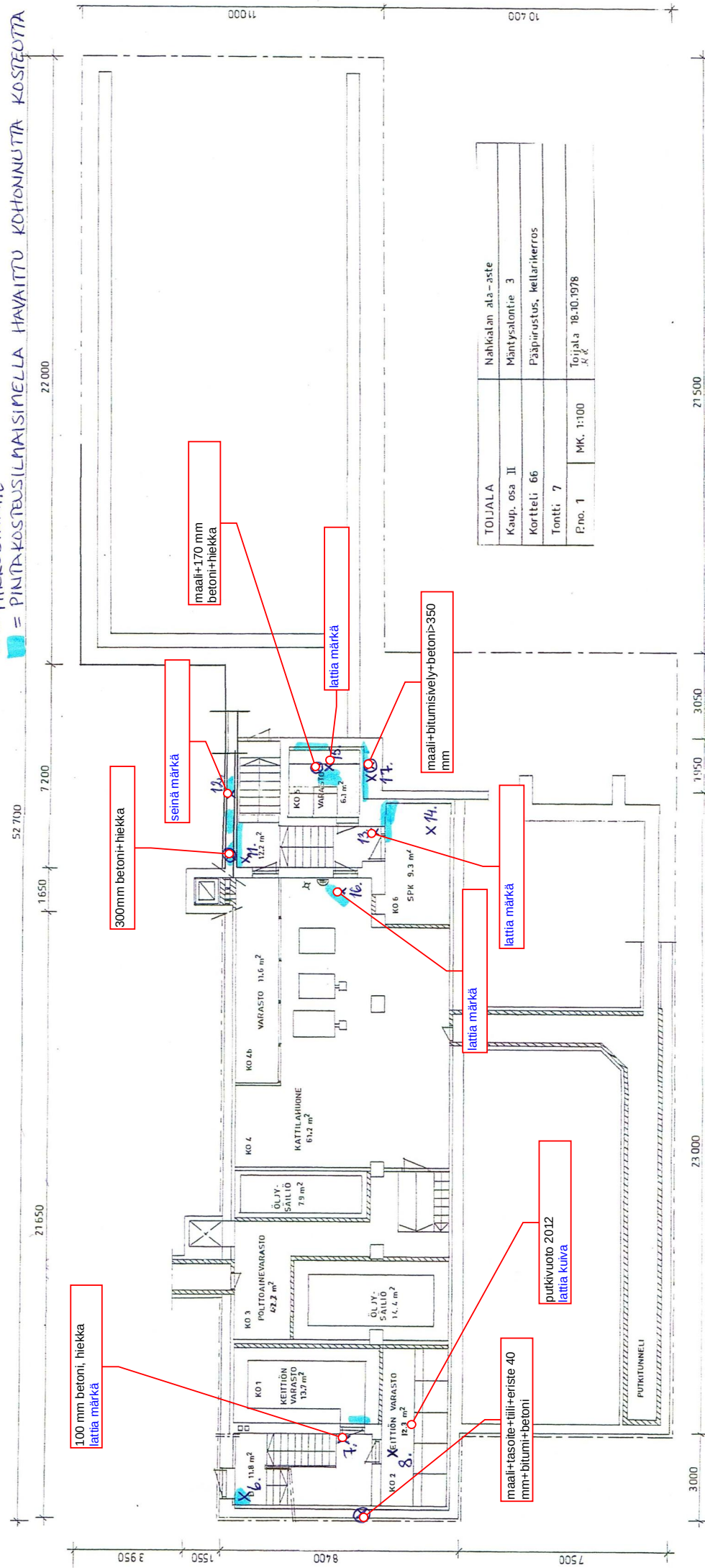
Pihan kallistuksen suunta rakennuksen seinän vierellä
+1 Maanpinnan ja 0. kerroksen huoneen korkeusero,
metriä (maanpinta korkeammalla)
○ Kaivo







- ⊗ = RAKENTEN LÄPORAUS
- × = KOSTEUSHITTAUS
- M = MIKROBINÄYTE
- = PINTAKOSTEUSILMAISIMET

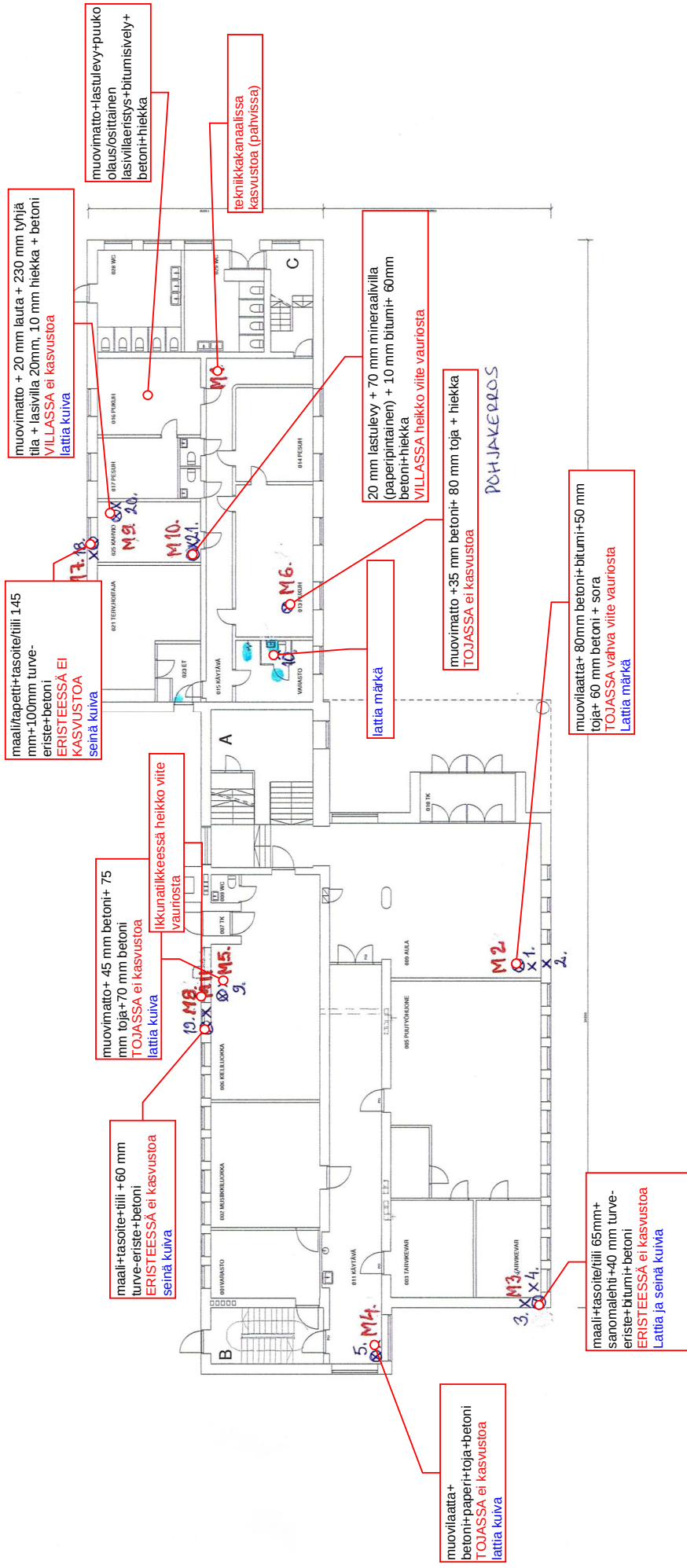


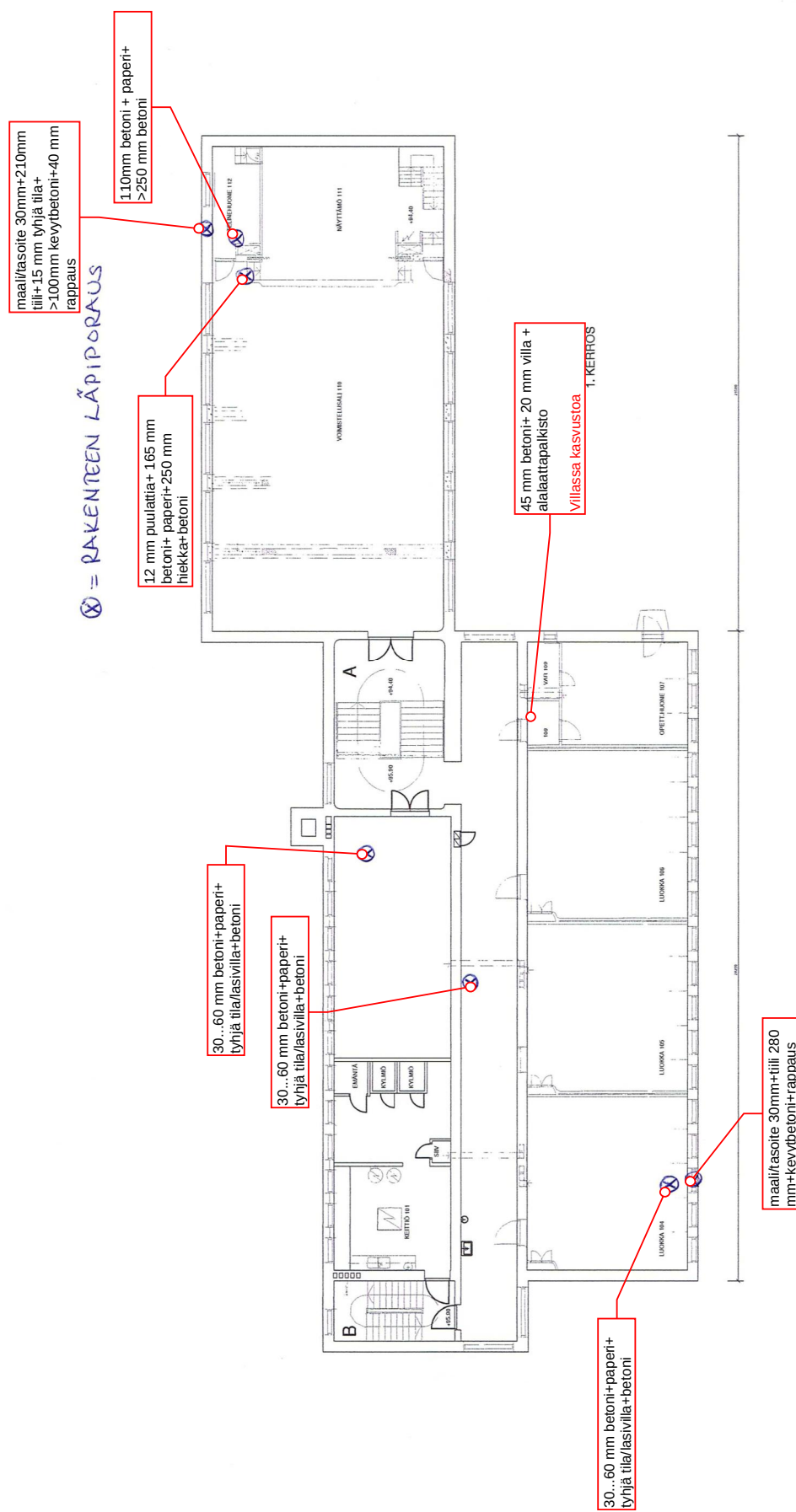
Ø = RAKENTEEN LÄPIPORAUS

X = KOSTEUSMITTAUS

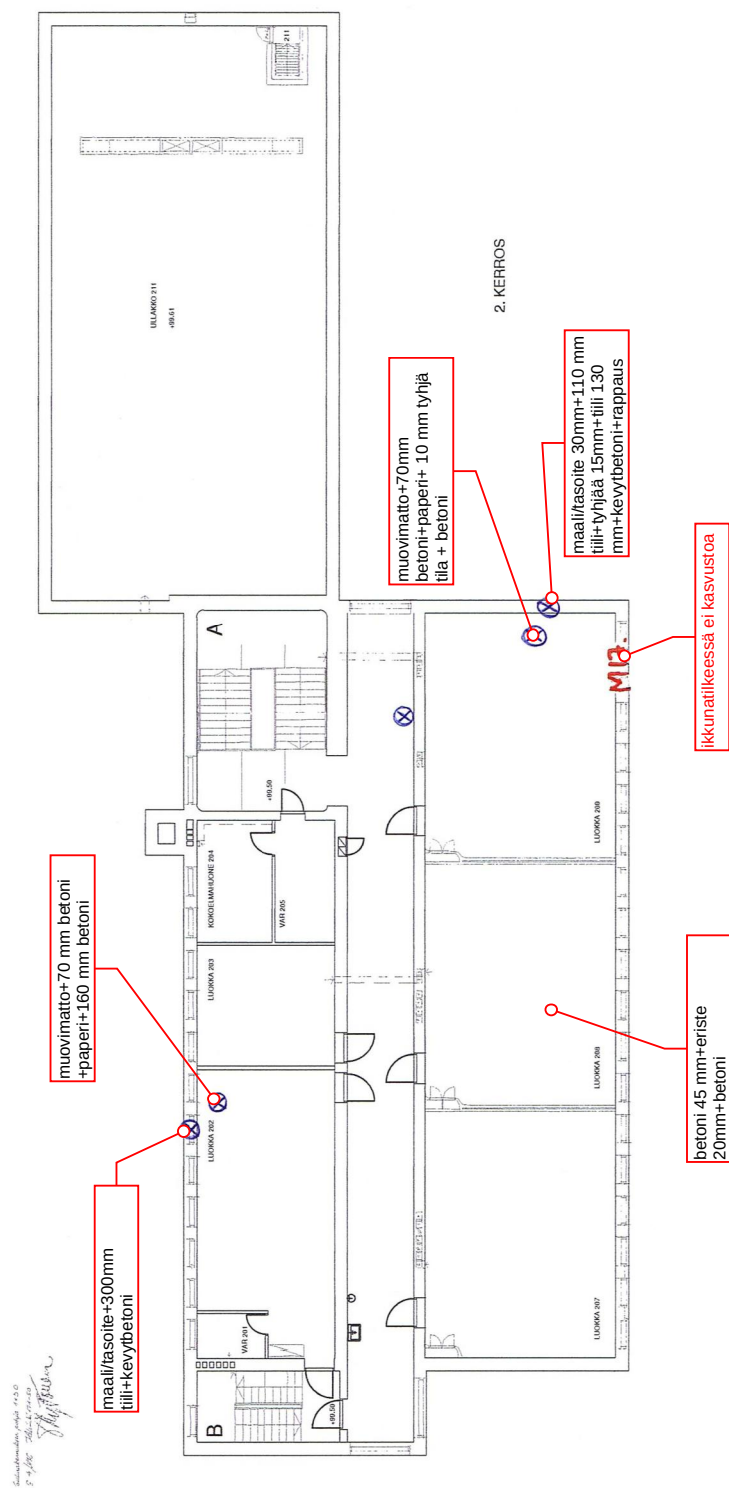
M = MIKROBINÄYTTE

■ = PINNAKOSTEUSILMAISIMILLA HAVAITTU KOTONAALUUTA KOSTEUTTA





⊗ = RAKENTEEN LÄPPIPORAU
M = MIKROBINÄTE



Aapeli Räihä
Vahnen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan Esplanadi 2
33100 Tampere



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Nahkialan koulu

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Ella Lahtinen, Vahnen Rakennusfysiikka Oy, 12.6.2018. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 15.6.2018 ja viljelty 15.6.2018.

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 tulokinnassa tarkastellaan myös mikrobilajistoa ja ns. kosteusvaurioindikaattorisukujen tai -lajien esiintymistä erityisesti, kun näytteen homepitoisuus on 5 000 – 10 000 pmy/g.

MÄÄRITYSRAJA:

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

MITTAUSEPÄVARMUUS:

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. Menetelmän luonteesta johtuen mittausepävarmuuteen vaikuttaa myös itse 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 tulokinnassa.

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:
	M1, Turve-eriste, Ulkoseinä. Aula 009	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M2, Turve-eriste, Ulkoseinä. Taukotila 021	suuri homepitoisuus, indikaattorimikrobeita. Pieni bakteeripitoisuus	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M3, Turve-eriste, Ulkoseinä. Kirjasto 002	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa

Lisätietoja:

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

Kuopiossa, 29.6.2018

Teija Meklin

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: M1, Turve-eriste, Ulkoseinä. Aula 009 (tutkimustunnus: RM183672)

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

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: M2, Turve-eriste, Ulkoseinä. Taukotila 021 (tutkimustunnus: RM183673)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	41000	Kokonaispitoisuus	3600
*Aspergillus-ryhmä Restricti		41000	muut bakteerit	1400
Penicillium sp.		910	*sädesienet	2300

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Tulos THG-alustalla on arvio.

Näyte: M3, Turve-eriste, Ulkoseinä. Kirjasto 002 (tutkimustunnus: RM183674)

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

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

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.

Ella Lahtinen
Vahnen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan Esplanadi 2
33100 Tampere



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Nahkialan koulu

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Ella Lahtinen, Vahnen Rakennusfysiikka Oy, 25.6.2018. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 27.6.2018 ja viljelty 27.6.2018.

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 tulokinnassa tarkastellaan myös mikrobilajistoa ja ns. kosteusvaurioindikaattorisukujen tai -lajien esiintymistä erityisesti, kun näytteen homepitoisuus on 5 000 – 10 000 pmy/g.

MÄÄRITYSRAJA:

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

MITTAUSEPÄVARMUUS:

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. Menetelmän luonteesta johtuen mittausepävarmuuteen vaikuttaa myös itse 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 tulokinnassa.

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:
	M6, Lasivillaeriste, Välipohja. 2. krs käytävä	home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M7, Muottilauta, Välipohja. Opetustila 106	suuri homepitoisuus, indikaattorimikrobia. Pieni bakteeripitoisuus, mutta suuri sädesienipitoisuus	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M9, Rakennuspaperi ja puuta, Välipohja. Käytävä 011.	homepitoisuus alle määrittäysrajan, suuri sädesienipitoisuus	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M10, Turve-eriste, Ulkoseinä. mv. Musiikkiluokka 006.	home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa

Lisätietoja:

Näytemäärät näytteissä M6, M7 ja M9 olivat pieniä, joten tulokset ovat arvioita (analysoitu näytemäärä oli pienempi kuin Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa suositeltu 0,5 g).

Kuopiossa, 11.7.2018

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

Lyhenteiden selitykset:

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

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

< mr = alle määritysrajan

* = kosteusvaurioindikaattori

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

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

Näyte: M6, Lasivillaeriste, Välipohja. 2. krs käytävä (tutkimustunnus: RM183880)

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

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: M7, Muottilauta, Välipohja. Opetustila 106 (tutkimustunnus: RM183881)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	44000	21000	Kokonaispitoisuus	23000
Penicillium sp.	44000	20000	muut bakteerit	1400
*Aspergillus sydowii		910	*sädesienet	22000

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: M9, Rakennuspaperi ja puuta, Välipohja. Käytävä 011. (tutkimustunnus: RM183883)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	75000
			muut bakteerit	<mr
			*sädesienet	75000

Menetelmän määritysraja näytteelle on 910 pmy/g

Näyte: M10, Turve-eriste, Ulkoseinä. mv. Musiikkiluokka 006. (tutkimustunnus: RM183884)

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

Menetelmän määrittämisraja näytteelle on 91 pmy/g

VIITTEET:

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

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