Vastaanottaja
Mika Metsäalho, Hämeenlinnan kaupunki,
Kaupunkirakenne / Tilapalvelut

Asiakirjatyyppi
Tutkimusraportti

Päivämäärä
17.5.2018

KONNARIN KOULU

KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS



RAMBØLL

Tarkastus	14.5.2018
Päivämäärä	17.5.2018
Laatija	Markus Fränti
Tarkastaja	Karoliina Viitamäki
Hyväksyjä	Mika Metsäalho
Kuvaus	Kuntotutkimusraportti

Viite	1510040152

Ramboll
Pakkahuoneenaukio 2
PL 718
33101 TAMPERE
P +358 20 755 6800
F +358 20 755 6801
www.ramboll.fi

SISÄLTÖ

1.	Yleistiedot	7
1.1	Yleistä	7
1.2	Yhteystiedot	7
1.3	Tutkimuksen rajaukset	8
2.	Kohteen yleiskuvaus	9
2.1	Lähtötiedot	9
3.	Tutkimusmenetelmät	10
3.1	Materiaalin mikrobinäytteet	10
3.2	Pintakosteuskartoitus	10
3.3	Rakennekosteusmittaus	10
3.4	Merkkiainekokeet	10
3.5	Paine-eron seurantamittaus	10
3.6	Olosuhteiden seurantamittaukset	10
3.7	Rakenneavaukset	10
3.8	Ilmanvaihdon toimivuus ja puhtaus	10
3.9	Lämpökuvaukset	11
4.	Rakenneteknisten tutkimusten tulokset	12
4.1	Piha-alueet	12
4.2	Salaoja- ja kuivanapitojärjestelmät	12
4.3	Alapohjarakenteet	13
4.3.1	Rakennetyypit	13
4.3.2	Aistinvaraiset havainnot maanvaraisista alapohjista	15
4.3.3	Rakenneavaukset maanvaraisiin alapohjiin	16
4.3.4	Aistinvaraiset havainnot ryömintätilallisesta alapohjasta	17
4.3.5	Rakenneavaukset ryömintätilalliseen alapohjaan	18
4.3.6	Kosteusmittaukset	19
4.3.7	Mikrobinäytteet	23
4.3.8	Ilmavuototarkastelut	24
4.3.9	Johtopäätökset	24
4.3.10	Toimenpide-ehdotukset	25
4.4	Välipohjat	26
4.4.1	Rakenteet	26
4.4.2	Aistinvaraiset havainnot	27
4.4.3	Havainnot rakenneavauksista	27
4.4.4	Mikrobinäytteet	29
4.4.5	Merkkiainekokeet ja ilmavuototarkastelu	29
4.4.6	Johtopäätökset	30
4.4.7	Toimenpide-ehdotukset	31
4.5	Ulkoseinät	32
4.5.1	Rakenteet	32
4.5.2	Aistinvaraiset havainnot	33
4.5.3	Rakenneavauksista tehdyt havainnot	34
4.5.4	Mikrobinäytteet	35
4.5.5	Merkkiainekokeet ja ilmavuototarkastelut	37
4.5.6	Johtopäätökset	37
4.5.7	Toimenpide-ehdotukset	37
4.6	Yläpohjat	39
4.6.1	Rakenteet	39
4.6.2	Aistinvaraiset havainnot	40
4.6.3	Rakenneavauksin tehdyt havainnot	42
4.6.4	Mikrobinäytteet	42
4.6.5	Merkkiainekokeet ja ilmavuototarkastelut	43
4.6.6	Johtopäätökset	43
4.6.7	Toimenpide-ehdotukset	44
5.	Ilmanvaihtotutkimusten tulokset	45

5.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus 45
5.2 Tilojen ilmavirrat 45
5.3 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus 45
5.4 Muita huomioita 52
5.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 52
6. Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset 53
6.1 Paine-eromittaukset 53
6.2 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus 54
6.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteuspitoisuus 54
6.4 Sisäilman teolliset mineraalivillakuidut 55
6.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset 55
7. Altistumisolosuhteiden arviointi 56
7.1 Konnarin koulu 56
8. Johtopäätökset ja yhteenveto toimenpiteistä 58
8.1 Tutkimuksen johtopäätökset 58
8.2 Toimenpidesuositukset 58

LIITTEET

Liite 1 Tutkimuskartat

Liite 2 Mikrobinäytteiden analyysivastaukset

Liite 3 Pölyn koostumusanalyysit

Liite 4 Olosuhdemittausten Kaaviot

TIIVISTELMÄ

Kuntotutkimuksen kohteena on alun perin vuonna 1958 valmistunut koulurakennus, jota on laajennettu luokkalisäsiivellä vuonna 1984 ja 2000 sekä liikuntahallisiivellä 1994. 50-luvun siipiosia on peruskorjattu 1984 rakennetun lisäsiiven rakentamisen yhteydessä. Varsinaista kokonaisvaltaista peruskorjausta rakennukseen ei kuitenkaan ole suunniteltu eikä toteutettu.

Rakennuksen on rakennuttanut Lammin kunta, joka on ollut rakennuksen alkuperäisenä omistajana vuoteen 2009 saakka. Kuntaliitoksen seurauksena (2009) nykyisenä omistajana on Hämeenlinnan kaupunki. Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus tuli ajankohtaiseksi, koska rakennuksessa on koettu sisäilmaongelmaan liittyvää oireilua. Oirelähtöisyyden lisäksi Hämeenlinnan kaupunki selvitti rakennuksen kuntoa myös tulevaa peruskorjausta varten. Tutkimus toimii siten lähtötietomateriaalina peruskorjaussuunnittelulle.

Rakennus toimii arkisin koulukäytössä, joka ajoittuu 8.00-15.00 välille. Liikuntahallisiipi ja osa koululuokkatiloista on lisäksi ilta- ja viikonloppukäytössä.

50-luvulla rakennettu kouluosa jakautuu A, B ja C siipeen. Alapohjarakenteet ovat pääosin maanvaraisia, C-siiven osalta pieni osa alapohjasta on myös ryömintätilallista. Ulkoseinät ovat massiivitiiliseiniä, jossa ulkokuorena on höyrykarkaistu betoni. Väli- ja yläpohjarakenteet ovat ylä- ja alalaattapalkistoin toteutettuja. 80-luvun alapohjat ovat maanvaraisia, ulkoseinät kantamattomia tiilivilla-tiiliseiniä. Väli- ja yläpohjat ovat ontelolaatalla toteutettuja. 90-luvun liikuntahallin alapohja on maanvarainen, ulkoseinät betonisandwich elementtejä. Yläpohja on toteutettu puuelementein. 2000- luvun F-siipi on alapohjan osalta maanvarainen. Ulkoseinät ovat lämpökatkaistuja kevytsoraharkkoja. Yläpohja on ristikkorakenteinen, joka on lämmöneristetty mineraalivillalla.

Kuntotutkimuksessa rakenteita tutkittiin rakenneavauksien, kosteusmittauksin ja rakenteiden ilmatiiviyttä merkkiainekokein. Materiaalin vaurioitumisen selvityksissä käytettiin mikrobinäytteitä, jotka toteutettiin suoraviljely- ja qPCR -menetelmällä. Lämpökamerakuvauksella selvitettiin tarkemmin ilmavuotoreittien sijaintia ja suuruutta liikuntahallisiivessä. Ilmanvaihdon toimivuutta tutkittiin ilmavirtamittauksin sekä tutkimalla visuaalisesti tuloilmakoneiden toimivuutta ja puhtautta. Rakennuksen olosuhteita tutkittiin paine-ero-, hiilidioksidi-, kosteus- ja lämpötilamittauksin. Tutkimusten perusteella rakennuksesta saatiin varsin kattava yleiskuva.

Tutkimuksen perusteella todetaan, että 50-luvun rakennuksen kunto on kokonaistarkastelun perusteella heikko. Ala-, ylä- ja välipohjarakenteissa sekä ulkoseinä - ikkunaliittymissä todettiin laajaalaisia mikrobivaurioita. Yläpohjaa lukuun ottamatta mikrobivaurioituneista rakenneosista todettiin merkittäviä ilmavuotoyhteyksiä sisäilman suuntaan. Yläpohjissa vuodot olivat vähäisiä. 50-luvun rakennuksen todettiin olevan ilmanvaihdon kello-ohjauksen vuoksi voimakkaasti alipaineinen käyttöajan ulkopuolella. Ongelma lisää epäpuhtauksien kulkeumaa vaurioalueelta sisäilman suuntaan. Muutamissa luokissa tuloilmavirta on huomattavan alhainen, mikä nostaa ko. huoneiden epäpuhtauspitoisuuksia. Lisäksi ilmanvaihtokoneen kammiot ja tuloilmasuodattimet olivat likaiset.

80-luvun siivessä ulkoseinärakenteiden alaosissa todettiin mikrobivaurioita ja merkittävä ilmayhteys vaurioalueelta sisäilman suuntaan. Myös tässä siivessä todettiin luokkia, joissa tuloilmavirta on huomattavan alhainen. 90-luvun liikuntahallissa todettiin seinissä ja yläpohjissa suuria ilmavuotoja, mutta mikrobivaurioita ei todettu. 2000-luvun laajennusosassa alapohjan kosteuden ovat koholla, mutta eivät toistaiseksi niin merkittävästi, että pinnoitteiden vaurioituminen olisi todennäköistä.

Havaittujen mikrobivaurioiden ja sisäilmayhteyden vuoksi Asumisterveysasetuksen (545/2015) toimenpiderajat tilanteen korjaamiseksi ylittyvät. Altistumisen arviossa 50-luvun rakennus on luokiteltu kuntotutkimuksen perusteella luokkaan 4, tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on erittäin todennäköinen, 80-luvun siipi luokkaan 3, todennäköinen, ja liikuntahallisiipi, sekä F-siipi luokkaan 2, mahdollinen.

Käyttöä turvaavina toimenpiteinä raportissa suositellaan ensisijaisena toimena väistötiloihin siirtymistä 50-luvun kouluosasta, ja muiden siipien tiivistyskorjaamista. Toissijaisena käyttöä turvaavana toimenpiteenä suositellaan 50-luvun siipiin laaja-alaisia tiivistyskorjauksia. Väliaikaisten korjausten tekeminen koulurakennukseen on kuitenkin rajallista, ja siksi peruskorjaustasoinen suunnittelutyö sekä toteutusaikataulun laatiminen tulisi aloittaa välittömästi. Rakennus on selkeästi ylittänyt jo peruskorjausiän. Vain peruskorjaustasoisella remontilla rakennus on mahdollista saada turvalliseksi ja terveelliseksi käyttäjille.

1. YLEISTIEDOT

1.1 Yleistä

Tutkimuskohteena on Konnarin koulu, joka sijaitsee osoitteessa Mommilantie 21, 16900 Lammi. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää tulevaa peruskorjausta varten nykyisten rakenteiden kunto, niiden korjaustarve, sisäilmastolliset olosuhteet, sekä ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ja korjaustarve. Rakennuksessa on todettu myös sisäilmaoireilua, joka toimii yhtenä lähtökohtana kuntotutkimukselle. Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus toteutettiin kokonaisuutena niin, että rakenteista ja niiden kosteusfysikaalisesta toiminnasta, sisäilmastollisista olosuhteista ja ilmanvaihdosta saatiin kattava ja laaja-alainen käsitys.

1.2 Yhteystiedot

Tutkimuksen tilaaja
Hämeenlinnan kaupunki
Kaupunkirakenne / Tilapalvelut
Rakennustekninen asiantuntija
Mika Metsäalho
03 6215331
Birger Jaarlinkatu 33, 2krs
13101 HÄMEENLINNA

Tutkimuksen ajankohta
2 /2018 – 5/2018

Kuntotutkimuksen suorittaja
Ramboll Finland Oy
Tampereen toimipiste
Pakkahuoneenaukio 2
33101 Tampere

Projektipäällikkö /
Rakennusterveysasiantuntija
Karoliina Viitamäki

Kuntotutkimuksen suorittajat:

Rakennetekniset tutkimukset:

Markus Fränti
Tampereen toimipiste
050 3029988
ext.markus.franti@ramboll.fi

Vastaava kuntotutkija

Tiina Janhunen
Lahden toimipiste
040 6373910
tiina.janhunen@ramboll.fi
RTA-Asiantuntija

Haitta-ainetutkimukset (Toimitettu erillinen raportti):

Jussi Aromaa
Tampereen toimipiste
040 1695126
jussi.aromaa@ramboll.fi

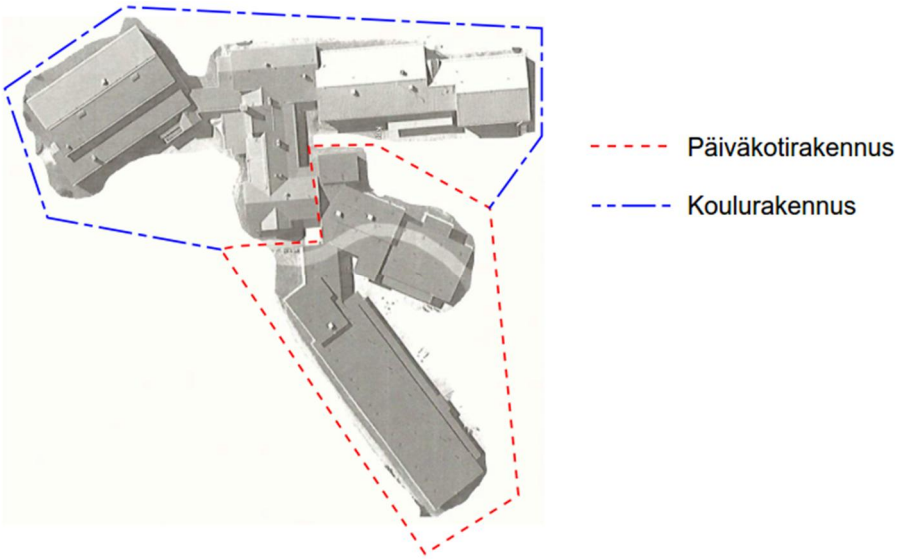
Ilmanvaihtotekniset tutkimukset:

Keijo Kovanen
Espoon toimipiste
0400474198
keijo.kovanen@ramboll.fi

Käytettävät tutkimuslaboratoriot
Mikrobinäytteet rakennusmateriaaleista,
Työterveyslaitos, KUOPIO
Mikrobioni, KUOPIO

1.3 Tutkimuksen rajaukset

Tutkimus on rajattu Hämeenlinnan kaupungin toimesta koskemaan ainoastaan kouluosaa kiinteistöstä, joka käsittää lisäksi kaksi päiväkotisiipeä. Kuvassa 1 on jaoteltu rakennuksen massa päiväkotiosaan ja kouluosaan. Ramboll Finland Oy:n tekemä tutkimus perustuu 14.2.2018 päivättyyn tutkimussuunnitelmaan, jonka tilaaja on hyväksynyt sisäilmatyöryhmässä.



Kuva 1. Tutkimus on rajattu koskemaan ainoastaan koulurakennusta (sininen viiva)

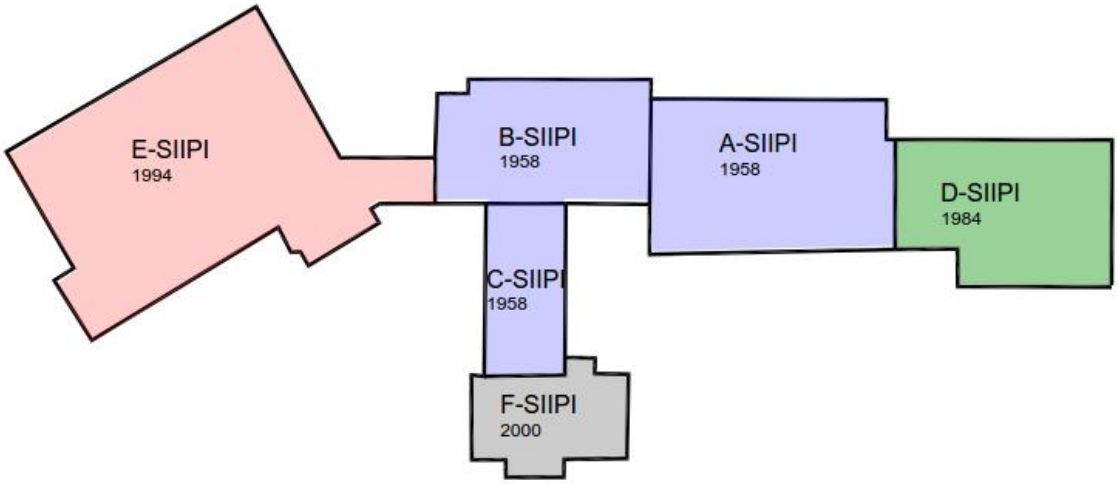
Tutkimusmenetelmät on valittu siten, että ne täydentävät toisiaan ja tulosten perusteella voidaan varmistaa syntyneet päätelmät. Tutkimustulosten luotettavuus on riippuvainen mittauspisteiden edustavuudesta ja otosten laajuudesta, jolloin otantatutkimuksissa yleisesti käytettävillä havaintomäärillä tutkimuksiin sisältyy aina jonkin verran epävarmuutta. Lisäksi käytettyihin tutkimusmenetelmiin sisältyy hieman epävarmuutta, joka tulee ottaa huomioon tulosten tulkinnassa. Suoritetut tutkimukset on kohdennettu siten, että tutkimuksen kohteena olevasta rakenteesta saadaan mahdollisimman tarkka käsitys johtopäätösten perustaksi.

Kuntotutkimus sisältää ehdotuksen korjaustoimenpiteistä. Tutkimusta voidaan hyödyntää korjaussuunnitelmien ja korjausohjelman laadinnassa. Annetut korjausehdotukset eivät ole rakennustöiden työselitys, vaan tilaajan tulee laadituttaa erikseen varsinainen korjaussuunnitelma.

Kuntotutkijalla on oikeus oikaista kuntotutkimusraportissa mahdollisesti havaittu virhe. Kaikista virheistä tulee reklamoida kuntotutkijaa kohtuullisessa ajassa, viimeistään kolmen kuukauden kuluessa kuntotutkimusraportin luovutuspäivästä.

2. KOHTEEN YLEISKUVAUS

Konnarin pääkoulurakennus on valmistunut vuonna 1958 ja se käsittää siipiosat A, B ja C. Rakennusta on laajennettu vuonna 1984, jolloin A-siiven pohjoispäätä jatkettiin. Tätä jatkososaa kutsutaan D-siiveksi. Vuonna 1994 koulurakennuksen eteläpäähän rakennettiin liikuntahallisiipi, jota tutkimuksessa kutsutaan E-siiveksi. Päiväkotirakennusten rakennukseen liittämisen yhteydessä C siiven päätyyn on rakennettu liitosaula, jossa on kaksi luokkatilaa. Tätä osaa rakennuksesta kutsutaan tässä yhteydessä F-siiveksi. Raportissa eri havaintoja ja mittaustuloksia tarkasteltaessa käytetään kyseistä siipijaottelua. Alla olevaan kuvaan on merkitty siipiosat ja niiden rakennusvuodet.



Kuva 2. Koulurakennuksen siipiosajaottelu

Suunnitelmallista ja kokonaisvaltaista peruskorjausta rakennukseen ei ole tehty. Asiakirjatietojen mukaan vuonna 1985 D-siiven rakentamisen yhteydessä vanhimmat siipiosat A, B ja C ovat peruskorjattu. Korjaustyö on luonteeltaan ollut lattiapintamateriaalien uusimista, väliseinämuutostöitä, sekä osittaisten käyttövesiputkien uusimista. Tämän lisäksi peruskorjauksessa rakennus on muutettu koneellisella tulo-poistoilmanvaihdolla toimivaksi.

2.1 Lähtötiedot

Lähtötietojen perusteella rakennukseen ei ole suoritettu aiempia kuntotutkimuksia.

Tutkimussuunnitelmaa laadittaessa käytössä oli vanhoja alkuperäisiä arkkitehti- ja rakennesuunnitelmia.

<u>Vuonna 1956 valmistunut osa:</u>
- Alkuperäisiä rakennesuunnitelmia, rakennusinsinööritoimisto U. Varjo, 2.6.1956
- Alkuperäinen ARK työselostus Georg Jägerroos 6.4.1956
- Putkijohto ja ilmastointityöselitys P. Kyöstilä, 13.1.1956

<u>Vuonna 1985 valmistunut osa:</u>
- Arkkitehtisuunnitelmia viimeisimmän laajennuksen ajalta, Lammin kunta tekninen osasto

<u>Vuonna 1994 valmistunut osa:</u>
- Arkkitehtisuunnitelmia viimeisimmän laajennuksen ajalta, Lammin kunta tekninen osasto O. Knaapi 15.5.1994
- Rakennesuunnitelmia, Insinööritoimisto Puolanne Oy, 29.4.1994

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

3.1 Materiaalin mikrobinäytteet

Materiaalien mikrobinäytteet otettiin Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisesti (Osa IV, Asumisterveysasetus § 20, 2016). Materiaalinäytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen mikrobilaboratoriossa Kuopiossa (Akkreditoitu analyysimenetelmä). Analyysivastaukset ovat tämän raportin liiteosassa.

3.2 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteusmittauksilla arvioitiin rakennuksen alapohja- ja maanvaraisten seinärakenteiden kosteuden vaihteluväliä tunnettuun kuivana pidettyyn referenssipisteeseen nähden. Pintakosteuden mittaaminen suoritettiin Gann BL UNI 10 näyttölaitetta ja B55 anturipäätä käyttäen.

3.3 Rakennekosteusmittaus

Rakenteen suhteellisen kosteuden määrittämiseksi rakenteisiin tehtiin porareikämittauksia. Mittaukset tehtiin RT-kortin RT14-10984 ohjeiden mukaisesti.

Alapohjaan ja sokkelirakenteeseen poratut ja asennetut mittaputket tasaantuivat 3-4 vuorokautta ennen kosteusmittauksia. Rakennekosteuksia mitattiin rakenteen eri syvyyksiltä sekä myös rakenteen eristetilasta. Rakennekosteuksia ja -lämpötiloja mitattiin Vaisala HMI41 –mittalaitteella jossa käytettiin Vaisalan HMP42 –mitta-antureita. Mitta-antureiden annettiin tasaantua materiaalin lämpötilaan 60 minuutin ajan.

3.4 Merkkiainekokeet

Rakenneosien välistä ilmatiiviyttä tutkittiin Trotec T3000 näyttölaitetta käyttäen, jossa vuodonilmaisimena käytettiin Trotec TS810 anturia. Merkkiainekokeessa laskettiin kaasua (5 % H2 + 95 % N2) rakenteeseen. Analysaattorilla paikallistettiin rakenteista kohdat, joista kaasu virtasi huonetilaan. Merkkiainekoe tehtiin kohteen normaalissa ilmanvaihtotilanteessa. Vuotoa tarkasteltiin RT14-11197-kortin ohjeiden mukaisesti määrittämällä vuodot pistemäiseksi, vähäiseksi tai merkittäväksi.

3.5 Paine-eron seurantamittaus

Sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin vaipan yli Produal paine-eromittareilla ja tulokset tallennettiin Tinytag-loggeriin.

3.6 Olosuhteiden seurantamittaukset

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta, suhteellista kosteutta ja lämpötilaa seurattiin eri siipiosissa noin viikon mittaisella seurantajaksolla. Mittauksen avulla selvitettiin lämmitysjärjestelmän tasapainoa, ja käyttäjien toimintojen aiheuttaman kosteuslisää rakennuksessa.

3.7 Rakenneavaukset

Rakenteiden kuntoa tutkittiin rakenneavauksin. Työ tehtiin pääasiassa märkätimanttiporauksin, siten että terää jäähdyttävä vesi katkaistiin noin 2cm ennen betonin leikkautumista alapuoliseen kerroksellisen rakenteeseen. Näin toimimalla estettiin veden pääsy alimpiin rakennekerroksiin.

3.8 Ilmanvaihdon toimivuus ja puhtaus

Ilmanvaihdon toimivuutta tarkasteltiin mittaamalla tulo- ja poistoilmavirrat valituissa huoneissa. Ilmanvaihdon puhtautta tarkasteltiin selvittämällä tuloilmakoneiden ja muutaman huonekohtaisen ilmanvaihtokoneen puhtautta.

3.9 Lämpökuvaukset

Liikuntasalin vaipparakenteiden lämpöteknistä toimintaa tutkittiin lämpökuvauksen avulla. Lämpökuvaus suoritettiin Flir T540 kameraa käyttäen. Rakennus alipaineistettiin noin 40-50Pa ulkoilmaan nähden tutkimuksen ajaksi. Ulkoilman lämpötila oli mittaushetkellä +2°C.

4. RAKENNETEKNISTEN TUTKIMUSTEN TULOKSET

4.1 Piha-alueet

Konnarin koulun piha-alueet rajoittuvat lännestä Turengintiehen ja itäpäästä Mommilantiehen. Tontti nousee lievästi Mommilantieltä Turengintien suuntaan. Tontin lounaispäädyssä on rinne, joka laskee loivasti rakennuksen piha-alueen suuntaan. Erityisesti keväällä rinne tuo tontin läheisyyteen sulamisvesiä.

Koulun sisäpiha-alue on asfalttipintainen. Muu osa pihasta on päällystetty kivituhkasepelillä. Piha-alueet kaatavat lievästi rakennuksesta poispäin, mutta pääpihalle 2000-luvulla tehty päiväkoti on muuttanut pihan A-siipeen päin kallistavaksi. Ratkaisuksi on keksitty vietto-oja rakennuksen sokkelin viereen. Ratkaisu on riskipitoinen koska sokkelin viereen ohjattavat vedet imeytyvät osin maaperään ja nostavat sokkelin kosteuskuormaa.



4.2 Salaoja- ja kuivanapitojärjestelmät

Koulun salaojat kuvataan ja perusmuurinvedeneristeen kunto tarkistetaan kaivamalla sokkeli anturalinjaan asti auki. Työ toteutetaan, kun koulu on jäänyt kesätalolle. Lukukausi päättyy 2.6.2018.

Kuvantamisesta ja sokkelilinjojen avauksista saadut tiedot päivitetään tähän raporttiin kesäkuun 2018 loppuun mennessä.

4.3 Alapohjarakenteet

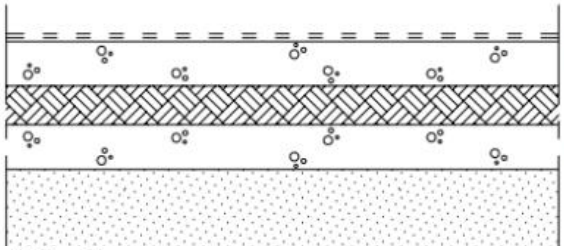
4.3.1 Rakennetyypit

Rakennuksessa on erilaisia rakennetyyppejä, koska eri aikakaudella rakennetut lisäsiivet ovat toteutettu kullekin ajalle tyypillisillä ratkaisuilla. 50-luvun siipiosissa A, B ja C lisäksi alapohjarakenteet ovat keskenään erilaiset.

50-LUKU

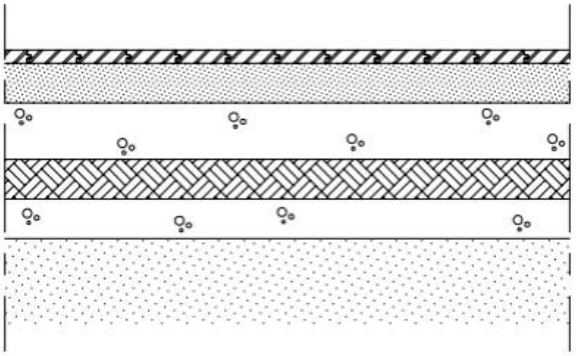
50-luvun rakenteet ovat ajalle tyypilliseen tapaan kerroksellisia, jossa lämmöneriste on sijoitettu pääsääntöisesti rakenteen keskelle. Lämmöneristeenä on käytetty useassa kohtaa lastuvillalevyä, pieniltä osin myös puupurua. Alla on esitetty rakennetyypit, ja kuvassa 3 niiden sijainti rakennuksessa.

AP–1



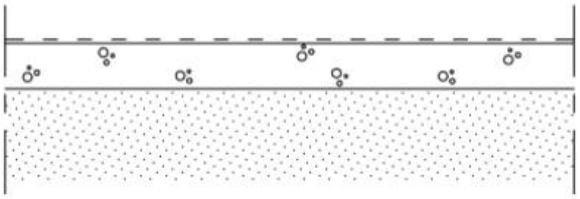
1.	1. -mm	Muovimatto
2.	2. 80mm	Betoni
3.	3. 70mm	Lastuvillalevy
4.	4. 80mm	Betoni
5.	5. -	Hiekkatäyttö

AP–2



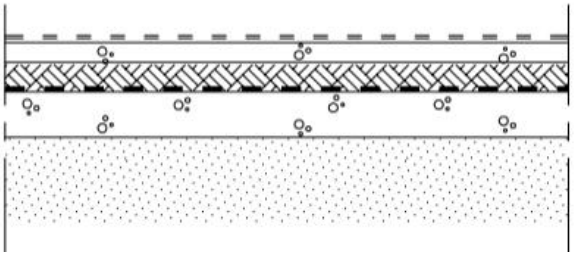
1.	1. 32mm	Lankkulattia
2.	2. 70mm	Koolaus + purueriste
3.	3. 100mm	Betoni
4.	4. 70mm	Lastuvillalevy
5.	5. 70mm	Betoni
6.	6. -	Hiekkatäyttö

AP–3



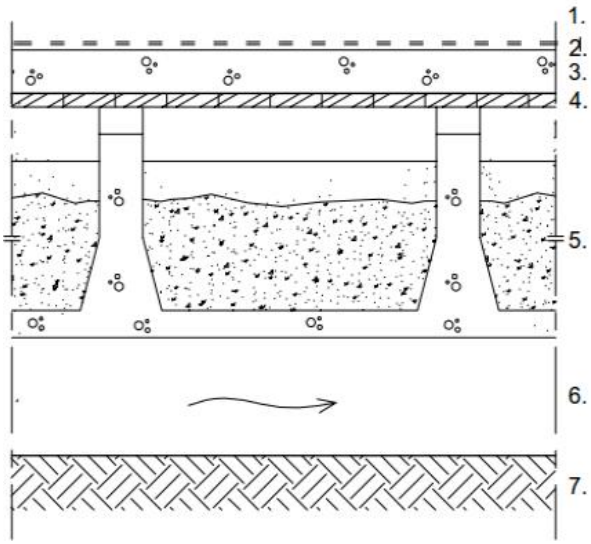
1.	1. -mm	Maali
2.	2. 80mm	Betoni
3.	3. -	Hiekkatäyttö

AP–4



1.	1. - mm	Muovimatto
2.	2. 35mm	Betoni
3.	3. 50mm	Lastuvillalevy
4.	4. 5mm	Bitumisively
5.	5. 80mm	Betoni
6.	6. -	Hiekkatäyttö

AP–5



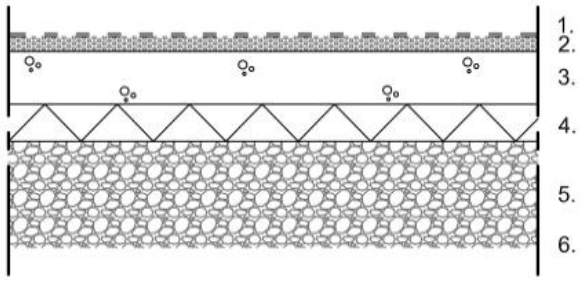
1.	- mm	Muovimatto
2.	20 mm	tasoite
3.	80mm	Betonilaatta
4.	25 mm	Muottilaudoitus + kiripuut
5.	375mm	Alalaattapalkisto + eriste
6.	1000mm	Tuuletustila
7.	-	Hiekkatäyttö

MUUT AIKAKAUDET

80-luvulla tehdyn D-siiven alapohjarakenteena on alapuolelta EPS-lämmöneristetty betonilaatta, jossa eristeen alapuolisena täyttömateriaalina on hienojakoista hiekkaa. 94- valmistuneen liikuntahallin alapohjarakenteena on EPS-lämmöneristetty betonilaatta, jossa alapuoliset maatytöt ovat tehty kapillaarikatkosepelistä.

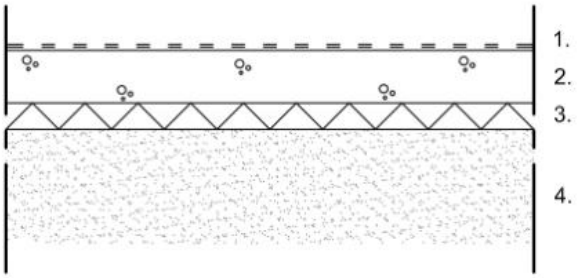
2000-luvulla päiväkotisiipien liitososaan tehdyn E-siiven luokkatilojen alapohjarakenne on toteutettu alapuolisella EPS lämmöneristeellä. Laatan alapuolisena täyttönä on hiekkaa. Alla on esitetty näiden siipien rakennetyypit ja kuvassa 3 niiden sijainti rakennuksessa.

AP–6

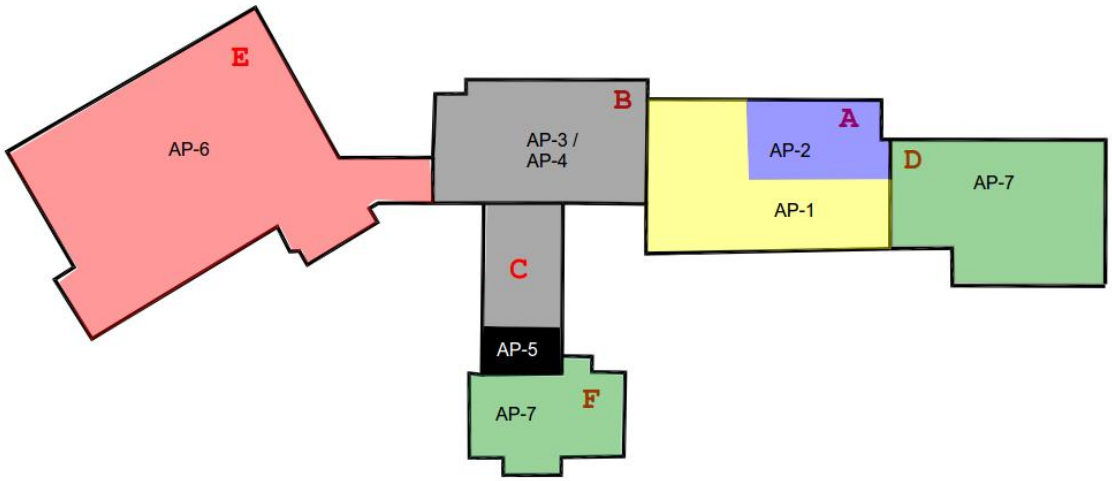


1.	- mm	Joustovinyylimatto
2.	20 mm	Kumirouhe
3.	100mm	Betonilaatta
4.	70 mm	EPS- lämmöneriste
5.	250mm	Kapillaarikatkosepeli + hiekka
6.	-	Hiekkatäyttö

AP–7



1.	- mm	Muovimatto
2.	80mm	Betonilaatta
3.	50mm	EPS-eriste (ulkoreunalla 100mm)
4.	-	Hiekkatäyttö



Kuva 3. Alapohjarakenteiden jakautuminen rakennuksessa: Keltainen: AP-1, Sininen: AP-2, Harmaa: AP-3 ja AP-4, Musta: AP-5, Punainen: AP-6, Vihreä: AP-7

4.3.2 Aistinvaraiset havainnot maanvaraisista alapohjista

A-siiven luokissa A12 ja A13 alkuperäiset muovimatot ovat selkeästi irti alustastaan. Matto on irti sekä reunoilta, että pitkittäisistä saumoista. Maton epätiiveys sisäilman laadun kannalta on merkittävä, koska maton alla havaittiin aistinvaraisesti näkyvää mikrobikasvua. Matto on mikrobivaurioitunut maaperästä diffuusiolla nousseesta kosteusvirrasta. Kuvassa 4 on esitetty maton tämän hetkinen kunto.

50-luvun kellaritilojen betonilattiat ovat paikoin haljenneet. Halkeamat ovat syntyneet rakenteeseen todennäköisesti siksi, että kuitueristelevyn päällä oleva betonilaatta on paikoitellen varsin ohut. Osassa alapohjaa halkeamat ovat todennäköisesti seurausta perusmaan painumisesta.

B/C-osan kellarikerroksessa siivoojien sosiaalitilassa 5 havaittiin voimakas mikrobiperäinen haju. Suihkunurkkauksen muovimattopinnoite havaittiin olevan irti alapohjasta. Lisäksi keittiöhenkilökunnan sosiaalitilassa 12 lattiapinnoitteena olevan muovimaton alla havaittiin voimakas mikrobiperäinen haju.

C-osan tilassa 117 havaittiin ureaan viittaavaa hajua. Tila on aiemmin ollut wc-tilana ja tilassa olevia lattiakaivoja (2 kpl) ei oltu tiivistetty kunnolla. Lattiakaivoista havaittiin ilmavirtausta ja ko. hajua sisätiloihin päin. Viemärin hajua tilassa ei havaittu.

B/C-osan kellarikerroksessa käytävällä 11 havaittiin paikoin väliseinien alaosissa kosteusjälkiä ja pinnoitteen irtoamista.

E-osan liikuntasalissa liikuntasalin ja suihkutilojen 123 sekä 128 väliseinän alaosassa havaittiin kosteusjälkiä ja pinnoitteen irtoamista



Kuva 4. Luokassa A12 muovimatto on alapinnastaan aistinvaraisesti havaittavasti mikrobivaurioitunut



Kuva 5. 50-luvun kellaritilassa alapohjissa on paikoin suurtakin halkeilua

Alapohjarakenteiden kosteuskuormitus on paikoin hyvin korkea. B-siiven pohjaviemärin tarkastusluukusta havaittiin, että pohjavesi on alapohjalaatan alapinnan korkeudella. Tulvimisen estämiseksi pohjaviemärin tarkastusluukkuun on asennettu uppopumppu. Käyttäjien mukaan vesi on tulvinut useita kertoja tarkastusluukusta lattialle.

4.3.3 Rakenneavaukset maanvaraisiin alapohjiin

Maanvaraisiin alapohjarakenteisiin tehtiin yhteensä 13 kpl rakenneavauksia. Avausten perusteella selvitettiin toteutettu rakennetyyppi ja arvioitiin rakenteen kosteusteknistä toimintaa. Osasta avauksia otettiin mikrobinäytteet materiaalin mikrobikasvun selvittämiseksi.

Rakenneavauksilla selvitettyjen rakennetyyppien perusteella todetaan, että 50-luvun yläpuolelta lämmöneristetyn lankkulattian rakennetyypistä ei ollut alkuperäisissä asiakirjoissa rakennepiirustusta. Rakennetyyppiä ei oltu mainittu myöskään Georg Jägerroosin laatimassa työselostuksessa. Toisena huomiona havaittiin, että alapohjassa paikoin käytettyä bitumisivelyä ei oltu mainittu suunnitelma-asiakirjoissa. Bitumivedeneristeen käyttö on mahdollisesti otettu omatoimisesti käyttöön vasta työmaalla.

50-luvun rakenneavauksista todetaan, että alapohjan alustäytöt ovat useassa kohdassa aistinvaraisesti arvioiden selkeästi märkiä. Tilanne on ongelmallisin B-siiven kellarikerroksen tilassa nro.7, jossa alapohja on muihin siipiin verrattuna noin 1,5 metriä alempana. Avaukseen syntyi vapaa vesipinta noin vuorokauden sisällä porauksesta ja maan poistosta. Kaikissa tutkituissa pisteissä alapohjan alustäytöt ovat tehty hienojakoisesta hiekasta. Kapillaarikatkoa ei ole ajalle tyypilliseen tapaan käytetty missään 50-luvun siipiosassa.



Kuva 6. AP-1 rakennetyypin mukainen rakenne valokuvattuna



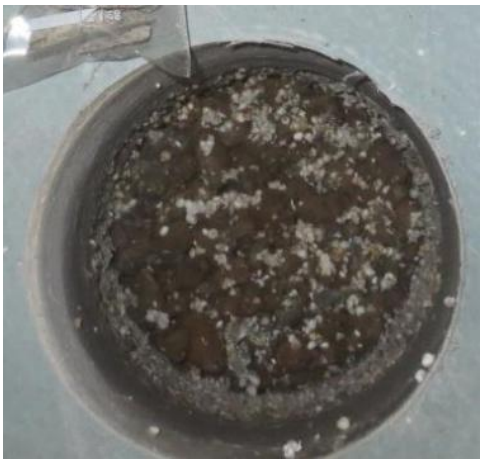
Kuva 7. AP-2 rakennetyypin mukainen rakenne. Pruereiste on voimakkaasti mikrobivauriolle tuoksuvaa



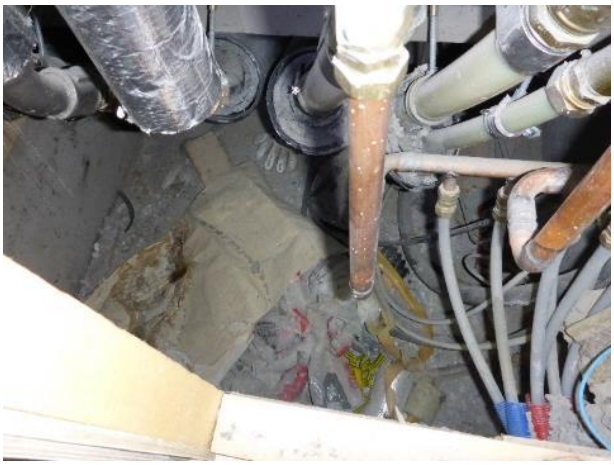
Kuva 8. AP-3 rakennetyypin mukainen rakenne valokuvattuna

94-luvun liikuntasalin rakenneavauksessa havaittiin, että kapilaarikatkoksi suunnitellussa karkeassa sepelikerroksessa on runsaasti joukossa hienojakoista hiekkaa. Tämän puutteen vuoksi kerros ei estä kapillaarista veden nousua. 70mm EPS-levy ei ole diffuusiotiivis, ja maakosteudella on mahdollisuus nousta betonilaattaan. Huomioiden tiiviin lattiapinnoitteen, rakenteella on riski vaurioitumiseen, mikäli kosteuden nousu joko kapillaarisesti tai diffuusiolla rakenteen läpi on liian suurta. Aistinvaraisesti arvioiden rakenneavauskohdissa vesi ei ole noussut kapillaarisesti sepeli-hiekkakerroksessa.

Liikuntasiiven alapohjassa kulkevan tekniikkakanaalin havaittiin olevan sisäilman suuntaan epätiivis ja kanaalissa havaittiin rakennusjätettä sekä roskia. Avauskohdasta kanaali oli kuiva, mutta epäpuhtaudet voivat mikrobivaurioitua kanaalissa. Ainakin yhteys sisäilman tulisi katkaista.



Kuva 9. Liikuntahallin alapohjarakenteen täytöissä on runsaasti hienoainesta, vaikka rakennetyypin mukaan sen tulisi olla kapilaarikatkosepeliä



Kuva 10. Liikuntasiiven tekniikkakanaalissa on epäpuhtauksia, ja kanaali on ilmayhteydessä sisäilmaan

4.3.4 Aistinvaraiset havainnot ryömintätilallisesta alapohjasta

Ryömintätilaan on pääsy kellarikerroksen tarkastusluukusta, joka on tehty tiiliseinään jälkeenpäin. Tätä ennen tilaan ei ole ollut mitään pääsyreittiä. Tuuletustilasta havaittiin voimakas maakellarimainen tuoksu, ja pintamaa-aines oli selkeästi mikrobikasvun peitossa. Tilaan on myöhemmin lisätty pieni kanavapuhallin tarkoituksenaan vaihtaa tuuletustilan ilmaa. Tästä huolimatta ilma oli raskasta ja kosteaa.

Hetkellisesti suoritetun paine-eromittauksen perusteella todetaan, että puhaltimella ei ole vaikutusta tilan painesuhteeseen. Tila on samassa painesuhteessa muun kellarikerroksen kanssa riippumatta siitä, onko puhallin päällä vai ei.



Kuva 11. Tuulettuvan alapohjan maa-aines on silmin havaittavasti mikrobikasvun peitossa



Kuva 12. Tuuletustilan kulkuaukko on pieni, ja se on suojattu ainoastaan mineraalivillalla. Tilalla on avoin ilmayhteys kellariin ja koulutiloihin

4.3.5 Rakenneavaukset ryömintätilalliseen alapohjaan

Alalaattapalkiston eristekerrokseen tehtiin 2kpl halkaisijaltaan 135mm reikiä käyttötilan puolelta. Avausten avulla selvitettiin rakenteen toteutustapa ja arvioitiin sen kosteusteknistä toimivuutta.

Alapohjan rakenneavauksista havaittiin voimakas maakellarimainen tuoksu. Lähteenä on aistinvaraisesti arvioiden orgaaninen eristekerros. Alalaattapalkiston muottilaudoituksessa todettiin myös selkeää lahovaurioitumista. Laho ei kuitenkaan ollut mikrobiperäiseen vaurioon viittaavat hajun lähde.

Hetkellisen paine-eromittauksen perusteella todettiin rakenteen ja huoneilman välisen painesuhteen olevan huonetilaan päin 10Pa ylipaineinen. Rakenteen ylipaineen vuoksi myös luokkatilassa 108 on vastaavanlainen mikrobiperäinen haju.



Kuva 13. Alalaattapalkiston eristetilassa on paikoin pahvia, ja sen alla puupurua



Kuva 14. Pahvin alapuolella oleva puupuru oli aistinvaraisesti todettavissa mikrobivaurioituneeksi

4.3.6 Kosteusmittaukset

Pintakosteuskartoitukset

Alapohjarakenteiden kosteusteknistä toimivuutta tutkittiin pintakosteuskartoituksen avulla pinnoitteiden päältä. Kuivana referenssipisteenä käytettiin B/C-osan kellarissa alapohjasta mitattua referenssiarvoa, jossa mittaustulokseksi saatiin p=60-70; B/C-osan 1. kerroksessa alapohjasta mitattua referenssiarvoa, jossa mittaustulokseksi saatiin keittiön osalla p=60-70 ja luokkatilojen osalla p=40-50; A- ja D -osalla pohjakerroksen alapohjasta mitattua referenssiarvoa, jossa mittaustulokseksi saatiin p=50-60; E -osalla 1. kerroksen alapohjasta mitattua referenssiarvoa, jossa mittaustulokseksi saatiin p=60-70 sekä F -osalla 1. kerroksen alapohjasta mitattua referenssiarvoa, jossa mittaustulokseksi saatiin p=65-75 Referenssipisteiden arvoja verrattiin alapohjalaatan muihin kosteusarvoihin.

Kuivana pidettyyn pisteeseen verraten alapohjalaatassa on paikoin alueita, jotka viittaavat kosteaan betoniin. Ko. alueita havaittiin laajimmin B/C-osan kellarissa sekä lisäksi A-osan käytävällä, poikien wc-tilassa A16, tyttöjen wc-tilassa A17 kahden wc-kopin osalla ja siivouskomerossa A18, keittiössä kohdissa, joissa pinnoite oli epätiivis ja lattiakaivojen ympäristössä, E-osalla väliseinien läheisyydessä sekä F-osan luokkatiloissa. Kosteaan betoniin viittaavilla alueilla pintakosteusmittauksen lukema on välillä p=> 90. Havaittujen kohonneiden kosteuspitoisuuksien vuoksi rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta tutkittiin koskemaan suhteellisen kosteuden mittauksilla.

Suhteellisen kosteuden mittaukset

Suhteellisen kosteuden mittaukset suoritettiin viiltomittauksin sekä porareikämenetelmällä. Viiltokosteusmittauksin tutkittiin muovimaton alapuolisia kosteusolosuhteita. Porareikämittauksilla tutkittiin alapohjarakenteen kosteusprofiilia. Porareikämenetelmässä alapohjaan porattiin halkaisijaltaan 16 mm reikiä halutulle mittaussyvyydelle. Mittausreiät on porattu 4.4.2018 lukuun ottamatta F-osaa, johon mittausreiät on porattu 6.4.2018. Porareiät mitattiin 10.4.2018 ja viiltokosteusmittauksia tehtiin välillä 4.-11.4.2018.

A-osan teknisen työn luokan A 19 toista alapohjan porareikää ei voitu mitata, koska putki oli irrotettu paikaltaan. F-osalla tilan porareiän tiivistys oli irrotettu, samoin E-osan kahvion 107 porareiän (30 mm) tiivistys oli osin avoin. Näitä tuloksia ei ole käsitelty mittausraportissa.

Mitatut suureet:

- Suhteellinen kosteus (RH %)
- Lämpötila (°C)
- Absoluuttinen kosteus (g/m3 ilmaa)

Alapohjan viiltomittaustulokset on esitetty taulukossa 1 ja porareikämittausten tulokset taulukossa 2. Mittauspisteiden tarkat sijainnit ovat osoitettu tutkimuskartassa Ks. liite 1.

Taulukossa on lyhentein ilmaistu käytetty mittausmenetelmä:

VK: Viiltokosteusmittaus
PR: Porareikämittaus

Taulukko 1 . Alapohjan viiltomittausten tulokset

	Mittauspiste (Nro)	Mittapää (tyyppi)	Rakenne	Mittaus-syvyys (mm)	Lämpötila (°C)	RH (%)	Abs. kosteus (g/m³)
Viiltokosteusmittaukset	BC-osa, kellari						
	VK-1AP Sos.tila 5	HMP42	Betoni	Maton alta	22,2	38,4	7,5
	VK-2AP Sos.tila 5 wc	HMP42	Betoni	Maton alta	21,8	92,8	17,7
	VK-3AP Sos.tila 12	HMP42	Betoni	Maton alta	21,0	98,6	18,0
	VK-4AP PKH 8	HMP42	Betoni	Maton alta	26,2	74,2	18,3
	C-osa, 1. kerros						
	VK-5AP Luokka 108	HMP42	Betoni	Maton alta	20,8	49,0	8,9
	VK-6AP Siivoushuone 118	HMP42	Betoni	Maton alta	20,6	26,0	4,6
	A-osa						
	VK-7AP Siivouskeskus A18	HMP42	Betoni	Maton alta	18,8	96,6	15,6
	D-osa, pohjakerros						
	VK-8AP Luokka D011	HMP42	Betoni	Maton alta	19,5	41,7	7,0
	VK-9AP Luokka D009	HMP42	Betoni	Maton alta	17,0	77,1	11,1
	VK-10AP Mus.luokan var. 004	HMP42	Betoni	Maton alta	19,5	56,6	9,4
	E-osa						
	VK-11AP PKH 132	HMP42	Betoni	Maton alta	18,9	97,5	15,8
	VK-12AP Varasto 112	HMP42	Betoni	Maton alta	17,8	96,1	14,6
	VK-13AP Varasto 110	HMP42	Betoni	Maton alta	19,6	82,9	13,9
	VK-14AP Kahvio 107	HMP42	Betoni	Maton alta	22,6	81,1	16,3
	F-osa						
	VK-15AP käytävä/aula 103	HMP42	Betoni	Maton alta	20,6	78,9	14,1
	VK-16AP opettajien huone 104	HMP42	Betoni	Maton alta	19,8	75,5	12,9
	VK-17AP luokka 105	HMP42	Betoni	Maton alta	19,6	76,5	13.0
	VK-18AP luokka 106, etuosa	HMP42	Betoni	Maton alta	19,7	86,3	14,6
	VK-19AP luokka 106, takaosa	HMP42	Betoni	Maton alta	19,4	72,2	12,0

	VK-20AP luokka 107	HMP42	Betoni	Maton alta	20,6	76,0	13,6
Mittausolosuhteet 4.4.2018				*SISÄILMA* *- BC kellari*	*21,8*	*20,3*	*3,9*
				ULKOILMA	*4,0*	*45,0*	*2,9*
10.4.2018				*SISÄILMA* *- D-osa* *- E-osa* *- F-osa*	*18,2* *18,5* *19,7*	*17,8* *21,8* *17,9*	*2,8* *3,4* *3,0*
				ULKOILMA	*0,6*	*64,0*	*3,2*
11.4.2018				*SISÄILMA* *- E-osa*	*17,8*	*26,9*	*4,1*
				ULKOILMA	*5,0*	*45,0*	*3,1*

Mittaustulosten perusteella todetaan, että muovimattopinnoitteiden alapuolella kuivissa tiloissa on monin paikoin kohonnutta kosteutta. Kosteus on alueella, jossa mikrobivaurioitumisen tai maton kemiallinen vaurioituminen on todennäköistä. Paikoin tulokset ovat kapillaarisella kosteusalueella.

B/C-osan kellarissa kuivissa muovimattopäällysteisissä tiloissa havaittiin pääsääntöisesti muovimaton alapuolella kohonnutta kosteutta. A-osalla siivouskeskuksessa, väliseinän vieressä, havaittiin muovimaton alapuolella kohonnutta kosteutta. Käytävän osalla aistinvaraisesti C-osan 1. kerroksessa ryömintätilan yläpuolisissa tiloissa ei havaittu muovimaton alapuolisissa kosteuksissa poikkeavuuksia. D-osan tiloissa ei pääsääntöisesti havaittu muovimaton alapuolisissa kosteuksissa poikkeavuuksia lukuun ottamatta erityisopetustilaa D009. Tilassa maanvastaisen ulkoseinän vieressä havaittiin lievästi kohonnutta kosteutta muovimaton alapuolella.

E-osalla kuivissa muovimattopäällysteisissä tiloissa havaittiin muovimaton alapuolella kohonnutta kosteutta. Kosteushavainnot painottuivat erityisesti liikuntasalia ympäröivissä tiloissa väliseinien vierustoille. Samoin F-osalla kuivissa muovimattopäällysteisissä tiloissa havaittiin muovimaton alapuolella kohonnutta kosteutta.

Taulukko 2 . Alapohjan porareikämittausten tulokset

	Mittauspiste (Nro)	Mittapää (tyyppi)	Rakenne	Mittaus-syvyys (mm)	Lämpötila (°C)	RH (%)	Abs. kosteus (g/m³)
Porareikämittaukset	BC-osa, kellari						
	PR-1AP Sos.tila 5	HMP44	Betoni	30	21,5	78,6	14,9
	PR-2AP Tekn. työn varasto	HMP44	Betoni	30	18,7	25,8	4,1
	PR-3AP Harrastetila	HMP44	Betoni	20	21,2	97,8	18,1
	PR-4AP Harrastetila	HMP44	Betoni	50	21,4	98,1	18,4
	PR-5AP SH 9	HMP44	Betoni	30	25,8	52,9	12,7
	PR-6AP Sauna 10	HMP44	Betoni	30	24,8	32,4	7,4
	PR-7AP Käytävä	HMP44	Betoni	20	22.7	85,5	17,3
	PR-8AP	HMP44	Betoni	50	22,3	94,0	18,5

	Käytävä PR-9AP Käytävä	HMP44	Betoni	100	21,6	97,0	18,5
	PR-10AP Varasto	HMP44	Betoni	30	21,6	24,1	4,6
	PR-11AP Sos.tila 12	HMP44	Betoni	30	20,6	92,4	16,5
	A-osa, pohjakerros						
	PR-12AP Luokka A12	HMP44	Betoni	30	20,3	27,7	4,9
	PR-13AP Luokka A12	HMP44	Betoni	60	20,5	26,7	4,7
	PR-14AP Tekn.työn luokka A19	HMP44	Betoni	30	Ei voitu mitata, koska putki poistettu		
	PR-15AP Tekn.työn luokka A19	HMP44	Betoni	60	17,9	37,5	5,7
	PR-16AP Käytävä A11	HMP44	Betoni	20	20,6	94,8	17,0
	PR-17AP Käytävä A11	HMP44	Betoni	50	20,7	91,6	16,5
	PR-18AP Käytävä A11	HMP44	Betoni	100	20,4	98,3	17,4
	D-osa, pohjakerros						
	PR-19AP Mus.varasto D004	HMP44	Betoni	30	18,6	61,5	9,8
	PR-20AP Mus.varasto D004	HMP44	Betoni	60	18,3	57,1	9,0
	PR-21AP Luokka D011	HMP44	Betoni	30	18,6	61,5	9,8
	PR-22AP Luokka D011	HMP44	Betoni	60	18,3	57,1	9,0
	PR-23AP Luokka D009	HMP44	Betoni	30	17,4	72,3	10,8
	E-osa						
	PR-24AP PKH 132	HMP44	Betoni	30	18,5	92,4	14,6
	PR-25AP PKH 132	HMP44	Betoni	60	18,4	95,3	15,0
	PR-26AP Kahvio 107	HMP44	Betoni	30	20,7	40,1	7,2
	PR-27AP Kahvio 107	HMP44	Betoni	60	20,7	45,9	8,3
	F-osa						
	PR-28AP opettajien huone 104	HMP44	Betoni	30	19,3	75,1	12,5
	PR-29AP Luokka 106, etuosa	HMP44	Betoni	30	19,4	76,7	12,0
	PR-30AP Luokka 106, takaosa	HMP44	Betoni	30	18,8	73,3	11,8

10.4.2018	*SISÄILMA*			
	- BC kellari	*23,3*	*17,3*	*3,7*
	- A-osa	*20,4*	*15,3*	*2,7*
	- D-osa	*18,2*	*17,8*	*2,8*
	- E-osa	*18,5*	*21,8*	*3,4*
	ULKOILMA	*0,6*	*64,0*	*3,2*

Mittaustulosten perusteella todetaan, että maanvastaisissa alapohjarakenteissa B/C-osan kellarissa ja A-osalla alapohjan kosteusteknisessä toiminnassa on selkeitä puutteita. Kuitenkin tiloissa, joissa pintabetonilaatan ja alapohjalaatan välissä on eristekerros, pintalaatan kosteusprofiili on ylemmän betonikuoren osalta normaali. Tulee kuitenkin huomioida, että kosteusprofiili on riippuvainen pinnoitteen vesihöyrynläpäisevyydestä. Tiiviitä pinnoitteita käyttämällä myös lastuvillalevyn ylempi betonilaatan suhteellinen kosteus nousee. A, B ja C osan kosteusfysikaalisen toiminnan puutteet johtuvat maaperästä kapillaarisesti ja diffuusiolla johtuvasta kosteusvirrasta.

D-osalla alapohjan kosteusprofiili on pääsääntöisesti normaali, ja maanvarainen laatta toimii kosteusprofiilitarkastelun perusteella oikein. Samoin E-osalla, joskin väliseinien ja pesuhuoneiden ympäristössä alapohjarakenteen kosteusteknisessä toiminnassa on puutteita. F-osalla alapohjan kosteusprofiili on porareikämittaustulosten perusteella normaali. Maaperästä laatan suuntaan tapahtuu kuitenkin diffuusiolla liikkuvaa kosteusvirtaa.

4.3.7 Mikrobinäytteet

Alapohjan mikrobinäytteitä on otettu hyvin vähän, koska pääosin mikrobivauriot olivat havaittavissa aistinvaraisesti. Näytteet otettiin lämmöneristekerroksista, mitkä eivät ole suorassa kosketuksissa maaperään. Tällaisia kohtia rakenteissa olivat mm. lastuvillalevy betonikuorten välissä, puupuru maanvaraisen betonilaatan päällä ja alalaattapalkiston purueristeet. Materiaalinäytteet ovat otettu 5.3.2018 ja 26.3.2018 (4 kpl), ja ne on tutkittu suoraviljelymenetelmällä Työterveyslaitoksen laboratoriossa Kuopiossa. Analyysivastaukset MB18-00579 ja MB18-00755 ovat tämän tutkimusraportin liitteenä 2. Taulukossa 3 on esitetty tulokset ja taulukon alla on näytekohtainen tulosten tulkinta sekä yhteenveto näytekokonaisuudesta. Tavanomaiset tulokset ovat taulukossa ilman väriä, poikkeavat tulokset on merkitty punaisella.

Taulukko 3. Materiaalin mikrobinäytteet alapohjasta

Näytekoodi ja näytteenottopaikka	Materiaali	Tulos
M8-AP Luokka A13	Lastuvillalevy	Heikko viite vauriosta
M9-AP Luokka A14	Purueriste	Vahva viite vauriosta
MRA-33 Luokka 108 (Tirmulan siipi)	Purueriste	Vahva viite vauriosta
MRA-32 Tila:118 (Siivoushuone)	Orgaaninen aines	Mikrobikasvua

Alapohjan lämmöneristeenä käytetty lastuvillalevy todettiin luokissa A12 ja A13 aistinvaraisesti mikrobivaurioituneeksi. Vertailunäyte M9-AP kerättiin puukäsityösalista, joka on vastaavalla rakenteella tehty, kuin luokat A12 ja A13. Vertailunäytteessä todettiin pieninä pitoisuuksina *Acremonium* kosteusvaurioindikaattoria. Kokonaissieni-itiöpitoisuudet olivat kaikilla tutkituilla alustoilla alhaiset. Bakteerikasvu oli näytteessä runsasta, mutta *Streptomyces* kasvua ei havaittu. Näyte ei anna viitettä materiaalin mikrobivaurioitumisesta.

M9-AP näyte on otettu rakennetyypin AP-2 puupurulämmöneristeestä. Näytteessä sieni-itiö- ja bakteeripitoisuudet ovat korkeat. Kasvatusalustoilla on analysoitu päälajistona Asumisterveysasetuksen 545/2015 kosteusvaurioindikaattorilistan lajistoa.

MRA-33 ja MRA-32 ovat tuulettuvan alapohjan kohdalta kerättyjä alalaattapalkiston lämmöneristeen näytteitä. Kummassakin näytteessä yksipuolinen lajisto ja poikkeavan korkeat sieni-itiö- ja bakteeripitoisuudet viittaavat selkeään mikrobivaurioon.

4.3.8 Ilmavuototarkastelut

Maanvaraiset alapohjat

Ilmavuototarkastelut suoritettiin alapohjan osalta merkkiainekokein sekä aistinvaraisesti alapohjan liitoksia tarkastellen. Merkkiainekokeet tehtiin tavanomaisessa käyttötilanteen painesuhteessa, joka mittaushetkellä oli keskimäärin A-, B- ja D-siiven osalla -4Pa. C-siipi oli muita siipiosia alemmassa painesuhteessa ollen -10Pa tutkimushetkellä.

A- ja B-siiven alapohjissa havaittiin alapohja-ulkoseinä liitoksessa merkittävää ilmavuotoa koko rakennuksen piirin alueella. Vuoto on purueristetyssä alapohjassa poikkeuksellisen merkittävää, koska lankkulattia ei lähtökohtaisesti ole tiivis ja myöhemmin pintaan asennettua muovimattoa ei ole tiivistetty reuna-alueiltaan. Vuotoreitti muodostuu tämän vuoksi purueristetilan ja ulkoseinän liittymän kautta. Lastuvillalevyssä ilmavuotoja esiintyi kapeammalla alueella lankkulattian verraten, mutta kaasuvuoto oli vastaavalla tavalla systemaattista. Eristetilasta oli toisin sanoen suora ilmayhteys sisälle. Merkittävää ilmavuotoa havaittiin alapohja-ulkoseinäliittymän lisäksi myös alapohjalaatan ja hormien välisistä liittymistä, sekä alapohjalaatan halkeama-alueilta.

C-siivessä ja liikuntahallisiivessä merkittävää ilmavuotoa havaittiin alapohjalaatan ja ulkoseinän liittymäalueella. Vuoto oli merkittävää, koska alapohjalaatan ja ulkoseinän liitosta ei ole tiivistetty.

Ryömintätilallinen alapohja

Ryömintätilallisen alapohjan ilmavuotoja tutkittiin sekä ryömintätilasta että alapohjan eristetilasta. Eristetilan ja huoneilman välillä ilmavuoto oli merkittävää ja vuoto havaittiin pian kaasun laskemisen aloituksesta. Ilmavuodon merkityksellisyyteen vaikutti huonetilan alipaineisuus, jonka vuoksi rakenteen eristekerroksen ja huonetilan välillä paine-ero oli -10Pa.

Ryömintätilasta laskettiin kaasua alapohjan ja seinän liitosalueelle. Mittauksen perusteella todetaan, että liitosalueelta vuotoa ryömintätilasta sisäilman suuntaan ei havaittu. Pistemäisiä ilmavuotoja havaittiin läpivientien (viemäriputket) kohdilta.

4.3.9 Johtopäätökset

Johtopäätöksenä todetaan, että 50-luvun alapohjarakenteet ovat kerroksellisia ja nykytietämyksen valossa selkeitä riskirakenteita. 80- ja 90-luvun rakenteet ovat turvallisempia, mutta maa-aines laattojen alla sallii kosteuden nousun rakenteeseen. 90-luvun rakenne on alapohjana ainoa, johon on suunniteltu kapillaarista kosteuden nousua vastaan oma rakennekerros. Sen toteutustapa on kuitenkin puutteellinen eikä rakenne toimi siksi suunnitellulla tavalla.

50-luvun alapohjarakenteet ovat paikoin aistinvaraisesti havaittavasti mikrobivaurioituneet. Aistinvaraisia havaintoja tukee materiaalinäytteet, joiden perusteella alapohjarakenteissa on eriasteisia mikrobivaurioita. A-siiven mikrobivauriot ovat laaja-alaiset yläpuolelta lämmöneristelevyssä purulattioissa eli tiloissa A15 ja osin A14. Laaja-alaiset mikrobivauriot ovat lisäksi luokkien A12, A13 ja osin A14 kohdalla, jossa rakenne on lastuvillalevyllä lämmöneristetty. Laaja-alaisissa lastuvillalevyvaurioissa myös lämmöneristeen yläpuolella olevat muovimatot ovat vaurioituneet silmin havaittavasti. C-siivessä alalaattapalkiston lämmöneristeessä on laaja-alaisia mikrobivaurioita. Lisäksi ryömintätilan maa-aines on näkyvästi mikrobikasvuston peittämä.

2000-luvun F-siivessä hienojakoinen perusmaa-aines nostaa laattaan diffuusiolla kosteutta. Betonin porareikämittausten perusteella kosteuspitoisuudet eivät ylitä 85% suhteellista kosteutta arvostelusyvyydellä. Rakenteella on riski vaurioitumiseen, koska rakenteen diffuusiovastus on heikko.

Johtopäätöksenä todetaan, että 50-luvun maanvaraisten ja ryömintätilallisen alapohjien vaikutus rakennuksen sisäilman laatuun on merkittävä. 80-luvun C-siivessä ja 90-luvun liikuntahallisiiven alapohjilla ei ole sisäilman laatua heikentävää vaikutusta.

4.3.10 Toimenpide-ehdotukset

Käyttöä turvaavat toimenpiteet

A-siiven kellarikerroksen tilat A12, A13, A14 ja A15 tulee poistaa käytöstä ja tilat alipaineistaa käyttötiloihin nähden -10Pa alipaineeseen. Alipaineen pysymiseksi tiloihin johtavat ovet tulee tiivistää tai luokkien eteen rakentaa erillinen suojasulkuseinä.

C-siiven pohjakerroksen tilat 108, 117 ja 118 tulee poistaa käytöstä ja tilat alipaineistaa käyttötiloihin nähden -10Pa alipaineeseen. Alipaineen pysymiseksi tiloihin johtavat ovet tulee tiivistää tai tilojen eteen rakentaa erillinen suojasulkuseinä. Lisäksi tilojen 108 ja 107 välinen rajaovi tulee sulkea ja tiivistää.

Peruskorjaustasoiset toimenpiteet

50-luvun maanvaraiset alapohjarakenteet tulee korjata seuraavilla menetelmillä:

- Alapohjalaatat ja eristekerrokset puretaan maaperään asti pois
- Hienojakoiset maatäytöt poistetaan nykyisestä tasosta 300mm alemmaksi mutta enintään perustuksien anturan alapintaan saakka
- Kapillaarisen veden ja pohjaveden aiheuttama kuivatustarve arvioidaan lopullisesti, kun maa-aines on poistettu
- Perusmaan pintaan asennetaan salaojajärjestelmä, ja kapillaarikatkosepeli
- Kapillaarikatkon yläpintaan asennetaan radon putkisto, joka tuuletetaan erillisellä eristetyllä hormilla vesikatolle
- Uusi alapohja eristetään XPS levyllä ja reuna-alueet tiivistetään radonkermikaistalla
- Uusi laatta valetaan maanvaraisesti samaan tasoon kuin nykyinen lattiapinta
- Pintamateriaaliksi suositellaan hyvin kosteudenläpäiseviä materiaaleja

50-luvun tuulettuva alapohjarakenne suositellaan korjattavaksi seuraavin menetelmin:

- Alalaattapalkiston yläbetonikansi puretaan
- Eristekerros tyhjennetään ja rakenteen sisäiset muottilaudoitukset puretaan
- Alalaattapalkisto maalataan kapseloivalla maalilla tai massataan vedeneristeellä sisäpuolelta rakennetta
- Eristetila täytetään käyttämällä epäorgaanista eristettä, kuten esimerkiksi vaahtolasia
- Uusi betonikansi valetaan EPS-eristeen päälle
- Pintamateriaaliksi suositellaan hyvin kosteudenläpäiseviä materiaaleja
- Ryömintätilan maa-aines tulee poistaa nykyisestä tasosta 300mm alemmaksi mutta enintään perustuksien anturan alapintaan saakka. Maaperä tulee salaojittaa ja maanpinta lämmöneristää kevytsoralla. Tämän lisäksi ryömintätilan tuuletusta tulee parantaa poraamalla ulkosokkeliin korvausilmaventtiilien reiät ja alipaineistamalla tila muuhun kellarikerrokseen nähden erillisellä alipainepuhaltimella
- Ryömintätilaan pääsyä tulee parantaa suurentamalla tarkastusaukon kokoa. Tarkastusaukko tulee varustaa ilmatiiviillä ovella

80- ja 90-luvun maanvaraiset alapohjarakenteet tulee korjata seuraavilla menetelmillä:

- Alapohjalaatta – ulkoseinä ja alapohjalaatta – väliseinä -liittymät tiivistetään, jotta maaperästä tuleva ilmavuoto saadaan katkaistuksi. Tiivistystyö suositellaan tehtäväksi lattiapintamateriaalin alle, jolloin liittymän tiiveys ei ole riippuvainen maton kiinnipysyvyydestä

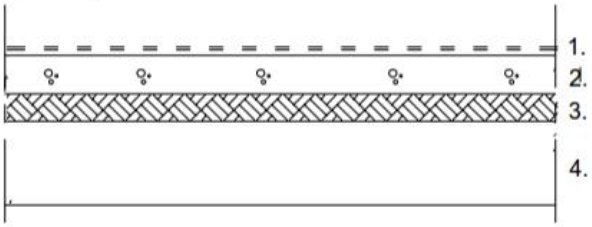
- 90-luvun alapohjakanaali puhdistetaan ja tiivistetään sisäilman suuntaan siten, ettei kanaalilla ole ilmayhteyttä sisäilman suuntaan

4.4 Välipohjat

4.4.1 Rakenteet

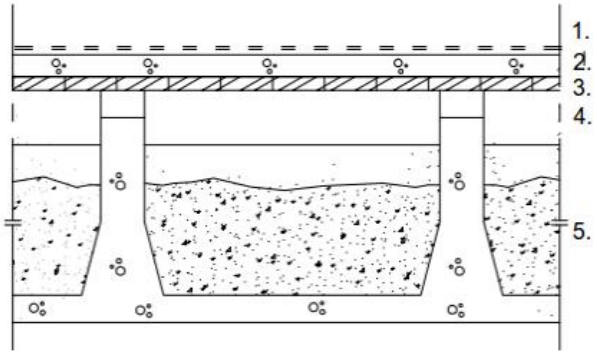
Rakennuksessa on käytetty avausten perusteella neljää erilaista välipohjatyyppiä. 50-luvun luokkatilat ovat tehty suurimmaksi osaksi välipohjatyypillä 1, käytävät ja osa luokkatiloista välipohjatyypillä 2 ja vanha liikuntasali (nykyinen ruokasali) tyypillä 3. 80- ja 90-luvun rakenteet ovat välipohjarakennetyyppiä 4. Niiden jakautuminen tiloittain on esitetty kuvassa 15. Avauskohdittain tyypissä 2 esiintyy pieniä vaihteluja käytetyn täytemateriaalin ja laudoituksen paksuuden suhteen. Toteutusperiaate on pääpiirteissään kuitenkin ala esitetyn kuvan mukainen.

VP–1



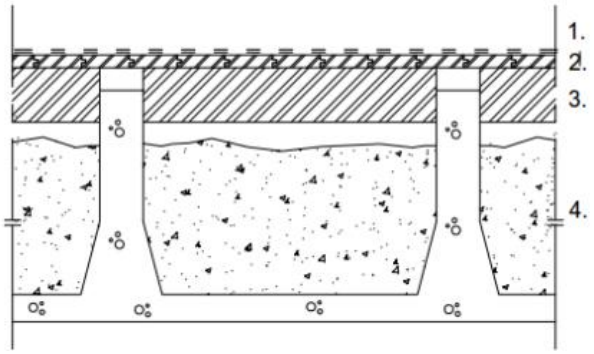
1.	- mm	Muovimatto
2.	70mm	Betonilaatta
3.	50 mm	Lastuvillalevy
4.	-mm	Kantava ylälaattapalkisto

VP–2

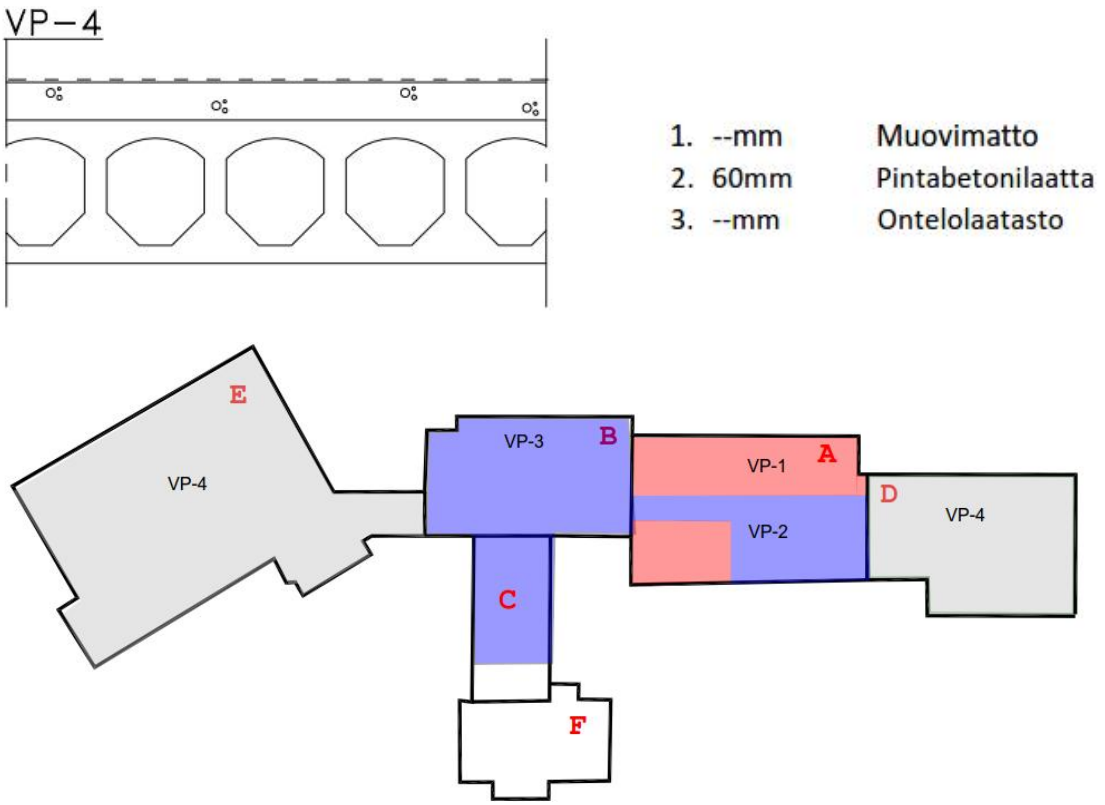


1.	- mm	Muovimatto
2.	40mm	Betonilaatta
3.	25 mm	Muottilaudoitus
4.	100mm	Kiripuut
5.	310mm	Alalaattapalkisto + eriste

VP–3



1.	15 mm	Parketti
2.	25mm	Lankkulattia
3.	100mm	Kiripuut / koolaus
4.	310mm	Alalaattapalkisto + eriste



Kuva 15. Välipohjarakenteiden sijainnit: Punainen: VP-1, Sininen: VP-2 ja VP-3, Harmaa: VP-4. Valkoisella merkityllä alueella ei ole välipohjarakennetta.

4.4.2 Aistinvaraiset havainnot

Välipohjien pintamateriaalina on pääosin muovimatto, käytävien osalta vinyylilaatta. Mattojen iästä johtuen niiden kunnossa todettiin selkeää vaihtelua. Luokkatilat, joissa matot olivat alkuperäisiä, mattosaumat olivat auki ja matot osin irti alustastaan. Käytävien vinyylilaatat olivat kunnoltaan moitteettomat.



Kuva 16. Alkuperäiset muovimatot ovat jo ylittäneet teknisen käyttöikänsä



Kuva 17. Käytävän välipohjan pintamateriaalina oleva vinyylilaatta on kunnoltaan moitteeton

4.4.3 Havainnot rakenneavauksista

<u>50-luku</u>

Välipohjiin tehtiin timantti- ja rasiaporauksella 110mm rakenneavauksia. Rakenneavauksien perusteella todetaan, että rakennetyypit vastasivat tarkasti suunnitelma-asiakirjoissa esitettyjä tyyppejä. Alalaattapalkiston eristetilassa havaittiin vaihtelevuutta käytetyn

eristemateriaalin suhteen. Osassa avauksia tila on puhdasta sahanpurua, osassa on purun lisäksi käytetty olkea, koksikuonaa sekä seassa muurausjätettä.

Alalaattapalkistoiden muottilaudoissa havaittiin rakenneavausten 2, 3 ja 5 yhteydessä laaja-alaisia lahovaurioita. Todennäköistä on, että laudat ovat vaurioituneet rakennekosteudesta pian tekovaiheen jälkeen, koska tutkimushetkellä puut olivat hyvin kuivat eikä rakenteessa mitattu olevan ylimääräistä rakennekosteutta. Avausten kohdalla ei kulkenut myöskään vesijohtoja jotka olisivat lahon aiheuttaneet. Kaikissa yläpuolisilla betonikannella varustetuissa alalaattapalkistoissa havaittiin mikrobiperäistä hajua. Tämä havainto vähensi rakenteen tutkimisen tarvetta materiaalinäyttein.



Kuva 18. Alalaattapalkiston eristetilassa olevat muottilaudat ovat mikrobi- ja lahovaurioituneet



Kuva 19. Alalaattapalkiston päällä oleva kiripuu on läpilahonnut

Ylälaattapalkistoissa rakenneavaukset eivät antaneet viitettä materiaalin vaurioitumisesta. Eristemateriaalina käytetty lastuvillalevy oli aistinvaraisesti arvioiden kuivaa ja väriltään terveen oloista. Mikrobivaurioon viittaavaa hajua ei havaittu minkään avauksen kohdalla.

80-luvun ontelolaatalla toteutetussa välipohjarakenteissa rakenneavaukset toteutettiin purkamalla välikattoa. Avauksissa huomioita kiinnitti ontelon alapinnassa olevat suurikokoiset ontelotilaan poratut reiät. Ne on todennäköisesti porattu jo työmaavaiheessa mahdollisesti taloteknisille varauksille. Varauksia ei ole kuitenkaan käytetty, ja ne ovat jääneet auki. Riippuen päätyvalun tiiveydestä, avonaiset ontelot voivat olla yhteydessä seinärakenteen eristetilaan. Onteloissa usein myös on työmaa-aikaista pölyä, joka voi kulkeutua sisäilmaan.



Kuva 20 D-siiven välipohjan ontelolaattoihin on porattu läpivientejä alaosaan, mutta niitä ei ole käytetty



Kuva 21. vastaavanlaisia reikiä on useita. Mikäli päätyvalu ei ole tiivis, reikä on yhteydessä ulkoseinän eristetilaan

90-luvun ontelolaattaan tehdyn rakenneavauksen perusteella varmistettiin, että pintabetonin ja ontelolaatan välisessä valurajapinnassa ei ole käytetty orgaanisesta materiaalista valmistettua valukatkoa. Rakenne oli toteutettu rakennetyyppikortin mukaan, eikä valukatkoa rajapinnassa ollut. Rakenteessa ei todettu olevan mikrobivaurioitumisen riskiä.

4.4.4 Mikrobinäytteet

Materiaalinäytteet on otettu 5.3.2018 (7 kpl) ja ne on tutkittu suoraviljelymenetelmällä Työterveyslaitoksen laboratoriossa Kuopiossa. qPCR näytteet ovat otettu 26.3.2018 ja ne ovat tutkittu Mikrobioni Oy:llä Kuopiossa. Analyysivastaukset MB18-00579 (Työterveyslaitos) ja QR2018-049 (Mikrobioni) ovat tämän tutkimuksen liitteenä 2. Tavanomaiset tulokset ovat taulukossa ilman väriä, poikkeavat tulokset on merkitty punaisella.

Taulukko 4. Materiaalin mikrobinäytteet välipohjarakenteesta

	Näytekoodi ja näytteenottopaikka	Materiaali	Tulos
Suoraviljely menetelmä	M1-VP (Ylälaattapalkisto) A-4 Luokkahuone	Lastuvillalevy	Heikko viite vauriosta
	M2-VP (Alalaattapalkisto) Kopiohuone	Lastuvillalevy, puu	Ei viitettä vauriosta
	M3-VP (Alalaattapalkisto)	Lastuvillalevy	Heikko viite vauriosta
	M4-VP (Alalaattapalkisto)	Puu	Vahva viite vauriosta
	M5-VP (Alalaattapalkisto)	Puu	Ei viitettä vauriosta
	M6-VP (Ylälaattapalkisto)	Lastuvillalevy	Ei viitettä vauriosta
	M7-VP (Ylälaattapalkisto)	Lastuvillalevy	Ei viitettä vauriosta
qPCR menetelmä	MRA-23 (Alalaattapalkisto)	Puru	Vahva viite vauriosta
	MRA-24 (Alalaattapalkisto)	Puru	Vahva viite vauriosta
	MRA-25 (Alalaattapalkisto)	Puru	Vahva viite vauriosta

Välipohjarakenteista kerättiin materiaalin mikrobinäytteitä alueilta, joissa aistinvaraisesti ei ollut vaurioitumisen jälkiä. Alalaattapalkistossa mikrobivaurioituminen todettiin pääosin aistinvaraisesti. Tästä syystä materiaalinäytteitä on kyseisestä rakennetyypistä varsin vähän.

Välipohjan kansibetonin alapuolista lastuvillalevyä tutkittiin näytteiden M1-VP, M6-VP ja M7-VP avulla. Näytekokonaisuuden perusteella todetaan, että selkeää mikrobivaurioitumista lastuvillalevyssä ei ole osoitettavissa. Näytteessä M1-VP esiintyy lievästi mikrobivaurioon viittaavaa lajistoa.

Alalaattapalkiston eristetilasta otettujen näytteiden perusteella todetaan, että näytteet vahvistavat mikrobivaurion alueelta, jossa aistinvaraisesti vaurio ei ole todettavissa. Lastuvillalevy ja puumateriaali eivät olleet näytteenottokohdista vaurioituneet, mutta usean rakenneavauksen perusteella, vaurioituminen havaittiin aistinvaraisesti myös näissä kohdissa. Näytteiden ja aistinvaraisten havaintojen perusteella todetaan, että alalaattapalkiston eristetilassa on laaja-alainen laho- ja mikrobivaurio.

qpCR menetelmällä tutkituissa näytteissä tulee huomioida, että niistä on tutkittu vain laboratorion ilmoittamat alukkeet, joita ovat olleet Penicillium, Aspergillus sekä Sterptomyces. Muita kosteusvaurioindikaattoreita qPCR menetelmässä ei ole tutkittu.

4.4.5 Merkkiainekokeet ja ilmavuototarkastelu

Ylä- ja alalaattapalkistojen välipohjien tiiveys sisäilman suuntaan selvitettiin merkkiainekokein. Merkkiainekoetta ei suoritettu alalaattapalkistoon, jonka pintarakenne oli toteutettu lankkulattiana. Tutkimus toteutettiin normaalissa painesuhteessa, jolloin rakenteen eristekerroksen

paine-ero sisäilmaan nähden oli keskimäärin -2Pa. Merkkiainekaasua laskettiin välipohjarakenteeseen noin 1 minuutin ajan. Kaasuvuotomittaus suoritettiin käyttäen mittalaitteena Trotec T3000 näyttölaitetta sekä Trotec TS 810 vetykaasuanturia. Anturin ilmoittama vuotoasteikko on 0-1200ppm.

Erillisellä yläpuolisella betonikannella varustetuissa alalaattapalkistoissa vuoto eristetilasta sisäilman suuntaan oli merkittävää kantavan väliseinän ja välipohjaliittymien kohdalla, sekä ulkoseinän ja välipohjaliittymän kohdalla. Tämän lisäksi yläbetonikansi vuoti useasta kohdasta halkeamien kohdalta.

Lankkulattialla varustettua alalaattapalkistoa tutkittiin aistinvaraisesti ja ilmavuoto eristetilasta sisäilman suuntaan todettiin merkittäväksi kauttaaltaan.

Ylälaattapalkiston osalta vuoto oli merkittävää eristekerroksesta sisäilman suuntaan seuraavissa tutkituissa liittymissä:

- Välipohja – Ulkoseinäliittymä
- Välipohja – Ei kantava väliseinäliittymä
- Välipohja – Kantava väliseinäliittymä

80- ja 90-luvun rakenteita ei tutkittu merkkiainekokein, koska kerrosten välisillä vuodoilla ei ole sisäilman laatuun liittyviä vaikutuksia. Huomioiden, että 1. kerros ja 2. kerros ovat omia palo-osastojaan, vuotoa ei rakenteiden läpi pitäisi tapahtua.

4.4.6 Johtopäätökset

50-luvun välipohjarakenteet ovat kerroksellisia alalaatta- ja ylälaattapalkistoja, ja ne ovat olleet ajankohtana yleisesti käytössä. Nykytietämyksen perusteella rakenteet ovat riksirakenteita. 80- ja 90-luvun välipohjat ovat ontelolaatalla toteutettuja, ja ne ovat vastaavia kuin nykyaikaisissa uudisrakennuksissa käytetään. ~~Ne eivät ole~~ Niiden ei katsota olevan riskirakenteita.

50-luvun alalaattapalkistossa todettiin laaja-alaisia mikrobivaurioita. Vauriot todettiin pääasiassa aistinvaraisesti, mutta myös materiaalin mikrobinäyttein. Vaurioita oli sekä betonisella ylälaatalla että puulankkulattialla varustetussa alalaattapalkistossa. Ylälaattapalkistossa ei todettu aistinvaraisesti mikrobivaurioitumista, mutta materiaalinäyte viittaa lievästi vaurioon. 80- ja 90 luvun rakenteita ei tutkittu mikrobiologisesti, koska rakenteissa ei ole orgaanista materiaalia.

Alalaattapalkistojen vaurioitumisen pääasiallisena syynä on ollut tekovaiheen heikko kosteudenhallinta, jonka vuoksi muottilaudoitus on päässyt lahovaurioitumaan ja eristemateriaali mikrobivaurioitumaan. Rakenteessa mikrobivaurioita on syntynyt ulkoseinän läheisyyteen myös eristetilan liiallisen jäähtymisen seurauksena, joka on nostanut rakenteen suhteellisen kosteuden mikrobivaurion mahdollistavalle alueelle. Ylälaattapalkiston mikrobivauriot ovat todennäköisesti syntyneet tekovaiheessa, jolloin eristeen suhteellisen kosteus on pitkään korkea.

Välipohjarakenteista alalaattapalkiston vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on merkittävä, koska liittymäalueet, lankkulattia ja haljennut betoninen yläkansi ovat suorassa ilmayhteydessä sisäilmaan. Ylälaattapalkiston vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on vähäinen, koska vaurio ei ole laaja-alainen. 80-ja 90-luvun välipohjarakenteilla ei ole vaikutusta sisäilman laatuun.

4.4.7 Toimenpide-ehdotukset

Käyttöä turvaavat toimenpiteet
Käyttöä turvaavina toimenpiteinä esitetään välipohjatyypeittäin seuraavaa:

Alalaattapalkistot
- Liittymäalueet ulkoseiniin, kantaviin väliseiniin ja läpivienteihin tiivistyskorjataan joko vedeneristejärjestelmää kuten Ardex 8+9 tai TKR-tiivistysmassaa käyttäen. Lisäksi kauttaaltaan kansibetoni ja lankkulattia tiivistyskorjataan muovimattoa käyttäen. Muovimaton seinänosto ei korvaa tiivistyskorjauksen tarvetta reuna- tai läpivientiliittymissä
- Betonirakenteinen alalaatta tiivistyskorjataan alapuolelta käyttäen vastaavia tiivistystuotteita kuin liittymäalueiden tiivistämisessä

Ylälaattapalkistot
- Liittymäalueet ulkoseiniin, läpivienteihin sekä kantaviin väliseiniin, ei kantaviin väliseiniin ja läpivienteihin tiivistyskorjataan joko vedeneristejärjestelmää kuten Ardex 8+9 tai TKR-tiivistysmassaa käyttäen

Peruskorjaustasoiset toimenpiteet
Peruskorjaustasoisina toimenpiteinä esitetään välipohjatyypeittäin seuraavaa:

Ylälaattapalkistot (VP-1)
- Ylälaattapalkiston ylempi betonikansi puretaan
- Eristetila tyhjennetään ja puhdistetaan esimerkiksi hiekkapuhalluksella
- Vanhan eristeen tilalle asennetaan EPS-lämmöneriste
- Uusi betonikansi valetaan EPS eristeen päälle

Alalaattapalkistot (VP-2 ja VP-3)
- Alalaattapalkiston yläbetonikansi tai lankkulattia puretaan
- Eristekerros tyhjennetään ja rakenteen sisäiset muottilaudoitukset puretaan
- Alalaattapalkisto maalataan kapseloivalla maalilla tai massataan vedeneristeellä sisäpuolelta rakennetta
- Eristetila täytetään käyttämällä epäorgaanista eristettä, kuten esimerkiksi vaahtolasia
- Uusi betonikansi valetaan EPS-eristeen päälle
- Mikäli pintarakenteeksi asennetaan muovimatto, suositellaan betonin ja muovimaton väliin matala-alkalista tasoitetta

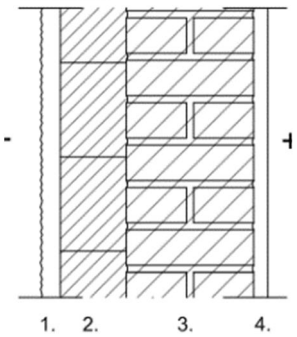
Ontelolaatalla kannatetut välipohjat (VP-4)
- 80-luvun välipohjasta tukitaan vanhat työmaa-aikaiset läpivientireiät, jotta ilmayhteys ontelotilaan saadaan katkaistuksi

4.5 Ulkoseinät

4.5.1 Rakenteet

Rakennuksessa on käytetty avausten ja lähtötietoselvitysten perusteella neljää erilaista ulkoseinärakennetyyppiä, jotka jakautuvat aikakausittain seuraavissa kuvissa olevalla tavalla. Ulkoseinärakenteista 2 toimii alaosastaan maanpaineisena. Maanpaineiset seinät ovat merkitty rakennetyyppiin tunnuksella M. Ne käsitellään ulkoseinien yhteydessä koska sama rakennetyyppi rajoittuu sekä ulkoilmaan että maaperään. Ulkoseinien rakennetyyppien sijainnit ovat esitetty kuvassa 22.

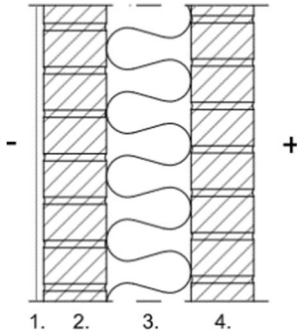
US–1



1.	- mm	Rappaus
2.	-mm	Höyrykarkaistu betoni
3.	270mm	Yhden kiven tiliseinä
4.	- mm	Rappaus

M: Maanpaineisessa osuudessa on erillinen harkkomuuraus yhden kiven seinän takana.

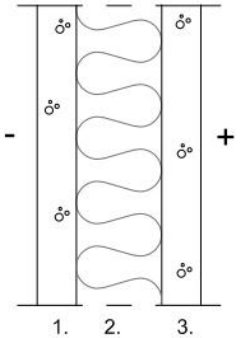
US–2



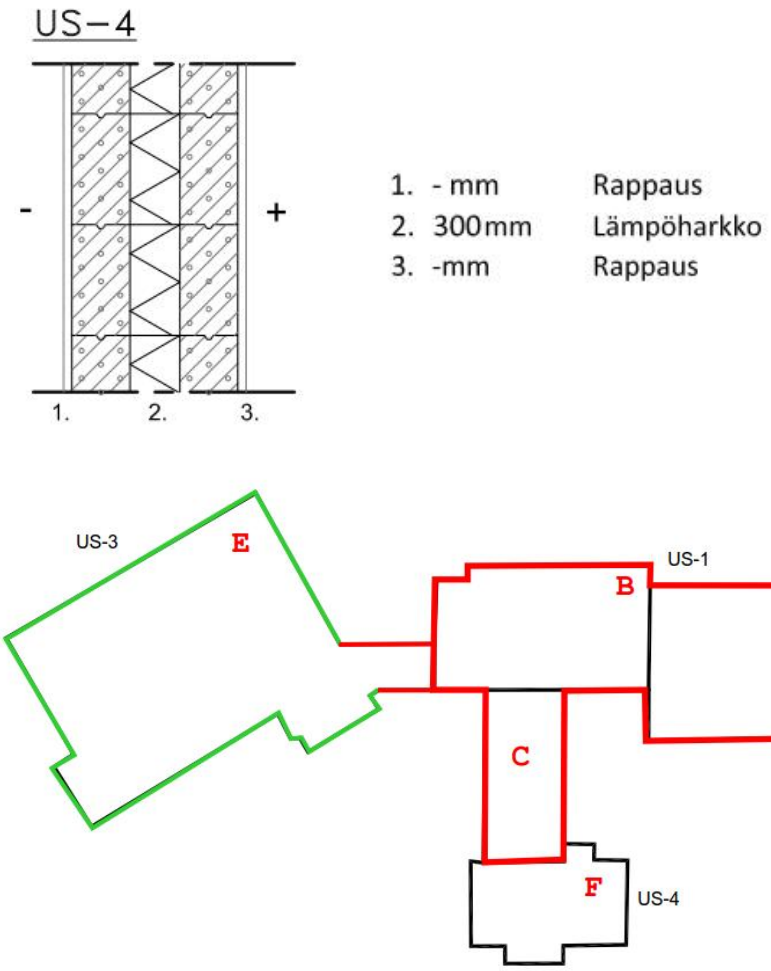
1.	80mm	Betonikuori
2.	170mm	Mineraalivilla
3.	80mm	Betonikuori

M: Maanpaineisena ulkotiilikuori on korvattu betonilla

US–3



1.	80mm	Betonikuori
2.	170mm	Mineraalivilla
3.	80mm	Betonikuori



Kuva 22 Ulkoseinärakenteiden sijainnit rakennuksessa: Punainen: US-1, Keltainen: US-2, Vihreä: US-3 ja Musta: US-4

4.5.2 Aistinvaraiset havainnot

50-luvun siipiosien A:n ja B:n välillä oleva liikuntasauma todettiin aistinvaraisesti epätiiviiksi. Liikuntasaumasta on selkeä ilmavuotoreitti sisäilmaan päin, ja ilmanvirtaus on aistinvaraisesti todettavissa. Ulkopuolelta tarkastellen, liikuntasauman todettiin olevan käytännössä kokonaan auki sisälle saakka.

50-luvun siipiosissa on alkuperäiset puuikkunat, joita on elinkaaren aikana vain huoltomaalattu. Ikkunoiden kunto on monin paikoin heikko, ja karmi-ulkoseinäliittymän vesitiiveydessä on puutteita. Erityisesti viistosateella vaarana on veden pääsy seinä-ikkunaliitoksen väliin.



Kuva 23. Alkuperäisten ikkunoiden kunto on päästetty huonoksi



Kuva 24. Ikkunariveet ovat mikrobivaurioitu-neet karmin ja ulkoseinän liitoksesta

50-luvun ikkuna- ulkoseinäliittymää sisäpuolelta tarkasteltaessa liittymien ilmatiiveys vaikuttaa olevan vaihtelevaa. Osassa ikkunarakenteita karmi-ulkoseinäliittymä on tiivistetty tiivistysmassalla, osassa ei. Liitoksen ilmanpitävyyttä on tarkemmin tutkittu merkkiainekokein.

80-luvun tiili-villa-tilli -ulkoseinästä todettiin aistinvaraisesti tummina viiruina näkyviä ilmavuotojälkiä kerroksessa 2. Sisätiilikuori ei ole sisäilman suuntaan tiivis. 90-luvun liikuntasaliseinästä havaittiin, että elementtien elastiset massasaumat ovat sisäpuolelta halki. Aistinvaraisesti saumasta ei havaittu vetoa sisäilman suuntaan, koska massan alla oleva pohjanauha on ehjä.

4.5.3 Rakenneavauksista tehdyt havainnot

50-luvun ulkoseinä - ikkunakarmiliittymästä havaittiin, että rajapinnan lämmöneristeenä on käytetty pellavarivettä. Rive on haastavissa olosuhteissa, joissa mikrobivaurion kehittyminen on todennäköistä. Osassa avauksia havaittiin selkeä maakellarimainen tuoksu, joka viittaa mikrobivaurioon. Riveiden mikrobivaurioita on tarkasteltu kohdassa 4.5.4 Mikrobinäytteet.



Kuva 25. 50-luvun ikkunariveet on tehty pellavanauhasta, jossa on käytetty lisäksi hamppunarua

80-luvun maanpaineisen seinän rakenneavauksessa todettiin, että ulkoseinässä käytetty mineraalivilla jatkuu lämmöneristeenä myös maanpaineiseen seinäosaan. Ratkaisu on toteutustavaltaan vastaava, kuin alkuperäisissä suunnitelmissa on esitetty. Perusmuurin todetaan kosteusfysikaalisilta ominaisuuksiltaan olevan riskirakenne, erityisesti kun huomioidaan, että alun perin sokkelia ei ole vedeneristetty ulkoapäin. Kiinteistön huoltomiehen mukaan vedeneriste on lisätty sokkeliin vasta 2000-luvulla.



Kuva 26. D-siiven maanpaineseinä on eristetty mineraalivillalla



Kuva 27. Seinän ja alapohjan liitoksessa ei ole käytetty kosteussulkua. Mineraalivilla on siksi erityisen haastavissa olosuhteissa seinän sisällä

4.5.4 Mikrobinäytteet

Materiaalinäytteet ovat A, B ja C siivestä otettu 26.3.2018, D-siivestä 5.3.2018 (6kpl) ja E-siivestä 5.4.2018 (8 kpl). Kaikki näytteet on tutkittu suoraviljelymenetelmällä Työterveyslaitoksen laboratoriossa Kuopiossa. Analyysivastaukset MB18-00755, MB18-00579 ja MB18-00859 ovat tämän tutkimusraportin liitteenä 2. Taulukoissa 5, 6 ja 7 on esitetty tulokset ja taulukon alla näytekohtainen tulosten tulkinta sekä yhteenveto näytekokonaisuudesta. Tavanomaiset tulokset ovat taulukossa ilman väriä, poikkeavat tulokset on merkitty punaisella.

Taulukko 5. 50-luvun siipien materiaalin mikrobinäytteet ulkoseinästä

	Näytekoodi ja näytteenottopaikka	Materiaali	Tulos
A.B ja C SIIVEN IKKUNA – ULKSOIENÄLIITOKSET (50-luku)	Rive 1 129 Ruokasali	Rive-eriste	Vahva viite vauriosta
	Rive 2 129 Ruokasali	Rive-eriste	Vahva viite vauriosta
	Rive 3 A-2 Opetusluokka	Rive-eriste	Heikko viite vauriosta
	Rive 4 A-3 Opetusluokka	Rive-eriste	Ei viitettä vauriosta
	Rive 5 A-4 Opetusluokka	Rive-eriste	Vahva viite vauriosta
	Rive 6 Kopiohuone	Rive-eriste	Viittaa vaurioon
	Rive 7 A-5 Opetusluokka	Rive-eriste	Vahva viite vauriosta
	Rive 8 A29 Tekninen työ	Rive-eriste	Vahva viite vauriosta
	Rive 9 A12	Rive-eriste	Vahva viite vauriosta
	Rive 10 A-14 Opetusluokka	Rive-eriste	Ei viitettä vauriosta

Rive-eristeistä otettujen mikrobinäytteiden perusteella todetaan, että näytteissä elinkykyisten sieni-itiöpitoisuuksien määrä on runsasta. Bakteerikasvu on näytteissä kohtalaista mutta pääosassa näytteitä ei esiinny Streptomyces-itiökasvua. Valtaosa tunnistetusta sieni-itiölajeista on Asumisterveysasetuksen 545/2015 soveltamisohjeen nro. 4 indikaattorilistan

kosteusvaurioindikaattorilajeja, kuten esimerkiksi *Aspergillus Versicolor*. Materiaalinäytteet antavat kokonaisuuutena selkeän viitteen seinäliitosalueen laaja-alaisesta mikrobivaurioista siivissä A, B ja C.

Taulukko 6. 80-luvulla rakennetun siiven materiaalin mikrobinäytteet ulkoseinästä

		Näytekoodi ja näytteenottopaikka	Materiaali	Tulos
D-SIIVEN ULKSOEINÄ (80-luku)	1	M-10/US A-4 Opetusluokka	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
	2	M11/US Kopiohuone	Mineraalivilla	Vahva viite vauriosta
	3	M12/US A-5 Opetusluokka	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
	4	M13/US A29 Tekninen työ	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
	5	M14/US A29 Tekninen työ	Rive-eriste	Ei viitettä vauriosta
	6	M15/US A-14 Opetusluokka	Rive-eriste	Ei viitettä vauriosta

80-luvun D-siiven mikrobinäytteiden M10/US ja M11/US osalta todetaan, että materiaalit ovat mikrobivaurioituneet alueelta, joissa ulkoseinä on maanpaineinen. Ulkoilmaan rajoittuvassa lämmöneristeessä mikrobivaurioita ei materiaalinäytteiden perusteella havaittu. Vaurioituneissa näytteissä kosteusvaurioindikaattoreiden määrä on alhainen, mutta sieni-itiöitä runsaasti kaikilla tutkituilla alustoilla. Myös bakteerikasvu on runsasta, mutta Steptomyces kasvua ei ole analysoitu.

Taulukko 7.90-luvulla rakennetun liikuntahallisiiven materiaalin mikrobinäytteet ulkoseinästä

		Näytekoodi ja näytteenottopaikka	Materiaali	Tulos
E-SIIVEN ULKOSEINÄ (90-luku)	1	Liikuntasalin käytävä 134 Alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
	2	Liikuntasalin käytävä 134 Ikkunan päältä	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
	3	Liikuntasalin varasto 110 Alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
	4	Liikuntasali 109 Pitkä sivu, alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
	5	Liikuntasali 109 Pitkä sivu, alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
	6	Liikuntasali 109 Alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
	7	Liikuntasali VS 109 Alaosa	Mineraalivilla	Ei viitettä vauriosta
	8	Liikuntasalin aula 102 Alaosa	Mineraalivilla	Heikko viite vauriosta

Liikuntahallisiiven (E-siipi) näytteistä todetaan, että betonisandwich elementtien lämmöneristeessä analysoitua mikrobilajistoa on hyvin vähän ja valtaosassa näytteitä analysoitua lajistoa ei ole ollenkaan. Analyysituloksen perusteella rakenteessa ei ole viitettä mikrobivauriosta.

Näyte nro. 8 edustaa aulan levyseinärakennetta. Kyseisessä näytekohdassa on matalana pitoisuutena yksittäisiä pesäkkeitä kosteusvaurioindikaattoreita, mutta päälajistona *Penicilliumia*. Näyte antaa viitteen rakenteen läpi tapahtuvasta ilmavuodosta. Päätelmää tukee aistinvaraiset havainnot.

4.5.5 Merkkiainekokeet ja ilmavuototarkastelut

Ulkoseinärakenteiden ilmanpitävyyttä sisäilman suuntaan tutkittiin merkkiainekokein. Mittaukset suoritettiin tavanomaisessa käytön painesuhteessa, painesuhteet eri siipiosien ulkoseinissä on lueteltu alla:

90-luku: Lämmöneristekerros – Sisäilma: -4Pa	(eristekerroksen vuototutkimus)
80-luku: Lämmöneristekerros – Sisäilma: -2Pa	(eristekerroksen vuototutkimus)
50-luku: Ulkoilma – Sisäilma: -1Pa	(ikkunarakenteiden vuototutkimus)

Ilmavuototarkastelussa mitatut tilat ovat merkitty liitteen 1 tutkimuskarttoihin.

Merkittäviä ilmavuotoja havaittiin 50-luvun siipiosien ikkunaliitoksen ja sisäilman välillä. Kaasu pääsee virtaamaan huonetilaan karmin puuliitoksista sekä liittymästä sisäseinäpintaan.

80-luvun puhtaaksi muuratussa ulkoseinässä vuotoa havaittiin seuraavasti:
- Ikkuna-ulkoseinäliittymä (Merkittävä)
- Alapohja-ulkoseinäliittymä (Merkittävä)
- Puhtaaksi muuratun seinän saumat (Pistemäinen)

4.5.6 Johtopäätökset

Johtopäätöksenä todetaan, että 50-luvun ulkoseinärakenteet ovat massiivirakenteita, joissa perusseinäosa on mikrobivaurioiden näkökulmasta turvallinen. Liittyvistä rakenneosista ikkuna - ulkoseinäliittymät sisältävät kosteusfysikaaliselta toiminnaltaan merkittäviä riskejä. 80-luvun tiili-villa-tiili rakenne on jo lähtökohtaisesti riskirakenteinen, koska lämmöneristetilaa ei ole suunniteltu tuulettuvaksi. Riskiä merkittävästi nostaa ulkoseinästä perusmuuriin yhtenäisesti jatkuva mineraalivillalämmöneriste. 90-luvun sandwich -elementit ovat kosteusfysikaalisilta ominaisuuksiltaan toimivia, mutta vesi- ja ilmavuotojen määrä on riippuvaista elementtisaumojen kunnosta. 2000-luvun F-siiven EPS-lämmöneristeellä varustettu kevytsoraharkko on kosteusfysikaalisilta ominaisuuksiltaan turvallinen ja rapattuna ilmanpitävä.

50-luvun ikkuna - ulkoseinäliitoksessa todettiin laaja-alaisia mikrobivauriota, josta on merkittävä ilmavuotoyhteys sisäilman suuntaan. Rive-eristeet ovat vaurioituneet, koska orgaaninen lämmöneristeaines on olosuhteissa, joissa suhteellinen kosteus on pitkiä aikoja korkea, ja vesihöyryn tiivistymisen riski merkittävä. 80-luvun maanpaineseinissä vauriomekanismina on ulkoseinästä kapillaarisesti ja diffuusiolla liikkunut kosteusvirta, joka on johtanut lämmöneristekerroksen vesiaktiivisuuden merkittävään kasvamiseen ja edelleen mikrobivaurioihin.

Johtopäätöksenä todetaan, että 50-luvun ulkoseinä - ikkunaliittymien mikrobivaurioiden merkitys sisäilman laatuun on merkittävä. Lisäksi todetaan, että 80-luvun maanpaineseinien vaikutus sisäilman laatuun on merkittävä. 90-luvun ulkoseinärakenteiden vaikutus sisäilman laatuun on vähäinen, koska rakenteessa ei ole mikrobivaurioita, mutta ilmanpitävyydessä on ongelmia. F-osan harkkoseinärakenteella ei ole sisäilman laatua heikentävää vaikutusta.

4.5.7 Toimenpide-ehdotukset

<u>Käyttöä turvaavat toimenpiteet</u>
Käyttöä turvaavina toimenpiteinä esitetään ulkoseinien osalta seuraavaa:

- A-, B- ja C-siipien ikkuna - ulkoseinäliittymät tulee tiivistyskorjata siten, että mikrobivaurioituneet rive-eristeet eivät ole ilmayhteydessä sisäilman suuntaan. Työ suositellaan tehtäväksi esimerkiksi TKR-massalla tai vedeneristeillä, kuten Ardex

- E-siiven puhtaaksimuurattu sisäkuori tulee liittymien ja koko seinäpinnan osalta tiivistyskorjata. Työ voidaan suunnitella toteutettavaksi esimerkiksi Blowerproof Brush ja Liquid tuotteita käyttäen, TKR-massalla tai vedeneristejärjestelmällä, kuten Ardex

- D-siiven elementtisaumojen halkeamat suositellaan korjattavaksi siten, että elementtisaumat uusitaan sekä rakennuksen sisä- että ulkopuolelta. Samassa yhteydessä myös pohjanauhat suositellaan vaihdettavaksi

Peruskorjaustasoiset toimenpiteet

- A-, B- ja C-siipien ikkunat suositellaan peruskorjauksessa vaihdettavaksi uusiin, ja samassa yhteydessä rive-eristeet poistetaan seinä - ikkunaliittymästä. Tarvittaessa ulkoseinän rajapinta rive-eristeen kohdalta puhdistetaan mekaanisesti.

- E-siiven puhtaaksimuurattu sisäkuori tulee purkaa ja eristeet seinän sisältä uusia. Tämän lisäksi lämmöneristeen kohdalle perusmuurin alapintaan tulee asentaa diffuusion ja kapillaarisen kosteudennousun katkaiseva vedeneriste esimerkiksi bitumikaistalla. Yläkerroksessa ilmatiiveys eristetilasta sisäilman suuntaan tulee korjata suunnittelemalla seinään ilmanpitävä kerros. Tällainen tuota on esimerkiksi Blowerproof Brush ja Liquid, TKR-massa tai vedeneristejärjestelmät, kuten Ardex.

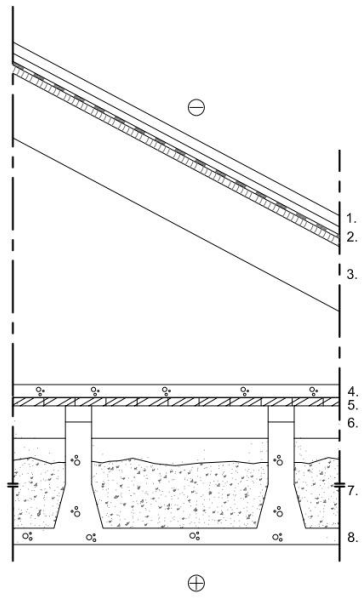
- E-siiven aulaosan levyrakenteiset seinäosuudet suositellaan avattavaksi, lämmöneristeet vaihdettaviksi PUR- tai PIR-eristeiseksi. Eristeiden vaihdolla tavoitellaan saumatonta ilman- ja höyrynpitävyyttä elementtien väliin

4.6 Yläpohjat

4.6.1 Rakenteet

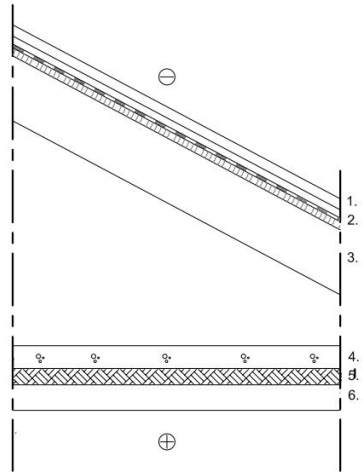
Rakennuksessa on käytetty neljää erilaista yläpohjarakennetyyppiä. 50-luvun siivet ovat toteutettu ala- ja ylälaattapalkistoin. 80-luvun kantava rakenne on toteutettu ontelolaatastolla. Liikuntasalin yläpohja on tehty ristikoille tukeutuvin puuelementein. Avausten avulla selvitetyt rakennetyypit ovat esitetty alla olevissa CAD-piirroksissa. Kuvassa 28 on esitetty rakennetyyppien sijainnit rakennuksessa.

YP–1



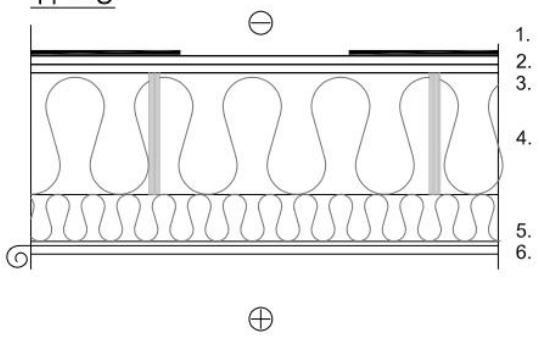
1.	- mm	Vesikate
2.	- mm	Aluskate
3.	- mm	Vesikaton kannatinpuut
4.	70mm	Pintalaatta
5.	25mm	Muottilaudoitus
6.	100mm	Kiripuut
7.	380mm	Purueriste + palkit
8.	45mm	Alalaatta

YP–2



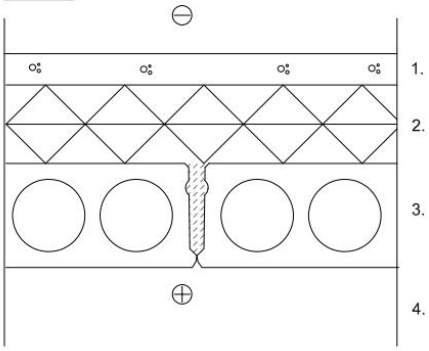
1.	- mm	Vesikate
2.	- mm	Aluskate
3.	- mm	Vesikaton kannatinpuut
4.	70mm	Pintalaatta
5.	70mm	Lastuvillalevy
6.	90mm	Betonilaatta

YP–3

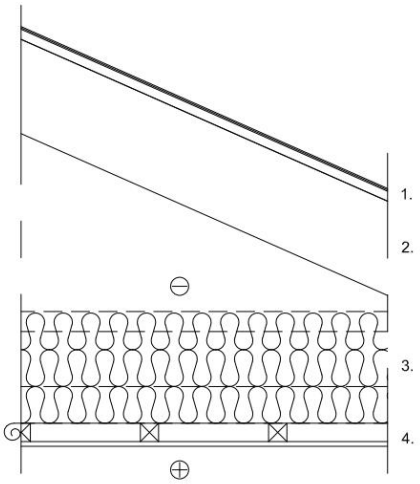


1.	- mm	Vesikate
2.	- mm	Aluskate
3.	- mm	Tuuletusväli
4.	320mm	Puuelementti + eriste
5.	-mm	Höyrynsulkumuovi
6.	-mm	Sisäkattopinta

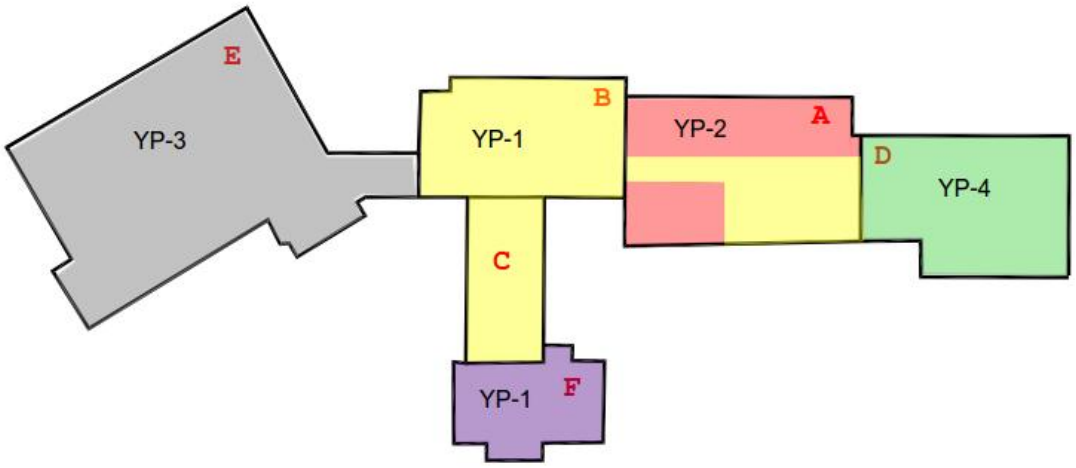
YP−4



1. 70 mm Yläbetonikansi
2. 200mm EPS -eriste
3. 320mm Ontelolaatasto +saumavalu
4. -mm Alakattojärjestelmä



1. - mm Vesikate
2. 200mm Kantava ristikko
3. 320mm Lämmöneriste
4. 13mm Sisäverhouslevy



Kuva 28. Yläpohjatyyppien jakautuminen rakennuksessa. Keltainen: YP-1, Punainen, YP-2, Harmaa: YP-3, Vihreä: YP-4.

4.6.2 Aistinvaraiset havainnot

50-luvun A-siipiosassa vesikaton tukirakenteet sekä aluslaudoitukset on uusittu muista osista poiketen vesikattoremontin yhteydessä. Vesikatteen tukirakenteet ovat siksi kunnoltaan moitteettomat. A-siipiosan kohdalla vesikatteen aiheuttamia vuotoja ei havaittu.

B- ja C-osan kohdalla havaittiin aistinvaraisesti, että ilmanvaihtoremontin yhteydessä läpiviennit ovat jääneet tiivistämättä ja lämmöneristepuru puuttuu läpivientien lähettyviltä. B-osalla havaittiin yksittäinen suurempi alue, jossa alalaattapalkiston puupuru oli poistettu noin 3m² kokoiselta alueelta ilmanvaihtoputkityön yhteydessä. Yläpohjassa on tämän vuoksi

laaja-alainen kylmäsilta. Ilmanvaihtoremontin yhteydessä B ja C osan yläpohjaan on jätetty kaikki rakennustarvikkeet ja syntyneet jätteet.



Kuva 29. Ilmanvaihtoputkien asennuksen yhteydessä yläpohjan purueristeet on poistettu ja ne on jäänyt asentamatta takaisin.



Kuva 30. B ja C osalla on yläpohjassa rakennusjätettä.

A, B ja C osan kohdalla yleisesti todetaan, että yläpohjatilaan on viety erityisen paljon palokuormaa lisäävää tavaraa. Tämä ei ole sisäilmatekninen haitta, mutta vaarantaa rakennuksen paloturvallisuutta.





50-luvun siipiosien B ja C vesikatteilla havaittiin pitkälle edennyttä korroosiota, joka tulee korjaamattomana johtamaan jo lähivuosina vesivuotovaurioihin. Pinnoite on jostain syystä irronnut pistemäisesti ja korroosio on päässyt nopeasti etenemään. Vesikate vaatii nopeaa korjaamista lisäongelmien välttämiseksi.



Kuva 31. Pistekorroosiota B-osan katolla. korroosioalueita on varsin runsaasti



Kuva 32. C-osalla havaittiin vastaavanlaista korroosiota. Tilanne vaatii nopeaa korjaa-mista

4.6.3 Rakenneavauksin tehdyt havainnot

Avausten perusteella yleisesti todetaan, että rakennetyypit vastasivat suunnitelma-asiakirjoja hyvin. Ainoana eroavaisuutena havaittiin, että A-siipeen oli purueristeen päälle asennettu noin 30mm kerros koksikuonaa. Muualla alalaattapalkistolla toteutetuissa siivissä koksikuonaa ei oltu käytetty. Koksikuonaa ei myöskään esiintynyt suunnitelma-asiakirjoissa.

50-luvulla tehtyjen B- ja C-siipien alalaattapalkiston muottilaudoituksessa todettiin rakenneavausten yhteydessä paikallisesti lahovaurioita. A-osassa purueriste oli kosteaa, mutta rakenneavauksissa ei esiintynyt lahoa. A-osan parempaan muottilaudoituksen kuntoon saattaa vaikuttaa se, että räystäslinjat ovat pääosin toteutettu ylälaattapalkistoin.

4.6.4 Mikrobinäytteet

Yläpohjan mikrobinäytteet ovat tutkittu viljely- qPCR menetelmällä. Viljelymenetelmällä tutkitut materiaalinäytteet ovat otettu 9.4.2018 (2 kpl) ja ne on tutkittu suoraviljelymenetelmällä Työterveyslaitoksen laboratoriossa Kuopiossa. qPCR näytteet (3kpl) on otettu 8.5.2018 ja ne on tutkittu Mikrobioni Oy:llä Kuopiossa. Analyysivastaukset MB18-00860 (Työterveyslaitos) ja QR2018-074 (Mikrobioni) ovat tämän tutkimuksen liitteenä 2. Tavanomaiset tulokset ovat taulukossa ilman väriä, poikkeavat tulokset on merkitty punaisella.

	Näytekoodi ja näytteenottopaikka	Materiaali	Tulos
E-SIIVEN ULKOSEINÄ (90-	M/YP 1 A-osa	Purueriste	Vahva viite vauriosta
	M/YP 2 A-osa	Purueriste	Viittaa vaurioon
	M/YP B-osa 1 B-osa	Purueriste	Selvä mikrobikasvu
	M/YP B-osa 2 B-osa	Purueriste	Mikrobikasvu materiaalissa
	M/YP B/C-osa C-osa	Purueriste	Selvä mikrobikasvu

Yläpohjarakenteista kerättiin materiaalin mikrobinäytteitä alueilta, joissa aistinvaraisesti ei ollut vuoto- tai vesivahinkojälkiä jälkiä alalaattapalkiston betonikannessa. Näytteet on otettu läheltä hormiliittymiä, joissa ilmayhteys sisälle on aistinvaraisesti osoitettavissa.

Viljelynäytteiden perusteella todetaan, että purueristeen elinkykyiset sieni-itiöpitoisuudet ovat korkeat näytteessä 1 ja kohtalaiset näytteessä 2. qPCR näytekokonaisuuden perusteella todetaan, että epätavanomainen mikrobikasvu suurissa pitoisuuksissa viittaa selkeään mikrobivaurioitumiseen.

4.6.5 Merkkiainekokeet ja ilmavuototarkastelut

50-luvun siipiosiin suoritettiin merkkiainekokeet laskelmalla kaasua yläpohjan eristetilaan. Paine-ero mittauksen aikana oli 0Pa sisäilman ja eristetilan välillä.

Merkittäviä ilmavuotoja havaittiin B- ja C-siipien osalta hormiliitoksissa ja jälkeenpäin tehdyissä IV-läpivienneissä. A-osan hormiliitosalueella vuotoja ei havaittu. Oletettavaa kuitenkin on, että paine-eron kasvattamisella vuodot olisivat tulleet vastaavalla tavalla näkyviin, kuin B- ja C siivessä. Päätelmää tukee havainnot siitä, että hormiliitoksen toteutustapa on systemaattinen kaikissa 50-luvun siipiosissa.

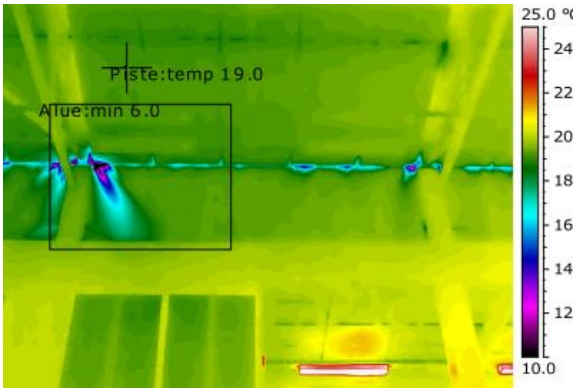
Alalaattapalkiston ja ulkoseinän sekä ylälaattapalkiston ja ulkoseinän liitosta tutkittiin merkkiainekokein. Kummassakaan tapauksessa vuotoja ei sisäilman suuntaan havaittu. Yläpohjan tukipinta ulkoseinään on varsin syvä, ja alalaattapalkisto tukeutuu seinään erillisellä päätykannatinpalkilla. Nämä tekijät todennäköisesti estävät vuodot sisäilman suuntaan.

D- ja F- siivissä yläpohjan ilmavuotoja sisäilman suuntaan ei havaittu.

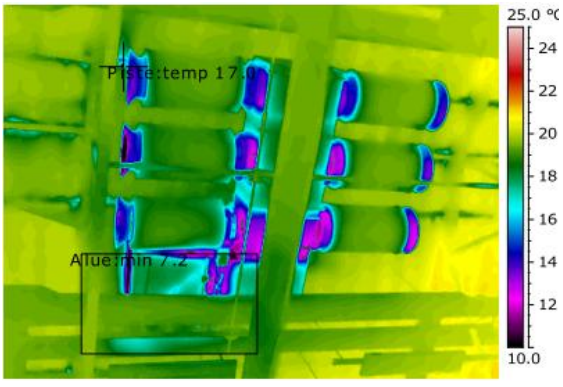
E-siiven ilmanpitävyys selvitettiin lämpökuvauksen avulla, koska yläpohja on korkeuden vuoksi haastava tutkia merkkiainekokein. Lisäksi merkkiainekokeiden vuoksi yläpohjan vesikatteeseen olisi jouduttu tekemään pistemäisiä reikiä.

Yläpohjassa todettiin merkittäviä ilmavuotoja ristikon ja puuelementin liitosalueella. Kaikissa ristikon ja pilarin liitoksissa vuoto oli selkeästi havaittavaa. Ulkoseinän ja yläpohjan välisessä liitoksessa todettiin myös selkeitä ilmatiiveyspuutteita. Ongelma on havaittavissa alla olevasta kuvasta yläpohjan ja ulkoseinän liitoksessa kulkevana jatkuvana nauhana.

Yläpohjassa havaittiin lisäksi erillisilmanpoistokoneiden toimintahäiriöstä aiheutuva suuri lämpövuotoalue. Koneiden sulkupellit (6kpl) eivät jostain syystä ole sulkeutuneet, ja yläpohjassa on tästä syystä ulos asti ulottuvat reiät, josta lämpö karkaa.



Kuva 33. Yläpohjan ristikon ja kannatinpilarien sekä yläpohja-ulkosienien liitosalueella on selkeäitä ilmavuotoja



Kuva 34. Erillispoistoilmanvaihtokoneiden toimintahäiriön vuoksi 6kpl yläpohjasta on suora ilmayhteys katolle. Lämpövuoto on ollut runsasta, koska aukot ovat suuret

4.6.6 Johtopäätökset

50-luvun siipiosien ylä- ja alalaattapalkistojen todettiin olevan toteutustavaltaan ja kosteusfysikaaliselta toiminnaltaan riskirakenteita. D-siiven ontelolaattayläpohjan, E-siiven puuelementtiyläpohjan ja F-siiven ristikkoyläpohjan rakennetyyppi ei ollut riskirakenteinen.

50-luvun yläpohjissa todettiin olevan laaja-alaisia mikrobivaurioita. Mikrobivauriot ovat syntyneet, koska puupurun suhteellinen kosteus on ollut liian pitkään liian korkea. D- ja F-siiven yläpohjarakenteen toiminnassa ongelmia ei havaittu. E-siivessä havaittiin merkittäviä ilmavuotoja, jotka johtuvat virheellisestä elementtien liitostoteutuksesta.

Johtopäätöksenä todetaan, että 50-luvun kaikkien siipiosien mikrobivaurioiden merkitys sisäilman laatuun on merkittävä. Lisäksi todetaan, että E-siiven ilmavuotojen vaikutus sisäilman laatuun on kohtalainen.

4.6.7 Toimenpide-ehdotukset

Käyttöä turvaavat toimenpiteet

Käyttöä turvaavina toimenpiteinä esitetään yläpohjien osalta seuraavaa:

- B- ja C-siipien räystäslinjojen tuuletusta parannetaan, jotta kosteus pääsee poistumaan yläpohjasta ulkoilmaan eikä tiivisty rakenteisiin
- A, B ja C osilta ylimääräiset tavarat palopermannolta poistetaan. Lisäksi B ja C osan ilmanvaihtoläpiviennit lämmöneristetään paremmin ja läpiviennit tiivistetään sisäilman suuntaan
- E-osan erillispoistokoneiden moottorisulkupellit korjataan, jotta lämpövuoto yläpohjasta suoraan ulos saadaan katkaistuksi

Peruskorjaustasoiset toimenpiteet

Ylälaattapalkistot
- Ylälaattapalkiston ylempi betonikansi puretaan
- Eristetila tyhjennetään ja puhdistetaan esimerkiksi hiekkapuhalluksella
- Vanhan eristeen tilalle asennetaan EPS-lämmöneriste
- Uusi betonikansi valetaan EPS eristeen päälle

Alalaattapalkistot
- Alalaattapalkiston yläbetonikansi tai lankkulattia puretaan
- Eristekerros tyhjennetään ja rakenteen sisäiset muottilaudoitukset puretaan
- Alalaattapalkisto maalataan kapseloivalla maalilla tai massataan vedeneristeellä sisäpuolelta rakennetta.
- Eristetila täytetään käyttämällä epäorgaanista eristettä, kuten esimerkiksi vaahtolasia
- Uusi betonikansi valetaan EPS-eristeen päälle

A, B ja C osalle uusitaan vesikatto, mikäli pistekorroosioalueita ei muutoin saada pitkäaikaisesti korjattua.

E-siiven yläpohja tiivistyskorjataan niin, että rakenteen läpi ei tapahdu merkittäviä ilmavuotoja.

5. ILMANVAIHTOTUTKIMUSTEN TULOKSET

5.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä lämmöntalteenotolla. Koneissa ei ole jäähdytystä. Muutamiin tiloihin on asennettu huonekohtainen ilmanvaihtokone.

5.2 Tilojen ilmavirrat

Ilmavirtamittaukset tehtiin viidessä huoneessa, joissa on todettu ongelmia sisäilman laadussa. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 8. Koska suunnitteluarvoja ei ollut käytössä, on taulukkoon merkitty Asumisterveysasetuksen mukaiset henkilömäärät koulussa (tuloilmaa luokassa vähintään 6 dm^3/s,hlö) ja rehtorilta saadut todelliset henkilömäärät.

Taulukko 8. Ilmavirrat ja niiden mukaiset viranomaisohjearvot henkilömäärälle rakennuksen eri huoneissa. Jos todellinen henkilömäärä ylittää viranomaisarvon, on henkilömäärä lihavoitu.

Tila	Mitattu tuloilmavirta (dm^3/s)	Mitattu poistoilmavirta (dm^3/s)	Asumisterveys-asetuksen mukainen maksimi-henkilömäärä	Todellinen henkilö-määrä
A-osa, luokka A012	72	107	12	20 - 22
C-osa, luokka C108	13	-131	2	10 - 14
D-osa, luokka D010	60	-142	10	20 - 21
D-osa, luokka D109	178	-196	29	20
F-osa, opett.h. F106	12	-66	2	2 - 4

Taulukosta voidaan todeta, että ainoastaan D-osan luokassa 109 ilmavirrat ovat Asumisterveysasetuksen mukaiset. C-osan luokassa 108 ja F-osan opettajainhuoneessa tuloilmavirrat ovat huomattavat alhaiset.

5.3 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus

Tiloja palvelevien ilmanvaihtokoneiden puhtautta tarkasteltiin aistinvaraisesti.

<u>Tuloilmakone TK1, palvelee 50-luvun siipeä:</u>

- ulkoilmakammio:
  - pinnat peltiä
- suodatinkammio:
  - sulkupellit toimivat
  - pinnat ovat peltiä, likaiset
  - pussisuodattimet ovat ulkoa päin likaiset, suodatusluokka F7 (hienosuodatin), vaihdettu viimeksi 6/2017
  - suodattimissa ei ole pölyä, luultavasti imuroitu
  - suodatinkehys ei ole tiivis

- LTO-kammio:
  - LTO-kuutio
  - lattia on likainen, vesijäljet näkyvissä
  - viemäröinti konehuoneen lattialle vesilukon kautta
  - säleikkö pölyinen
- puhallinkammio:
  - peltipinnat hieman pölyiset
  - hihna OK
- äänenvaimennuskammio:
  - pinnat ovat muovipohjaista materiaalia
- iv-konehuone:
  - seinämät ovat Grafoseal-käsiteltyä mineraalivillaa, päällä verkko
  - lattiakaivo on kuivakaivo



Kuva 35. Suodatinkammion pinnat ovat pölyiset. Tuloilmasuodattimet ovat likaiset ja vaihtokunnossa



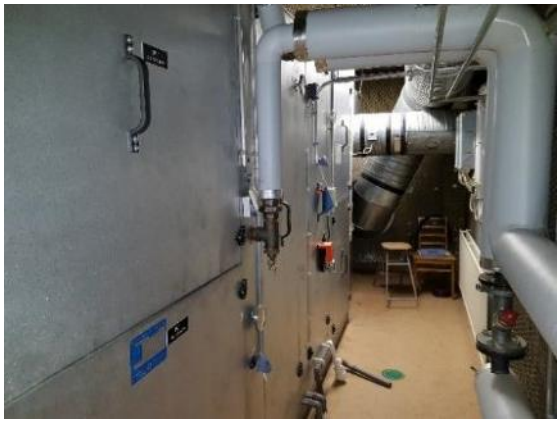
Kuva 36. Tuloilmasuodattimien sisäosat on luultavasti imuroitu



Kuva 37. LTO-kammion lattia on likainen, vesijälkiä



Kuva 38. LTO-kuution säleikkö on pölyinen



Kuva 39. Iv-konehuone on siisti. Alhaalla näkyy LTO-kammion viemäröintiputket



Kuva 40. Iv-konehuoneen seinämät ovat Grafoseal-käsiteltyä mineraalivillaa

Tuloilmakone 1TP, palvelee Tirmulan luokkia:

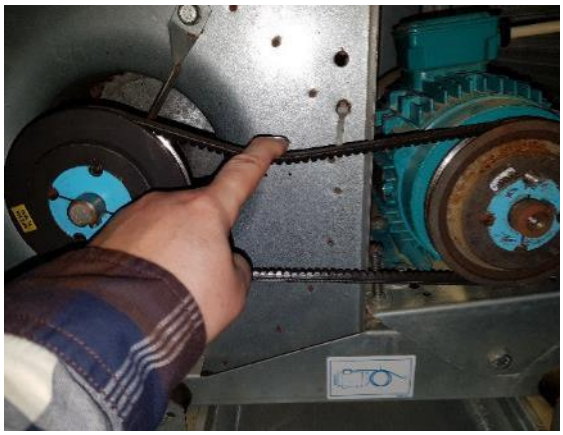
- ulkoilmakammio:
  - ei päästy
- suodatinkammio:
  - sulkupellit toimivat
  - pinnat ovat peltiä, likaiset, vesijälkiä
  - pussisuodattimet ovat ulkoa päin likaiset, suodatusluokka F7 (hienosuodatin), vaihdettu viimeksi 1/2018
  - suodattimissa ei ole pölyä, luultavasti imuroitu
  - suodattimet vaaka-asennossa
  - suodatinkehys on tiivis
- puhallinkammio:
  - peltipinnat hieman pölyiset, avosolumuovipaloja
  - hihna löysä
- äänenvaimennuskammio:
  - pinnat ovat reikäpeltiä, alla mineraalivillaa ja muovikalvo
  - lamellivaimentimet ovat puhtaat
- tuloilmakanava:
  - pinnoilla siitepölyä



Kuva 41. Suodatinkammion pinnat ovat pölyiset. Tuloilmasuodattimet ovat likaiset, vaihtokunnossa ja vaakasuorassa



Kuva 42. Tuloilmasuodattimien sisäosat on luultavasti imuroitu



Kuva 43. Puhaltimen hihna on löysä



Kuva 44. Tuloilmakanava on pölyinen

Tuloilmakone TKO3, palvelee keittiötä:

- ulkoilmakammio:
  - ei päästy
- suodatinkammio:
  - sulkupellit toimivat
  - pinnat ovat peltiä, likaiset, vesijälkiä
  - pussisuodattimet ovat likaiset, suodatusluokka F7 (hienosuodatin)
  - suodatinkehys on tiivis
- puhallinkammio:
  - peltipinnat hieman pölyiset, vesijälkiä
  - hihna OK
- äänenvaimennuskammio:
  - lamellivaimentimet ovat puhtaat, lasikuitukangas pinnoitteena



Kuva 45. Suodatinkammion pinnat ovat pölyiset. Tuloilmasuodattimet ovat likaiset



Kuva 46. Puhallinkammion pinnoilla on vesijälkiä

Tuloilmakone TK3, palvelee ruokalaa:

- ulkoilmakammio:
  - pinnat reikäpeltiä
  - roskia
- suodatinkammio:
  - sulkupellit toimivat
  - pinnat ovat peltiä, puhtaat
  - esisuodattimet likaiset
  - pussisuodattimet ovat likaiset, suodatusluokka F7 (hienosuodatin)
  - suodatinkehys on tiivis



Kuva 47. Ulkoilmakammion nurkkaan on kertynyt roskia



Kuva 48. Suodatinkammioiden pinnat ovat puhtaat

Tuloilmakone TK2, palvelee liikuntasalia, pukuhuoneita, aulaa ja käytäviä:

- ulkoilmakammio:
  - melko puhdas
  - ulkoilmasäleikkö puhdas, verkon silmäkoko 1 cm
  - ei viemäröintiä
- suodatinkammio:
  - sulkupellit toimivat
  - pinnat ovat peltiä, puhtaat
  - pussisuodattimet ovat puhtaat, suodatusluokka F7 (hienosuodatin)
  - suodatinkehys on tiivis
- puhallinkammio:
  - peltipinnat puhtaat
  - hihna OK
  - puhallinsiivissä hieman pölyä
- äänenvaimennuskammio:
  - lamellivaimentimet ovat puhtaat, lasikituharso pinnoitteena
  - kammiossa reikäpeltiä
  - osa pinnasta suojaamatonta mineraalivillaa



Kuva 49. Ulkoilmakammion pinnat ja säleikkö ovat melko puhtaat



Kuva 50. Tuloilmakammion pinnat ja tuloilmasuodattimet ovat puhtaat



Kuva 51. Puhallinkammion pinnat ovat puhtaat



Kuva 52. Osa vaimennuskammion pinnasta on suojaamatonta mineraalivillaa

<u>Tuloilmakone TK1, palvelee liikuntasalia, näyttämöä ja tekstiililuokkaa:</u>

- ulkoilmakammio:
  - yhteinen ulkoilmakammio TK2:n kanssa
- suodatinkammio:
  - sulkupellit toimivat
  - pinnat ovat peltiä, likaiset
  - pussisuodattimet ovat puhtaat, suodatusluokka M5 (karkeasuodatin)
  - suodatinkehys on tiivis
- LTO-kammio:
  - vesijälkiä lattialla
  - viemäröinti vesilukolla
- puhallinkammio:
  - pinnat likaiset
  - hihna OK
- äänenvaimennuskammio:
  - lamellivaimentimet ovat likaiset, lasikuituharso pinnoitteena
  - kammiossa reikäpeltiä
- iv-konehuone:
  - yleisilme siisti
  - lattialla kuivakaivo
  - seinät reikälevyyä, jonka alla pinnoitettua mineraalivillaa



Kuva 53. Suodatinkammion pinnat ovat likaiset



Kuva 54. Puhallinkammion pinnat ovat likaiset



Kuva 55. Lamellivaimentimet ovat likaiset, pinnoite on lasikuituharsoa



Kuva 56. Iv-konehuoneen yleisilme on siisti

Pieni Vallox-ilmanvaihtokone, palvelee luokkaa A12:

- kammiot puhtaat
- tuloilmasuodatin puhdas, asennettu väärinpäin

Iso Vallox-ilmanvaihtokone, palvelee luokkaa D107:

- kammiot puhtaat
- tuloilmasuodatin likainen



Kuva 57. Iso Vallox-ilmanvaihtokone luokassa D107



Kuva 58. Vallox-ilmanvaihtokoneen seinäpuhallukseen soveltuva ulkoilmayksikkö, jossa ulkoilma otetaan yksikön alaosasta ja ulospuhallusilma puhalletaan suurella nopeudella otsapinnasta

5.4 Muita huomioita

Ilmanvaihtokoneet käyvät jatkuvasti 3/4-teholla.

5.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmavirtamittauksissa todettiin puutteita, esimerkiksi C-osan luokassa 108 ja F-osan opettajainhuoneessa tuloilmavirrat olivat huomattavat alhaiset. Vain yhdessä mitatussa huoneessa tuloilmavirrat olivat Asumisterveysasetuksen mukaiset.

Useat ilmanvaihtokoneet olivat sisäpinnoiltaan likaiset. Useat tuloilmasuodattimet näyttivät siltä, että niitä ei oltu vaihdettu, vaan niiden sisäpuoli oli imuroitu. Liikuntasalin tuloilmakoneen TK-1 kammioissa oleva ääneneristevilla on paikoitelleen kokonaan suojaamatta. Teollisten kuitujen irtoaminen ja leviäminen palvelualueen tilapinnoille on todennäköistä.

<u>Käyttöä turvaavat toimenpiteet</u>
Ilmavirrat on säädettävä ja järjestelmä puhdistettava kaikilta osin. Ilmamäärien säätämisen jälkeen tulee tehdä myös paine-eromittaus painesuhteiden tarkistamiseksi.

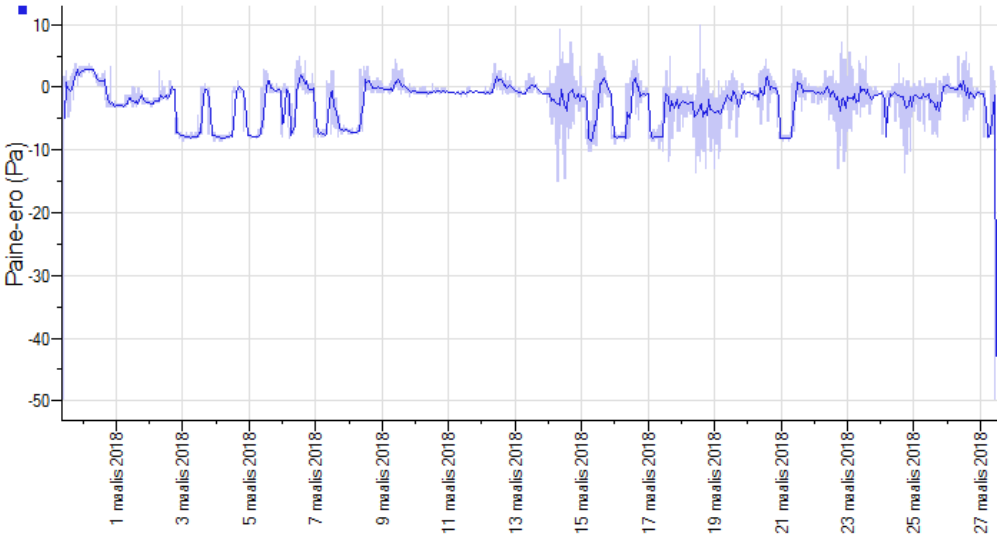
Liikuntasalin tuloilmakoneesta TK-1 tulee poistaa suojaamattomat ääneneristeet ja ne tulee korvata nykyaikaisilla kuiduttomilla äänenvaimentimilla.

6. SISÄILMAN OLOSUHDE- JA EPÄPUHTAUSMITTAUSTEN TULOKSET

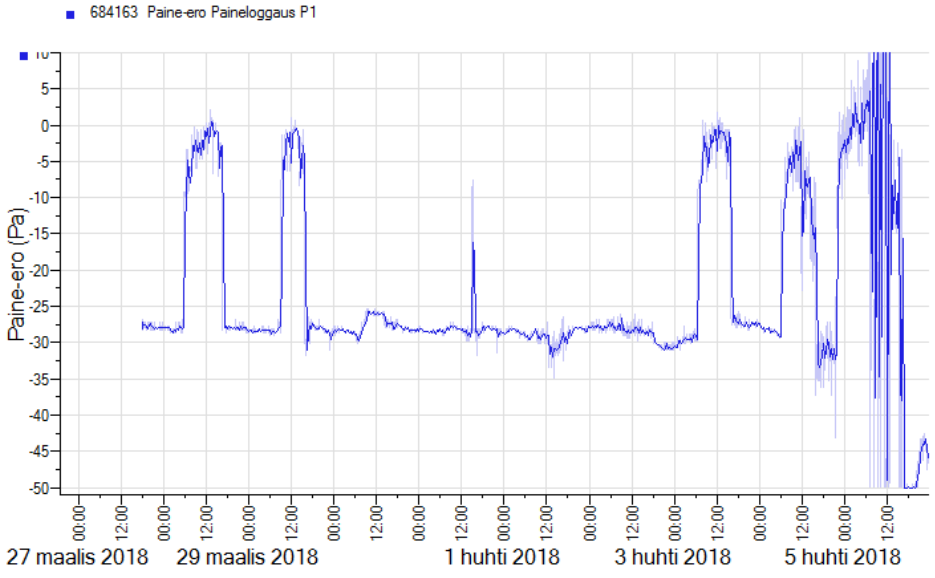
6.1 Paine-eromittaukset

Rakennuksen paine-eroa vaipan yli ulkoilmaan nähden seurattiin eri siipiosista jatkuvatoimisten tallentavien mittalaitteiden avulla yhteensä viidestä eri tilasta. Mittalaitteiden sijainnit ovat esitetty tutkimuskartan liitteessä 1 ja olosuhdekaaviot liitteessä 4.

A ja B siiven osalta paine-eromittauksista on havaittavissa, että ilmanvaihtokoneiden kello-ohjaukset alipaineistavat rakennusta merkittävästi. A ja B siivissä paine-ero ulkoilmaan nähden on yöaikaan -10 ja -15Pa välillä. Päiväaikaan rakennus on vain lievästi (-2Pa) alipaineinen ulkoilmaan nähden. Huomioiden erityisesti A-siiven mikrobivauriot alimmaisessa kerroksessa, painesuhteiden todetaan olevan sisäilmastollisia olosuhteita heikentävä vaikutus. Alla esitetty painesuhdekäyrä on A-siiven pohjakerroksen tilasta A12.



C-siiven paine-erojen havaittiin olevan käyttöajan ulkopuolella voimakkaasti alipaineinen. Paineet laskevat systemaattisesti klo 18.00 lähelle -30 Pa ja nousevat takaisin käyttöajan painesuhteeseen, eli -5 Pascaliin aamulla klo. 7.00. Käyttöajan ulkopuolinen paineolosuhde on Asumisterveysasetuksen 545/2015 toimenpiderajalla. F-siipi on samassa ilmayhteydessä C-siiven kanssa ja siksi myös F-siivessä paineen lasku on havaittavissa.



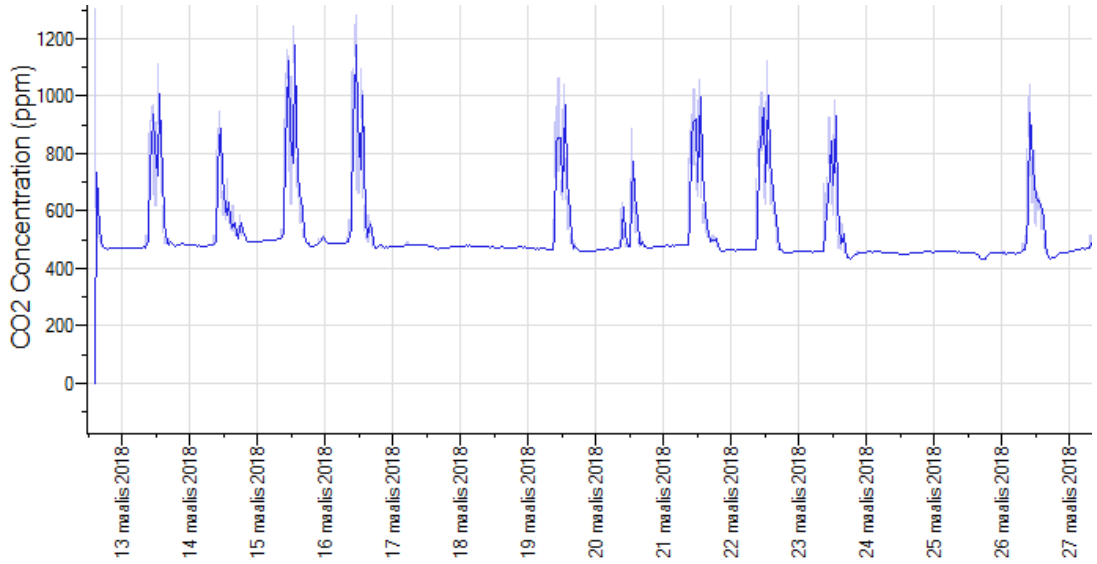
D-siivessä painesuhde on lähellä 0Pa ja osan mittausajasta jopa lievästi ylipaineinen. D-siivessä painesuhteet ovat voimakkaasti eriävät muihin siipiin verraten, koska niitä palvelevat omat luokkakohtaiset tulo-poistoilmakoneet. Liikuntasalissa eli E-siivessä painesuhde ulkoilmaan nähden on lievästi alipaineinen. Käytön aiheuttaman kosteuskuorman näkökulmasta painesuhde liikuntasalissa on oikeaoppinen.

Painesuhdekäyrät ovat tämän tutkimusraportin liitteessä 4.

6.2 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuksia seurattiin koulurakennuksen eri siipiosissa. Mittauspisteitä oli yhteensä 4kpl. Mittauspisteet valittiin siten, että ne edustivat eri ilmanvaihtokoneiden palvelualueita. Mittausjakson pituudessa oli lievää vaihtelua, mutta keskimäärin se oli noin viikon mittainen. Tuloksia verrattiin Asumisterveysasetuksessa 545/2015 annettuun toimenpideraja-arvoon, jossa sisäilman hiilidioksidipitoisuus saa korkeintaan olla 1150ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Hämeenlinnan kaupungin alueella ulkoilman hiilidioksidipitoisuutena voidaan käyttää 370ppm. Toimenpideraja-arvon katsotaan ylittävän, mikäli kokonaishiilidioksidipitoisuus nousee yli 1500ppm.

Mitatuissa luokkatiloissa hiilidioksiditasot nousivat nopeasti, kun tiloja henkilökuormitettiin. Hiilidioksiditasot olivat pääsääntöisesti suurimmillaan puolenpäivän aikana, jolloin luokasta ja päivän henkilökuormituksesta riippuen kokonaishiilidioksidipitoisuudet vaihtelivat 900-1200ppm välillä. Kokonaisuudessaan nykyiset tasot ovat tavanomaiset, mutta nykyisillä ilmanvaihdon asetuksilla henkilökuormitusta ei voi juurikaan nostaa. Muutoin seurauksena on Asumisterveysasetuksen raja-arvojen ylittyminen. Kaikki hiilidioksidikäyrät ovat esitetty liitteessä 3. Alla olevassa kuvassa on esitetty hiilidioksiditasojen jyrkkää nousunopeutta. Kyseinen tulos on saatu A-siiven 2. kerroksen tilasta nro 4.



6.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteuspitoisuus

Sisäilman lämpötilaa ja kosteutta seurattiin viidestä eri tilasta. Mittausjaksolla rakennus oli lämmityskaudella, jolloin Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan yläarvona pidetään lämpötilan osalta +26°C. Alaraja on +18°C.

Lämpötilamittaustulosten perusteella todetaan, että lämpötiloissa ei esiinny toimenpideraja-arvoja ylittäviä arvoja. Kokonaisuudessaan rakennuksen lämpötilat ovat tasaiset, vaikka eri rakennus koostuu eri aikakauden siipiosista.

Mittaustulosten perusteella todetaan, että sisäilman kosteuslisä ei muodostu ongelmaksi mittausjaksolla. Ilmanvaihdon toiminta on yksinomaan kosteuden näkökulmasta tarkasteltuna riittävää.

6.4 Sisäilman teolliset mineraalivillakuidut

Rakennuksessa havaittiin harvoin siivottavilla pinnoilla suuria määriä teollisia mineraalivillakuituja sekä tekniikkaputkia, joissa mineraalivillapinnat olivat auki. Tämän lisäksi havaittiin akustiikkalevyjä, joissa reunalistat puuttuivat ja mineraalivillakuidut olivat siksi suoraan yhteydessä sisäilmaan. Rakennuksessa on havaintojen perusteella selkeä kuituongelma. Kuituongelman laajuutta kartoitettiin usein siivotuilta pinnoilta pölynkoostumusanalyysin avulla. Pölynkoostumusanalyysien (10kpl) perusteella kuituja tilapinnoilta ei löytynyt. Liitteenä 3 on pölynkoostumusanalyysin tulokset.



Kuva 59. Mineraalivillalla eristettyjä putkia on ja alakaton päällä olevia kuituja on joka siivessä

6.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Olosuhdemittaustulosten perusteella todetaan, että hiilidioksiditasot pysyvät nykyisellä henkilökuormituksella alle toimenpideraja-arvojen. Lämpötiloissa ei esiinny suurta vaihtelua ja kokonaisuudessaan lämmitysjärjestelmä vaikuttaa olevan tasapainossa. Sisäilman kosteuslisä ulkoilmaan verraten on keskimäärin alle 2g/m², jota voidaan pitää verraten pienenä. Kosteuslisä ei vaaranna rakenteiden toimintaa, vaikka se olisi nykyistä puolet suurempi.

Ulkovaipan yli mitattujen paine-erojen perusteella todetaan, että ilmanvaihdon kello-ohjaus ei vähennä tulo- ja poistoilmamääriä samassa suhteessa. Ilmanvaihdon pudotustoiminto on siksi selkeä sisäilman laatua heikentävä tekijä, eritoten kun tutkimuksessa on todettu 50-luvun rakenteiden olevan mikrobivaurioituneet.

Rakennuksen harvoin siivottavilla pinnoilla on kaikkien siipiosien kohdilla selkeäitä teollisen mineraalivillakuitujen lähteitä, jotka voivat heikentää sisäilman laatua. Usein siivottavilta pinnoilta kerätyissä pölypyyhintänäytteissä teollisia kuituja ei löytynyt.

7. ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI

Altistumisolosuhteiden arvioinnin avulla tarkastellaan rakennuksesta, sen järjestelmistä ja tilojen käytöstä sekä toiminnasta peräisin olevien epäpuhtauslähteiden vaikutusta kokonaisvaltaisesti rakennuksen ja sen tilojen altistumisolosuhteisiin. Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään Työterveyslaitoksen altistumisolosuhteiden arviointimenetelmän avulla (Ohje työpaikoille sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, 2017).

Altistumisolosuhteiden arviointi perustuu seuraavien neljän päätekijän tarkasteluun:

- Rakennusosien mikrobivaurioiden laajuus
- Ilmayhteys ja ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot
- Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilman laatuun
- Rakennuksesta peräisin olevat sisäilman epäpuhtaudet

Altistumisolosuhteiden arvioinnissa arvioidaan tavanomaisesta poikkeavaa olosuhdetta neljäportaisella asteikolla seuraavasti:

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

7.1 Konnarin koulu

<u>50-luku (A, B ja C-siivet)</u>
Siipiosien alapohjarakenteissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita. Alapohjan eristetilasta on mittauksin todettu merkittäviä ilmavuotoja sisäilman suuntaan. Havaittujen vaurioiden merkitys sisäilman laatuun on todennäköinen.

Kerroksen 1 ja 2 seinärakenteiden ja ikkunarakenteiden välisessä eristekerroksessa on mikrobivaurioita. Vaurioalueelta tapahtuu merkittävää ilmavuotoa sisäilman suuntaan. Ulkoseinärakenteiden vaikutus sisäilman laatuun on siten todennäköinen.

Siipien 2. kerroksen välipohjarakenteessa on aistinvaraisesti todettuja mikrobivaurioita laaja-alaisesti. Välipohjarakenteesta tapahtuu pääosin merkittävää ilmavuotoa 2. kerroksen huonetiloihin sekä vähäistä ilmavuotoa 1. kerrokseen. Välipohjarakenteen vaikutus sisäilman laatuun on siten todennäköinen.

Ilmanvaihto on kummassakin kerroksessa rakennuksen käyttöjakson aikana lievästi alipaineinen ja käyttöjakson ulkopuolella selkeästi alipaineinen. Ilmanvaihto lisää epäpuhtauksien ja kulkeutumista vaurioalueilta sisäilman suuntaan. Joissakin luokissa tuloilmavirta on huomattavan alhainen. Järjestelmän puhtaustaso on heikko. Ilmanvaihto on siten sisäilman laatua heikentävä tekijä.

Yläpohjarakenteen eristetilassa on mikrobivaurioita, mutta siipien vuodot sisäilman suuntaan ovat vain hormi- ja ilmanvaihtojärjestelmän läpivientialueilla. Yläpohjan vaikutus sisäilman laatuun vaikuttavana tekijänä on siten vähäinen.

Työterveyslaitoksen altistumisolosuhdetason arviointiohjetta soveltaen, Konnarin koulun 50-luvun siipiosien tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on erittäin todennäköinen kaikissa siipiosien kerroksissa.

<u>D-siipi</u>
D-siiven alapohjarakenteessa ei havaittu poikkeavia kosteuksia, mutta alapohjalaatan alta todettiin mittauksin merkittävä ilmavuotoyhteys sisäilman suuntaan. Alapohjan vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on mahdollinen.

Ulkoseinän maanpaineisessa alaosassa on laaja-alainen mikrobivaurio. Vauriolla on todettu ilmavuotoyhteys sisäilman suuntaan. Ulkoseinrakenteiden vaikutus sisäilman laatuun vaikuttavana tekijänä on siten todennäköinen.

Väli- ja yläpohjarakenteissa ei todettu mikrobivaurioita. Ilmanvaihdon todettiin olevan D-siiven osalta epätasapainossa ja tuloilmamäärät alimittaiset. Ilmanvaihdolla on sisäilmanlaatua heikentävä vaikutus.

Työterveyslaitoksen altistumisolosuhdetason arviointiohjetta soveltaen, Konnarin koulun D-siiven tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on todennäköinen.

E-Siipi

E-siiven alapohjarakenteessa ei havaittu poikkeavia kosteuksia, mutta alapohjalaatan ulkoseinäliittymistä todettiin vähäisiä ilmavuotoreittejä sisäilman suuntaan. Alapohjan vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on siten mahdollinen.

Ulkoseinärakenteissa ja yläpohjassa todettiin paikoin merkittäviä ilmavuotoreittejä sisäilmaan. Mikrobivaurioita ei havaittu. Ulkoseinän ja yläpohjan vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on epätodennäköinen.

Ilmanvaihtokoneessa todettiin kuitulähteitä. Ilmanvaihto on siten sisäilman laatua heikentävä tekijä.

Työterveyslaitoksen altistumisolosuhdetason arviointiohjetta soveltaen, Konnarin koulun E-siiven tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on epätodennäköinen.

F-Siipi

F-siiven alapohjarakenteissa todettiin lievästi kohonneita kosteuspitoisuuksia paikallisesti, mutta mikrobivaurioitumista ei havaittu. Alapohjan vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on siten mahdollinen.

Ulkoseinärakenteissa ja yläpohjissa ei havaittu mikrobivauriota. Yläpohjasta havaittiin lievää ilmavuotoa sisäilman suuntaan. Yläpohjan vaikutus sisäilman laatua heikentävänä tekijänä on epätodennäköinen.

Työterveyslaitoksen altistumisolosuhdetason arviointiohjetta soveltaen, Konnarin koulun F-siiven tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on epätodennäköinen.

8. JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO TOIMENPITEISTÄ

8.1 Tutkimuksen johtopäätökset

Johtopäätöksenä todetaan, että tutkimussuunnitelmavaiheessa havaituissa riskirakenteissa riski vaurioitumiseen on lähes kaikkien rakenteiden osalta toteutunut. Rakennuksen merkittävimpänä ongelmina ovat 50-luvun siipiosien kerrokselliset ala-, väli- ja yläpohjarakenteet. Niissä mikrobi- ja lahovauriot ovat pitkälle edenneet ja ongelma poistettavissa vain peruskorjaamalla rakennus.

80-luvun D-siivessä ongelmat ovat ulkoseinissä. Rakenne on toteutettu ajalle tyypilliseen tapaan tuulettumattomana, ja osin maanpaineisena. Erityisesti maanpaineinen osuus on selkeä riskirakenne, ja rakenne todettiin mikrobivaurioituneeksi. 90-luvun liikuntahallisiivessä on ilmavuotoja, jotka painesuhteiden vaihtelun seurauksena voivat altistaa rakenteet kosteusvaurioitumiselle. Liikuntahallista kosteusvaurioita ei kuitenkaan löytynyt muulta, kuin pesutiloista. Pesutilojen rakenteisiin on päässyt vettä, koska niitä ei ole vedeneristetty.

Ilmanvaihtoteknisten tarkastelujen perusteella järjestelmä ei ole tasapainossa ja kello-ohjauksella tavoiteltava energiansäästö johtaa hallitsemattomiin paine-eroihin. Tämä heikentää sisäilmastollisia olosuhteita entisestään, koska mikrobivaurioituneista rakenneosista vuoto sisäilman suuntaan lisääntyy.

Rakennuksen alakattopinnoilla, ja alakatoissa todettiin suojaamattomia mineraalivillakuituja. Kuiduilla on sisäilman laatua heikentävä vaikutus.

Pitkälle edenneiden vaurioiden vuoksi, rakennuksen peruskorjaustasoinen korjaussuunnittelu tulisi aloittaa nopealla aikataululla. Olosuhteet rakennuksessa on haastavaa saada hallintaan vain käyttöä turvaavien toimenpiteiden avulla. Peruskorjaus on rakennuksessa siksi välttämätöntä.

8.2 Toimenpidesuositukset

Tarkat toimenpiteet on lueteltu rakennusosakohtaisissa toimenpide-ehdotuksissa.

<u>50-luvun siivet A, B ja C</u>
Ensisijaisena käyttöä turvaavana toimenpiteenä suositellaan rakennuksen käyttäjille väistötiloja. Toissijaisena vaihtoehtona esitetään väliaikaisia tiivistyskorjauksia, joita usean rakenneosan vaurioitumisen vuoksi joudutaan tekemään laaja-alaisesti.

Seuraavat tilat suositellaan poistetavaksi käytöstä:
A-siiven kellarikerroksen tilat A12, A13, A14 ja A15
C-siiven pohjakerroksen tilat 108, 117 ja 118

Peruskorjaustasoisena toimenpiteenä esitetään laajaa rakenteiden avaamista, vaurioituneiden materiaalien poistamista, ja rakenteiden muuttamista siten, että ne ovat rakennusfysikaaliselta toiminnaltaan alkuperäisiä rakenteita turvallisempia. Toimenpiteiden kustannusvaikutus tulee olemaan merkittävä.

<u>80-luvun siipi D</u>
Käyttöä turvaavana toimenpiteenä esitetään koko ulkoseinän tiivistyskorjaamista kauttaaltaan. Ratkaisulla haetaan jatkokäyttöikää peruskorjaukseen saakka.

Peruskorjaustasoisena toimenpiteenä esitetään vaurioituneiden rakenteiden poistamista ja rakenteen muuttamista tuulettuvaksi sekä maanpaineiselta osalta vedenpitäväksi.

<u>90-luvun siipi E</u>
Käyttöä turvaavana toimenpiteenä esitetään ilmanvaihtokoneiden puhdistamista ja TK-1 mineraalivillaisten äänenvaimentimien poistamista. Märkätilojen vedeneristyksen puuttumisen

vuoksi suihkutilat tulee joko varustaa väliaikaisesti suihkukaapeilla tai nykyiset märkätilat tulee remontoida pinnoiltaan uudelleen ja vedeneristää.

Peruskorjaustasoisena toimenpiteenä suositellaan sekä ulkoseinien että yläpohjan ilmatiiveyden parantamista.

Olosuhteiden välittömään parantamiseen suositellaan kaikkien ilmanvaihtokoneiden osalta kello-ohjauksen poistamista, ja ilmamäärien säätämistä siten, että mikään siipiosa ei ole alipaineinen. Suodattimien vaihdon yhteydessä suositellaan iv-koneiden kammioiden puhdistamista.

Päiväys ja allekirjoitukset

Tampere 17.5.2018

Karoliina Viitamäki
projektipäällikkö
Rakennusterveysasiantuntija

Markus Fränti
Asiantuntija, DI

LIITE 1

Tutkimuskartat

- Rakenneavausten ja mikrobinäytteenoton paikat sekä olosuhdemittaukset
- Kosteusmittausten paikannuspiirustukset

MERKKIEN JA LYHENTEIDEN SELITYKSET

RAK X-X : Rakenneavaus nro/ rakenneosa AP: Alapohja, VP, Välipohja YP: Yläpohja, US: Ulkoseinä PM: Perusmuuri

RK-X/X : Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus porareikämenetelmällä

VK-X/X : Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus viiltokosteusmittauksella

ΔP xxx : Paine-eromittauksen mittauspiste

: Merkkiainekokeessa havaittu merkittävä ilmavuoto

: Merkkiainekokeessa havaittu vähäinen ilmavuoto

: Merkkiainekokeessa havaittu pistemäisiä ilmavuotoja

● : Näytteen tai mittauksen tulos on poikkeava

● : Näyte tai mittaus viittaa lievästi poikkeavaan tulokseen

● : Näytteessä tai mitatuksessa ei ole poikkeavuutta

RIVE-3/US

RIVE-4/US

RIVE-5/US

M1-VP
ylälaattapalkisto

RAK-1 -VP

RAK-11-VP

M7-VP
Ylälaattapalkisto

RAK-12-VP

RAK-3 -Hormi

RAK-6-VS

RAK-5-VP

M4-VP
alalaattapalkisto

RAK-4 -VP
liikuntasauma

M5-VP
alalaattapalkisto

RAK-8/VP

RAK-5/VP

RAK-7/VP

M3-VP
alalaattapalkisto

M6-VP
Ylälaattapalkisto

RAK-10/VP

ΔP

RIVE-7/US

RIVE-6/US

RAK-2 -VP

M2-VP
alalaattapalkisto

RIVE-9/US

RIVE-10/US

ΔP

RAK-15/AP

RAK-16/AP

RAK-17/AP

M8-AP

RAK-18/AP

M9-AP

RAK-19/AP

RA-AP

RAK-20/AP

RAK-21/AP

RAK-14/AP

RIVE-8/US

JATKUU PIIR. NRO 15

JATKUU PIIR.NO

LEIKKAUSVIIVA

ENTINEN ULKOSEINÄMITTA 3250

ENTINEN ULKOSEINÄMITTA 6800

UUSI OSA

HUOM.
VANHAT MITAT ESITETTY METREINÄ

HUOM.!
- MAALAUSH. OMANA PALO-OSASTONAAN A 60 MIN
- KUUMAKÄSITTELYH. OMANA PALO-OSASTONAAN A 30 MIN

RIVE-2/US

M-VP RA-23
Alalaattapalkisto

RIVE-1/US

M/VP-RA-24
Alalaattapalkisto

M/VP-RA-25
Alalaattapalkisto

M/VP-RA-32

M/VP-RA-33

ΔP

CO2

1
PUKUH.
12,9

2
SUIHKU
8,6

3
PUKUH.
13,5

4
ETEINEN
10,6

5
SOS. TILA
15,2

PUH.

SÄHKÖH.

PUMPPUH.

P0,A60

TALONMIEHENH.
8,1

LÄMMÖNJAKOH.
21,5

6
VARASTO
84,8

P0 A60

7
HARRASTETILA
44,8

P0 A60

RA-AP

8
PKH
3,0

9
SH
2,1

10
SAUNA
6,0

11
KÄYTÄVÄ
22,0

PIMIÖ

V

RA-AP

V

V

V

V

V

V

V

V

P0
A60

12
SOS.
TILA
7,1

13
PH
2,3

WC
1,4

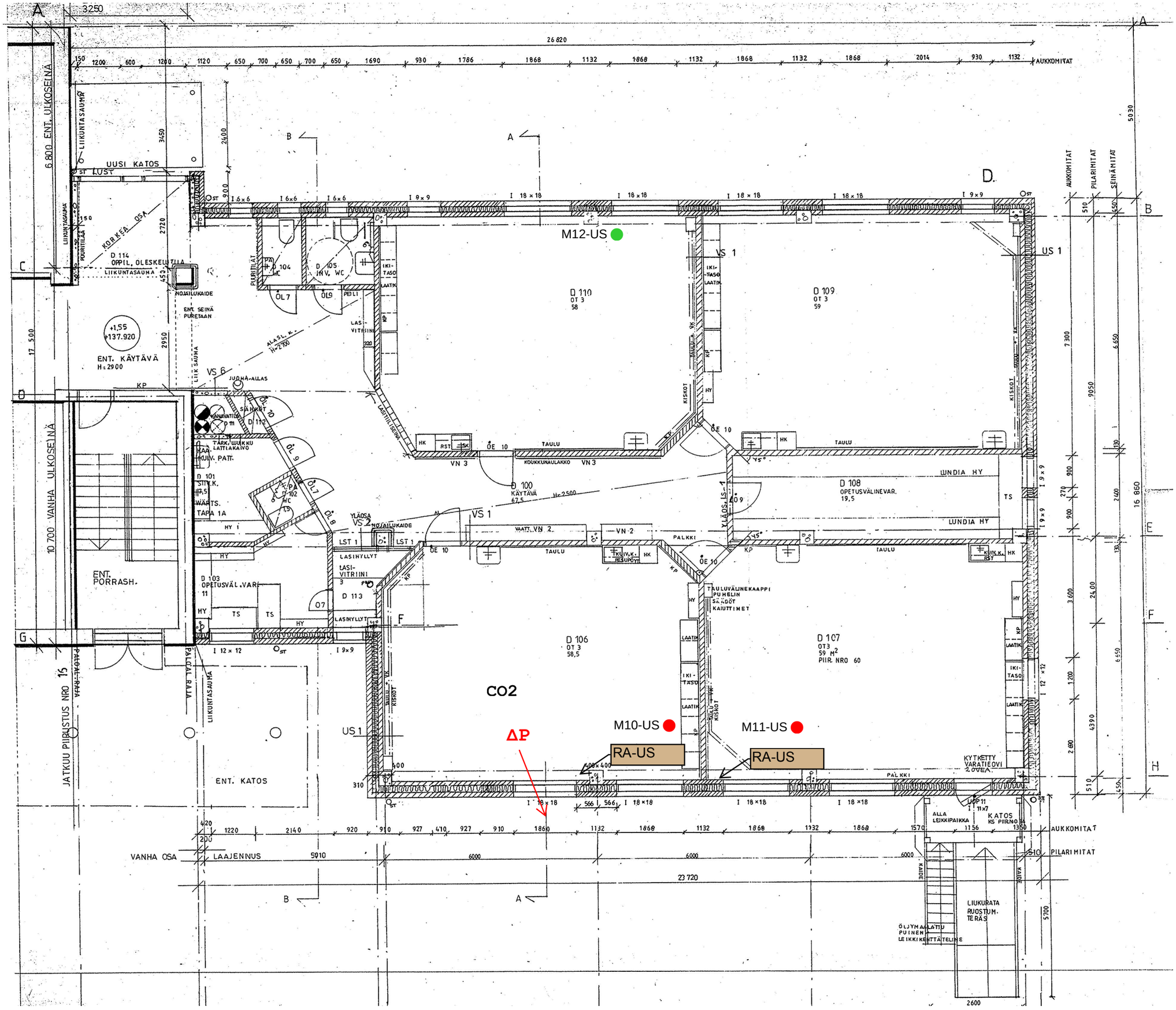
14

RA-AP

V

P0 A60

PRSH


M12-US
M10-US
M11-US
RA-US
RA-US
ΔP
CO2
D 110
OT 3
58
D 109
OT 3
59
D 106
OT 3
58,5
D 107
OT 3
59
PIIR NRO 60
D 108
OPETUSVÄLINEVAR.
19,5
D 100
KÄYTÄVÄ
67,5
D 114
OPPIL. OLESKELUTILA
D 104
WC
D 105
INV. WC
D 112
D 113
D 103
OPETUSVÄL.VAR.
11
D 101
STIV.K.
17,5
D 102
WC
1,5
ENT. KÄYTÄVÄ
H=2900
ENT. PORRASH.
ENT. KATOS
UUSI KATOS
KORKEA OSA
LIIKUNTASAUMA
LIIKUNTASALI
LIIK.SALI
6 800 ENT. ULKOSEINÄ
10 700 VANHA ULKOSEINÄ
JATKUU PIIRUSTUS NRO 15
VANHA OSA
LAAJENNUS
AUKKOMITAT
PILARIMITAT
SEINÄMITAT
TAULU
KISKOT
LUNDIA HY
KYTKETTY VARATEOVI 2 OVEA
LIUKURATA RUOSTUM. TERÄS
ÖLJYMAALATTU PUINEN LEIKKIKENTTÄTELINE
KATOS KS PIIRNO 84
ALLA LEIKKIPAIKKA
TAKAT.RAJA
PALOAL.RAJA
VS 1
VS 2
VS 6
US 1
VN 2
VN 3
26 820
23 720
5030
16 860
7 300
9050
6 650
24 00
6600
4390
2 600
2600

VANHAN RAKENNUKSEN ULKOS. MUTKA 3250

26668

AUKKOMITAT

INV. LUISKA

UUSI KATOS

BET. TASO

SYÖKSYTTORVI

LUST 6 LUDT 9 LUDT 9 LUST 6

PUHALLUS-KIOJE

D 001 A
WC-ISTIK
8,5

D 001 B
LASIVIITRIINA

D 002
PA WC

D 003
INV WC

D 004
TEKSTIILIVAR.
SOVITUS
10,5

ENT. KÄYTÄVÄ

+134.520
-1.85

PALOAL. RAJA

ENTINEN PORRASH.

TALON VAR
6

D 005
MUSIIKKI- JA TEKSTIILILUOKKA
91 M2
PIIR. 52

D 006
MUSIIKKIVAR.
23,5

D 007
KÄYTÄVÄ
62

D 008
OPETUSVÄLINEVAR.
6

D 009
OT 1
23

D 010
OT 3
59,1

D 011
OT 3
59,1

NEULEKONE

KP OMPELUKONEET

IKI-TASO

ALAP. ALAKA APPEJA

PIMENNYSVERHOT

NURKKEISA PYSTYRAKAT

KAIUTIN

TAULUSSA OSASSI RUUDUTUS OS. EI VINOJA

VALKOKANGAS + KISKO

SILITYSLAUDAT ALASTAITTUVAT

PESUPÖYTÄ KÄS-PES.

KP+PATTERI

TAULUVÄLINE-KAAPPI PUHELIN SÄÄDÖT KAIUTTIMET

KÄS.PESU

PESUPÖYTÄ

RH: VAUNUT

PENKKI

LEIKKITILA SORALATTIA
4076

RST TERÄSTÄ LIUKURATA

M13-US

M14-US

M15-US

US 1

US 2

KS 2
ALAOS.

VS 1

VS 2

VS 5
KORISTEITA SOITE

VS 6

AUKKOMITAT

PILARIMITAT

SEINÄMITAT

JATKUU PIIRROS NRO 14

ENT. RAK. LAAJENNUS

ENT. KATOS

LIIKUNTASAUMA

LIIKUNTASAUHAT

6800 ENT. ULKOSEINÄ

16 860

17 500

10 700

7 300

6 650

9 950

4 390

2 690

2 400

2 500

5 700

23 720

19 020

4700

3250

5010

4076

2600

M3-liikuntasali

M4-liikuntasali

M5-liikuntasali

M6-liikuntasali

M7-liikuntasali

M8-liikuntasali

M1-liikuntasali

M2-liikuntasali

ΔP

RA-AP

RA-AP

RA-AP

110 VARASTO 19,8 m²

111 NÄYTTÄMÖ 51,9 m²

109 SALI 457,1 m²

112 VARASTO 31,6 m²

113 VARASTO / VSS 36,4 m²

114 KÄYTÄVÄ 9,0 m²

115 PKH/N 2,7 m²

116 PH 2,2 m²

117 PKH/M 2,7 m²

118 PH 2,2 m²

119 SIIV V 6,5 m²

120 PUKUHUONE 4 17,2 m²

121 WC 1,4 m²

122 SUIHKU 6,6 m²

123 SUIHKU 6,6 m²

125 PUKUHUONE 3 17,2 m²

126 PUKUHUONE 2. 17,2 m²

127 SÄH

128 SUIHKU 7.9 m²

132 PUKUHUONE 1. 16,5 m²

133 V 5,3 m²

134 KÄYTÄVÄ 25,0 m²

vaatesäilytys

102 AULA 74,3 m²

103 TK 1,7 m²

104 WC/N 7,2 m²

105 WC/M 4,2 m²

106 VAKI 7,6 m²

107 KAHVIO 56,3 m²

108 PRSH 9,2 m²

101 TK 9,5 m²

131 INV. WC 6,5 m²

WC 129 1,7 m²

WC 130 1,7 m²

PRSH 135

syvennys pyörätuoleille

AKUSTIIKKA SEINÄ GYPROC EK

AKUSTIIKKA SEINÄ

PALOALUEEN RAJA B 30

PALOALUEEN RAJA A 30

VÄLIVERHO

VAATESÄILYTYS

PALO-HÄLYTYS-KESKUS

VANHAN OSAN PIIPPU

PARVEKE PURETAAN

KUULU KELLABIN PURETTAAN

+136,90

+135,75

+136,85

38980

35130

2495

2500

6 000

4 200

1360

1500

5400

5600

7600

3200

2960

4550

1000

1200

1800

3000

3400

800

2500

6000

26590

38785

5630

12195

1900

2000

4000

3220

870

7975

9000

1720

1700

1200

850

NÄYTTÄMÖN YLÄOSA

LIIKUNTASALIN YLÄOSA

AULAN YLÄOSA

AKUSTIIKKA SEINÄ

204
VARASTO
17,7 m²

205
SIIVVAR
2,0 m²

201
KÄYTÄVÄ
11,2 m²

PRSH
135
5,9 m²

203
VALVOMO
4,7 m²

202
KATSOMO
52,4 m²

206
IV-KONEH.
47,8 m²

207
VARASTO
40,7 m²

208
VARATILA /
AMPUMARATA
63,3 m²

RA-VP

VÄLIVERHO

IV-KOTELOINTI

PALOALUEEN RAJA
A 30

PALOALUEEN RAJA
B 30

hätäpoistumistie

F 8 YLÄIKKUNAT 3 kpl F 6

F 9

F 10

F 11

F 12

F 13

F 15

F 17

F 21

SPL

+138,95

+139,33

2x paikkaa

22 paikkaa

PO 10

PO 10+3

B 30

B 30 LUUKUT

O 10

O 9
30 dB

PPP

5400

5600

16045

4740

7600

8830

3200

2500

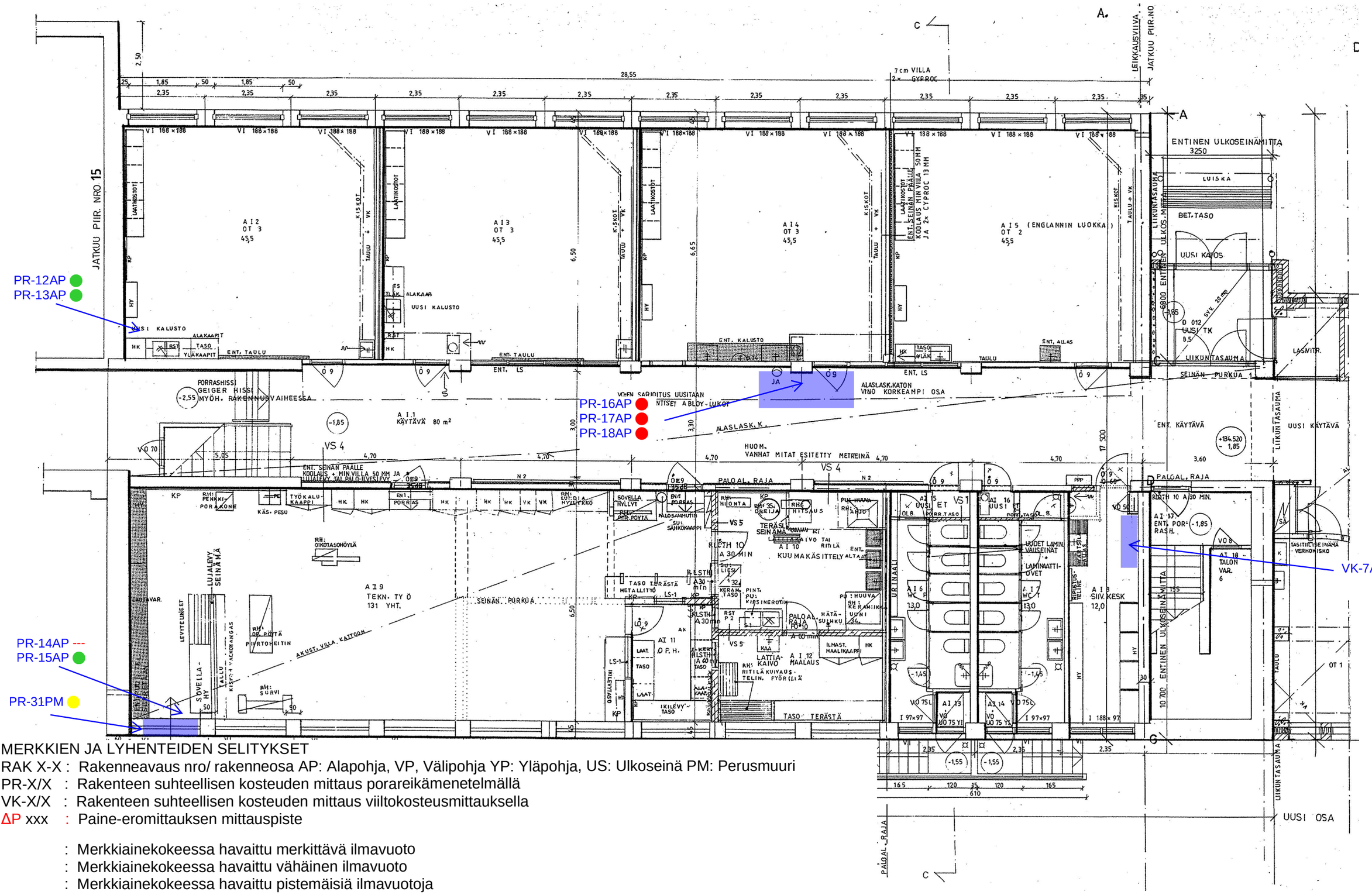
6000

37570

4200

1500

Kosteusmittausten paikannuspiirustukset



MERKKIEN JA LYHENTEIDEN SELITYKSET

RAK X-X : Rakenneavaus nro/ rakenneosa AP: Alapohja, VP, Välipohja YP: Yläpohja, US: Ulkoseinä PM: Perusmuuri

PR-X/X : Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus porareikämenetelmällä

VK-X/X : Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus viiltokosteusmittauksella

ΔP xxx : Paine-eromittauksen mittauspiste

: Merkkiainekokeessa havaittu merkittävä ilmavuoto

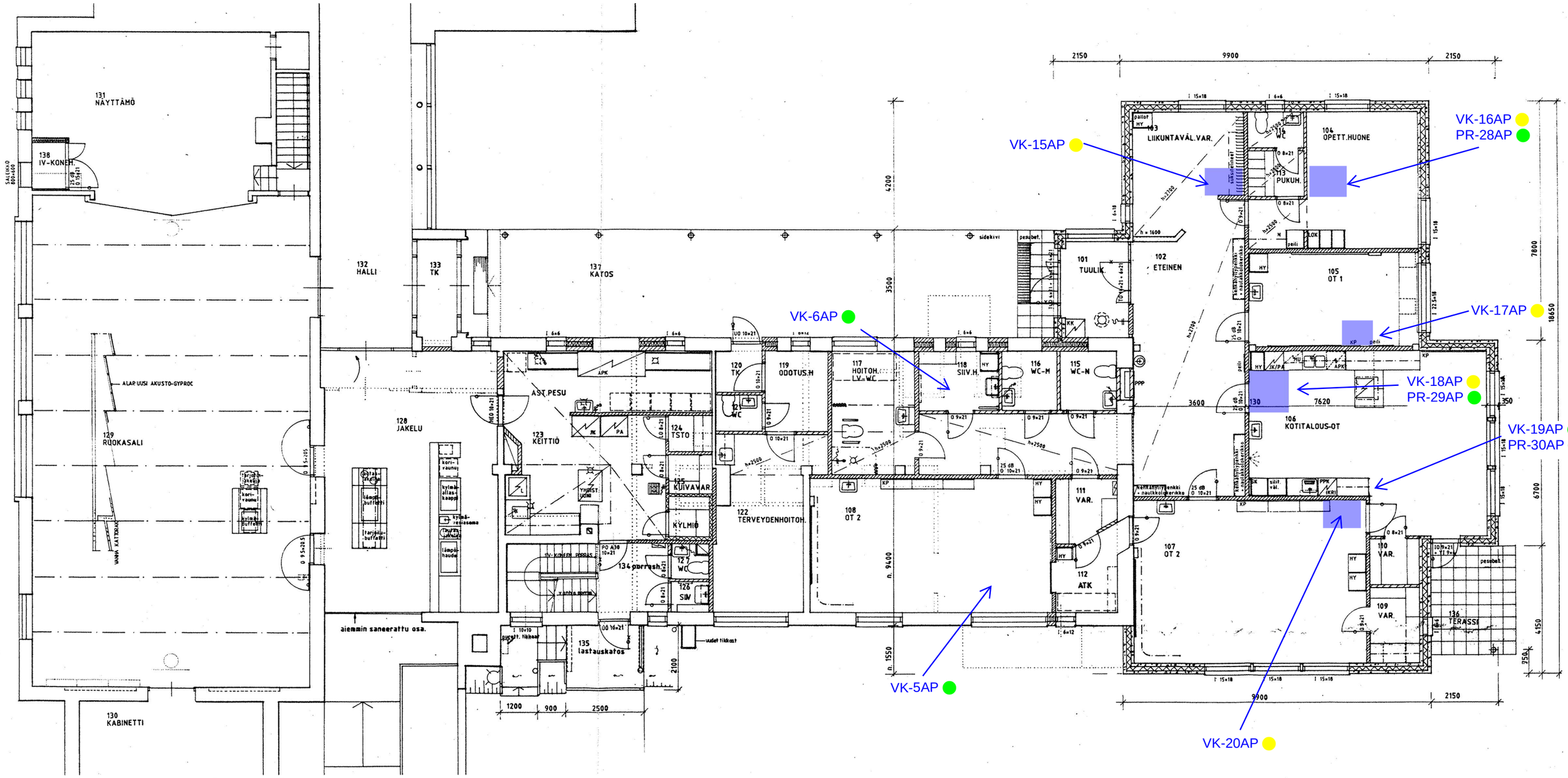
: Merkkiainekokeessa havaittu vähäinen ilmavuoto

: Merkkiainekokeessa havaittu pistemäisiä ilmavuotoja

● : Näytteen tai mittauksen tulos on poikkeava

● : Näyte tai mittaus viittaa lievästi poikkeavaan tulokseen

● : Näytteessä tai mitatuksessa ei ole poikkeavuutta



MERKKIEN JA LYHENTEIDEN SELITYKSET

RAK X-X : Rakenneavaus nro/ rakenneosa AP: Alapohja, VP, Välipohja YP: Yläpohja, US: Ulkoseinä PM: Perusmuuri

PR-X/X : Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus porareikämenetelmällä

VK-X/X : Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus viiltokosteusmittauksella

ΔP xxx : Paine-eromittauksen mittauspiste

: Merkkiainekokeessa havaittu merkittävä ilmavuoto

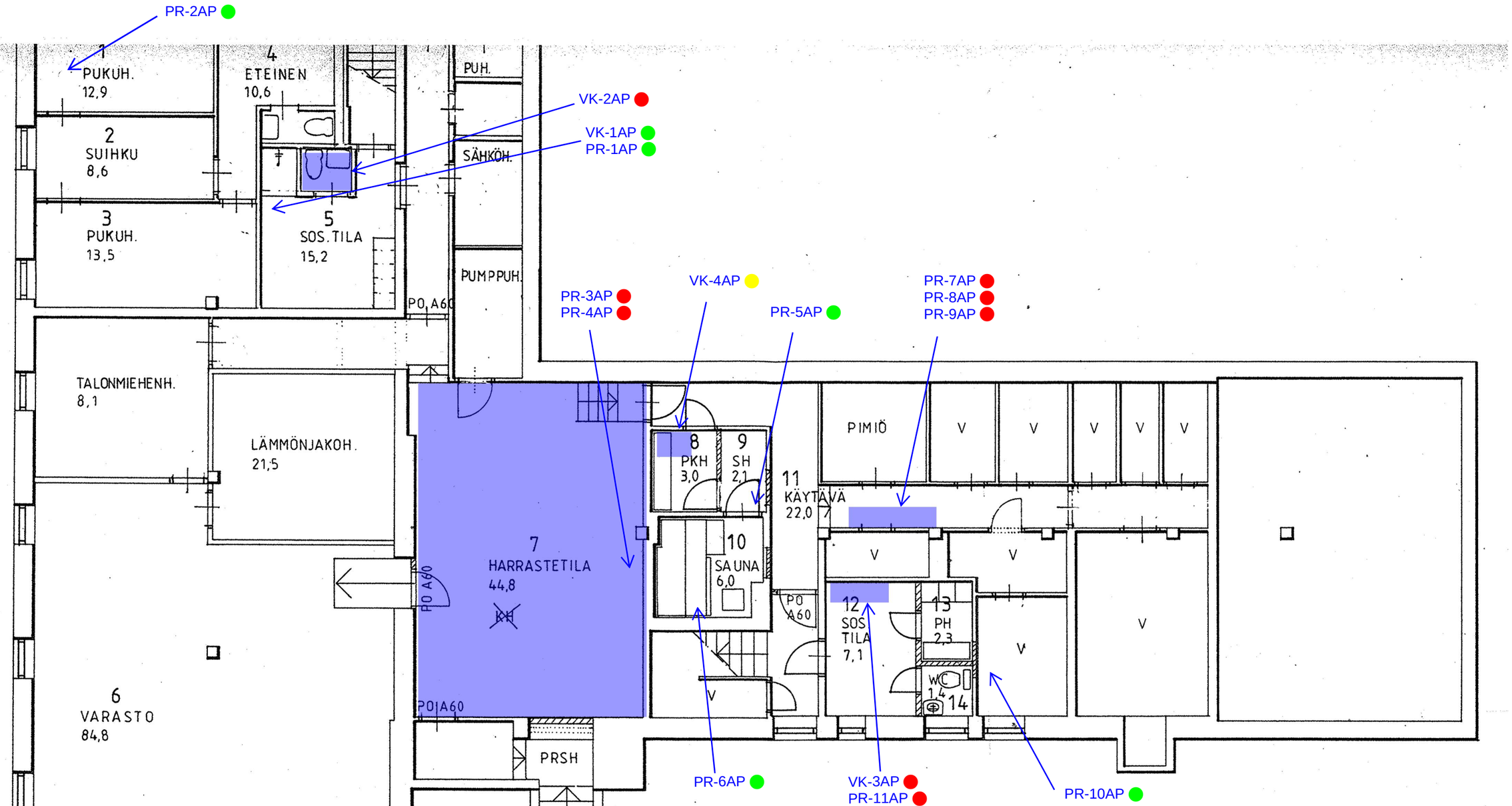
: Merkkiainekokeessa havaittu vähäinen ilmavuoto

: Merkkiainekokeessa havaittu pistemäisiä ilmavuotoja

● : Näytteen tai mittauksen tulos on poikkeava

● : Näyte tai mittaus viittaa lievästi poikkeavaan tulokseen

● : Näytteessä tai mitatuksessa ei ole poikkeavuutta



MERKKIEN JA LYHENTEIDEN SELITYKSET

RAK X-X : Rakenneavaus nro/ rakenneosa AP: Alapohja, VP, Välipohja YP: Yläpohja, US: Ulkoseinä PM: Perusmuuri

PR-X/X : Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus porareikämenetelmällä

VK-X/X : Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus viiltokosteusmittauksella

ΔP xxx : Paine-eromittauksen mittauspiste

: Merkkiainekokeessa havaittu merkittävä ilmavuoto

: Merkkiainekokeessa havaittu vähäinen ilmavuoto

: Merkkiainekokeessa havaittu pistemäisiä ilmavuotoja

: Näytteen tai mittauksen tulos on poikkeava

: Näyte tai mittaus viittaa lievästi poikkeavaan tulokseen

: Näytteessä tai mitatuksessa ei ole poikkeavuutta

D 114
OPPIL. OLESKELUTILA
LIIKUNTASAUNA

D 104
WC

D 105
INV. WC

D 110
OT 3
58

D 109
OT 3
59

D 108
OPETUSVÄLINEVAR.
19,5

D 100
KÄYTÄVÄ
67,5

D 101
STIV.K.
17,5

D 102
WC
1,5

D 103
OPETUSVÄL.VAR.
11

D 113

D 106
OT 3
58,5

D 107
OT 3
59 M2
PIIR. NRO 60

ENT. KÄYTÄVÄ
H=2900

ENT. PORRASH.

ENT. KATOS

UUSI KATOS

KORKEA OSA

6 800 ENT. ULKOSEINÄ

10 700 VANHA ULKOSEINÄ

JATKUU PIIRUSTUS NRO 15

VANHA OSA

LAAJENNUS

LIUKURATA
RUOSTUM. TERÄS

ÖLJYMAALATTU PUINEN LEIKKIKENTTÄTELINE

KATOS
KS PIIRNO 84

KYTKETTY VARATEOVI 2 OVEA

LUNDIA HY

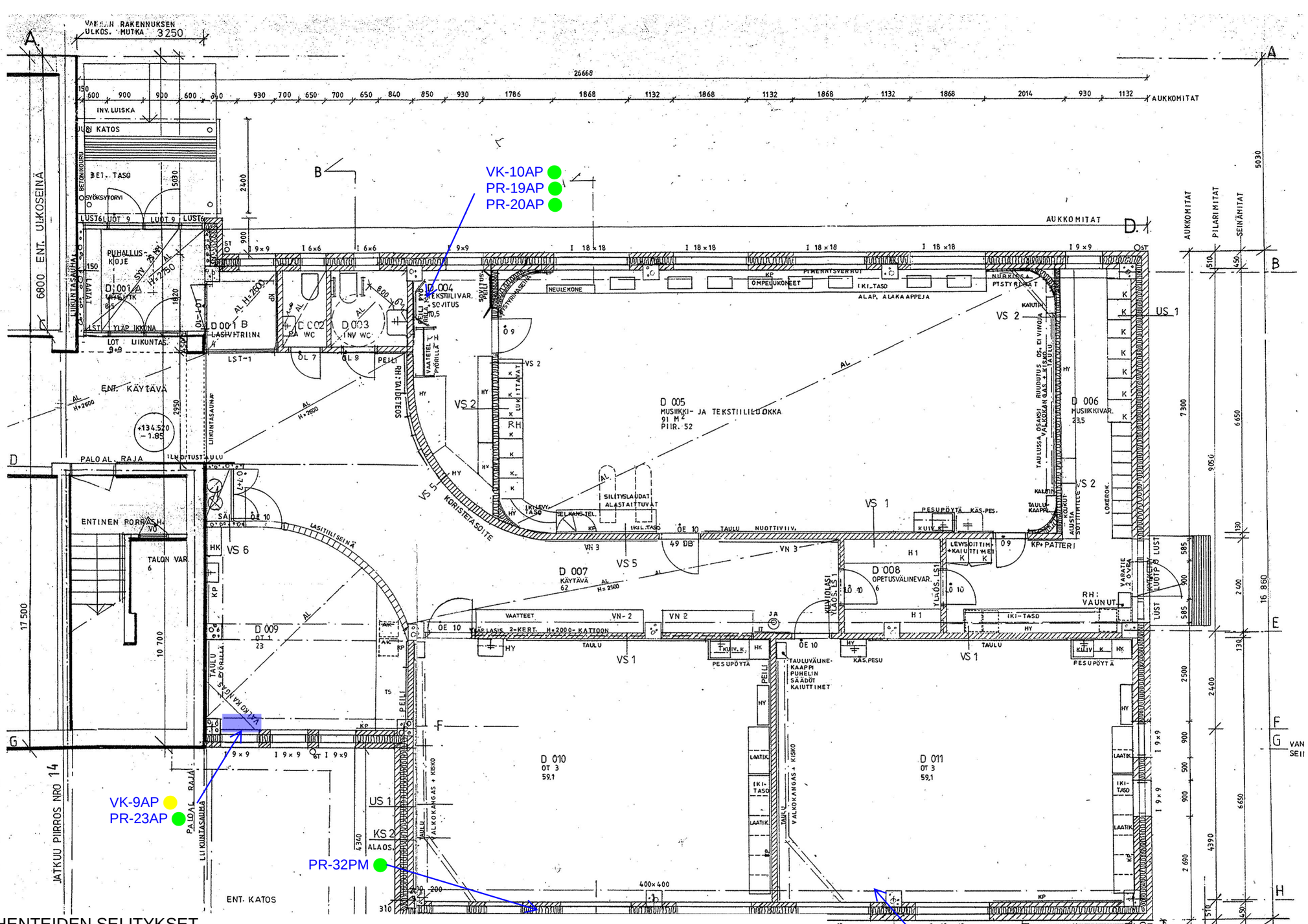
AUKKOMITAT

PILARIMITAT

SEINÄMITAT

26 820

23 720



MERKKIEN JA LYHENTEIDEN SELITYKSET

RAK X-X : Rakenneavaus nro/ rakenneosa AP: Alapohja, VP, Välipohja YP: Yläpohja, US: Ulkoseinä PM: Perusmuuri

PR-X/X : Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus porareikämenetelmällä

VK-X/X : Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus viiltokosteusmittauksella

ΔP xxx : Paine-eromittauksen mittauspiste

: Merkkiainekokeessa havaittu merkittävä ilmavuoto

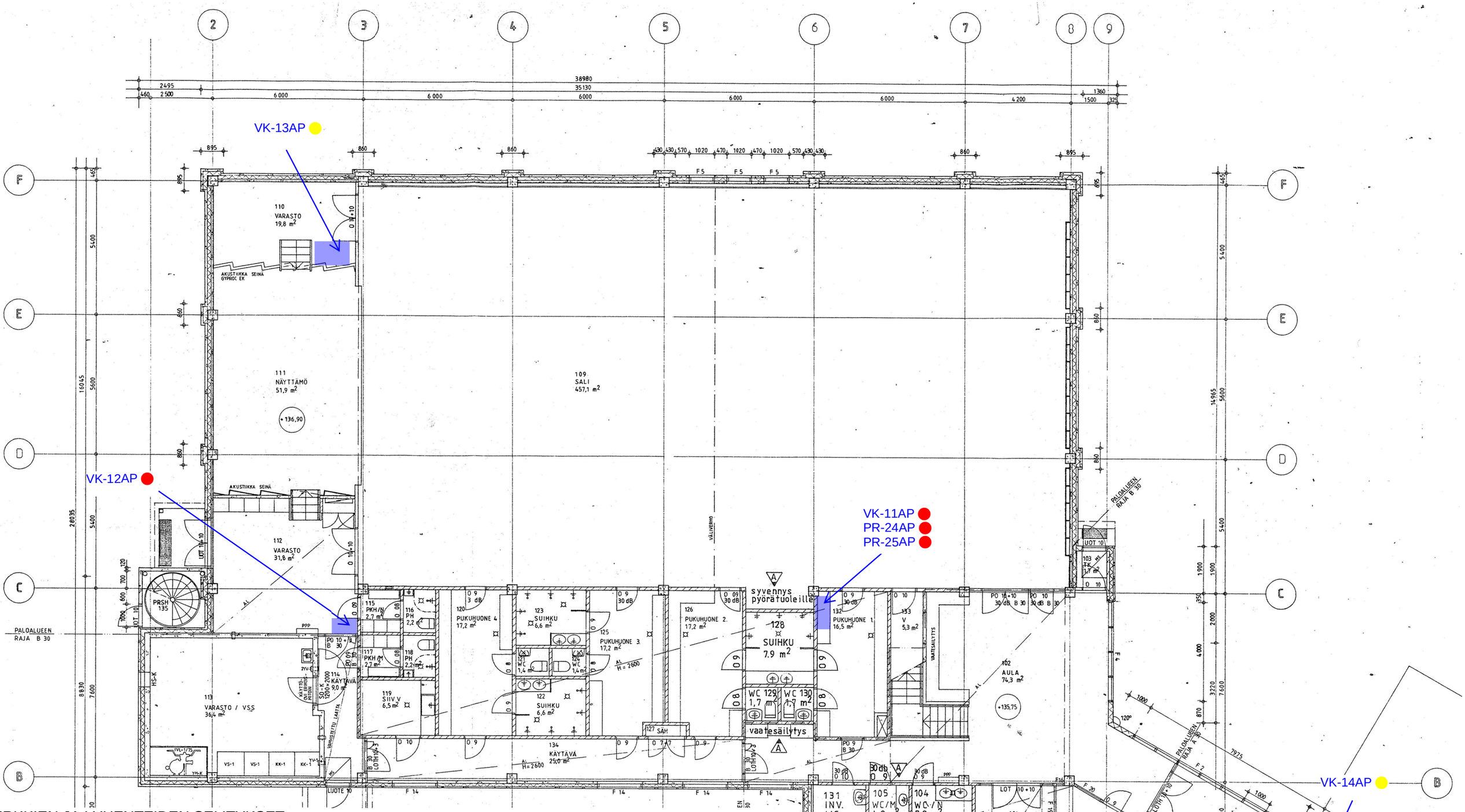
: Merkkiainekokeessa havaittu vähäinen ilmavuoto

: Merkkiainekokeessa havaittu pistemäisiä ilmavuotoja

● : Näytteen tai mittauksen tulos on poikkeava

● : Näyte tai mittaus viittaa lievästi poikkeavaan tulokseen

● : Näytteessä tai mitatuksessa ei ole poikkeavuutta



MERKKIEN JA LYHENTEIDEN SELITYKSET

RAK X-X : Rakenneavaus nro/ rakenneosa AP: Alapohja, VP, Välipohja YP: Yläpohja, US: Ulkoseinä PM: Perusmuuri

PR-X/X : Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus porareikämenetelmällä

VK-X/X : Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus viiltokosteusmittauksella

ΔP xxx : Paine-eromittauksen mittauspiste

: Merkkiainekokeessa havaittu merkittävä ilmavuoto

: Merkkiainekokeessa havaittu vähäinen ilmavuoto

: Merkkiainekokeessa havaittu pistemäisiä ilmavuotoja

● : Näytteen tai mittauksen tulos on poikkeava

● : Näyte tai mittaus viittaa lievästi poikkeavaan tulokseen

● : Näytteessä tai mitatuksessa ei ole poikkeavuutta

NÄYTTÄMÖN YLÄOSA

LIIKUNTASALIN YLÄOSA

AULAN YLÄOSA

204
VARASTO
17,7 m²

205
SIIVVAR
2,0 m²

201
KÄYTÄVÄ
11,2 m²

PRSH
135
5,9 m²

203
VALVOMO
4,7 m²

202
KATSOMO
52,4 m²

206
IV-KONEH.
47,8 m²

207
VARASTO
40,7 m²

208
VARATILA /
AMPUMARATA
63,3 m²

AKUSTIIKKA SEINÄ

VÄLIVERHO

IV-KOTELOINTI

PALOALUEEN RAJA
A 30

PALOALUEEN RAJA
B 30

hätäpoistumistie

SPL

2x paikkaa

22 paikkaa

YLÄIKKUNAT 3 kpl F 6

F 8

F 9

F 10

F 11

F 12

F 13

F 15

F 17

F 21

O 10

O 9
30 dB

PO 10
A 60

PO 10+3
B 30

B 30
PO 10

+138,95

+139,33

5400
5600
16045
4740
5400
7600
8830
3200
460
2500
1040
620
480
1200
1800
3000
3400
800
4200
1500
4540
4740
4250
2000
900
410
430
570
770
1500
6000
37570

LIITE 2

Materiaalien analyysivastauksen kopiot

- Vastaus MB18-00579, Työterveyslaitos
- Vastaus MB18-00755, Työterveyslaitos
- Vastaus QR2018-049, Mikrobioni
- Vastaus MB18-00859, Työterveyslaitos
- Vastaus MB18-00860, Työterveyslaitos
- Vastaus QR2018-074, Mikrobioni

Ramboll Finland Oy
Markus Fränti
Niemenkatu 73
15140 LAHTI

ilac-MRA FINAS Finnish Accreditation Service T013 (EN ISO/IEC 17025)

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Markus Fränti
Näytteenottopaikka: Konnarin koulu, Lammi, Hämeenlinna
Näytteenottopäivämäärä: 5.3.2018
Vastaanottopäivämäärä: 6.3.2018
Näytemäärä: 15 kpl

Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-031)
Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ = runsaasti (50-200 pmy/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 pmy/malja).
Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

Mikrobiryhmät	Kasvatusalustat	Kasvatus-lämpötila	Kasvatus-aika
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

Tutkitut näytteet	Tulosten tulkinta
1. M1-VP, ylälaattap., toja	heikko viite vauriosta
2. M2-VP, alalaattapalkisto, toja, puu	ei viitettä vauriosta
3. M3-VP, alalaattapalkisto, toja	heikko viite vauriosta
4. M4-VP, alalaattapalkisto, puu	vahva viite vauriosta
5. M5-VP, alalaattapalkisto, puu	ei viitettä vauriosta
6. M6-VP, ylälaattap., toja	ei viitettä vauriosta
7. M7-VP, ylälaattap., toja	ei viitettä vauriosta
8. M8-AP, RA-17, toja	heikko viite vauriosta
9. M9-AP, RA-18, puru	vahva viite vauriosta
10. M10, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
11. M11, mineraalivilla	vahva viite vauriosta
12. M12, mineraalivilla	ei viitettä vauriosta
13. M13, mineraalivilla	ei viitettä vauriosta
14. M14, mineraalivilla	ei viitettä vauriosta
15. M15, mineraalivilla	ei viitettä vauriosta

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Analyysitulos:

Näyte	Mesofiiliset sienet						Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		THG-agar	
1.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	*Acremonium**	+(2)	*Penicillium*	+	*Acremonium**	+(1)	Muut bakteerit	+
	Penicillium	+			*Penicillium*	+	*Streptomyces**	+(1)
2.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	*A. versicolor**	+(1)	*Cladosporium*	+	*Penicillium*	+	Muut bakteerit	+
	Penicillium	+	*Penicillium*	+			*Streptomyces**	-
3.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+
	*A. versicolor**	+(1)	*Penicillium*	+			Muut bakteerit	+
	Penicillium	+	Sphaeropsidales*	+(1)			*Streptomyces**	+(14)
4.	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	++++	**Yhteensä**	+
	Penicillium	+++	*Penicillium*	+++	*Penicillium*	++++	Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	+
5.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+
							Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	-
6.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+
	Penicillium	+	*A. versicolor**	+(1)			Muut bakteerit	+
			Penicillium	+			*Streptomyces**	-
7.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+++
	hiivat, vaalea	+			*Penicillium*	+	Muut bakteerit	+++
							*Streptomyces**	-
8.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+++
	*Acremonium**	+(3)	*Verticicladium*	+	*Acremonium**	+(5)	Muut bakteerit	+++
							*Streptomyces**	-
9.	**Yhteensä**	++++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	++++	**Yhteensä**	++++
	*A. ochraceus**	+	*Penicillium*	+++	*A. ochraceus**	+	Muut bakteerit	++++
	*A. versicolor**	+			*Penicillium*	++++	*Streptomyces**	-
	Penicillium	++++						
10.	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	++
	*A. versicolor**	+	*Penicillium*	+++	*Mucor°*	+	Muut bakteerit	++
	Penicillium	+++			*Penicillium*	+++	*Streptomyces**	-
11.	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	+++	**Yhteensä**	++
	Penicillium	+++	*Penicillium*	+++	*Penicillium*	+++	Muut bakteerit	++
							*Streptomyces**	-
12.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
			Penicillium	+	*Penicillium*	+	Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	-
13.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	Penicillium	+	*Penicillium*	+	*Penicillium*	+	Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	-
14.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-
							Muut bakteerit	-
							*Streptomyces**	-
15.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	-
	Penicillium	+			*Penicillium*	+	Muut bakteerit	-
							*Streptomyces**	-

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys -lehti 8/2005, s. 56-59), A. = Aspergillus, Streptomyces = aktinobakteeri (sädesieni), pesäkemäärä ilmoitettu suluissa

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Työympäristölaboratoriot

Maija Kirsi
tuotepäällikkö
Kuopio

Mari Haapakoski
laboratoriomestari
Kuopio

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
375156
MB18-00755
16.4.2018

Ramboll Finland Oy
Markus Fränti
Pakkahuoneenaukio 2
PL 718
33101 TAMPERE

ilac-MRA FINAS Finnish Accreditation Service T013 (EN ISO/IEC 17025)

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Markus Fränti
Näytteenottopaikka: Konnarin koulu, Lammi
Näytteenottopäivämäärä: 26.3.2018
Vastaanottopäivämäärä: 27.3.2018
Näytemäärä: 12 kpl

Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-031)
Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ = runsaasti (50-200 pmy/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 pmy/malja).
Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

Mikrobiryhmät	Kasvatusalustat	Kasvatus-lämpötila	Kasvatus-aika
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

Tutkitut näytteet	Tulosten tulkinta
1. Rive 1, rive-eriste	vahva viite vauriosta
2. Rive 2, rive-eriste	vahva viite vauriosta
3. Rive 3, rive-eriste	heikko viite vauriosta
4. Rive 4, rive-eriste	ei viitettä vauriosta
5. Rive 5, rive-eriste	vahva viite vauriosta
6. Rive 6, rive-eriste	viittaa vaurioon
7. Rive 7, rive-eriste	vahva viite vauriosta
8. Rive 8, rive-eriste	vahva viite vauriosta
9. Rive 9, rive-eriste	vahva viite vauriosta
10. Rive 10, rive-eriste	ei viitettä vauriosta
11. M RA-33, sahanpuru	vahva viite vauriosta
12. M RA-32, orgaaninen aines (lm)	mikrobikasvua

lm=luonnonmateriaali

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Analyysitulos:

Näyte	Mesofiiliset sienet						Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		THG-agar	
1.	**Yhteensä**	**++++**	**Yhteensä**	**++++**	**Yhteensä**	**++++**	**Yhteensä**	**+++**
	Mucor°	+	*A. ustus**	+	*A. versicolor**	+	Muut bakteerit	+++
	Penicillium	++++	*A. versicolor**	+	*Mucor°*	+	*Streptomyces**	-
			Penicillium	++++	*Penicillium*	++++		
2.	**Yhteensä**	**++++**	**Yhteensä**	**++++**	**Yhteensä**	**++++**	**Yhteensä**	**++**
	*A. ustus**	++++	*A. ustus**	+	*A. ustus**	+	Muut bakteerit	++
	Penicillium	+	*Eurotium**	+	*Penicillium*	++++	*Streptomyces**	-
			Penicillium	++++				
3.	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**+**
	*A. versicolor**	+(1)	*Eurotium**	+(1)	*Fusarium**	+(3)	Muut bakteerit	+
	*Fusarium**	+(1)	*Penicillium*	+	*Penicillium*	+	*Streptomyces**	-
	Penicillium	+						
4.	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**++**
	Penicillium	+	*Eurotium**	+(1)	*A. ustus**	+(1)	Muut bakteerit	++
			Penicillium	+	*Penicillium*	+	*Streptomyces**	-
5.	**Yhteensä**	**++++**	**Yhteensä**	**++++**	**Yhteensä**	**++++**	**Yhteensä**	**++**
	Penicillium	++++	*A. sydowii**	+	*A. ustus**	+	Muut bakteerit	++
			*A. ustus**	+	*Penicillium*	++++	*Streptomyces**	-
			Penicillium	++++				
6.	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**++**	**Yhteensä**	**++**
	Penicillium	+	*A. sydowii**	+(2)	*A. ustus**	+(1)	Muut bakteerit	++
			*Eurotium**	+(3)	*Penicillium*	++	*Streptomyces**	-
			Penicillium	+				
			*Ulocladium**	+(1)				
7.	**Yhteensä**	**++++**	**Yhteensä**	**+++**	**Yhteensä**	**+++**	**Yhteensä**	**++**
	Penicillium	++++	*A. versicolor**	+	*A. ustus**	+	Muut bakteerit	++
			Penicillium	+++	*A. versicolor**	+	*Streptomyces**	+
					Penicillium	+++		
8.	**Yhteensä**	**+++**	**Yhteensä**	**++++**	**Yhteensä**	**+++**	**Yhteensä**	**+++**
	*A. ustus**	++	*A. sydowii**	+	*A. sydowii**	++	Muut bakteerit	+++
	Aureobasidium°	+	*A. ustus**	+	*A. ustus**	+	*Streptomyces**	+
	Penicillium	+++	*A. versicolor**	+	*Chaetomium**	+		
			Penicillium	+++	*Penicillium*	++		
					*Ulocladium**	+		
9.	**Yhteensä**	**++++**	**Yhteensä**	**+++**	**Yhteensä**	**+++**	**Yhteensä**	**++**
	Penicillium	++++	*Penicillium*	+++	*A. versicolor**	+	Muut bakteerit	++
					Penicillium	+++	*Streptomyces**	+
10.	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**+**
	Penicillium	+	*Penicillium*	+	*Penicillium*	+	Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	-
11.	**Yhteensä**	**+++**	**Yhteensä**	**+++**	**Yhteensä**	**+++**	**Yhteensä**	**+**
	Penicillium	+++	*Penicillium*	+++	*Penicillium*	+++	Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	-
12.	**Yhteensä**	**++++**	**Yhteensä**	**+++**	**Yhteensä**	**+++**	**Yhteensä**	**++++**
	Penicillium	++++	*Penicillium*	+++	*Penicillium*	+++	Muut bakteerit	++++
							*Streptomyces**	++

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys -lehti 8/2005, s. 56-59), A. = Aspergillus, Streptomyces = aktinobakteeri (sädesieni), pesäkemäärä ilmoitettu suluissa

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Työympäristölaboratoriot

Maija Kirsi
tuotepäällikkö
Kuopio

Kirsi Vedenpää
mikrobiologi
Kuopio

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Markus Fränti
Ramboll Finland Oy
Pakkahuoneenaukio 2
33101 Tampere

FINAS
Finnish Accreditation Service
T288 (EN ISO/IEC 17025)

TULOSRAPORTTI

KOHDE:
Konnarin koulu

NÄYTTEET:
Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Markus Fränti, Ramboll Finland Oy, 26.3.2018. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 27.3.2018 ja qPCR-analyysit on tehty 27.3.2018 ja 28.3.2018.

ANALYYSIT:
qPCR (kvantitatiivinen polymeraasiketjureaktio) menetelmä mittaa sekä elävien, että kuolleiden mikrobien määrää spesifisesti niin, että vain analyysin kohteeksi valitut mikrobit mitataan. Laboratorioon lähetetyistä näytteistä analysoidaan aina seuraavat mikrobiryhmät, joiden pitoisuuksille tulosten tulkinta perustuu: homeet ja hiivat, Penicillium ja Aspergillus (mittaa Penicillium- ja Aspergillus-homesukujen sekä Paecilomyces variotii-lajin edustajat), ja Streptomyces-bakteerisuku (viitteet: US EPA, Rintala ym. 2006).
Lisäksi voidaan pyynnöstä tehdä kaikkien bakteerien määrää (bakteerit) ja Mycobacterium-bakteerisuvun määrää (Mycobacterium) mittaava analyysi (viitteet: Kärkkäinen ym. 2010, Torvinen ym. 2010).

TULOKSEN TULKINTA:
Tulokset tulkitaan käyttäen Mikrobioni Oy:n kokoamaa validointiaineistoa. Validoinnissa samoista näytteistä on analysoitu mikrobit käyttäen Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaista laimennossarjamenetelmää sekä qPCR-menetelmää ja tuloksia on verrattu keskenään.

qPCR-menetelmän tulos vastaa Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen laimennossarjaviljelyn tulostulkinnan ohjearvoja siten, että qPCR-tulos viittaa homeiden ja hiivojen osalta mikrobikasvuun, jos kaikkien homeiden ja hiivojen pitoisuus ylittää 100 000 CE/g tai Penicillium/Aspergillus/P.variotii-ryhmän pitoisuus ylittää 60 000 CE/g. Tulkintana on epäily mikrobikasvusta silloin kun homeiden ja hiivojen pitoisuus on välillä 10 000 - 100 000 CE/g tai Penicillium/Aspergillus/P.variotii-ryhmän pitoisuus on välillä 10 000 - 60 000 CE/g.

Sädesienille ei ole tällä hetkellä käytössä koko ryhmän kattavaa qPCR-menetelmää. Streptomyces sp. on yksi yleisimmistä rakennuksissa esiintyvistä sädesienistä ja sen esiintyminen yli 6 000 CE/g pitoisuuksina viittaa sädesienikasvuun materiaalissa. Pitoisuudet 3 000 - 6 000 CE/g tulkitaan epäilyksi.

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Mikrobioni Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

MÄÄRITYSRAJA:
Menetelmien määritysrajat vaihtelevat riippuen näytemateriaalista ja menetelmästä. Määritysrajat on ilmoitettu jokaisen näytteen kohdalla tulostaulukossa.

MITTAUSEPÄVARMUUS:
Laboratorion menetelmäkohtainen mittausepävarmuus on Yleishome-menetelmälle 40 %, Penicillium/Aspergillus -menetelmälle 26 %, Streptomyces -menetelmälle 24 % ja Mykobakteeri -menetelmälle 0 %. Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa.

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

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	MRA-23, puru, alalaattapalkiston eristetila	suuret home- ja sädesienipitoisuudet	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	MRA-24, puu/olki, alalaattapalkiston eristetila	suuri home-, pieni sädesienipitoisuus	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	MRA-25, puru, alalaattapalkiston eristetila	suuri home-, pieni sädesienipitoisuus	selvä mikrobikasvu materiaalissa

Lisätietoja:
Luonnosta peräisin olevissa materiaaleissa, kuten oljissa 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, 28.3.2018

Helena Rintala

Mikrobioni Oy

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Mikrobioni Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

ANALYYSITULOKSET:

CE (cell equivalent) = soluekvivalentti; itiö, rihmaston osa, tms. solu tai solun osa, jossa on DNA:ta

< mr = alle määritysrajan

+ = pieni pitoisuus (tulos menetelmän lineaarisen mittausalueen ulkopuolella, jolloin kvantitointi ei ole luotettava).

Tulokset on ilmoitettu kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

Näyte: MRA-23, puru, alalaattapalkiston eristetila (tutkimustunnus: QR180214)

HOMEET	Pitoisuus (CE/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (CE/g)
Homeet ja hiivat	**1900000**	**Streptomyces**	**17000000**
Penicillium ja Aspergillus	**1600000**	Mycobacterium	21000000

Määritysrajat näytteelle ovat Homeet ja hiivat 4400 CE/g, Penicillium ja Aspergillus 6100 CE/g, Streptomyces 5400 CE/g ja Mycobacterium 23000 CE/g.

Näyte: MRA-24, puu/olki, alalaattapalkiston eristetila (tutkimustunnus: QR180215)

HOMEET	Pitoisuus (CE/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (CE/g)
Homeet ja hiivat	**460000**	Streptomyces	+
Penicillium ja Aspergillus	**320000**	Mycobacterium	< mr

Määritysrajat näytteelle ovat Homeet ja hiivat 1000 CE/g, Penicillium ja Aspergillus 1400 CE/g, Streptomyces 1200 CE/g ja Mycobacterium 5400 CE/g.

Näyte: MRA-25, puru, alalaattapalkiston eristetila (tutkimustunnus: QR180216)

HOMEET	Pitoisuus (CE/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (CE/g)
Homeet ja hiivat	**410000**	Streptomyces	+
Penicillium ja Aspergillus	**400000**	Mycobacterium	< mr

Määritysrajat näytteelle ovat Homeet ja hiivat 5700 CE/g, Penicillium ja Aspergillus 7900 CE/g, Streptomyces 6900 CE/g ja Mycobacterium 30000 CE/g.

VIITTEET:

Pietarinen V-M, H. Rintala, A. Hyvärinen, U. Lignell, P. Kärkkäinen and A. Nevalainen. 2008. Quantitative PCR of fungi and bacteria in building materials and comparison to culture-based analysis. Journal of Environmental Monitoring 10:655 - 663.

Rintala H. and A. Nevalainen. 2006. Quantitative measurement of streptomycetes using real-time PCR. Journal of Environmental Monitoring 8:745-749.

Kärkkäinen, P. M. Valkonen, A. Hyvärinen, A. Nevalainen and H. Rintala. 2010. Determination of bacterial load in house dust using qPCR methods, chemical markers and culture. Journal of Environmental Monitoring 12, 759-768.

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Mikrobioni Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

Torvinen, E., P. Torkko, A. Nevalainen and H. Rintala. 2010. Real-time PCR detection of environmental mycobacteria in house dust. Journal of Microbiological Methods 82:78-84.

US Environmental protection Agency (http://www.epa.gov/microbes/moldtech.htm#primers)

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Mikrobioni Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
375762
MB18-00859
2.5.2018

Ramboll Finland Oy
Tiina Janhunen
Niemenkatu 73
15140 LAHTI

FINAS Finnish Accreditation Service T013 (EN ISO/IEC 17025)

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Tiina Janhunen
Näytteenottopaikka: Konnarin koulu
Näytteenottopäivämäärä: 5.4.2018
Vastaanottopäivämäärä: 11.4.2018
Näytemäärä: 8 kpl

Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-031) Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ = runsaasti (50-200 pmy/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 pmy/malja).
Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

Mikrobiryhmät	Kasvatusalustat	Kasvatus-lämpötila	Kasvatus-aika
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

Tutkitut näytteet	Tulosten tulkinta
1. Liikuntasalin käytävä 134, ulkoseinän alaosa, villaeriste	ei viitettä vauriosta
2. Liikuntasalin käytävä 134, ulkoseinä ikkunan päältä, villaeriste	ei viitettä vauriosta
3. Liikuntasalin varasto 110, ulkoseinän alaosa, villaeriste	ei viitettä vauriosta
4. Liikuntasali 109, ulkoseinän alaosa (pitkä sivu), villaeriste	ei viitettä vauriosta
5. Liikuntasali 109, ulkoseinän alaosa (pitkä sivu), villaeriste	ei viitettä vauriosta
6. Liikuntasali 109, ulkoseinän alaosa (päätyseinä), villaeriste	ei viitettä vauriosta
7. Liikuntasali 109, väliseinän alaosa, villaeriste	ei viitettä vauriosta
8. Liikuntasalin aula 102, ulkoseinä, villaeriste	heikko viite vauriosta

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Analyysitulos:

Näyte	Mesofiiliset sienet						Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		THG-agar	
1.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	-
	Penicillium	+	*A. restrictus**	+(1)	*Penicillium*	+	Muut bakteerit	-
							*Streptomyces**	-
2.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+
							Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	-
3.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-
							Muut bakteerit	-
							*Streptomyces**	-
4.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	+
							Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	-
5.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-
							Muut bakteerit	-
							*Streptomyces**	-
6.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-
							Muut bakteerit	-
							*Streptomyces**	-
7.	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-	**Yhteensä**	-
							Muut bakteerit	-
							*Streptomyces**	-
8.	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+	**Yhteensä**	+
	Penicillium	+	*A. restrictus**	+(1)	*A. fumigatus**	+(1)	Muut bakteerit	+
			*Eurotium**	+(2)	*A. versicolor**	+(1)	*Streptomyces**	-
			Penicillium	+	*Chaetomium**	+(1)		
					Penicillium	+		

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, A. = Aspergillus, Streptomyces = aktinobakteeri (sädesieni), pesäkemäärä ilmoitettu suluissa

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Työympäristölaboratoriot

Maija Kirsi
tuotepäällikkö
Kuopio

Virpi Turunen
laboratoriomestari
Kuopio

Tiedoksi:

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

markus.franti@ramboll.fi

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos

Analyysivastaus
375774
MB18-00860
2.5.2018

Ramboll Finland Oy
Markus Fränti
Pakkahuoneenaukio 2
PL 718
33101 TAMPERE

ilac-MRA FINAS Finnish Accreditation Service T013 (EN ISO/IEC 17025)

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Markus Fränti
Näytteenottopaikka: Konnarin koulu
Näytteenottopäivämäärä: 9.4.2018
Vastaanottopäivämäärä: 11.4.2018
Näytemäärä: 3 kpl

Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (MIKROB-TY-031) Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla.
Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ = runsaasti (50-200 pmy/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 pmy/malja).
Asumisterveysasetus (545/2015), Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä. Finas testauslaboratorio T013, SFS ISO/IEC 17025.

Mikrobiryhmät	Kasvatusalustat	Kasvatus-lämpötila	Kasvatus-aika
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

Tutkitut näytteet

1. M, yläpohja 1, puru
2. M, yläpohja 2, puru
3. M, matto 1, muovimatto

Tulosten tulkinta

vahva viite vauriosta
viittaa vaurioon
ei viitettä vauriosta

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Analyysitulos:

Näyte	Mesofiiliset sienet						Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		THG-agar	
1.	**Yhteensä**	**+++**	**Yhteensä**	**+++**	**Yhteensä**	**+++**	**Yhteensä**	**++**
	Penicillium	+++	*Penicillium*	+++	*Penicillium*	+++	Muut bakteerit	++
							*Streptomyces**	-
2.	**Yhteensä**	**++**	**Yhteensä**	**++**	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**+++**
	*Fusarium**	+(1)	*Mucor°*	+(3)	*Aureobasidium°*	+(1)	Muut bakteerit	+++
	Mucor°	+(6)	*Penicillium*	+	*Mucor°*	+(1)	*Streptomyces**	-
	Penicillium	++			*Penicillium*	+		
3.	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**+**	**Yhteensä**	**+**
	Penicillium	+	*Penicillium*	+	*Penicillium*	+	Muut bakteerit	+
							*Streptomyces**	-

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys -lehti 8/2005, s. 56-59), Streptomyces = aktinobakteeri (sädesieni), pesäkemäärä ilmoitettu suluissa

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Valvira). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Työympäristölaboratoriot

Maija Kirsi
tuotepäällikkö
Kuopio

Mari Haapakoski
laboratoriomestari
Kuopio

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos
70032 TYÖTERVEYSLAITOS, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi

Markus Fränti
Ramboll Finland Oy
Pakkahuoneenaukio 2
33101 Tampere

FINAS
Finnish Accreditation Service
T288 (EN ISO/IEC 17025)

TULOSRAPORTTI

KOHDE:
Konnarin koulu 1510040152

NÄYTTEET:
Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Markus Fränti, Ramboll Finland Oy, 8.5.2018. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 9.5.2018 ja qPCR-analyysit on tehty 11.5.2018.

ANALYYSIT:
qPCR (kvantitatiivinen polymeraasiketjureaktio) menetelmä mittaa sekä elävien, että kuolleiden mikrobien määrää spesifisesti niin, että vain analyysin kohteeksi valitut mikrobit mitataan. Laboratorioon lähetetyistä näytteistä analysoidaan aina seuraavat mikrobiryhmät, joiden pitoisuuksille tulosten tulkinta perustuu: homeet ja hiivat, Penicillium ja Aspergillus (mittaa Penicillium- ja Aspergillus-homesukujen sekä Paecilomyces variotii-lajin edustajat), ja Streptomyces-bakteerisuku (viitteet: US EPA, Rintala ym. 2006).
Lisäksi voidaan pyynnöstä tehdä kaikkien bakteerien määrää (bakteerit) ja Mycobacterium-bakteerisuvun määrää (Mycobacterium) mittaava analyysi (viitteet: Kärkkäinen ym. 2010, Torvinen ym. 2010).

TULOKSEN TULKINTA:
Tulokset tulkitaan käyttäen Mikrobioni Oy:n kokoamaa validointiaineistoa. Validoinnissa samoista näytteistä on analysoitu mikrobit käyttäen Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaista laimennossarjamenetelmää sekä qPCR-menetelmää ja tuloksia on verrattu keskenään.

qPCR-menetelmän tulos vastaa Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen laimennossarjaviljelyn tulostulkinnan ohjearvoja siten, että qPCR-tulos viittaa homeiden ja hiivojen osalta mikrobikasvuun, jos kaikkien homeiden ja hiivojen pitoisuus ylittää 100 000 CE/g tai Penicillium/Aspergillus/P.variotii-ryhmän pitoisuus ylittää 60 000 CE/g. Tulkintana on epäily mikrobikasvusta silloin kun homeiden ja hiivojen pitoisuus on välillä 10 000 - 100 000 CE/g tai Penicillium/Aspergillus/P.variotii-ryhmän pitoisuus on välillä 10 000 - 60 000 CE/g.

Sädesienille ei ole tällä hetkellä käytössä koko ryhmän kattavaa qPCR-menetelmää. Streptomyces sp. on yksi yleisimmistä rakennuksissa esiintyvistä sädesienistä ja sen esiintyminen yli 6 000 CE/g pitoisuuksina viittaa sädesienikasvuun materiaalissa. Pitoisuudet 3 000 - 6 000 CE/g tulkitaan epäilyksi.

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Mikrobioni Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

MÄÄRITYSRAJA:
Menetelmien määritysrajat vaihtelevat riippuen näytemateriaalista ja menetelmästä. Määritysrajat on ilmoitettu jokaisen näytteen kohdalla tulostaulukossa.

MITTAUSEPÄVARMUUS:
Laboratorion menetelmäkohtainen mittausepävarmuus on Yleishome-menetelmälle 40 %, Penicillium/Aspergillus -menetelmälle 26 %, Streptomyces -menetelmälle 24 % ja Yleisbakteeri -menetelmälle 63 %. Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa.

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

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	M/YP B-osa 1, Purueriste, YLÄPOHJA	suuret home- ja sädesienipitoisuudet	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M/YP B-osa 2, Purueriste, YLÄPOHJA	pieni homepitoisuus, kuitenkin yli 10 000 CE/g, sädesienipitoisuus alle määritysrajan	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	M/YP B/C osa, Purueriste, YLÄPOHJA	suuret home- ja sädesienipitoisuudet	selvä mikrobikasvu materiaalissa

Lisätietoja:
Luonnosta peräisin olevissa materiaaleissa, kuten purussa 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, 11.5.2018

Helena Rintala

Mikrobioni Oy

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Mikrobioni Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

ANALYYSITULOKSET:

CE (cell equivalent) = soluekvivalentti; itiö, rihmaston osa, tms. solu tai solun osa, jossa on DNA:ta

< mr = alle määritysrajan

+ = pieni pitoisuus (tulos menetelmän lineaarisen mittausalueen ulkopuolella, jolloin kvantitointi ei ole luotettava).

Tulokset on ilmoitettu kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

Näyte: M/YP B-osa 1, Purueriste, YLÄPOHJA (tutkimustunnus: QR180294)

HOMEET	Pitoisuus (CE/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (CE/g)
Homeet ja hiivat	**360000**	**Streptomyces**	**510000**
Penicillium ja Aspergillus	**290000**	Bakteerit	1100000

Määritysrajat näytteelle ovat Homeet ja hiivat 740 CE/g, Penicillium ja Aspergillus 1000 CE/g, Streptomyces 900 CE/g ja Bakteerit 1700 CE/g.

Näyte: M/YP B-osa 2, Purueriste, YLÄPOHJA (tutkimustunnus: QR180295)

HOMEET	Pitoisuus (CE/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (CE/g)
Homeet ja hiivat	45000	Streptomyces	< mr
Penicillium ja Aspergillus	57000	Bakteerit	< mr

Määritysrajat näytteelle ovat Homeet ja hiivat 570 CE/g, Penicillium ja Aspergillus 780 CE/g, Streptomyces 680 CE/g ja Bakteerit 1300 CE/g.

Näyte: M/YP B/C osa, Purueriste, YLÄPOHJA (tutkimustunnus: QR180296)

HOMEET	Pitoisuus (CE/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (CE/g)
Homeet ja hiivat	140000	**Streptomyces**	**22000**
Penicillium ja Aspergillus	**94000**	Bakteerit	< mr

Määritysrajat näytteelle ovat Homeet ja hiivat 800 CE/g, Penicillium ja Aspergillus 1100 CE/g, Streptomyces 970 CE/g ja Bakteerit 1800 CE/g.

Menetelmän mittausepävarmuus huomioiden näytteen Homeet ja hiivat -tulos voi olla <100 000 CE/g.

VIITTEET:

Pietarinen V-M, H. Rintala, A. Hyvärinen, U. Lignell, P. Kärkkäinen and A. Nevalainen. 2008. Quantitative PCR of fungi and bacteria in building materials and comparison to culture-based analysis. Journal of Environmental Monitoring 10:655 - 663.

Rintala H. and A. Nevalainen. 2006. Quantitative measurement of streptomycetes using real-time PCR. Journal of Environmental Monitoring 8:745-749.

Kärkkäinen, P. M. Valkonen, A. Hyvärinen, A. Nevalainen and H. Rintala. 2010. Determination of bacterial load in house dust using qPCR methods, chemical markers and culture. Journal of Environmental Monitoring 12, 759-768.

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Mikrobioni Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

Torvinen, E., P. Torkko, A. Nevalainen and H. Rintala. 2010. Real-time PCR detection of environmental mycobacteria in house dust. Journal of Microbiological Methods 82:78-84.

US Environmental protection Agency (http://www.epa.gov/microbes/moldtech.htm#primers)

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Mikrobioni Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

LIITE 3

- Pölyn koostumuksen analyysivastaukset Työterveyslaitos 375776

Työterveyslaitos

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 375776
12.4.2018

Ramboll Finland Oy
Markus Fränti
Pakkahuoneenaukio 2
PL 718
33101 TAMPERE

Pölyn koostumus

Analyysin kuvaus:	Pölyn koostumuksen määritys elektronimikroskoopilla
Käsittelijä(t):	Esa Vanhala
Asiakkaan viite:	Konnarin koulu

Analysointimenetelmä

Muovipussiin pyyhintämenetelmällä kerätty pölynäyte tai edustava osa siitä suodatettiin tislatulla vedellä kalvosuodattimelle, joka päällystettiin kullalla ja analysoitiin elektronimikroskoopilla ja siihen liitetyllä energiadispersiivisellä spektrometrillä (EDS). Suodattimelta tutkittiin seuraavien hiukkastyyppien esiintyminen näytteessä: tavanomainen huonepöly, karkea ulkoilmapöly, teolliset mineraalikuidut, rakennusmateriaalipöly, puupöly, metallipöly ja homeitiöt (ilman lajimääritystä). Analyysiin voitiin analysoijan harkinnan mukaan sisällyttää myös muita hiukkastyyppejä, mikäli kyseisiä hiukkasia esiintyi enemmän kuin vähäisiä määriä ja/tai niillä voi olla vaikutusta ilmanvaihtojärjestelmän toimintaan tai tilojen käyttäjien terveyteen. Hiukkastyypit tunnistettiin hiukkasten ulkomuodon ja/tai alkuainekoostumuksen perusteella. Menetelmä ei sovellu sellaisten orgaanisten hiukkasten analysointiin, joilla ei ole tunnusomaista muotoa.

Pintapölynäytteen analyysituloksissa ilmoitetaan näytteen sisältämät hiukkastyypit siltä osin kun näytteen koostumus poikkeaa tavanomaisen huonepölyn koostumuksesta. Tuloilmakanavanäytteen tuloksissa ilmoitetaan näytteen sisältämät hiukkastyypit. Kunkin hiukkastyypin osuus näytteessä on arvioitu silmämääräisesti kolmiportaisella asteikolla (sisältää vähäisiä määriä/sisältää/sisältää runsaasti), poikkeuksena teolliset mineraalikuidut joiden osuus on arvioitu painoprosentteina.

TYÖTERVEYSLAITOS **ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375776

Tulokset

AE18-00152

Mittauspaikka: Konnarin koulu
Näytteenottoaika:

Mittauskohde 1: PPK-1 Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.
Mittauskohde 2: PPK-2 Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.
Mittauskohde 3: PPK-3 Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.
Mittauskohde 4: PPK-4 Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.
Mittauskohde 5: PPK-5 Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.
Mittauskohde 6: PPK-6 Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.
Mittauskohde 7: PPK-7 Näyte sisältää tavanomaista huonepölyä.

Tavanomainen huonepöly koostuu lähinnä tekstiili- ja paperikuiduista sekä hilsehiukkasista.

Tulosten tarkastelu

Näytteissä ei havaittu asbestikuituja.

TYÖTERVEYSLAITOS **ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 375776

Työympäristön kehittämispalvelut

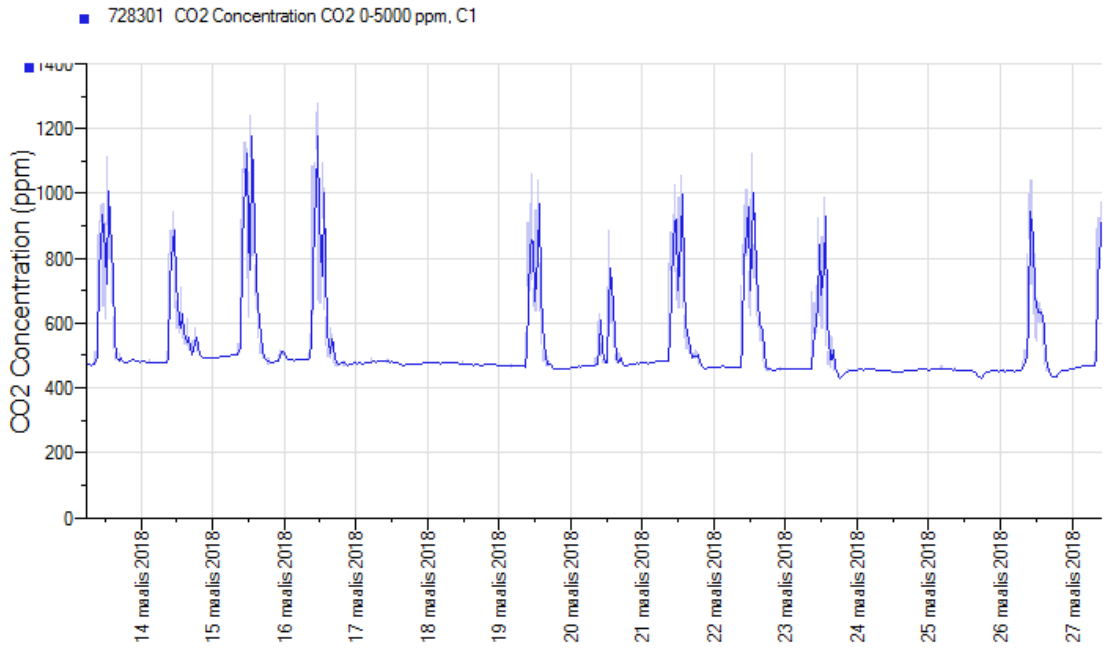
Heli Lallukka	Esa Vanhala
tuotepäällikkö	tutkija
Helsinki	Helsinki

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

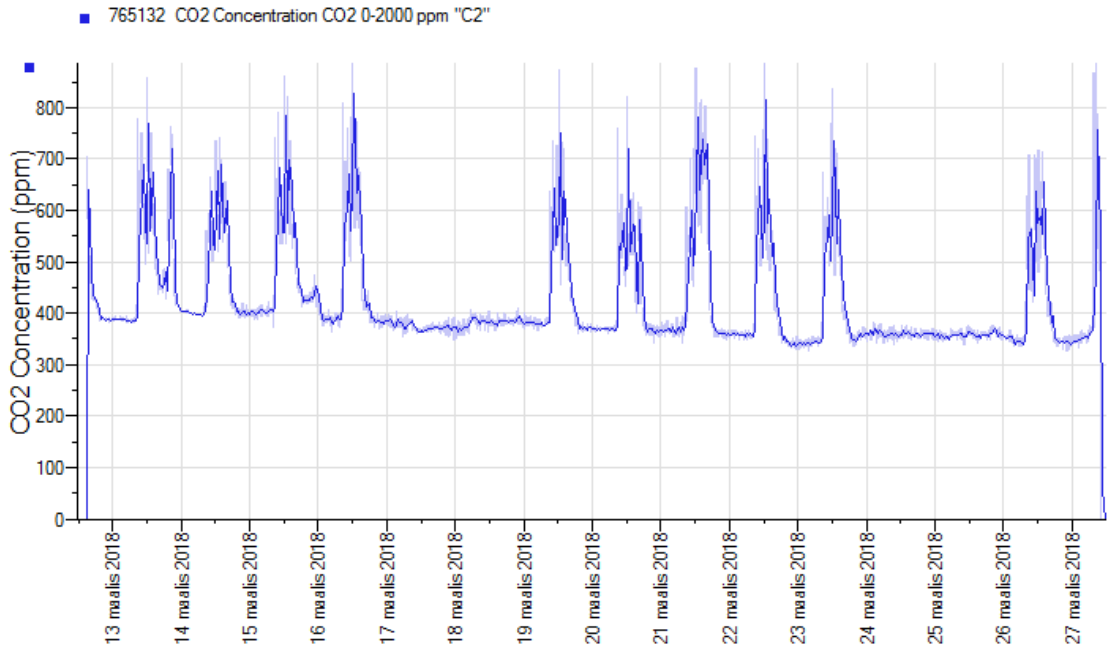
LIITE 4

Olosuhdemittausten kaaviot
- Hiilidioksidi
- Paine-ero

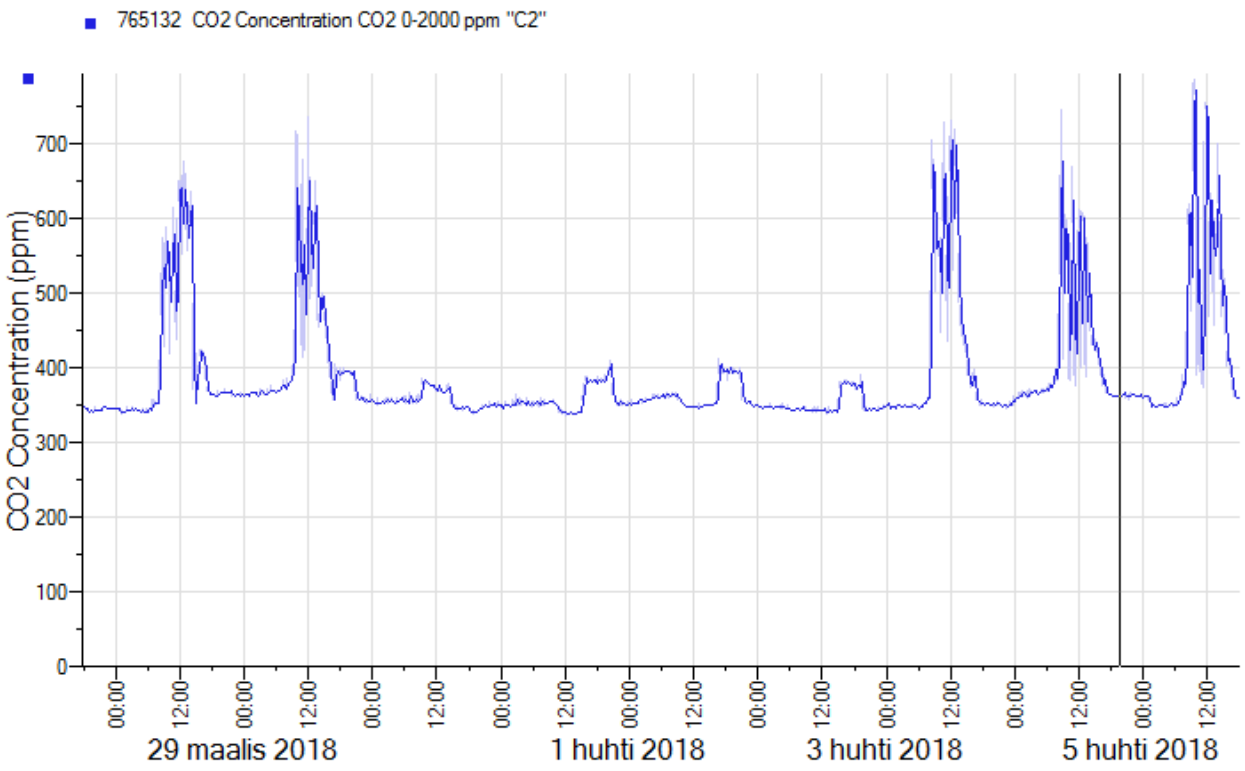
Kaavio 1. Hiilidioksiditasot luokasta A2 4



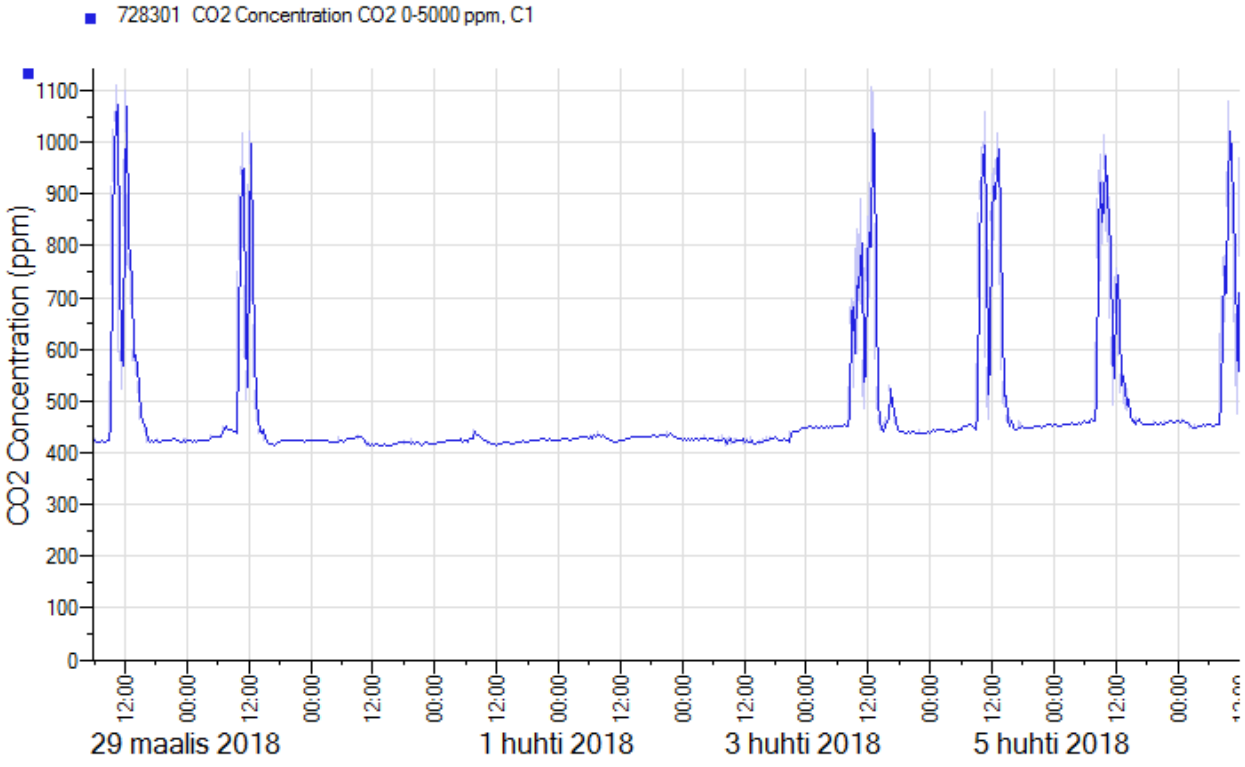
Kaavio 2. Hiilidioksiditasot opettajien huoneesta



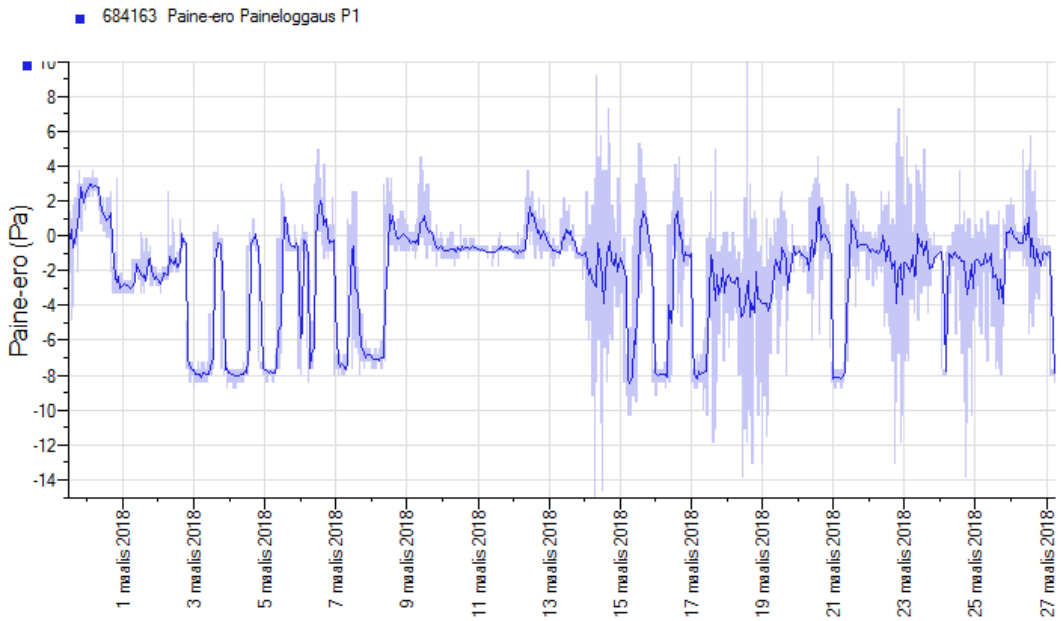
Kaavio 3. Hiilidioksiditasot luokasta 108 (Tirmula)



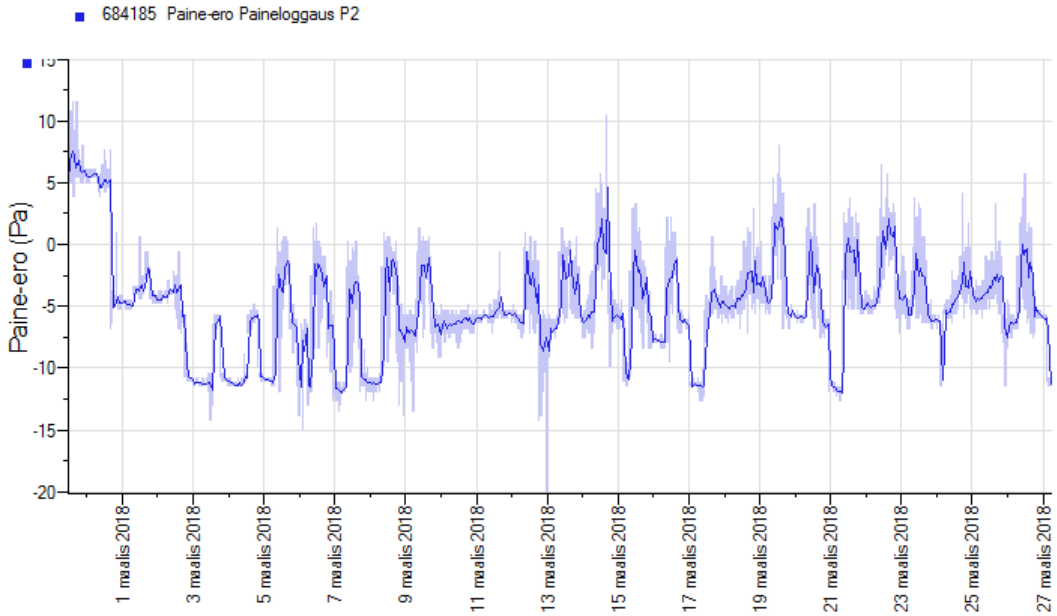
Kaavio 4. Hiilidioksiditasot luokasta D 106 (E-Siipi)



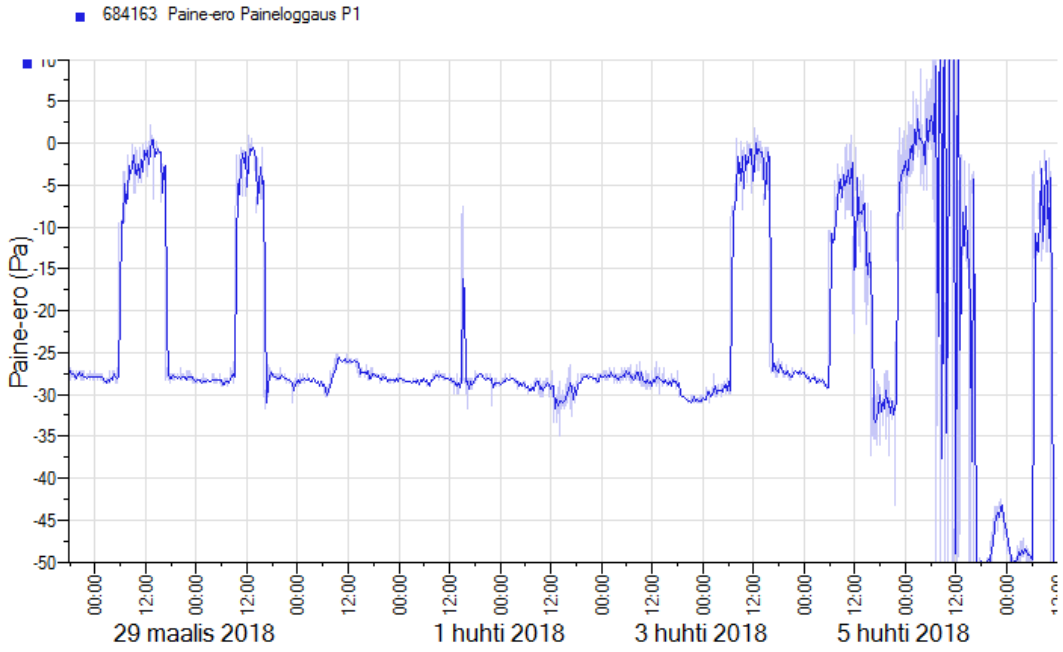
Kaavio 1. Paine-eromittaus luokasta A12



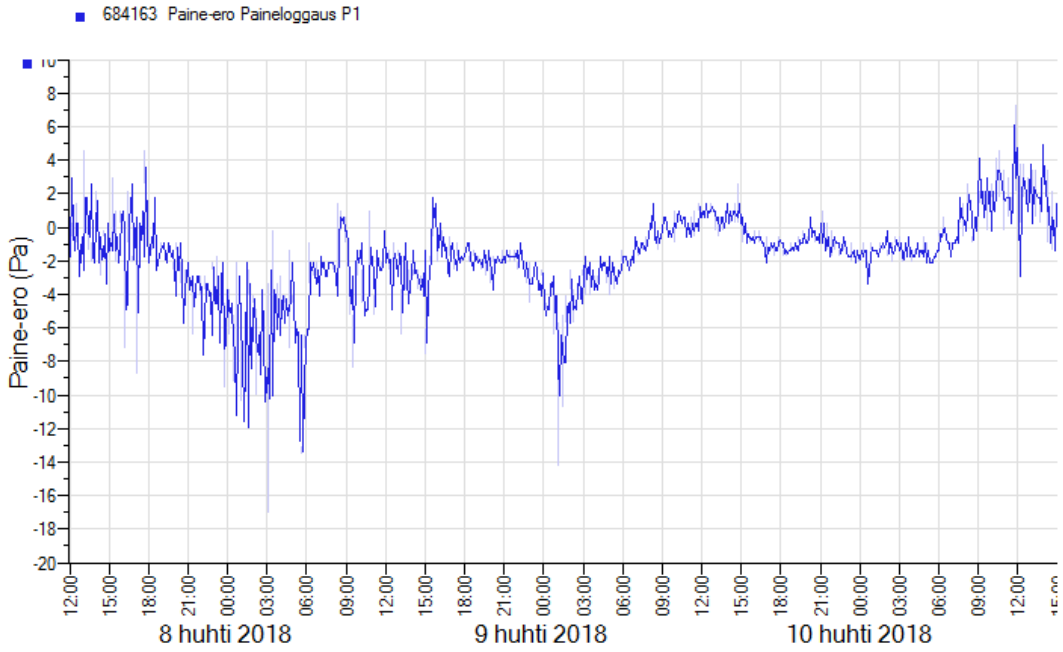
Kaavio 2. Paine-eromittaus opettajan huoneesta



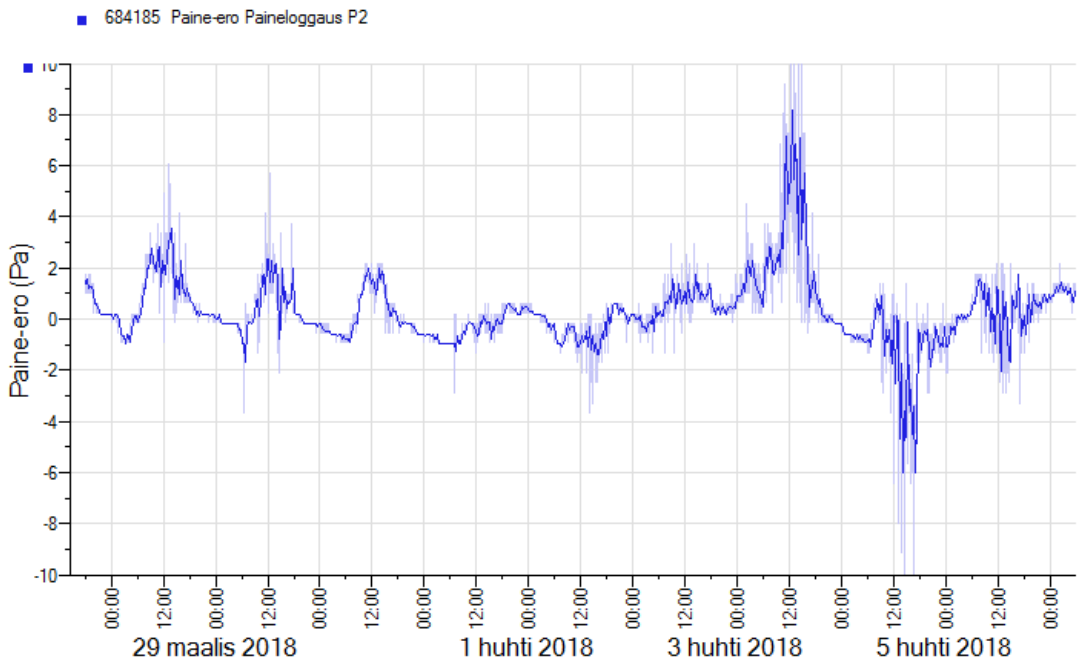
Kaavio 3. Paine-eromittaus luokasta 108 (Tirmula)



Kaavio 4. Paine-eromittaus liikuntasalista (E-Siipi)



Kaavio 5. Paine-eromittaus luokasta D106 (D-Siipi)


684185 Paine-ero Paineloggaus P2
Paine-ero (Pa)
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
00:00
12:00
29 maalis 2018
1 huhti 2018
3 huhti 2018
5 huhti 2018