

Vantaan ammattiopisto Varia, Hiekkaharjun toimipiste

Tennistie 1, 01370 Vantaa

Rakenne- ja sisäilmatekniset lisäselvitykset altistumisolosuhteiden arviointia varten

21.8.2023

Työnro 2422539

Ins. (AMK) Saija Korpi



Tiivistelmä

Tutkimusten kohteena oli Vantaan ammattiopisto Varian Hiekkaharjussa sijaitseva, vuonna 1963 valmistunut ja vuonna 2009 laajennettu opetuskiinteistö. Rakennuksen osiin on suoritettu kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus vuonna 2021 (2021.04.07, Varia Hiekkaharju kuntotutkimusraportti, FCG Finnish Consulting Group Oy). Tutkimukset on suoritettu peruskorjaustyön hankesuunnittelun lähtötiedoiksi.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on täydentää aiemmin suoritettuja tutkimuksia siten, että rakennuksen osiin A, B ja G on mahdollista suorittaa Altistumisolosuhteiden arviointi Työterveyslaitoksen vuonna 2017 laatimien ohjeiden mukaisesti. Tutkimusten yhteydessä on erityisesti selvitetty rakenteiden ilmatiiveyttä merkkiainekokeiden avulla, tutkittu toja-eristeiden esiintymistä alapohja- ja välipohjarakenteissa sekä selvitetty A2- ja B-siipien yläpohjarakenteen kuntoa. Tutkimuksissa on myös varmennettu tiettyjen rakenteiden rakennetyyppejä peruskorjausta varten. Lisäksi on selvitetty erityisesti B-siipeä palvelevien ilmanvaihtokoneiden kuntoa IV-kuntotutkimuksen avulla. Sisäilmaolosuhteita on seurattu Vantaan kaupungin kohteeseen asentaman etäluettavan seurantajärjestelmän avulla (720° -järjestelmä).

Tutkimusten perustella maanvastaiset alapohjarakenteet ovat monin paikoin kosteusteknisesti riskialttiita, lämpö- ja kosteuseristämättömiä betonirakenteita ja paikoin alapohjarakenteiden reuna-alueilla olevissa toja-eristeissä esiintyy mikrobivaurioita. Mikrobivaurioituneista alapohjan toja-eristeistä voi tapahtua ilmavuotoja sisäilmaan päin tilojen ollessa alipaineisia ulkoilmaan/ alapohjarakenteen eristetilaan nähden. Alkuperäisissä alapohjarakenteissa vedeneristeenä toimivan bitumisivelyn keskimääräinen tekninen käyttöikä on ylittynyt ja paikoin alkuperäisissä alapohjissa ei todettu bitumisivelyä ollenkaan, minkä johdosta alapohjarakenteissa esiintyy poikkeavaa kosteutta eri puolilla rakennusta. Tutkimusten perusteella alapohjarakenteita on uusittu eri puolilla rakennusta, mutta korjatuillakin alapohjarakenteiden alueilla esiintyy sisäilmaan liittyviä riskejä (ilmavuodot rakenteista ja lahovaurioituneet vanerit EPS-eristeiden alla).

Aiempien tutkimusten perusteella ulkoseinärakenteiden mineraalivilla- ja korkkieristeissä sekä sokkelihalkaisujen toja-eristeissä esiintyy monin paikoin mikrobivaurioita. Mikrobivaurioita on todettu erityisesti A-osan 2. kerroksen sokkeli- ja ulkoseinärakenteissa sekä B-siiven 1. ja 2. kerroksen etelän puoleisissa ulkoseinärakenteissa. Merkkiainekokeiden perusteella ulkoseinärakenteissa esiintyy selviä ilmavuotoreittejä, ja ulkoseinärakenteiden mikrobivaurioituneista lämmöneristeistä tapahtuvat ilmavuodot voivat heikentää sisäilman laatua. Todettuihin ilmavuotoihin vaikuttaa merkittävästi tilojen painesuhde ulkoilmaan nähden. Painesuhde- ja ilmamäärämittausten perusteella ilmavuodot ulkovaipparakenteista ovat mahdollisia erityisesti A1- siivessä, koska ko. osa on pääsääntöisesti ulkoilmaan nähden hiukan alipaineinen. Yksittäisissä luokkatiloissa alipaineisuus ylittää ajoittain Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan, joka on -15 Pascalia. Painesuhde- ja ilmamäärämittausten perusteella A2- ja B-siivissä luokkatilat ovat pääsääntöisesti ulkoilmaan nähden ylipaineisia, mikä vähentää/ estää rakenteista tapahtuvia ilmavuotoja (pl. IV-koneen TK28 palvelualue).

A-siiven 3. kerroksen ulkoseinärakenteisiin on tehty tiivistyskorjauksia rakenteista tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi. Merkkiainekokeiden perusteella voidaan todeta, että tiivistyskorjatuissa ulkoseinärakenteissa esiintyy vain pistemäisiä ilmavuotokohtia, jotka sijoittuvat erityisesti ikkunakamien sormiliitosten läheisyyteen.

Alkuperäisten rakennepiirustusten perusteella oli mahdollista, että nykyisen kirjaston A231 alueella välipohjarakenteessa ulkoseinärakenteiden läheisyydessä olisi eristemateriaalina toja. Tutkimuksen perusteella välipohjarakenteissa aiemmin mahdollisesti olleet toja-eristeet on purettu tai eristeitä ei ole koskaan ollutkaan. Kirjaston kohdalle välipohjaan pintalaatan alta (pintalaatan ja kantavan laatan välissä pieni ilmarako) tapahtui ilmavuotoja sisäilmaan päin.

A-siiven yläpohjarakenteiden kuntoa on tutkittu aiempien tutkimusten yhteydessä, eikä A-siiven alueella yläpohjan lämmöneristeissä ole todettu mikrobivaurioita. B-siiven konesaumattun peltikatteen kunto on huono (osa A2, B-osat ja G-laajennusosa) ja B-siiven tiloissa on todettu vesikattovuotoja, yläpohjan alapinnassa on havaittavissa vesivuotojälkiä ja aktiivisia kattovuotoja oli havaittavissa luokkatilassa A168. Myös umpeen laitettujen kattoikkunoiden alapuolella (osa A2) olevissa levyrakenteissa oli havaittavissa kosteusvauriojälkiä. Luokkatilan A168 kohdalla olevan vesikattovuodon

kohdalla yläpohjan lämmöneristeessä esiintyy mikrobivaurio. Samassa kohdassa yläpohjan alapinnassa todettiin kosteus- ja mikrobivaurioituneita puu-/levymateriaaleja.

Tilan A168 kohdalle yläpohjarakenteeseen tehdyssä merkkiainekokeessa yläpohjasta ei todettu tapahtuvan ilmavuotoja sisäilmaan päin ilmanvaihdon ns. normaalitilanteessa (tutkimushetkellä alipaineisuus 0...-2 Pascalia). Yläpohjan lämmöneristeistä vesikattovuodon kohdalta todettiin tapahtuvan ilmavuotoja sisäilmaan päin tilojen alipaineisuuden lisääntyessä (alipaineoven avulla alipaineisuus -10 Pascalia ulkoilmaan nähden).

Tutkittuja rakennuksenosia palvelevat ilmanvaihtokoneet ovat osittain vanhoja tulo- ja poistoilmakoneita, joiden tekninen käyttöikä on ylittynyt. IV-tutkimusten perusteella ilmanvaihtokoneissa ei kuitenkaan havaittu merkittäviä sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä.

Jo aiemmissa tutkimuksissa on todettu, että vanhemmissa ilmanvaihtokoneissa ja tuloilman päätelaitteissa esiintyy pinnoittamattomia mineraalivillaisia äänenvaimentimia ja FCG:n tutkimusten perusteella A-osan 2. kerroksen ja B-siiven luokkatilojen sisäilmassa esiintyy poikkeavia pitoisuuksia mineraalivillakuituja. A1-rakennuksenosassa on kesän 2023 aikana suoritettu mineraalivillalaisten äänenvaimentimien pinnoitukseen tai poistoon liittyviä toimenpiteitä. Toimenpiteiden jälkeen on ilmanvaihtojärjestelmät nuohottu ja tulo- ja poistoilmavirrat tasapainotettu. Mineraalivillakuituja voi kuitenkin edelleen irrota A2- ja B-siipiä palvelevien ilmanvaihtojärjestelmien äänenvaimentimista ja mineraalivillakuidut voivat heikentää sisäilman laatua.

Ilmanvaihtokoneilta mitattujen kokonaisilmavirtojen ja pistokokeenomaisesti päätelaitteilta suoritettujen ilmamäärämittausten perusteella tulo- ja poistoilmavirrat poikkeavat paikoin suunnitteluarvoista ja tilakohtaisissa tulo- ja poistoilmavirroissa esiintyy epätasapainoa. Erityisesti B-siiven 1. ja 2. kerroksen luokkatiloja palvelevien ilmanvaihtokoneiden tuloilmavirrat ovat poistoilmavirtoja suuremmat, mikä osaltaan selittää tiloissa paikoin vallitsevan ylipaineisuuden. Ilmamäärämittausten perusteella epätasapainoa esiintyy erityisesti IV-koneen TP21 palvelualueella olevissa luokkatiloissa. Mitattujen tilojen ilmamäärät riittävät oletettuihin käyttäjämääriin nähden paitsi luokkatilassa B228, jossa ilmanvaihtoa on vain 4–5 ltr/s/hlö.

Tutkimusten pohjalta esitetyt jatkotoimenpidesuositukset on esitetty tarkemmin kappaleissa 7.1 ja 7.2.

Vantaan ammattiopisto Varia, Hiekkaharjun toimipiste

SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleistiedot	9
1.1	Tutkimuskohde	9
1.2	Tilaaaja	9
1.3	Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat	9
1.4	Muut tutkimukseen liittyvät tahot ja yhteyshenkilöt	10
1.5	Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus	10
1.6	Tutkimuksen ajankohta	10
2	Kohteen yleiskuvaus	10
3	Lähtötiedot	12
3.1	Tilaaajan luovuttamat lähtötiedot	12
3.2	Tiedossa oleva korjaushistoria	13
3.3	Aikaisempien tutkimusten tulokset	13
4	Tutkimusmenetelmät	16
5	Rakenneteknisten tutkimusten tulokset	16
5.1	Maanvaraiset seinärakenteet	16
5.1.1	Rakenne ja sijainti	16
5.1.2	Havainnot	17
5.1.3	Kosteusmittaukset	17
5.1.4	Johtopäätökset	18
5.1.5	Toimenpide-ehdotukset	18
5.2	Alapohjarakenteet	18
5.2.1	Rakenne ja sijainti	18
5.2.2	Havainnot	23
5.2.3	Rakenneavaukset	24
5.2.4	Kosteusmittaukset	24
5.2.5	Mikrobianalyysit	25
5.2.6	Merkitäinekokeet	25

5.2.6.1	Tutkimustulokset	27
5.2.7	Johtopäätökset	28
5.2.8	Toimenpide-ehdotukset	29
5.3	Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet	29
5.3.1	Rakenne ja sijainti	29
5.3.2	Havainnot	31
5.3.3	Rakenneavaukset	34
5.3.4	Mikrobianalyysit	34
5.3.5	Merkitäinekokeet	35
5.3.5.1	Tutkimustulokset, A-osan 3. kerroksen tiivistetyt huonetilat	37
5.3.5.2	Tutkimustulokset, tiivistyskorjaamattomat ulkoseinärakenteet	37
5.3.6	Johtopäätökset	39
5.3.7	Toimenpide-ehdotukset	40
5.4	Välipohjarakenteet	41
5.4.1	Rakenne ja sijainti	41
5.4.2	Havainnot	42
5.4.3	Kosteusmittaukset	43
5.4.4	Mikrobianalyysit	43
5.4.5	Merkitäinekokeet	43
5.4.6	Johtopäätökset	45
5.4.7	Toimenpide-ehdotukset	45
5.5	Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet	46
5.5.1	Rakenne ja sijainti	46
5.5.2	Havainnot	46
5.5.3	Rakenneavaukset	47
5.5.4	Kosteusmittaukset	48
5.5.5	Mikrobianalyysit	48
5.5.6	Merkitäinekokeet	48
5.5.7	Johtopäätökset	50
5.5.8	Toimenpidesuosituksset	50
5.6	Yläpohjat ja vesikatot	50
5.6.1	Rakenne ja sijainti	50
5.6.2	Havainnot	52

5.6.3	Rakenneavaukset.....	57
5.6.4	Mikrobianalyysit.....	57
5.6.5	Merkitäinekokeet	58
5.6.6	Johtopäätökset	60
5.6.7	Toimenpidesuosituksset.....	61
5.7	Talotekniikkakuilut ja muut kanaalirakenteet.....	61
5.7.1	Sijainti ja havainnot	61
5.7.2	Johtopäätökset	63
5.7.3	Toimenpidesuosituksset.....	64
6	Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimusten tulokset.....	64
6.1	Ilmanvaihtojärjestelmän yleiskuvaus	64
6.2	Ilmanvaihdon käyntiajat.....	67
6.3	Havainnot ilmanvaihtokoneista.....	69
6.3.1	TK50, TK51 ja TK52, A-osan liikuntasali ja sen ympäristö	69
6.3.2	TP1-4 ja TK53, A1-osa	70
6.3.3	Koneet 28, 18, 21 ja 7, B-siiven luokat, sosiaalitilat ja terveydenhoidon tilat	73
6.3.4	Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja päätelaitteiden äänenvaimennus	75
6.3.5	Ilmamäärien mittausten tulokset.....	75
6.4	Johtopäätökset.....	79
6.5	Toimenpide-ehdotukset.....	80
7	Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä.....	81
7.1	Johtopäätökset.....	81
7.2	Heti tehtävät toimenpiteet	84
7.3	Suosittelvat toimenpiteet rakenneosittain	86
7.4	Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa	89
8	Päiväys ja allekirjoitukset	90

LIITTEET:

- Liite 1 Pohjapiirustukset
- Liite 2 Rakenneavaukset
- Liite 3 Analyysivastaukset

Liite 4 Tutkimusmenetelmät

Liite 5 IV-mittauspöytäkirja

JAKELU:

Piia, Markkanen, Vantaan kaupunki

piia.markkanen@vantaa.fi

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Tutkimuksen kohde:	Vantaan ammattiopisto Varia, Hiekkaharjun toimipiste
Osoite:	Tennistie 1, 01370 Vantaa
Kiinteistötunnus:	92-62-304-2
Tehtävä:	Kosteus- ja sisäilmatekninen tutkimussuunnitelma
Työnumero:	2422539.1

1.2 Tilaaja

Nimi:	Vantaan kaupunki, Kaupunkiympäristö
Osoite:	Asemaatie 10A, 03100 Vantaa
Yhteyshenkilö:	Markkanen Piia, Sisäilmakoordinaattori
Puhelin:	040 578 4285
Sähköposti:	piia.markkanen@vantaa.fi

1.3 Vastuuhenkilöt ja tutkimuksen suorittajat

Nimi:	A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Osoite:	Puutarhakatu 10, 33210 Tampere
Sähköposti:	etunimi.sukunimi@ains.fi
Vastuuhenkilö:	Saija Korpi
Puhelin:	040 190 8765
Tutkimushenkilöt:	Saija Korpi (rakenneavaukset, altistumisolosuhtearvio) Petriikka Karttunen (rakenneavaukset, näytteenotto mikrobimäärytyksiä varten, kosteusmittaukset) Elli Laine (IV) Sami Lestinen (IV) Helena Noetzel (merkkiainekokeet)

1.4 Muut tutkimukseen liittyvät tahot ja yhteyshenkilöt

Petri Niinihuhta, Kouluisäntä, p. 040 588 6258

Kohteessa pääasialliset rakenneavaukset ja niiden paikkaukset suoritti Vantti.

1.5 Tutkimuksen tarkoitus ja rajaus

Tutkimuskohteena on Vantaan ammattiopisto Varian vuonna 1963 valmistuneet alkuperäiset rakennusosat A ja B sekä vuonna 2009 rakennettu G-osa. Rakennuksenosiin on suoritettu kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus vuonna 2021 (2021.04.07, Varia Hiekkaharju kuntotutkimusraportti, FCG Finnish Consulting Group Oy). Tutkimukset on suoritettu peruskorjaustyön hankesuunnittelun lähtötiedoiksi.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on täydentää aiemmin suoritettuja tutkimuksia siten, että rakennuksenosiin A ja B on mahdollista suorittaa Altistumisolosuhteiden arviointi Työterveyslaitoksen vuonna 2017 laatimien ohjeiden mukaisesti.

1.6 Tutkimuksen ajankohta

Tutkimuksia suoritettiin kohteessa 2.6.2023 ja 16.6.2023 välisenä aikana.

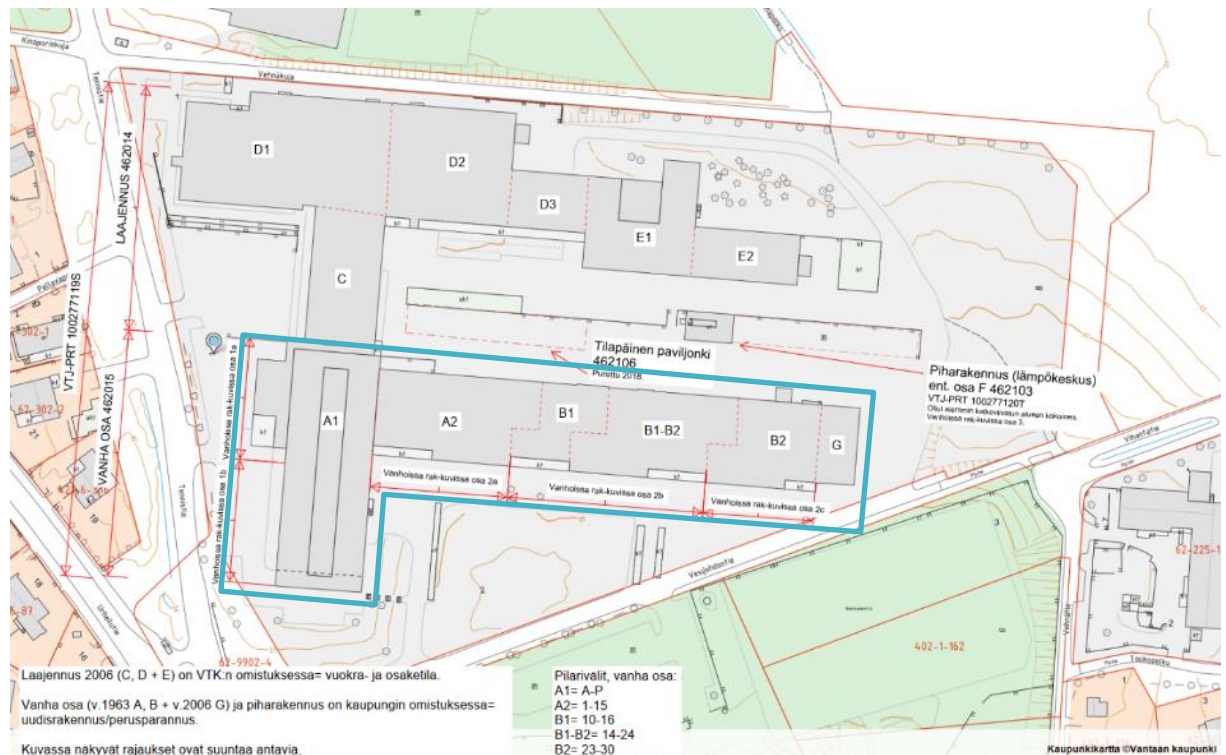
2 Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuskohteena olevan kiinteistön alkuperäiset rakennusosat A ja B ovat lähtötietojen perusteella valmistuneet vuonna 1963. G-rakennuksenosa on rakennettu B-siiven pätyyn vuonna 2006 (Kuva 1). Rakennuksessa on pääasiassa opetustiloja ja työsaluja (Kuva 2 ja Kuva 7).

FCG:n tutkimusraportin mukaan rakennuksenosia on peruskorjattu ainakin vuosina 1985, 1990, 2006 ja 2014. Rakennus toimii pääasiassa koulurakennuksena (ammattioppilaitos). Rakennus on perustettu, osin paalujen välityksellä, betonisten anturoiden varaan. Alapohjana on pääasiassa maanvastainen betonilaatta, ainakin alapohjan reuna-alueilla on kaksoislaattarakenne (välissä Toja-levy). Sokkelit ovat betonirakenteisia ja niissä on sokkelihalkaisut (Toja-levyt). Kantavat ulko- ja väliseinät ovat betonirakenteisia. Ulkoseinien betonisen sisäkuoren ulkopinnalla/julkisivulla on pääasiassa

puhtaaksi muurattu punatiili. Rakennuksen välipohjat ovat lähtöaineiston perusteella paikallavalubetonia, jossa on kantava ylälaattapalkistoinen TB-laatta ja pintavalu. Rakennepiirustusten perusteella A-osan 1. ja 2. kerroksen välisessä välipohjassa esiintyy Toja-eristeitä. Rakennuksen yläpohjan kantava osa on teräsbetonirakenteinen ja sen päällä ovat vesikattoa kannattelevat puurakenteet. A-osassa on kermipinnoitteinen tasakatto. B-osassa on konesaumattu pulpettikatto.

Tutkimuskohteessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä.



Kuva 1

Tutkimusalue korostettuna kuvassa sinisellä värillä.



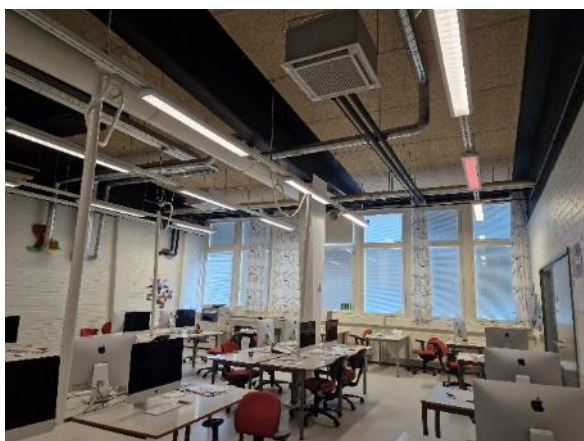
Kuva 2

Yleiskuva A-siiven pääsisäänkäynnistä.



Kuva 3

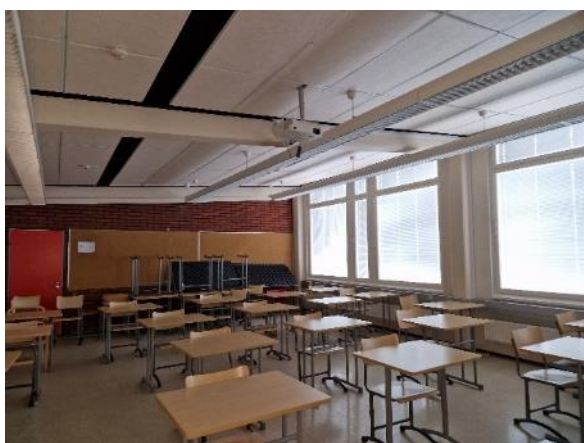
Yleiskuva G-osan päädyistä ja B-siiven eteläjulkisivulta.



Kuva 4
Yleiskuva Työsalista A168.



Kuva 5
Yleiskuva Koneistamosta B141.



Kuva 6
Yleiskuva B-siiven luokkatilasta.



Kuva 7
Yleiskuva A-siiven jo korjatusta luokkatilasta.

3 Lähtötiedot

3.1 Tilaajan luovuttamat lähtötiedot

Lähtötietona käytössä olivat seuraavat asiakirjat:

- Alkuperäisiä ARK-, RAK- ja LVI-suunnitelmia
- Korjaus- ja täydennysrakentamisen suunnitelma-asiakirjoja
- Peruskorjauksen tai –parannuksen ARK-, RAK-, LVI- ja KVV-suunnitelmia ja muita teknisiä asiakirjoja vuosilta 1983-1990, 2006 ja 2014.
- 2021_04_07 FCG_Varia_Hiekkaharju_kuntotutkimusraportti_FINAL

3.2 Tiedossa oleva korjaushistoria

FCG:n kuntotutkimusraportin mukaan rakennuksessa on suoritettu seuraavia korjauksia:

- Peruskorjaus/-parannus 1985
- Vanhan osan vesikatteen uusiminen/korjaus 1990
- Perusparannus 2006
- Vanhan osan julkisivun korjauksia 2014
 - ikkunapellitykset ja julkisivun tiilimuuraukset
 - saumauskorjauksia
 - ikkunoiden uusiminen
- Sisäpuolisia korjauksia 2014
 - kiintokalusteet
 - alakaton akustolevyjen korjauksia
 - liikuntasalin näyttämön alla olevien märkätilojen alapohjarakenteiden uusinta
 - kirjaston alapuolella olevien sosiaali-tilojen alapohjarakenteiden uusinta (tilat olleet aiemmin keittiön varasto- ja kylmiötiloja)

Edellä esitettyjen korjausajankohtien lisäksi lähtöaineistossa oli useita pienimuotoisia muutos- tai rakennuslupaa vaativia suunnitelmia, joita ei olla eritelty tässä.

3.3 Aikaisempien tutkimusten tulokset

Vuonna 2021 suoritettun Sisäilma- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen yhteenveto:

Kenttätutkimukset tehtiin heinä- ja elokuussa vuonna 2020, aiemmin tehdyn riskiarvion ja tutkimussuunnitelman perusteella. Jatkotutkimukset maanvastaisille seinille, alapohjille ja ulkoseinille suoritettiin loppuvuodesta 2020. Rakenteiden ja rakennusmateriaalien kuntoa ja kosteusteknistä toimintaa arvioitiin asiakirjatarkastelun, aistinvaraisten arvioiden, kenttäkokeiden/mittausten sekä rakenneavausten ja mikrobitutkimusten avulla. Ilmanvaihdon toimintaa ja vaikutuksia sisäilmaan arvioitiin ulkovaipan yli vaikuttavien paine-erojen, sekä sisäilman kosteuden, lämpötilan ja hiilidioksidin

seurantamittausten avulla. Sisäilman mineraalikuitujen esiintymistä arvioitiin kuitulas-keuma- ja pölypyyhintänäyttein. Rakennneosien ilmatiiviyttä tutkittiin merkkiainekokein.

Rakennuksen alapohjat ovat osin kosteusteknisesti toimimattomia. Tutkimuksissa todettiin useassa kohtaa viilto- ja porareikämittauksissa rakennekosteutta, eristeiden mikrobivaurioita sekä lattioiden muovimattopäällysteissä viitteitä kemiallisesta hajoamisesta. Alapohjaeristeistä ja lattiapäällysteistä otettujen mikrobinäytteiden (11 kpl) osalta kolmessa näytteessä (3 kpl) todettiin viite vauriosta ja kolmessa näytteessä todettiin lievä viite vauriosta. Lattiapäällysteistä otettiin VOC-BULK-näytteitä (3 kpl) materiaalin kemiallisen hajoamisen arvioimiseksi. Kahdessa näytteessä oli viitteitä kemiallisesta hajoamisesta. Sisäilman VOC-pitoisuuden mittauksessa havaittiin kohonneita pitoisuuksia tilassa, jossa oli mitattu muovimaton alla kohonnut kosteuspitoisuus.

Maanvastaisissa seinärakenteissa todettiin paikallisia kosteusteknisiä puutteita ja sisäpintojen vaurioita. Maanvastaisien seinien sisäpinnoilta ja eristetilasta otettujen mikrobinäytteiden (6 kpl) osalta yhdessä maalipinnoitteesta otetussa näytteessä (1 kpl) todettiin viite vauriosta ja yhdessä (1kpl) seinäeristeestä otetussa näytteessä lievä viite vauriosta. Tutkimuksen aistinvaraisissa tarkasteluissa havaittiin kaikkiaan kaksi paikallista kosteusvauriota (pinnoitevauriot ja korkea pintakosteuden vertailulukema) maanvastaisien seinien sisäpinnoitteissa.

Tutkimusten perusteella rakennuksessa on mikrobivaurioita sokkeli-, ulkoseinärakenteissa ja ikkunarakenteiden (liittymärakenteet) osissa. Sokkelinäytteistä (9 kpl) kuudessa (6 kpl) oli viitteitä vauriosta. Ulkoseinän eristetilasta kerättyjen materiaalinäytteiden (17 kpl) osalta kymmenessä näytteessä (10 kpl) todettiin viite tai lievä viite vauriosta. Ikkunarakenteiden liittymistä ja täydentävistä rakennneosista kerättyjen näytteiden (9 kpl) osalta viidessä näytteessä (5 kpl) todettiin viite tai lievä viite vauriosta. Tutkimuksien perusteella rakennuksen A-osan 2. kerroksen (sisäänkäyntikerros) ja B-osan 2. kerroksen eteläpuolen sokkeli- ja ulkoseinärakenteet ovat mikrobivaurioituneita. Kenttätutkimusten perusteella vaurioituneista rakenneosista on ilmayhteys sisätiloihin rakennuksen normaaleissa käyttöolosuhteissa, mikä aiheuttaa todennäköisesti sisäilmahaittaa ulkoseinustoille rajoittuvissa tiloissa. Ulkoseinien vauriot ovat aiheutuneet todennäköisesti viistosateen eristetilaa kastelevasta vaikutuksesta sekä

puutteellisesta ulkoseinän tuulettumisesta. Sokkelivauriot johtuvat orgaanisten materiaalien altistumiselle maakosteuden ja hulevesien kastelevalle vaikutukselle.

Liikuntasalin yhdessä lattia-/välipohjarakenteen materiaalinäytteessä esiintyi viitteitä vauriosta (näytemäärä vähäinen, 2 kpl) ja liikuntasalin sisäilmassa oli runsaasti mineraalikuituja. Liikuntasalin mineraalikuitulähde on todennäköisesti parkettilattian alapuolinen mineraalivilla.

Yläpohjan eristeistä (4 kpl) ja alakattolevyistä (4 kpl) otetuissa näytteissä ei ollut viitteitä vauriosta. Yläpohjan tuuletustilassa oli runsaasti rakennusjätettä, jonka pinnassa näkyi vaurioon viittaavia merkkejä. Rakennusjätteellä ei todennäköisesti ole merkitystä sisäilman laatuun.

Merkkiainetutkimusten perusteella tutkimuskohteen rakenneliittymien kautta pääse virtaamaan ilmaa ulkovaipparakenteiden läpi sisälle. Voimakkaimmat vuotokohdat paikannettiin ikkunaliittymiin ja joihinkin yksittäisiin betonirakenteiden liittymiin. Sokkelin eristetilasta oli suora yhteys ulkoseinän eristetilaan ja rakenneliittymien kautta sisäilmaan. Tutkimusten perusteella voidaan todeta, että vaurioituneista rakennusmateriaaleista on selvä yhteys sisäilmaan.

Rakennuksen ulkopuolisissa tarkasteluissa havaittiin puutteita kosteudenhallinnassa mm. kattovesien ja pintavesien ohjauksen sekä perustuksien kuivatusrakenteiden osalta. Salaojajärjestelmää ei löydetty paikan päällä tehdyissä tarkasteluissa, eikä asiakirjatarkastelussa. A-osan kattovedet on johdettu kattokaivojen kautta rakennuksen sisäpuolisiin sadevesiviemäriin, joista osa on aiheuttanut vesivuotoja ajan saatossa.

Sisäpuolisten sadevesijärjestelmien kotelorakenteisiin tehdyissä avauksissa (4 kpl) havaittiin myös viitteitä ajan saatossa tapahtuneesta palovahingosta (hiiltyneitä puuosia). Kotelorakenteissa saattaa olla korjaamattomia kosteusvaurioita.

Rakennuksen painesuhteiden mittauksissa havaittiin A-osan toisen kerroksen tiloissa toistuvaa ilmanvaihtokoneista johtuvaa lievää alipaineisuutta. Tämä voimistaa rakenteiden kautta tulevia ilmapuotoja huonetiloissa ja heikentää sisäilman laatua. Alakattolevyissä ja muissa materiaaleissa havaittiin mahdollisia mineraalivillakuitulähteitä. Kuitunäytteissä havaittiin viitteitä kuituongelmasta. Kuitulähteet tulisi selvittää ja poistaa

olosuhteiden parantamiseksi. Kohteessa on todennäköisesti käytetty asbestipitoisia rakennusmateriaaleja, joiden sijainti ja määrä tulisi kartoittaa ennen korjaustoimiin ryhtymistä.

4 Tutkimusmenetelmät

Tässä tutkimuksessa on käytetty seuraavia tutkimusmenetelmiä:

- Pintakosteuskartoitus
- Rakenneavaukset (US 2 kpl, AP 14 kpl, VP 2 kpl, VS 2 kpl, YP 6 kpl)
- Materiaalinäytteiden mikrobianalyysi (AP 5 kpl, US 2 kpl, VS 2 kpl, YP 10 kpl)
- Rakenteiden tiiveyskoe (merkkiainetutkimus, AP 4 kpl, US 5 kpl, VP 1 kpl, VS 1 kpl ja YP 1 kpl)
- IV-järjestelmän tarkastukset ja mittaukset

Tutkimusmenetelmien tarkemmat kuvaukset, tulosten tulkintaperusteet, käytetyt mittalaitteet, mittalaitteiden kalibrointitiedot ja virhetarkastelu on esitetty liitteessä 4.

5 Rakenneteknisten tutkimusten tulokset

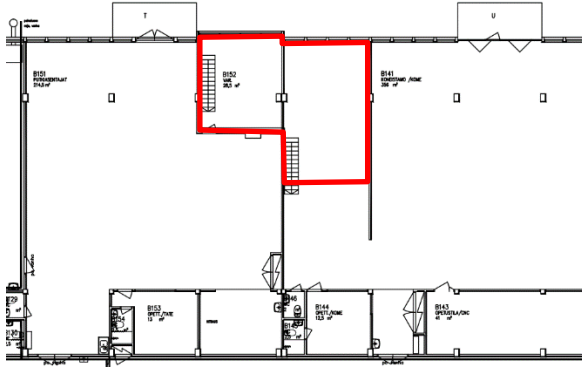
5.1 Maanvaraiset seinärakenteet

5.1.1 Rakenne ja sijainti

Maanvastaisia seinärakenteita esiintyy erityisesti A-osan kellarikerroksessa. Rakennepiirustusten ja aiempien tutkimusten perusteella rakennuksessa on maanvastaisia seinärakenteita, joissa kuorimuurauksen takana ei ole eristeitä, mutta rakennuksessa on myös maanvastaisia seinärakenteita, joissa mineraalivillaeisteiden olemassaolo on todettu (Kuva 8 ja Kuva 9). Maanvastaisten seinien kuntoa on tutkittu aiempien tutkimusten yhteydessä. Tutkimusten perusteella maanvastaisissa seinissä on todettu kaksi paikallista kosteus- ja mikrobivauriota.

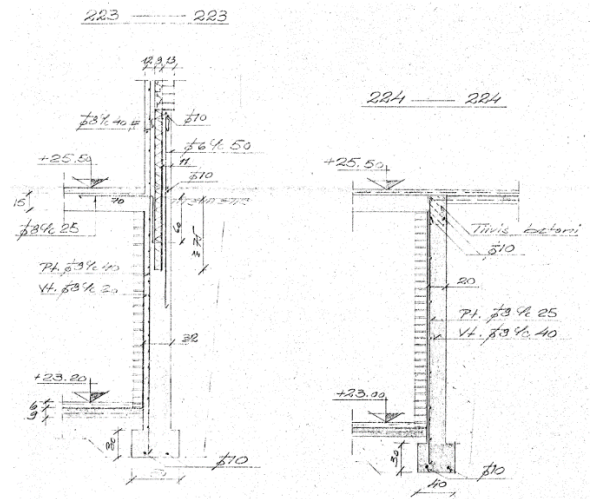
28.4.2023 suoritetun tutustumiskäynnin aikana havaittiin, että B-siivessä on tiloja, jotka sijaitsevat työsalien alapuolella ja ko. tiloissa esiintyy maanvastaisia seinärakenteita.

Rakennepiirustusten perusteella näiden tilojen kohdilla maanvastaisissa seinissä tai alapohjarakenteissa ei esiinny kosteusvaurioherkkiä lämmöneristekerroksia.



Kuva 8

B-siivessä työsalien alapuolella sijaitsevat varastotilat, joissa esiintyy maanvastaisia seinärakenteita.



Kuva 9

B-siiven työsalien alapuolella sijaitsevista maanvastaisissa seinä- ja alapohjarakenteissa ei rakennepiirustusten perusteella ole eristemateriaaleja.

5.1.2 Havainnot

B-siiven kellarikerroksen varastotiloissa ei havaittu maanvastaisissa seinissä kosteusvaurioon viittaavia jälkiä.

A-osan Käytävän A002 porrashuoneen sisäilmassa havaittiin ensikäynnillä mikrobipestäistä hajua ja käytävän alueella maanvastaisessa seinässä esiintyy paikallinen kosteusvaurioalue. Porrashuoneen alueella on myös lämpöputkien läpivientejä maanpaineseinissä. Läpiviennit ovat pääosin tiiviitä, mutta paikallisesti läpivientien kohdilla havaittiin ilmvirtausta merkkisavun avulla todettuna.

5.1.3 Kosteusmittaukset

Työsalin B151 kohdalla kellarikerroksessa sijaitsevan varastotilan B152 maanpaineseinissä havaittiin poikkeavaa kosteutta pintakosteusilmaisimella. Lukemat vaihtelivat välillä 70 – 130 (Gann).

5.1.4 Johtopäätökset

B-osan kellarikerroksessa sijaitsevien varastotilojen alueella maanvastaisissa seinärakenteissa havaittiin poikkeavaa kosteutta. Seinissä, kuorimuurauksen takana ei rakennepiirustusten perusteella ole eristettä, joka voisi vaurioitua kosteuden vaikutuksesta.

Aiemmassa FCG:n tekemässä tutkimuksessa on tutkittu A-osan maanpaineiseiniä. Tutkimuksessa on todettu maanvastaisissa seinärakenteissa paikallisia kosteusvauriota ja annettu tutkittujen seinäosuuksien osalta korjaussuositukset.

5.1.5 Toimenpide-ehdotukset

Heti tehtävänä jatkotoimenpiteenä suositellaan käytävätilassa A002 maanvasteisen seinärakenteen paikallisen kosteusvaurion korjausta, koska käytävän sisäilmassa on havaittavissa poikkeavaa mikrobiperäistä hajua.

Tulevassa peruskorjauksessa tulee maanvastaisten seinärakenteiden ilmatiiveyttä parantaa sekä kuorimuurattujen, lämmöneristeitä sisältävien maanvastaisten seinien eristeet tulee purkaa (kts. FCG:n tutkimusraportti, kappale 4.5). Peruskorjauksessa tulee huomioida, että maanvastaisissa seinärakenteissa esiintyy poikkeavaa kosteutta (esim. B-siiven työsalitiloissa olevat varastotilat).

Peruskorjauksessa tulee sokkelirakenteisiin ja maanvastaisiin seinärakenteisiin asentaa ulkopuolinen lämmön- ja vedeneristys salaojajärjestelmien uusintatöiden yhteydessä.

5.2 Alapohjarakenteet

5.2.1 Rakenne ja sijainti

Alkuperäisten rakennesuunnitelmien mukaan A- ja B-osissa alapohjarakenteet ovat pääosin maanvaraisia betonirakenteita, joissa on vedeneristeenä bitumisively (pinta-betoni – kosteuseristys – alusbetoni), eikä rakenteissa ole erillisiä lämmöneristekerroksia.

Rakennesuunnitelmien mukaan A-osan kellarikerroksessa paikallisella alueella (käytävä A002) ja B-siiven alapohjarakenteissa esiintyy toja-eristeitä alapohjan reuna-alueilla ulkoseinien läheisyydessä. A-osan 2. kerroksessa (sisäänkäyntikerros) esiintyy maanvaraisia betonirakenteisia alapohjarakenteita, joissa on eristeenä toja-eristeet ainakin alapohjarakenteen reuna-alueilla (Kuva 10...Kuva 19).

Rakennepiirustusten ja FCG:n tutkimusraportin perustella toja-eristeisten alapohjien rakenne on seuraava ylhäältä alaspäin katsottuna:

- lattiapinnoitteet
- pintabetoni 50 mm
- vuorauspaperi
- tojax-levyt 50 mm
- alusbetoni (alusbetonin paksuus ja raudoitukset vaihtelevat)
- maatayttö

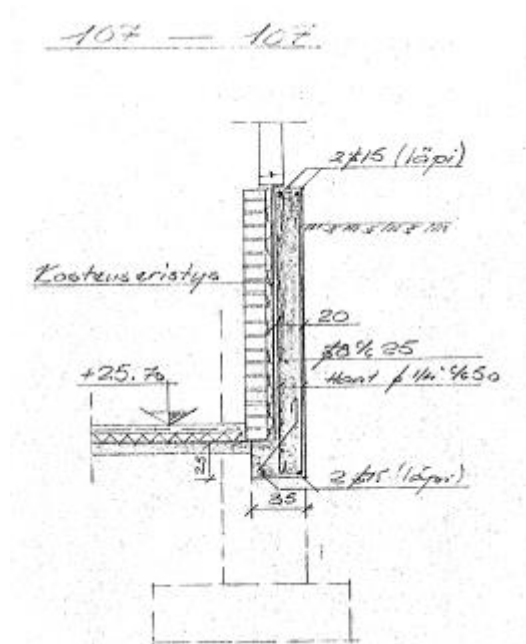
Rakennepiirustusten perusteella maanvaraisen lattian alusbetonin paksuus työsaaleissa, työpajoissa, varastoissa yms. raskaasti kuormitetuissa paikoissa on 8 cm+ raudoitus BRC610 ja pintabetonin paksuus on 6 cm + BRC610. Muissa kuin työsaaleissa alusbetonin paksuus on 5 cm (ei raudoitusta) ja pintabetonin paksuus on 5 cm + BRC 610 (Kuva 10...Kuva 19).

Lähtötietojen perusteella B-siiven Levyseppähitsaajien työsalissa B112 alapohjarakenne on osittain uusittu. Uusitus rakenteessa eristeenä on kevytsora. Rakenne on seuraava ylhäältä alaspäin katsottuna:

- betoni 100 mm
- rakennuspaperi
- kevytsoraeriste
- vanha pohjalaatta

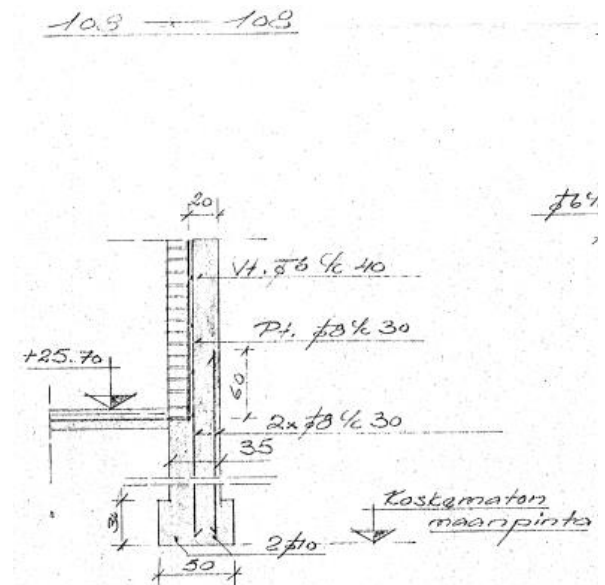


G-laajennusosalla alapohjarakenteena on ryömintätilallinen alapuolelta lämmöneristetty ontelolaattarakenteinen alapohja (Kuva 19). Aiempien tutkimusten perusteella ryömintätilaan on jätetty muottimateriaaleja, joissa esiintyy selviä viitteitä mikrobi- ja lahovaurioista.



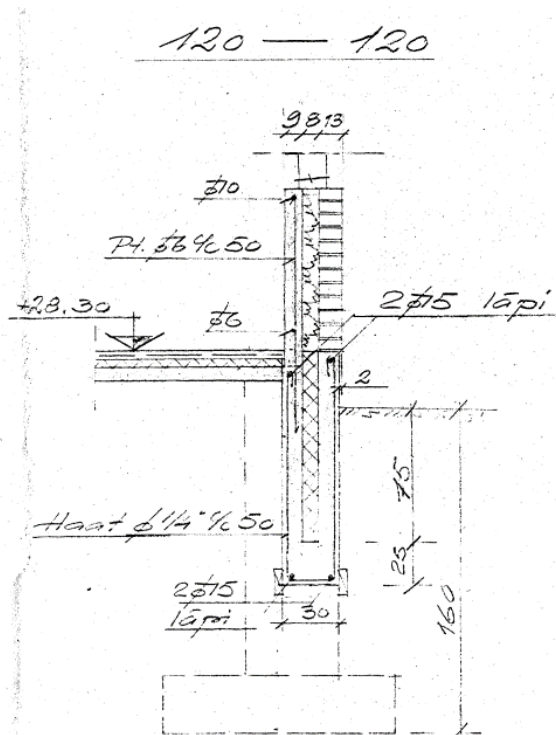
Kuva 10

A-osan kellarikerroksen käytävällä A002 toja-eriste on mahdollisesti rakenteen reuna-alueella.



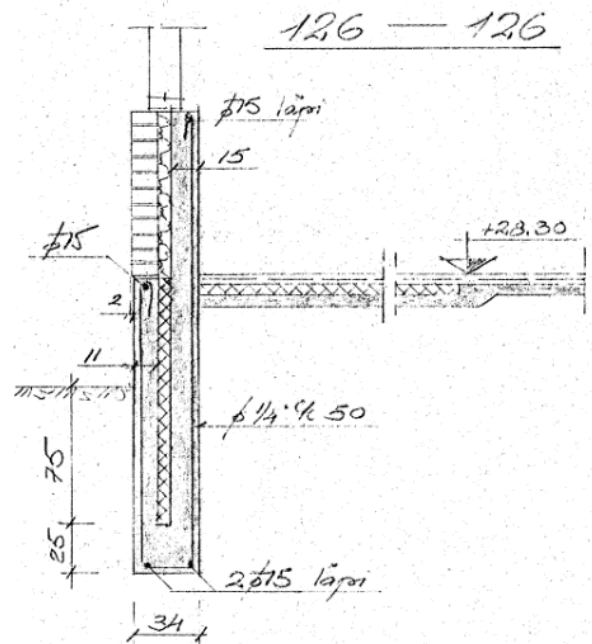
Kuva 11

A-osan kellarikerroksessa maanvastaisissa alapohjarakenteissa ei pääosin ole toja-eristeitä.



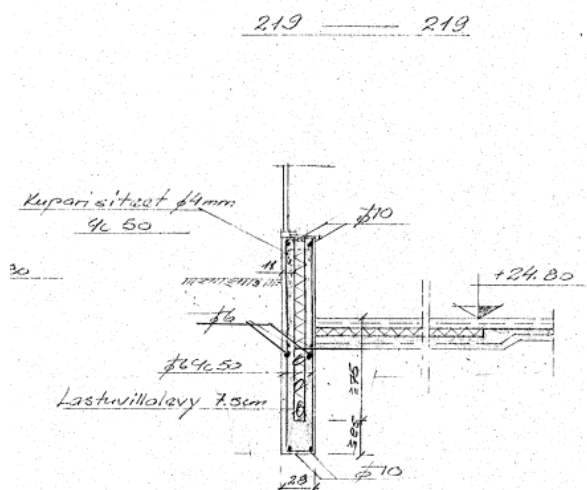
Kuva 12

A-osan 2. kerroksessa maanvastaisessa alapohjassa on toja-eristeet ainakin alapohjarakenteen reuna-alueilla.



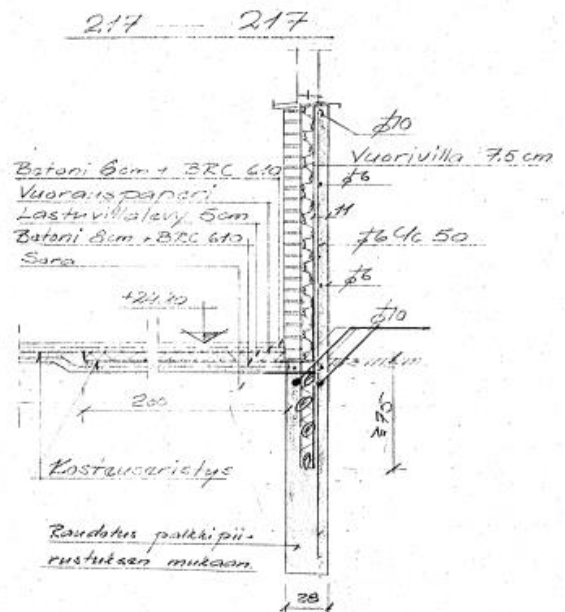
Kuva 13

Auditoriotilassa A209 ja luokkatilassa A208 alapohjarakenteessa on toja-eristeet ainakin rakenteen reuna-alueilla.



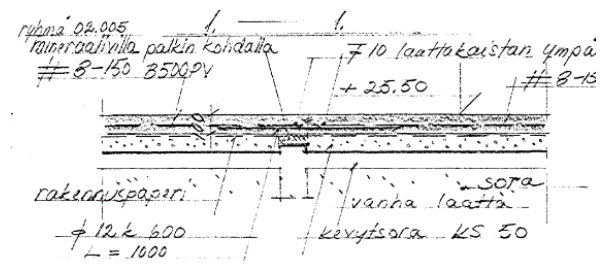
Kuva 14

Alapohjarakenne B-siivessä käytätiloja alempana olevien luokkatilojen kohdilla. Rakenteen reuna-alueella on toja-eriste.



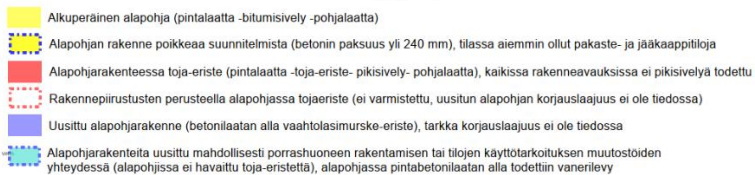
Kuva 15

Työhallitiloissa toja-eriste on mahdollisesti vain alapohjan reuna-alueilla.

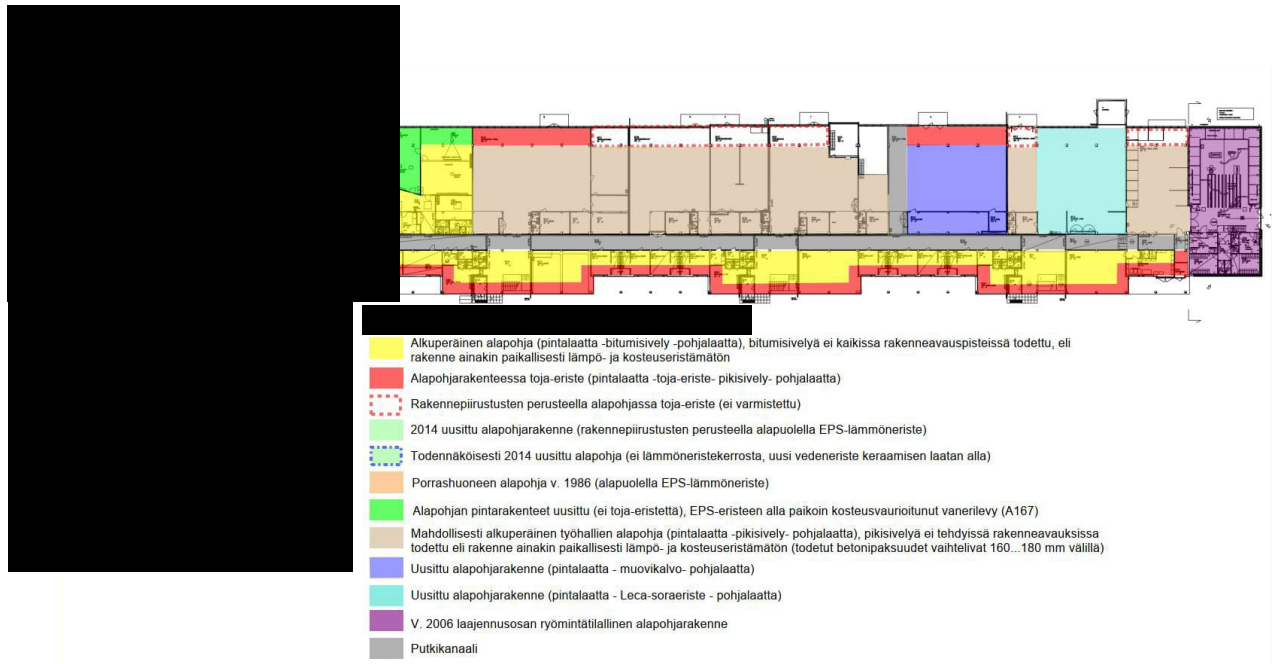


Kuva 17

Työhallitilassa B112 uusittu alapohjara-
kenne, jossa eristeenä kevytsora.



Alapohjarakenteiden sijainnit pohjakuvassa esitettynä. 2. kerros.



Kuva 19

Alapohjarakenteiden sijainnit pohjakuvassa esitettynä.
A-osan 1. kerros ja B-osan 1. kerros.

5.2.2 Havainnot

Ulkoseinien lähialueet

Alkuperäisen toja-eristeen laajuutta tarkasteltiin rakenneavausten (9 kpl) avulla ja toja-eristettä on havaintojen mukaan alapohjassa ulkoseinien lähialueilla tiloissa A214, A160, B141 ja B170. Samoilla alueilla on toja-eristeen alla pikisively ja sen yläpuolella paikoin tervapaperi. Havaintojen perusteella tervapaperissa ei ollut havaittavissa voimakasta PAH-yhdisteisiin viittaavaa hajua.

Rakenneavausten ja merkkiainekokeiden yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella alapohjassa on ulkoseinien lähialueilla eristeenä EPS tiloissa A166 ja A168. Lisäksi EPS-eriste havaittiin tilan keskiosassa tilassa A167. Alapohjan rakennetta on näiden tilojen alueella uusittu alapohjan ylimpien rakennekerrosten osalta.

Tilassa A227 havaittiin rakennuksen reuna-alueella uusitun betonivalun alla vaneri. Vaneri oli tehtyjen havaintojen perusteella kovaa.

Rakennuksen keskialueet

Rakennuksen keskiosien rakennetta tarkasteltiin rakenneavausten (6 kpl) avulla. Tehtyjen havaintojen perustella vain kahdessa tilassa havaittiin pikisively betonivalujen

välissä (tilat A255 ja A167). Rakennuksen keskiosissa ei havaittu yhtä tilaa (A167, EPS) lukuun ottamatta eristettä. Kyseisessä tilassa EPS-eristeen alla, pohjavalun ja pikisivelyn päällä on vaneri, joka on kosteuden vaikutuksesta vaurioitunutta.

Alapohjassa havaittiin merkkiainekokeen yhteydessä pintalaatan läpi poratun reiän kautta öljyn hajua Tilan A214 keskiosassa. Öljyn hajua ei havaittu huonetilassa ennen reiän poraamista. Mahdollisen öljyn olemassaoloa ja laajuutta ei tutkittu tämän tutkimuksen yhteydessä.

Tilassa B112 on rakenneavausten yhteydessä tehtyjen havaintojen mukaan uusittu rakenne: eristeenä on leca-sora.

5.2.3 Rakenneavaukset

Alapohjan rakennetta on tutkittu FCG:n tekemässä aiemmassa tutkimuksessa. Tässä tutkimuksessa tarkennettiin aiempia tutkimuksia ja erityisesti huomiota kiinnitettiin tojaeristeen esiintymislaajuuden selvittämiseen.

Alapohjan rakennetta on uusittu monin paikoin, mutta uusituissa osissa havaittiin rakenneavausten yhteydessä edelleen kosteusteknisesti riskialttiita rakenteita, kuten vanerilevyä vanhan pohjavalun ja uudempien rakennekerrosten välissä.

Rakenneavausten perusteella havaittiin, että alapohjan rakenteet vaihtelevat paljon. Korjauksia on tehty tilakohtaisesti ja korjaustapa on erilainen lähes jokaisessa tilassa. Myös alkuperäisten rakenteiden rakennepaksuudet vaihtelevat merkittävästi.

Osassa alapohjarakenteista ei ole lämmöneristettä eikä kosteuseristettä lainkaan. Osassa on alkuperäinen, jo teknisen käyttöikänsä pään saavuttanut pikisively (viidessä rakenneavauksessa) tai alapohjan muutostyön seurauksena valujen väliin asennettu muovikalvo (kahdessa rakenneavauksessa).

Rakenneavaukset ja niiden sijainnit on esitetty yksityiskohtaisesti liitteessä 2.

5.2.4 Kosteusmittaukset

Maanvaraisissa alapohjarakenteissa poikkeavaa kosteutta havaittiin erityisesti A-osassa, jossa alapohjarakenteessa ei ole kosteus- eikä lämmöneristettä.

Pintakosteusmittauksissa tulokset vaihtelivat runsaasti (60 – 90), ollen kuitenkin keskimäärin hieman koholla.

5.2.5 Mikrobianalyysit

Alapohjarakenteisiin tehtiin yhteensä 17 rakenneavausta ja rakenneavauksista otettiin yhteensä 5 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteet otettiin alapohjan toja-eristeestä sekä betonivalujen välissä olevasta vanerista. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon 1 ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 1

Alapohjarakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näytenu- mero	Raken- neavaus	Tila	Ra- kenne	Materiaali	Tulkinta
MR7	AP4	A167	AP	Vaneri	Mikrobikasvustoa
MR5	AP5	A160	AP	Toja	Mikrobikasvustoa
MR6	AP7	A214	AP	Toja	Mikrobikasvustoa
MR9	AP11	B141	AP	Toja	Ei mikrobikasvustoa
MR8	AP16	B170	AP	Toja	Mikrobikasvustoa

Analyysitulosten perusteella alapohjan toja-lämmöneristeistä ja vanerilevystä otetuista näytteistä neljässä viidestä (4/5) on mikrobikasvustoa.

Mikrobikasvustoa on tilojen A167, A160, A214 ja B170 alapohjien materiaaleissa. Materiaaleissa esiintyy seuraavia kosteusvaurioindikaattorimikrobeja: *Acremonium sp.*, *Aspergillus restrictus*, *Aspergillus ustus*, *Paecilomyces sp.*, aktinomykeettejä, sekä runsaasti hiivoja/homeita ja muita bakteereja.

5.2.6 Merkkiainekokeet

Alapohjarakenteen tiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeilla neljässä (4 kpl) tilassa. Rakenteeseen porattiin reikä, jonka kautta alapohjan eristekerrokseen syötettiin merkkiainekaasua (typpi-vetyseosta), jonka kulkeutumista sisäilmaan päin havainnoitiin kaasuanalysaattorilla. Kaasunsyöttöpisteiden sijainnit on esitetty liitteen 1 pohjakuvissa.

Alapohjarakenteiden merkkiainekokeissa havaitut ilmavuotokohtat on luokiteltu tässä tutkimuksessa RT 14-11197 mukaisesti seuraavalla tavalla:

- Pistemäinen ilmavuoto: Selvästi pienelle alueelle rajautuva reikämäinen epätiivelyskohta, jonka koko on 1...2 mm. Suurempi reikä luokitellaan merkittäväksi ilmavuodoksi suuremman virtausvolyymin vuoksi. Esimerkkejä patterin kiinnike tai karmiliitos.
- Pistemäinen ilmavuotokohta on ilmoitettu numerolla 1 (Kuva 20...Kuva 24).
- Vähäinen ilmavuoto: Pistemäistä laaja-alaisempi rakomainen 2...1000 mm, mutta volyymiltaan heikko. Jos vuodon volyymi suuri tai rako on näkyvä, se luokitellaan merkittäväksi ilmavuodoksi. Esimerkkejä karmin ja seinän liitoksien ei näkyvät raot, betonielementtien saumojen kutistumaraot, lattian ja seinän liitosten ei näkyvät raot.
- Vähäinen ilmavuotokohta on ilmoitettu numerolla 2 (Kuva 20...Kuva 24).
- Merkittävä ilmavuoto: Vuoto on heikkona laaja-alainen >1000 mm ja systemaattisesti rakenneliitokseen liittyvä tai paikallisena erityisen suuren volyymin omaava reikä tai rakomainen ilmavuoto. Jos ilmavuoto on havaittavissa aistinvaraisesti, lämpökameralla tai merkkisavulla, se on silloin merkittävä. Esimerkkejä: Lattia- ja seinäliitosten sekä ikkunakarmien ja seinäliitosten näkyvät raot.
- Merkittävä ilmavuotokohta on ilmoitettu numerolla 3 (Kuva 20...Kuva 24).

Merkkiainekokeiden aikana tutkittavat huonetilat olivat n. 0...-7 Pa alipaineisia alapohjan eristetilaan nähden. Työsali A214 (MA2) oli normaaliolosuhteessa ja mittausten aikana -6...-9 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden. Levyseppähitsaajien työtila B112 (MA8) ja luokkatila B155 (MA11) olivat ennen mittauksia ns. tavanomaisessa olosuhteessa ylipaineisia ulkoilmaan nähden, joten näiden tilojen painesuhteita säädettiin lievästi alipaineiseksi alipaineistamalla tilat. Merkkiainekokeen aikana työsali B112 oli -5 Pascalia alipaineinen ulkoilmaan nähden ja luokkatila B155 oli -7 Pa alipaineinen alapohjan eristetilaan nähden. Tutkimushetkellä luokkatilan A168 (MA13) painesuhde ulkoilmaan nähden vaihteli +2...-1 Pascalin välillä. Tutkimus suoritettiin kaksivaiheisena ja tila alipaineistettiin alipaineoven avulla -10 Pa alipaineeseen.

5.2.6.1 Tutkimustulokset

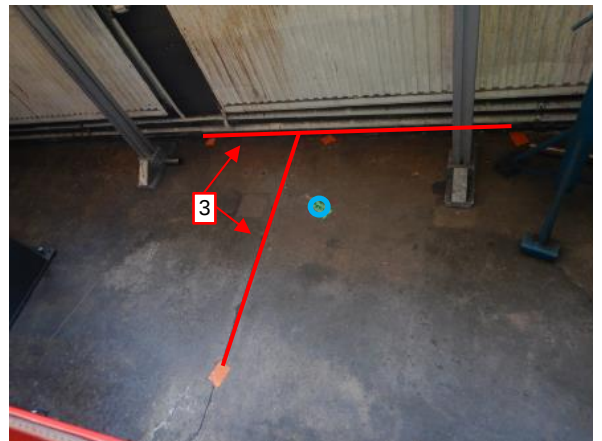
Työsalissa A214 ja luokassa B155 merkkiaine johdettiin alapohjarakenteessa ulkoseinälinjan läheisyydessä olevaan toja-eristekerrokseen. Luokkatilassa A168 merkkiaine johdettiin ulkoseinälinjalla olevaan EPS-eristekerrokseen (toja-eriste todennäköisesti purettu) ja levyseppähitsaajien B122 tilassa merkkiaine johdettiin alapohjan leca-soraeristekerrokseen. Merkkiaineen syöttökohdat on merkitty sinisellä ympyrällä (Kuva 20...Kuva 24).

Vaikka työsalin A214 oli selvästi alipaineinen ulkoilmaan ja eristekerrokseen nähden, ei alapohjan toja-eristetilasta havaittu tapahtuvan ilmavuotoja sisätilan suuntaan (Kuva 20).

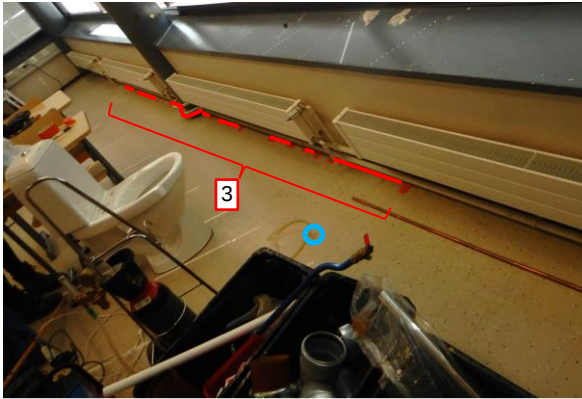
Levyseppähitsaushallissa B112, luokahuoneessa B155 ja tilassa A168 havaittiin merkittäviä ilmavuotoja alapohjarakenteen ja ulkoseinärakenteiden liittymäkohdissa (Kuva 21...Kuva 25). Levyseppähitsaushallissa B112 havaittiin selvä ilmavuoto myös lattian halkeamassa 1,1 metrin matkalla ulkoseinästä tilan keskiosaa kohti (Kuva 21). Tilassa B155 selvä ilmavuoto havaittiin myös pilarin ja alapohjan liittymässä (Kuva 22 ja Kuva 23).



Kuva 20
Huonetilan A214 (MA2) merkkiainetutkimuksessa ei havaittu ilmavuotoa alapohjarakenteen toja-eristekerroksesta huonetilan suuntaan.



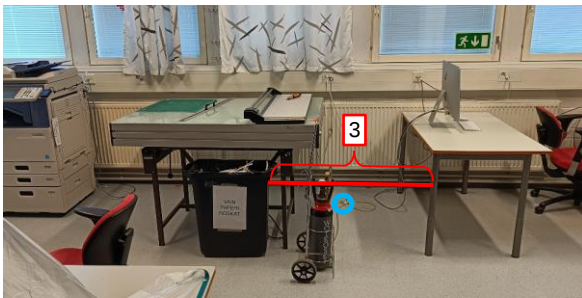
Kuva 21
Levyseppähitsaus B112 (MA8): merkittävä ilmavuotokohta ikkunan alla ulkoseinän ja alapohjan liittymässä sekä alapohjassa olevan halkeaman kohdalla. Merkkiaine johdettu alapohjan leca-soraeristekerrokseen



Kuva 22
Luokkahuoneen B155 ikkunaseinustalla merkittävää ilmaavuotoa seinän ja lattian liittymässä sekä pilarin juuressa. Merkkiaine johdettu alapohjan toja-eristekerrokseen.



Kuva 23
Luokkahuoneen B155 ikkunaseinustalla merkittävää ilmaavuotoa seinän ja lattian liittymässä sekä pilarin juuressa.



Kuva 24
Tilassa A168 ikkunaseinustalla merkittävää ilmaavuotoa seinän ja lattian liittymässä. Merkkiaine johdettu alapohjan EPS-eristekerrokseen.

5.2.7 Johtopäätökset

Tutkimusten perustella rakennuksessa esiintyy useita erilaisia alapohjien rakennetyyppejä, joihin liittyy erilaisia riskejä.

Maanvastaiset alapohjarakenteet ovat paikoin kosteusteknisesti riskialttiita, lämpö- ja kosteuseristämättömiä betonirakenteita ja paikoin alapohjarakenteiden reuna-alueilla olevissa toja-eristeissä esiintyy mikrobivaurioita. Alkuperäisissä alapohjarakenteissa vedeneristeenä toimivan bitumisivelyn keskimääräinen tekninen käyttöikä on ylittynyt, ja paikoin bitumisivelyä ei alapohjissa todettu lainkaan. Aiemmin suoritettujen tutkimusten perusteella alapohjarakenteissa esiintyy paikoin poikkeavaa kosteutta.

Tutkimusten perusteella alapohjarakenteita on uusittu eri puolilla rakennusta, mutta korjatuillakin alapohjarakenteiden alueilla esiintyy sisäilmaan liittyviä riskejä (ilmavuodot rakenteista ja lahovaurioituneet vanerit EPS-eristeiden alla). Alapohjarakenteiden alapuolisesta täyttömaasta ja alapohjien mikrobivaurioituneista eriste- ja levymateriaaleista tapahtuvat ilmavuodot voivat heikentää sisäilman laatua.

5.2.8 Toimenpide-ehdotukset

Ennen peruskorjausta lattiapinnoitteet suositellaan uusittavaksi hyvin vesihöyryä läpäiseviin pinnoitteisiin vähintäänkin niiden kosteusteknisesti riskialttiiden alapohjarakenteiden alueilla, jossa esiintyy poikkeavaa kosteutta (esim. opetustila A168, luokka B115).

Jos rakennuksen käyttöä jatketaan useita vuosia ennen peruskorjausta, tulee ulkovaipparakenteiden ilmatiiveyttä parantaa tiivistyskorjausten avulla. Tiivistyskorjaukset suositellaan tehtäväksi kokonaisvaltaisesti alapohja-, ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin. Tiivistyskorjaukset tulee tehdä luotettavilla menetelmillä ja korjausten onnistuminen tulee varmistaa työvaiheessa merkkiainekokeilla. Vaihtoehtoisesti voidaan alapohjarakenteet kapseloida.

Maanvaraisen alapohjarakenteen kokonaisvaltaista uusimista suositellaan peruskorjauksessa koko rakennuksen alueelle. Korjauksessa toja-eriste tulee poistaa ja alapohja tulee korjata kosteus- ja lämpöteknisesti toimivaksi rakenteeksi.

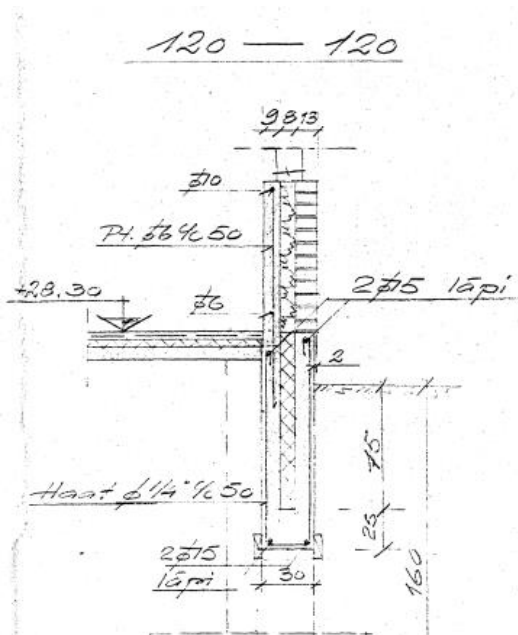
5.3 Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

5.3.1 Rakenne ja sijainti

Lähtötietojen perusteella rakennuksen ulkoseinärakenteet ovat sisältä ulospäin katsottuna betoni-mineraalivilla-tiili -rakenteisia. B-siiven työhallitilojen pohjoispuolen ulkoseinissä ikkunoiden alapuolella rakenne on sisältä ulospäin katsottuna tiili-villa-betonirakenteinen.

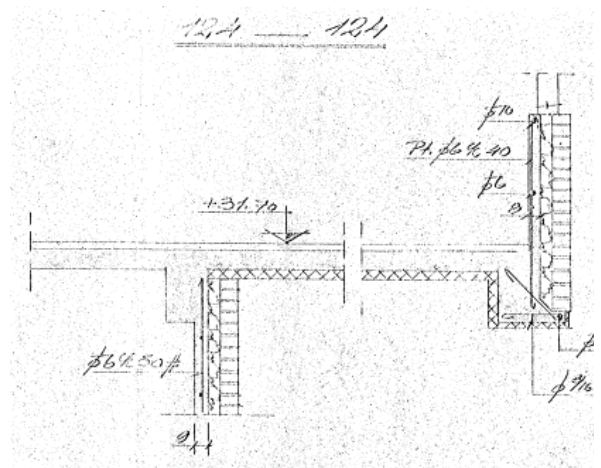
Aiempien tutkimusten perusteella ulkoseinärakenteiden mineraalivillaisissa lämmöneristeissä, sokkelihalkaisun lämmöneristeinä olevassa toja-eristeessä, ikkunoiden

kohdalla olevien leukapalkkien kohdalla olevissa korkkieristeissä sekä ikkunaliittymien vanhoissa tilke-eristeissä on monin paikoin todettu mikrobivaurioita. Mikrobivaurioita on erityisesti todettu A-siiven 2. kerroksen sokkeli- ja ulkoseinärakenteissa sekä B-siiven eteläjulkisivun sokkeli- ja ulkoseinärakenteissa. B-siiven pohjoispuolen ulkoseinissä sekä A-siiven 3. kerroksen ulkoseinärakenteissa ei ole todettu merkittäviä mikrobivaurioita.



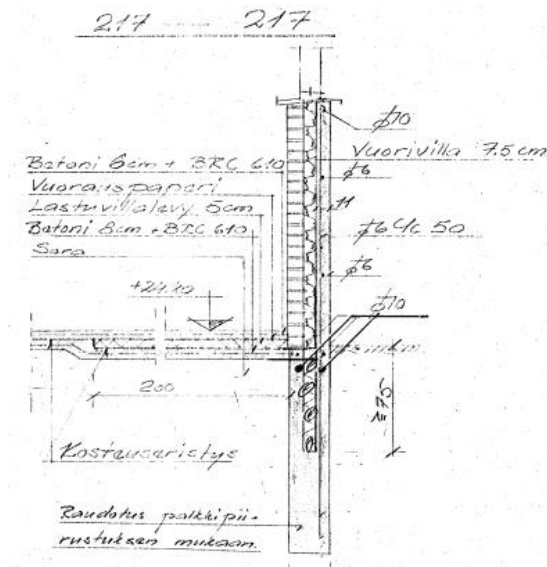
Kuva 25

A-siiven 2. kerroksen ulkoseinän rakennetyyppi. Sokkelihalkaisun lämmöneristeessä ja ulkoseinän lämmöneristeissä on todettu mikrobivaurioita.



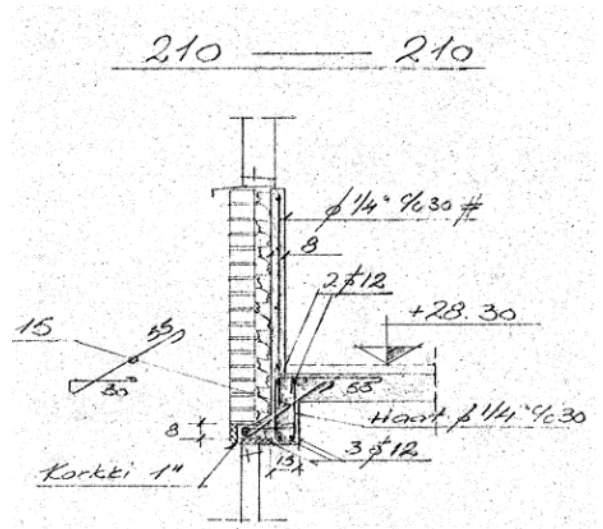
Kuva 26

A-siiven 3. kerroksen ulkoseinän rakennetyyppi. Ulkoseinän lämmöneristeissä ei ole todettu mikrobivaurioita.



Kuva 27

B-siiven 1. kerroksen pohjoispuolen työhallien rakennetyyppi. Hallisiipien ulkoseinien rakenteita on mahdollisesti uusittu aiempien remonttien yhteydessä. Työhallien ulkoseinärakenteissa ei ole todettu mikrobivaurioita.



Kuva 28

B-siiven 2. kerroksen ulkoseinä. Leukapalkkien kohdilla olevissa korkkieristeissä on todettu vaurioita. Ulkoseinän lämmöneristeissä ja korkkieristeissä on todettu mikrobivaurioita.

5.3.2 Havainnot

Sokkelirakenteessa on runsaasti rapautumis- ja korroosiovaurioita. Sokkelikorkeus on A-siiven lännen puoleisella julkisivulla erittäin matala. Rakennuksen A- ja B-siipien eteläjulkisivuilla sisäänkäyntien kohdilla sokkelirakenteiden ulkopinnoilla esiintyy runsaasti kosteusvauriojälkiä (kalkkihärmää) (Kuva 29...Kuva 32).

B-siivessä tilan B101 kohdalla on julkisivussa tiilirakenteinen osa, jonka kohdalla on aiemmin mahdollisesti sijainneet hiekkasiilot. Hiekkasiilot on purettu, minkä vuoksi hitaustilan B101 kohdalla ulkoseinässä on tiiliulkokuori. Tiiliulkokuoren alaosassa esiintyy selviä kosteusvauriojälkiä (Kuva 33 ja Kuva 34). Työhallien kohdilla julkisivut ovat pääosin betonirakenteisia. Kiinteistölaboratorion B127 ja Putkiasentajien työsalin B151 kohdalla julkisivuissa on paikoin tiili. Tiilimuuraus ulottuu maan pintaan asti (Kuva 35 ja Kuva 36). Kiinteistölaboratoriotilan B127 kohdalla julkisivuissa on havaittavissa vesivuotojen aiheuttamia vauriojälkiä. Vesi on päässyt vuotamaan ikkunan yläosan ja ulkoseinän liitoskohdasta seinän sisäpuolelle aiheuttaen peitelevyyden kosteusvaurion (Kuva 37...Kuva 39). Katoksen suunnasta tarkasteltuna ei havaittu vuotokohtaa, vaan

pellityksen ylösnosto katoksen ja ulkoseinän liitoskohdassa on toteutettu asianmukaisesti (Kuva 40). Vesivuotojäljet ovat mahdollisesti ajalta ennen katoksen pellityksen uusimista.



Kuva 29

A-siivessä lännen puoleisella julkisivulla sokkelirakenteessa esiintyy merkittäviä rapautumisvaurioita.



Kuva 30

A-siivessä lännen puoleisella julkisivulla sokkelikorkeus on paikoin erittäin matala.



Kuva 31

A- ja B-siipien eteläjulkisivulla sisäänkäyntien kohdilla on syvennykset. Syvennyksien kohdilla sokkeleiden ulkopinnoilla esiintyy merkittäviä kosteusvauriojälkiä (kalkkihärmää).



Kuva 32

Syvennyksien kohdilla sokkeleiden ulkopinnoilla esiintyy merkittäviä kosteusvauriojälkiä (kalkkihärmää).



Kuva 33

B-siivessä hitsaustilan B101 kohdalla julkisivussa on tiilirakenteista rakenteenosaa. Kohdassa mahdollisesti aiemmin sijainneet hiekkasiilot on purettu.



Kuva 34

Hitsaustilan B101 kohdalla tiilirakenteisessa sokkelissa esiintyy merkittäviä kosteusvauriojälkiä, mutta ulkoseinän lämmöneristeessä ei esiinny mikrobivauriota.



Kuva 35

Työhallien kohdalla julkisivut ovat pääosin betonirakenteisia. Kiinteistölaboratorion B127 ja Putkiasentajien työsalin B151 kohdalla julkisivuissa on tiili.



Kuva 36

Kiinteistölaboratorion B127 ja Putkiasentajien työsalin B151 kohdalla julkisivun tiilimuuraus ulottuu maanpinnan tasolle asti.



Kuva 37

Kiinteistölaboratoriotilan B127 kohdalla julkisivuissa on havaittavissa vesivuotojen aiheuttamia vauriojälkiä.



Kuva 38

Kiinteistölaboratoriotilan B127 kohdalla vesi on päässyt vuotamaan rakennuksen sisäpuolelle ikkunan yläkarmin ja seinän liitoskohdasta.



Kuva 39

Kiinteistölaboratoriotilan B127 sisäpuolelle ikkunan yläkarmin ja seinän liitoskohdasta vuotanut vesi on aiheuttanut liitoskohdassa olevaan peitelevyyden kosteusvaurion.



Kuva 40

Kiinteistölaboratoriotilan B127 kohdalla olevan katoksen pellitys on uusittu ja pellin ylösnosto ulkoseinälle on toteutettu asianmukaisesti.

5.3.3 Rakenneavaukset

Ulkoseinärakenteisiin tehdyt rakenneavaukset ja niiden sijainnit on esitetty tarkemmin liitteessä 2.

5.3.4 Mikrobianalyysit

Ulkoseinärakenteisiin tehtiin yhteensä 2 rakenneavausta ja rakenneavauksista otettiin yhteensä 2 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteet otettiin ulkoseinän mineraalivillaeristeestä. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon 2 ja tarkemmin ne on

esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 2

Ulkoseinärakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte-numero	Rakenne- neavaus	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
RM2	US1	B127	US	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
RM1	US2	B101	US	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa

Analyysitulosten perusteella ulkoseinien mineraalivillalämmöneristeissä ei esiinny kosteusvaurioon viittaavaa mikrobikasvua. Molemmat näytteet on otettu B-siiven pohjoisen puoleisen ulkoseinän lämmöneristeistä, jossa ei aiemmankaan tutkimuksen yhteydessä ole todettu mikrobivaurioita.

5.3.5 Merkkiainekokeet

Ulkoseinärakenteen tiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeilla (5 kpl). Merkkiainekaasua syötettiin ulkokuoreen/sisäkuoreen tehdyn reiän kautta ulkoseinärakenteen eristetilaan ja kaasun (typpi-vety-seos) kulkeutumista sisäilmaan päin havainnoitiin kaasuanalyysaattorilla. Kaasunsyöttöpisteiden sijainnit on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa.

Ulkoseinärakenteiden merkkiainekokeissa havaitut ilmavuotokohdat on tässä tutkimuksessa luokiteltu RT 14-11197 mukaisesti seuraavalla tavalla:

- Pistemäinen ilmavuoto: Selvästi pienelle alueelle rajautuva reikämäinen epätiiveyskohta, jonka koko on 1...2 mm. Suurempi reikä luokitellaan merkittäväksi ilmavuodoksi suuremman virtausvolyymin vuoksi. Esimerkkejä patterin kiinnike tai karmiliitos.
 - Pistemäinen ilmavuotokohta on ilmoitettu numerolla 1 (Kuva 41...Kuva 46).
- Vähäinen ilmavuoto: Pistemäistä laaja-alaisempi rakomainen 2...1000 mm, mutta volyymiltaan heikko. Jos vuodon volyymi suuri tai rako on näkyvä, se luokitellaan merkittäväksi ilmavuodoksi. Esimerkkejä karmin ja seinän liitoksien ei näkyvät raot, betonielementtien saumojen kutistumaraot, lattian ja seinän liitosten ei näkyvät raot.

- Vähäinen ilmavuotokohta on ilmoitettu numerolla 2 (Kuva 41...Kuva 46).
- Merkittävä ilmavuoto: Vuoto on heikkona laaja-alainen >1000 mm ja systemaattisesti rakenneliitokseen liittyvä tai paikallisena erityisen suuren volyymin omaava reikä tai rakomainen ilmavuoto. Jos ilmavuoto on havaittavissa aistinvaraisesti, lämpökameralla tai merkkisavulla, se on silloin merkittävä. Esimerkkejä: Lattia- ja seinäliitosten sekä ikkunakarmien ja seinäliitosten näkyvät raot.
- Merkittävä ilmavuotokohta on ilmoitettu numerolla 3 (Kuva 41...Kuva 46).

Merkkiainekokeen aikana tutkittavat huonetilat olivat n. -3...-5 Pa alipaineisia seinän eristetilaan nähden. Taulukossa 3 on esitetty tutkittujen huonetilojen painesuhteet tutkimuksen aikana ulkoilmaan ja ulkoseinärakenteen eristetilaan nähden. Merkkiainetutkimukset tehtiin ns. normaaliolosuhteessa niissä tiloissa, jotka olivat tutkimushetkellä alipaineisia ulkoilmaan nähden. Ne tilat, jotka olivat ylipaineisia ulkoilmaan nähden, alipaineistettiin lievästi, jotta tuloksia saadaan mahdollisimman läheltä tavoitteellisia paine-erotasoja.

Taulukko 3

Painesuhteet huonekohtaisesti tavanomaisessa tilanteessa ja alipaineistettuna (mikäli tarvetta).

Tutkimuspiis- teen numero	Huonetila	Paine-ero ulkoilmaan, normaali / alipaineistus	Paine-ero ulkoseinän eristetilaan, normaali / alipaineistus
MA4	A238	-3 Pa / - *)	-5 Pa / -
MA5	A327	-3 Pa / - *)	-3 Pa / -
MA6	A320	-4 Pa / - *)	-5 Pa / -
MA10	B155	+5 Pa / -7 Pa	+5 Pa / -5 Pa
MA12	B223	+5 Pa / -3...-10 Pa	+5 Pa / -2...-6 Pa

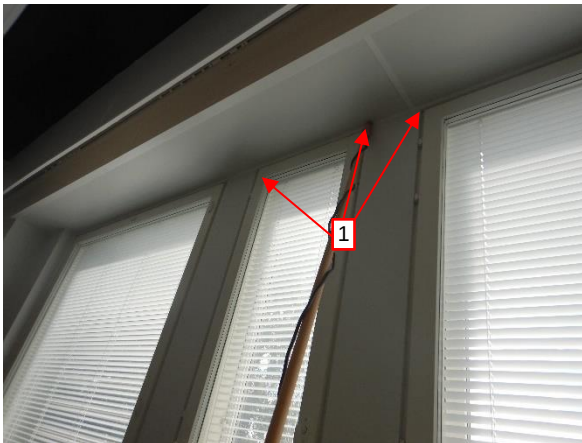
*) = Tilan alipaineistusta ei ole ollut tarvetta tehdä (tilat olivat normaalitilanteessa alipaineisia)

Tavanomaisesti alipaineisissa tiloissa A238 (MA4), A327 (MA5) ja A320 (MA6) ulkoseinän ilmavuotoja havaittiin lähinnä ikkunapuitteiden nurkkakohdissa (Kuva 41 ja Kuva 42).

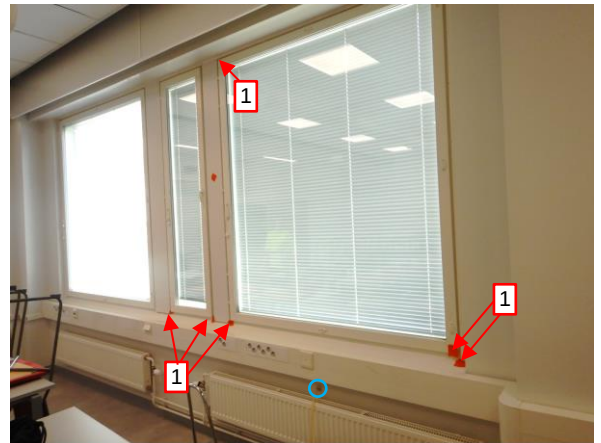
5.3.5.1 Tutkimustulokset, A-osan 3. kerroksen tiivistetyt huonetilat

A-osan 3. kerroksen idän puoleisissa tiloissa on suoritettu ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjauksia kesällä 2022. Tutkimushetkellä (kesä 2023) tiivistyskorjaukset olivat käynnissä A-osan 3. kerroksen tiloissa A359, A302-A304, A307-A309. Tiivistyskorjauksen yhteydessä tilojen vanhat lattiapinnoitteet on poistettu ja tilalle on asennettu vinyylilankut. Kesällä 2023 merkkiainekokeita suoritettiin tiloihin A320 ja A327, joiden ulkoseinien tiivistyskorjaukset on suoritettu kesällä 2022. Merkkiainekokeen aikana tutkittavat huonetilat olivat n. -3...-5 Pa alipaineisia seinän eristetilaan nähden.

Tutkimusten perusteella ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjaukset ovat onnistuneet yleisesti hyvin. Pistemäisiä ja vähäisiä ilmavuotokohtia todettiin ainoastaan ikkunoiden karmiliitosten kohdilla. Ilmavuotokohtia todettiin enemmän tilan A320 kuin tilan A327 kohdalla ulkoseinärakenteessa (Kuva 41 ja Kuva 42).



Kuva 41
Taukotilan A327 tiivistetyssä ulkoseinärakenteessa todettiin vain yksittäiset, pistemäiset ilmavuotokohtat ikkunakarmien yläosan liitoskohdissa.



Kuva 42
Tilan A320 tiivistetyssä ulkoseinärakenteessa todettiin pistemäisiä ilmavuotokohtia. Ilmavuotokohtat sijoituivat ikkunakarmin liitoskohtiin, mutta niitä oli havaittavissa enemmän kuin tilassa A327.

5.3.5.2 Tutkimustulokset, tiivistyskorjaamattomat ulkoseinärakenteet

Luokkatilat B155 ja B223 olivat tutkimusten alkuvaiheessa hiukan ylipaineisia ulkoilmaan nähden (+5 Pascalia). Tämän vuoksi tilat alipaineistettiin lievästi ulkoilmaan ja ulkoseinärakenteeseen nähden. Sisäilmaolosuhteiden seurantajärjestelmästä (720° - järjestelmä) saatavien seurantamittauksien perusteella esimerkiksi luokkatila B155

on pitkiä aikoja, erityisesti ilta- ja yöaikaan sekä viikonloppuisin, mutta hetkellisesti myös päiväaikaan (työaika) 0...-3 Pascalia ulkoilmaan nähden alipaineinen. Tila A238 oli mittaushetkellä alipaineinen (-5 Pascalia) ulkoseinärakenteeseen ja ulkoilmaan nähden.

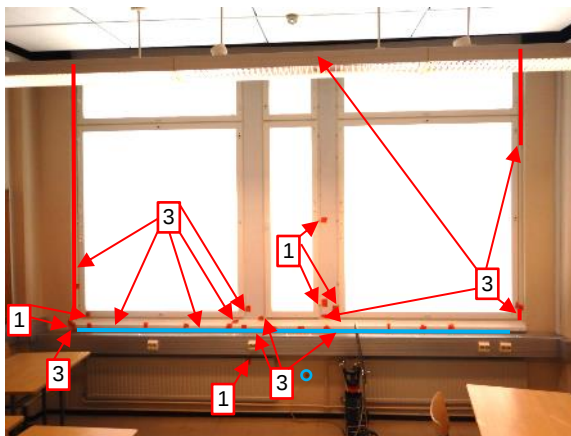
Tiloissa A238 (MA4), B155 (MA10) ja B223 (MA12) havaittiin suuri määrä selviä vuoto-kohtia lievästi alipaineistetussa olosuhteessa (Kuva 43...Kuva 46).

Opetustilassa B223 (MA12) suurin vuoto kohta oli ikkunalaudan alapuolella oleva koko pilareiden välisen matkan halki oleva seinärakenne (Kuva 43 ja Kuva 44). Merkittäviä ja pistemäisiä vuoto paikkoja esiintyi runsaasti ikkunakarmeissa.

Tilassa A238 havaittiin suuri määrä merkittäviä yhtenäisiä vuoto kohtia ikkunoiden ja niiden välissä olevien levyrakenteisten ulkoseinäosuuksien liitokohdissa. Lisäksi pistemäisiä merkittäviä vuoto kohtia havaittiin ikkunan alakarmin ja seinän liitoskohdassa sekä patterikannakkeen kohdalla (Kuva 45).

Tilassa B155 (MA10) suurimmat vuoto paikat olivat ikkunalaudassa olevat halkeamat ja porareiat, ulkoseinän ja lattian liittymät sekä pilarin ja lattian liittymät. Pistemäisiä vuoto kohtia oli lähes kaikkien patterikiinnikkeiden kohdalla (Kuva 46).

Merkkiaineen syöttökohta on merkitty kuviin sinisellä ympyrällä (Kuva 43...Kuva 46).



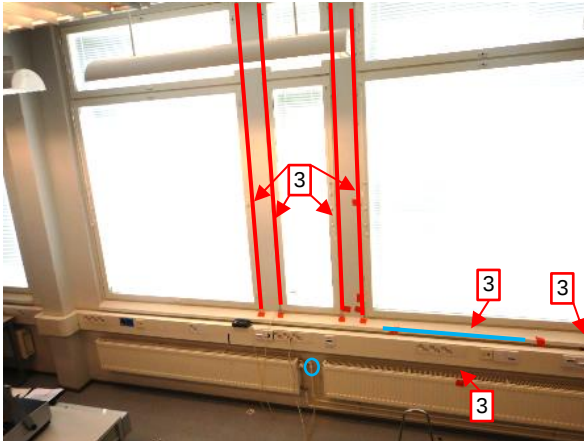
Kuva 43

Opetustilan B223 vuotokohtat (MA12): suurin vuoto kohta oli ikkunalaudan alapuolella oleva pitkä halkeama ja pistemäisiä vuoto paikkoja esiintyi runsaasti ikkunakarmeissa.

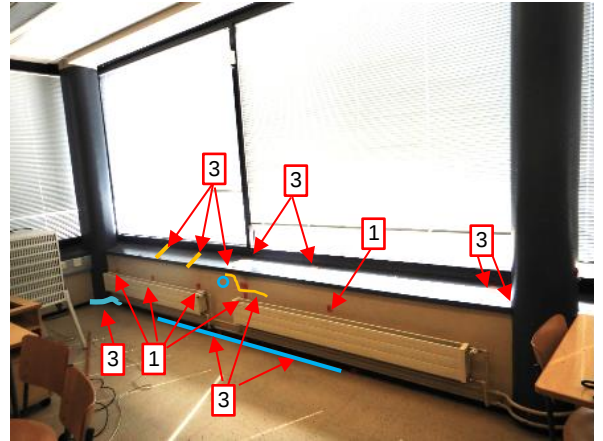


Kuva 44

Opetustilan B223 ikkunalaudan alapuolella on halkeama koko matkalla.



Kuva 45
Luokkahuoneen A238 vuotokohtat



Kuva 46
Opetustilan B155 vuotokohtat (MA10): merkittävimmät vuotopaikat olivat ikkunalaudassa olevat halkeamat ja porareivät, ulkoseinän ja lattian liittymät sekä pilarin ja lattian liittymät.

5.3.6 Johtopäätökset

Aiempien tutkimusten perusteella ulkoseinärakenteiden mineraalivilla- ja korkkieristeissä sekä sokkelihalkaisujen toja-eristeissä esiintyy monin paikoin mikrobivaurioita. Mikrobivaurioita on todettu erityisesti A-osan 2. kerroksen sokkeli- ja ulkoseinärakenteissa sekä B-siiven 1. ja 2. kerroksen etelän puoleisissa ulkoseinärakenteissa. Tehtyjen merkkiainekokeiden perusteella ulkoseinärakenteissa esiintyy selviä ilmavuotoreittejä, mutta todettuihin ilmavuutuihin vaikuttaa merkittävästi tilojen painesuhteet ulkoilmaan nähden. Ilmavuotoja ei todettu tapahtuvan niissä tiloissa, jotka olivat ulkoilmaan nähden ylipaineisia (erityisesti B-siipi).

Ulkoseinärakenteiden mikrobivaurioituneista lämmöneristeistä tapahtuvat ilmavuodot voivat heikentää sisäilman laatua. Painesuhde- ja ilmamäärämittausten perusteella ilmavuodot ulkovaipparakenteista ovat mahdollisia erityisesti A1- siivessä, koska ko. osa on pääsääntöisesti ulkoilmaan nähden hiukan alipaineinen. A1-osan luokkatilassa A225 alipaineisuus ylittää ajoittain Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan, joka on -15 Pascalia.

A2- ja B-siivissä luokkatilat ovat pääsääntöisesti ulkoilmaan nähden ylipaineisia, mikä vähentää/ estää rakenteista tapahtuvia ilmavuotoja. Painesuhde- ja ilmamäärämittausten perusteella A2- siivessä esiintyy kuitenkin myös alipaineisia tiloja, jolloin

ilmavuodot rakenteista ovat mahdollisia (erityisesti IV-koneen TK28 palvelualue, esim. toimistotila A237 sekä neuvottelutila A160, jonka alipaineisuus ylittää ajoittain Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan, joka on -15 Pascalia).

A-siiven 3. kerroksen ulkoseinärakenteisiin on tehty tiivistyskorjauksia rakenteista tahtuvien ilmavuotojen estämiseksi. Merkkiainekokeiden perusteella tiivistykset ovat onnistuneet hyvin ja rakenteissa havaittiin vain pistemäisiä ilmavuotokohtia, jotka sijaitsevat ikkunoiden karmien liitoskohdissa.

Tämän tutkimuksen yhteydessä ulkoseinärakenteiden kuntoa tutkittiin yksittäisissä pisteissä B-siiven pohjoisjulkisivulla. Tutkimukset kohdistettiin erityisesti ulkoseinärakenteissa kohtiin, joissa esiintyy selviä kosteusjälkiä (kalkkihärmäjälkiä ja ikkunaliittymien peitelistojen kosteusvaurioita). Analyysitulosten perusteella näiden kosteusvaurioiden kohdilla ulkoseinärakenteiden lämmöneristeissä ei kuitenkaan esiinny mikrobivaurioita.

5.3.7 Toimenpide-ehdotukset

Jos rakennuksen käyttö jatkuu vielä useamman vuoden ajan ennen peruskorjausta, tulee ulkovaipparakenteiden ilmatiiveyttä parantaa tiivistyskorjausten avulla. Tiivistyskorjaukset tulee kohdistaa kattavasti alapohja-, ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin. Tiivistyskorjaukset tulee toteuttaa kaikkiin merkkiainekokeissa todettuihin epätiiveyskohtiin. Tiivistyskorjausten onnistuminen tulee varmistaa työmaavaiheessa merkkiainekokeiden avulla.

Peruskorjauksessa suositellaan ulkoseinärakenteiden tiilijulkisivujen sekä ulkoseinien mineraalivilla- ja korkieristeiden ja sokkelihalkaisujen toja-eristeiden kokonaisvaltaista uusimista.

5.4 Välipohjarakenteet

5.4.1 Rakenne ja sijainti

Alkuperäisten rakennesuunnitelmien mukaan rakennuksessa on paikallavalettuja betonirakenteisia välipohjarakenteita, joissa ei ole erillisiä eristekerroksia (A-siiven 2. ja 3. kerroksen välipohja sekä B-siivessä olevat välipohjarakenteet). FCG:n tutkimusraportin mukaan ylälaattapalkistoisen teräsbetonilaatan (pintabetoni + kantava betoni) paksuus on 140 mm (Kuva 49 ja Kuva 50).

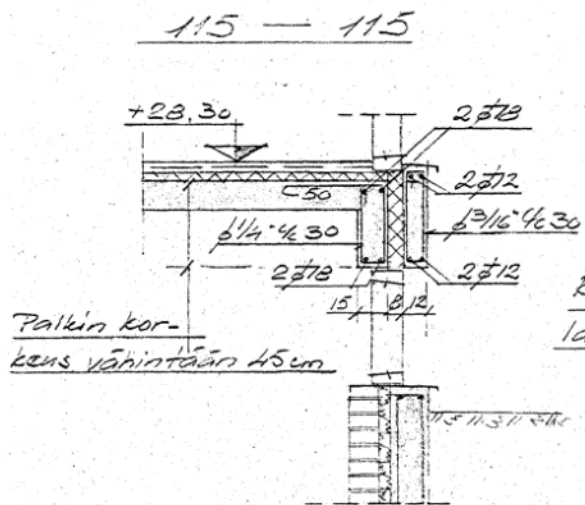
Liikuntasalin kohdalla välipohjarakenteessa puulattian alla on eristeenä mineraalivilla.



Alkuperäisten rakennepiirustusten perusteella A-siiven alimman eli kellarikerroksen ja 2. kerroksen (sisäänkäyntikerros) välisessä välipohjarakenteessa on toja-eristeisiä välipohjarakenteita. Rakennepiirustusten perusteella toja-eristeellisiä välipohjarakenteita esiintyy ainakin Eteishallin A212 ja Kirjaston A231 alueilla. Kirjaston A231 alueella on aiemmin ollut suurkeittiö ja ruokalaitiloja (Kuva 47 ja Kuva 48).

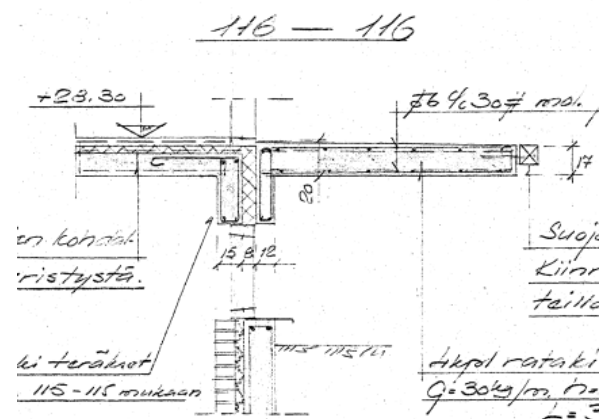
Rakennepiirustusten perusteella toja-eristeisen välipohjan rakenne on seuraava ylhäältä alaspäin katsottuna seuraava:

- lattiapinnoitteet
- pintabetonilaatta
- vuorauspaperi
- tojax-levyt 50 mm
- kantava betonilaatta (alalaattapalkisto)



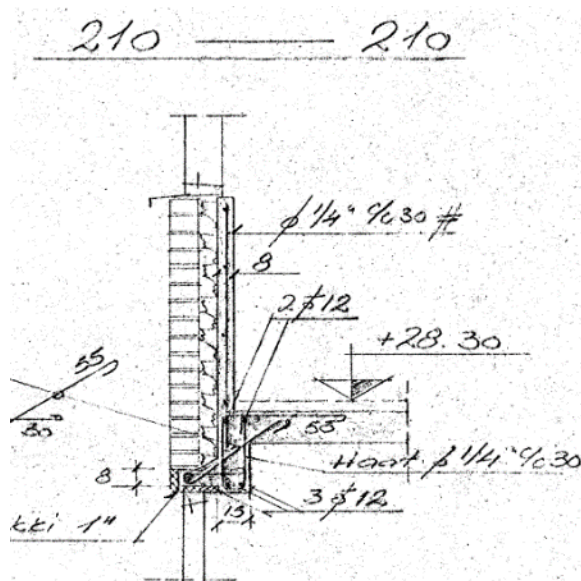
Kuva 47

Toja-eristeinen välipohja Kirjaston A231 kohdalla. Ko. tila on aiemmin toiminut oppilaiden ruokalatiloina.



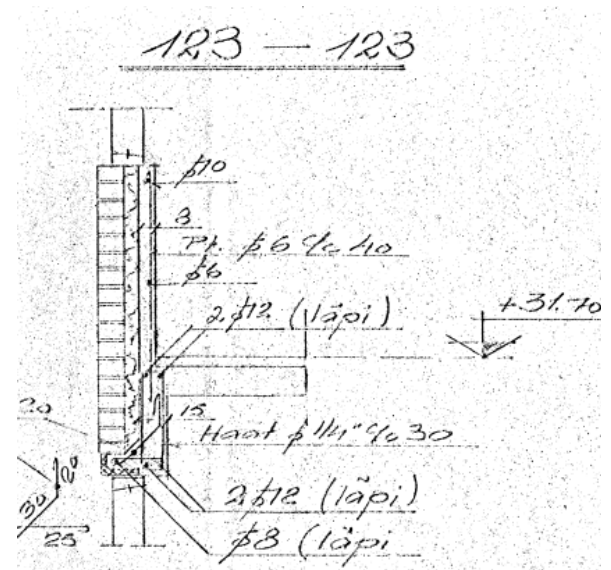
Kuva 48

Toja-eristeinen välipohja Kirjaston A231 kohdalla. Ko. tila on aiemmin toiminut suurkeittiötilana. Tilan kohdalla on aiemmin ollut lastauslaituri, joka on lähtötietojen perusteella purettu ja siirretty uuteen paikkaan samaan aikaan kun A-siipeen on rakennettu uusi portaikko.



Kuva 49

B-siiven 1. ja 2. kerroksen välipohjarakenne.



Kuva 50

A-siiven 2. ja 3. kerroksen välipohjara-
kenne.

5.4.2 Havainnot

Rakenneavauksista tehtyjen havaintojen pohjalta välipohjassa ei ole kosteus- eikä lämmöneristettä (Kuva 51 ja Kuva 52).


Kuva 51

Välipohjassa ei ole Kirjaston A231 alueella kosteus- eikä lämmöneristettä.


Kuva 52

Välipohjassa ei ole Kirjaston A231 alueella kosteus- eikä lämmöneristettä.

Välipohjan rakenneavaukset ja niiden sijainnit on esitetty yksityiskohtaisesti liitteessä 2.

5.4.3 Kosteusmittaukset

Välipohjarakenteissa ei havaittu poikkeavaa kosteutta.

5.4.4 Mikrobianalyysit

Välipohjarakenteisiin tehtiin yhteensä 2 rakenneavausta. Kummassakaan rakenneavauksessa ei ollut lämmöneristettä, eikä rakenneavauksista otettu sen vuoksi näytteitä mikrobimäärityksiä varten.

5.4.5 Merkkiainekokeet

Kirjaston A231 (MA3) välipohjarakenteen tiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeella. Välipohjarakenteessa ei havaittu eristemateriaalia. Merkkiainekaasua syötettiin välipohjarakenteeseen (pintalaatan ja kantavan laatan välissä olevaan pieneen ilmarakoon). Kaasun (typpi-vety-seos) kulkeutumista sisäilmaan päin havainnoitiin kaasuanalysaattorilla. Kaasunsyöttöpisteiden ja ilmapuotoalueiden sijainnit on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa. Merkkiainekokeen aikana tutkittavan huonetilan painesuhteet on esitetty taulukossa 4.

Tuuletusikkunan karmirakenteen sekä ulkoseinän ja välipohjan liittymässä havaittiin merkkiainekokeessa selvä ilmapuoto 30 cm matkalla sekä saman ikkunan

oikeanpuoleisessa pystykarmissa 80 cm matkalla sekä tuuletusikkunan oikealla puolella olevan ison ikkunan karmirakenteessa 120 cm matkalla.

Patteriputkien läpivientien kohdalla havaittiin selvä ilmavuoto välipohjassa.

Taulukko 4

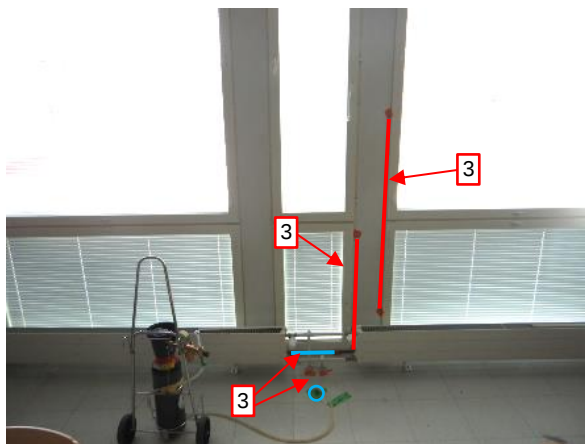
Painesuhteet huonekohtaisesti tavanomaisessa tilanteessa ja alipaineistettuna (mikäli tarvetta). - = Kyseistä alipaineistusta ei ole ollut tarvetta tehdä

Tutkimuspisteen numero	Huonetila	Paine-ero ulkoilmaan, normaali/ alipaineistus	Paine-ero ulkoseinän eristetilaan, normaali/ alipaineistus
MA3	A231	-4...-7 Pa / -	-3...-4 Pa / -

Välipohjarakenteiden merkkiainekokeissa havaitut ilmavuotokohtat on luokiteltu RT 14-11197 mukaisesti tässä tutkimuksessa seuraavalla tavalla:

- Merkittävä ilmavuoto: Vuoto on heikkona laaja-alainen >1000 mm ja systemaattisesti rakenneliitokseen liittyvä tai paikallisena erityisen suuren volyymin omaava reikä tai rakomainen ilmavuoto. Jos ilmavuoto on havaittavissa aistinvaraisesti, lämpökameralla tai merkkisavulla, se on silloin merkittävä. Esimerkkejä: Lattia- ja seinäliitosten sekä ikkunakarmien ja seinäliitosten näkyvät raot.
- Merkittävä ilmavuotokohta on ilmoitettu numerolla 3 (Kuva 53 ja Kuva 54).

Merkkiaineen syöttökohta on merkitty sinisellä ympyrällä (Kuva 53).



Kuva 53
Kirjaston A231 vuotokohtat



Kuva 54

Kirjaston A231 vuotokohdat välipohjarakenteessa

5.4.6 Johtopäätökset

Alkuperäisten rakennepiirustusten perusteella nykyisen kirjaston A231 alueella välipohjarakenteessa ulkoseinärakenteiden läheisyydessä voisi olla eristemateriaalina toja. Näin ollen eristeen kosteusvaurioituminen olisi voinut ollut mahdollista alun perin keittiö- ja ruokatilojen alueella runsaan vedenkäytön vuoksi. Tämän tutkimuksen perusteella voidaan kuitenkin todeta, että välipohjarakenteissa aiemmin mahdollisesti olleet toja-eristeet on purettu tai niitä ei ole koskaan ollut rakenteessa.

Kirjaston välipohjan ilmatiiveyttä tutkittiin yhdestä pisteestä. Kirjaston kohdalle välipohjaan pintalaatan alle (pintalaatan ja kantavan laatan välissä pieni ilmarako) johdetun merkkiaineen todettiin kuitenkin kulkeutuvan sisäilmaan välipohjassa olevien patteri-putkien läpivientien kohdalta, välipohjan ja ulkoseinän liittymästä sekä ikkuna- ja ulkoseinärakenteiden liittymistä. Koska välipohjarakenteissa ei ole eristekerroksia, ei välipohjarakenteissa olevasta ilmaraosta tapahtuvilla ilmavuodoilla ole suurta heikentävää merkitystä sisäilma laadun kannalta. Koska välipohjan ilmarako on kuitenkin yhteydessä ulkoseinärakenteiden mikrobivaurioituneeseen lämmöneristekerrokseen, suositellaan tiivistyskorjausten ulottamista välipohja- ja ulkoseinärakenteiden liittymiin ja välipohjarakenteiden läpivienteihin ja epätiiveyskohtiin.

5.4.7 Toimenpide-ehdotukset

Koska merkkiainekokeiden perusteella välipohjan ilmaraosta on ilmayhteyksiä ulkoseinärakenteen lämmöneristekerrokseen, suositellaan että kokonaisvaltaiset tiivistyskorjaukset ulotetaan jo ennen peruskorjausta suoritettavien tiivistyskorjausten yhteydessä myös välipohjarakenteisiin.

Peruskorjauksessa välipohjarakenteiden pinnoitteet uusitaan.

5.5 Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet

5.5.1 Rakenne ja sijainti

Lähtötietojen perusteella rakennuksen väliseinärakenteet ovat pääosin betoni- tai tiilirakenteisia.

5.5.2 Havainnot

Opetustilassa A168 väliseinärakenteessa esiintyy paikallinen kosteusvauriojälki. Seinän toisella puolella sijaitsevan sähkökeskuksen A147 suunnasta tarkasteltaessa on nähtävissä timanttiporareikien alapuolisissa osissa valumajälkiä. Kosteusvauriojäljet ovat mahdollisesti syntyneet timanttiporausten aikana käytetyn veden päästyä seinärakenteeseen (Kuva 55...Kuva 57). Kosteusvauriojälkien kohdalla ei todettu poikkeavaa kosteutta pintakosteudenilmaisimella (ks. Luku 5.5.4).

B-siiven ja G-laajennusosan väliin on jäänyt väliseinäksi vanha ulkoseinärakenne. Kyseisen seinän kuntoa ei ole tutkittu aiempien tutkimusten yhteydessä. Seinä on tiiliverhottu tilan B101 suunnassa ja seinän alaosa on betonirakenteinen tilan G101 suunnassa (Kuva 58...Kuva 60). Seinään tehtiin kaksi rakenneavausta VS1 ja VS2 (ks. liite 2) rakenteiden toteutustavan ja kunnon selvittämiseksi. Väliseinän rakenneavauksista otetuissa eristemateriaalinäytteissä (mineraalivilla) ei todettu mikrobivaurioita.



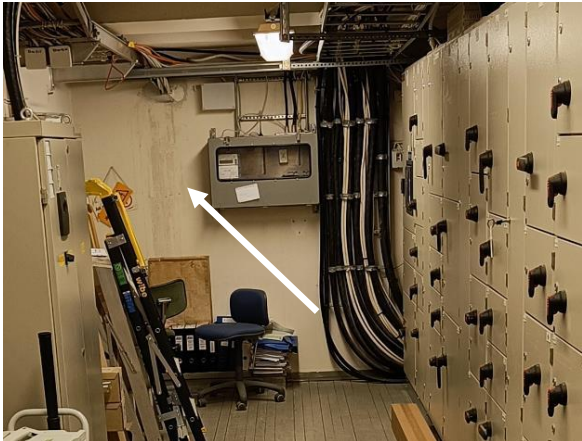
Kuva 55

Työsalin A168 kohdalla väliseinärakenteessa esiintyy kosteusvauriojälkiä.



Kuva 56

Työsalin A168 kohdalla väliseinärakenteessa esiintyy kosteusvauriojälkiä.



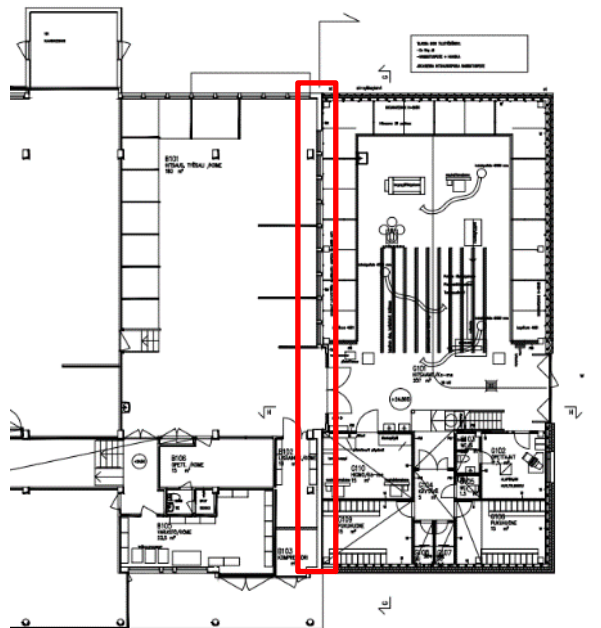
Kuva 57
Sähkökeskuksen A147 puolella väliseinässä on havaittavissa timanttiporareian alapuolella valumajälkiä.



Kuva 58
Hitsaustilan B101 ja G-laajennusosan väliin on jäänyt vanha ulkoseinä väliseinäksi. Näkymä Hitsaustilan B101 suunnasta.



Kuva 59
Hitsaustilan B101 ja G-laajennusosan väliin on jäänyt vanha ulkoseinä väliseinäksi. Näkymä G-siiven suunnasta.



Kuva 60
Hitsaustilan B101 ja G-laajennusosan väliin on jäänyt vanha ulkoseinä väliseinäksi.

5.5.3 Rakenneavaukset

Rakenneavaukset ja niiden sijainnit on esitetty yksityiskohtaisesti liitteessä 2.

5.5.4 Kosteusmittaukset

Tilan A168 väliseinän pintakosteutta mitattiin seinän molemmilta puolilta pintakosteusilmaisimella kosteusvauriojälkien lähialueelta. Lukemat vaihtelivat välillä 40 – 55 (Gann).

5.5.5 Mikrobianalyysit

Väliseinärakenteisiin tehtiin yhteensä 2 rakenneavausta ja rakenneavauksista otettiin yhteensä 2 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteet otettiin mineraalivillaeristeestä. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon 5 ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 5

Väliseinärakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte- nu- mero	Raken- neavaus	Tila	Ra- kenne	Materiaali	Tulkinta
MR3	VS1	B101	VS	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MR4	VS2	G101	VS	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa

Analyysitulosten perusteella kummassakaan väliseinän mineraalivillaeristenäytteessä ei esiinny kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

5.5.6 Merkkiainekokeet

Hitsaushallin B101 ja G-siiven välissä olevan väliseinärakenteen (vanha ulkoseinä) tiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeella. Merkkiainekaasua syötettiin väliseinärakenteeseen poratun reiän kautta eristetilaan. Kaasun (typpi-vety-seos) kulkeutumista sisäilmaan päin havainnoitiin kaasuanalyysaattorilla. Kaasunsyöttöpisteen sijainti on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa. Merkkiainekokeen aikana tutkittavan huonetilan painesuhteet on esitetty taulukossa 6.

Tilan B101 puolella selkeitä vuotokohtia olivat ikkunapuitteet ja ikkunoiden välisten levytysten reunat sekä tiiliseinän läpiviennit ja halkeamat tiiliverhouksessa. G-osan puolelta selkeä vuotokohta oli laastisauman halkeaman kohdalla.

Taulukko 6

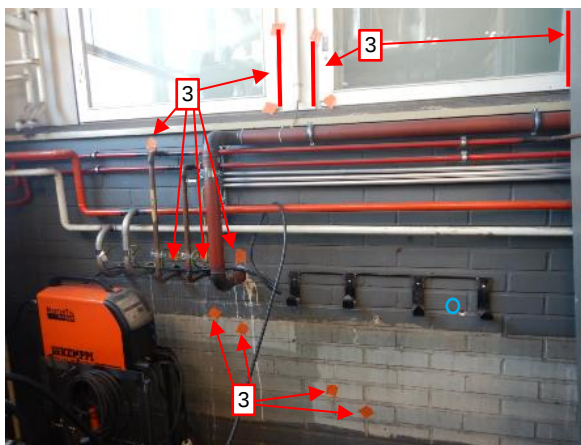
Painesuhteet huonekohtaisesti tavanomaisessa tilanteessa ja alipaineistettuna (mikäli tarvetta). - = Kyseistä alipaineistusta ei ole ollut tarvetta tehdä

Tutkimuspisteen numero	Huonetila	Paine-ero ulkoilmaan, normaali/ alipaineistus	Paine-ero väliseinän eristetilaan, normaali/ alipaineistus
MA9	B101	+17 Pa / -1...-3 Pa	-3...-4 Pa / -

Väliseinärakenteen merkkiainekokeessa havaitut ilmapuotokohdat on tässä tutkimuksessa luokiteltu RT 14-11197 mukaisesti seuraavalla tavalla:

- Merkittävä ilmapuoto: Vuoto on heikkona laaja-alainen >1000 mm ja systemaattisesti rakenneliitokseen liittyvä tai paikallisena erityisen suuren volyymin omaava reikä tai rakomainen ilmapuoto. Jos ilmapuoto on havaittavissa aistinvaraisesti, lämpökameralla tai merkkisavulla, se on silloin merkittävä. Esimerkkejä: Lattia- ja seinäliitosten sekä ikkunakarmien ja seinäliitosten näkyvät raot.
- Merkittävä ilmapuoto on ilmoitettu numerolla 3 (Kuva 61 ja Kuva 62).

Merkkiaineen syöttökohta on merkitty sinisellä ympyrällä (Kuva 61).



Kuva 61
Tilan B101 väliseinä B- ja G-osan välissä, kuva B-osan puolelta



Kuva 62
väliseinä B- ja G-osan välissä, kuva G-osan puolelta

5.5.7 Johtopäätökset

Tilan A168 väliseinässä esiintyvät kosteusjäljet ovat kuivia. Väliseinärakenteeseen tehtyjen timanttiporareikien kohdalla on valumajälkiä Sähkökeskuksen A147 puolella. Maalipussit ovat todennäköisesti syntyneet porausten yhteydessä. Rakenne on kuivunut porausten jälkeen. Tutkimusten perusteella kosteusjäljet eivät heikennä sisäilman laatua.

Rakennusosien B- ja G- väliin väliseinäksi jääneen vanhan ulkoseinän lämmöneristeissä ei havaittu mikrobivauriota, mutta seinässä havaittiin merkittäviä ilmavuotokohtia erityisesti vanhojen ikkunakarmien ja ikkunoiden välisten levytysten reunoilla. Seinässä oli myös merkittäviä ilmavuotokohtia läpivientien ja seinän halkeaman kohdalla. Vaikka tilat ovat normaalisti reilusti ylipaineisia ulkoilmaan nähden, oli tutkimushetkellä väliseinän eristetilä hiukan alipaineinen sisätiloihin nähden, joten ilmavuodot väliseinän eristetilasta ovat mahdollisia.

5.5.8 Toimenpidesuositukset

Jos rakennuksen käyttö jatkuu vielä vuosia ennen peruskorjausta ja jos tiivistyskorjaukset ulotetaan myös tehdassaltilojen ulkovaipparakenteisiin, tiivistyskorjaukset suositellaan tehtäväksi myös väliseinäksi jääneeseen vanhaan ulkoseinään.

Vanha väliseinäksi jääneen ulkoseinän eristemateriaalit suositellaan purettavaksi peruskorjauksessa tai tiivistyskorjattavaksi rakenteen molemmiin puolin. Tiivistyskorjausten onnistuminen tulee varmistaa työmaavaiheessa merkkiainekokeiden avulla.

Luokkatilan A168 väliseinässä kosteusjälkien kohdilta uusitaan vaurioituneet maali- ja tasoitepinnat.

5.6 Yläpohjat ja vesikatot

5.6.1 Rakenne ja sijainti

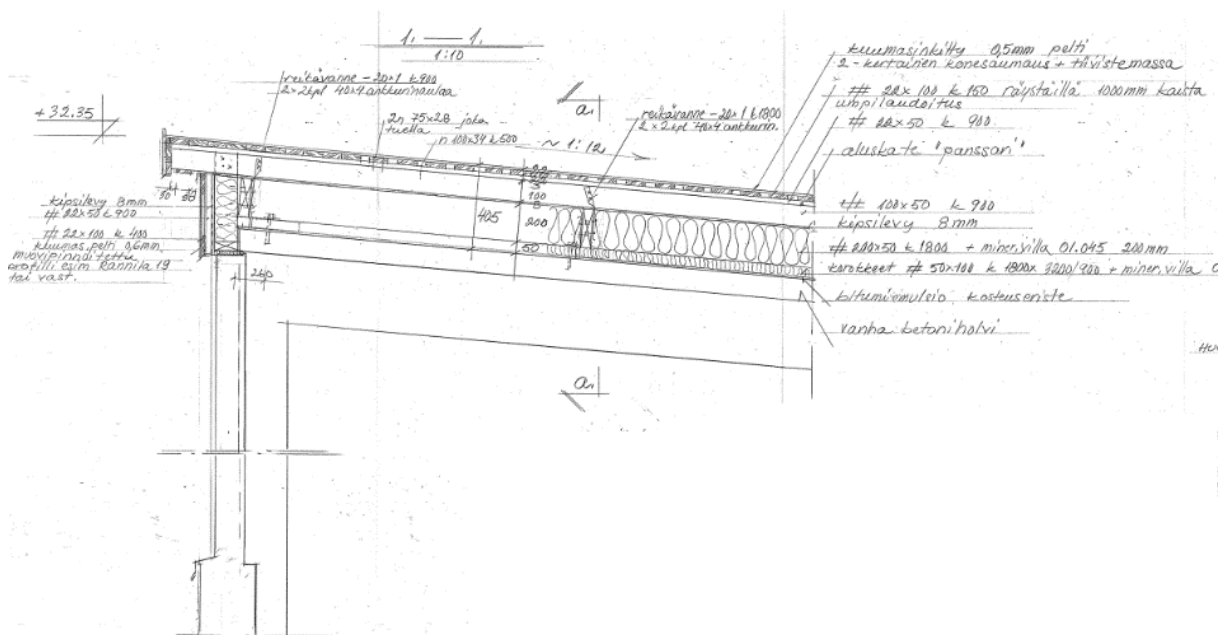
Sisäilma- ja kosteusteknisen kuntotutkimuksen yhteydessä vuonna 2021 on tutkittu A-osan bitumikermikatteellisen tasakaton kuntoa vesikatolla olevien tarkastusluukkujen

kautta aistinvaraisesti ja lämmöneristeistä otettujen materiaalinäytteiden avulla. Yläpohjan lämmöneristeissä ei ole todettu mikrobivaurioita.

Ns. pitkässä työhallisiivessä (B-siipi) on konesaumattu peltikatteellinen pulpettikatto, jossa on kantava teräsbetonilaatta lappeen suuntainen. Lähtötietojen perusteella rakennuksen konesaumattua peltikatteellista yläpohjarakennetta ei ole tutkittu. Aiempien tutkimusten valmistumisen jälkeen B-siivessä on todettu vesikattovuotoja.

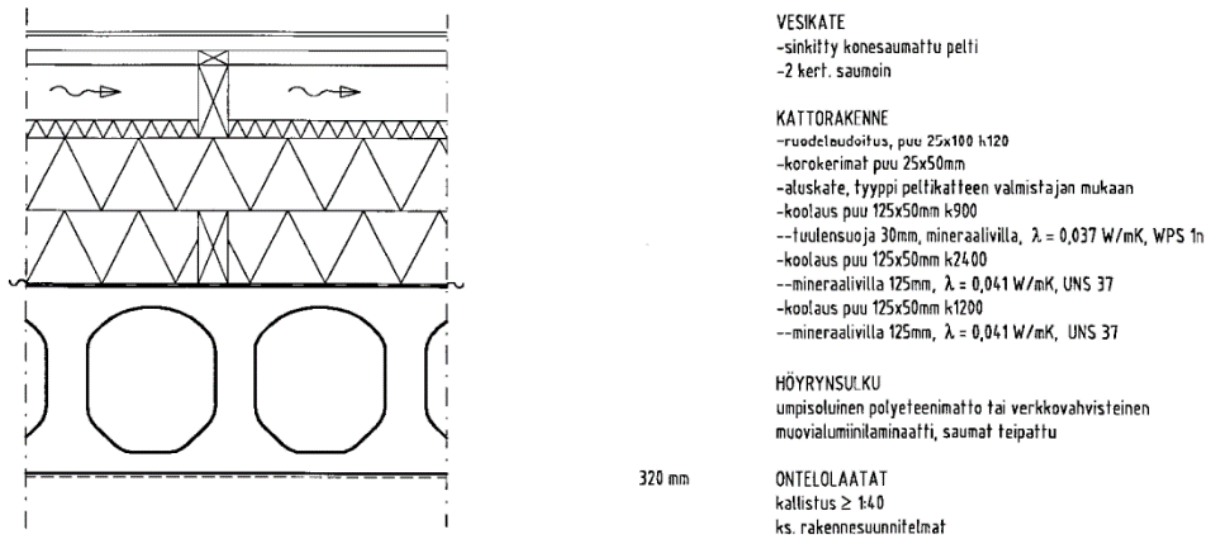
FCG:n tutkimusraportin mukaan yläpohjarakenne YP2 on seuraava ulkoa sisälle päin luoteltuna (Kuva 63):

- Konesaumattu pelti
- Umpilaudoitus 22 mm
- Aluskate (panssarikate)
- Puukorotus + ilmaväli 100 mm
- Kipsilevy 13 mm
- Puupalkit + min.villa 200 mm
- Puukorokepalat + min.villa 50 mm
- Bitumiemulsio
- Betoniholvi n. 120 mm, välissä palkit



Kuva 63
B-siiven yläpohjarakenne.

Lähtötietojen perusteella v. 2006 rakennetun G-laajennusosan yläpohja on ontelolaat-
tarakenteinen. Rakennepiirustusten perusteella G-osan yläpohjarakenne on seuraava
ylhäältä alaspäin katsottuna (Kuva 64):



Kuva 64
G-siiven yläpohjan rakennetyyppi.

5.6.2 Havainnot

Rakennuksen B- ja G-osien alueella vesikatolla on yhteensä 56 kpl kattoikkunoita tai savunpoistoluukkuja (kattoikkunat sijaitsevat pareittain). Osa kattoikkunoista on korvattu IV-laitteiden läpivienneillä. Kaikissa kyseisissä kohdissa on samanlainen koro-
tettu kattoikkunan jalustarakenne, joka liittyy yläpohjaan. Kattoikkunan jalustarakentei-
den lisäksi vesikatolla on n. 20 IV-laitteiden läpivientiä (Kuva 65 ja Kuva 66).

Kattoikkunoiden kupujen tiivisteet ovat paikoin liikkuneet pois paikaltaan. Kupujen kiin-
nitysruuvi suojatulppia puuttuu paikoin. Lisäksi yksi kattoikkunan kupu on rikki. G-
osassa kattoikkunan ja IV-laitteiden läpivientien pellitykset on toteutettu niin, että vesi
lammikoituu läpivientien juureen (Kuva 67...Kuva 70).


Kuva 65

B- ja G-osien vesikatoilla on runsaasti kattoikkunoita ja IV-laitteiden läpivientejä.


Kuva 66

B- ja G-osien vesikatoilla on runsaasti kattoikkunoita ja IV-laitteiden läpivientejä.


Kuva 67

G-osan vesikatolla pellityksissä esiintyy puutteita. Vesi lammikoituu paikoin vesikatolle.


Kuva 68

B-osan kattokupujen tiivisteet ovat paikoin siirtyneet pois paikaltaan.


Kuva 69

B-osan kattoikkunoiden kupujen kiinnitysruuvien suojatulppia puuttuu paikoin.


Kuva 70

B-osassa yhden kattoikkunan kupu on rikki.

28.4.2023 suoritetulla kohdekäynnillä havaittiin, että B-siivessä ja G-laajennusosassa on tapahtunut useita kattovuotoja, minkä vuoksi yläpohjan alapinnassa on havaittavissa kosteusvauriojälkiä akustiikkalevyissä. Vesivuotojälkiä on havaittavissa

läpivientien kohdilla, mutta myös kohdissa, joissa läpivientejä ei ole. Mahdollisia vesivuotojälkiä on havaittavissa myös ulkoseinärakenteiden ja sisäänkäyntilippojen liittymissä sekä kattoikkunoiden läheisyydessä (Kuva 71...Kuva 75).

Studiotilan A170 kohdalla yläpohjassa olevat kattoikkunat (4 kpl) on laitettu umpeen levyrakentein. Levyrakenteiden ylä- ja alapinnoilla on havaittavissa vesivuotojen / kattoikkunoihin kondensoituvan kosteuden aiheuttamia vauriojälkiä (Kuva 76 ja Kuva 77). Lisäksi Eteisen A161 kohdalla vesikatolla olevien savunpoistoluukkujen kohdilla puurakenteissa esiintyy kosteusvauriojälkiä.

Yläpohjarakenteen alapinnassa on havaittavissa myös epätiivittä ja mineraalivillalla tilkittyjä läpivientejä (Kuva 78).



Kuva 71
Työsali A168. Salin katossa vesivuotojälkiä. Ko. kohdan vaurioituneet alakatolevyt on uusittu kesällä 2023.



Kuva 72
Työsali A168. Salin katossa vesivuotojälkiä.



Kuva 73
Ilmastointiasentajien tilassa B136 oleva kattoikkuna. Kattoikkunan läheisyydessä mahdollisia vesivuotojälkiä.



Kuva 74
Vesivuotojälki Koneistamon B141 katossa.



Kuva 75
G-laajennuksen työsalin yläpohjassa esiintyy vesivuotojälkiä.



Kuva 76
Studion A170 alas lasketun katon yläpuolella olevassa kattoikkunaa peittävässä levyssä on vesivuotojälkiä.



Kuva 77
Savunpoistoluukun puurakenteessa on kosteusvauriojälkiä.



Kuva 78
Yläpohjarakenteessa on havaittavissa epätiiviyttä tai mineraalivillalla tilkittyjä läpivientejä.

Vesikaton maalipinta on monin paikoin rikkoutunut ja pellissä on ruostetta. Pellin saumoja on paikoin tiivistetty saumaussmassalla (Kuva 79 ja Kuva 80). Havaintojen perusteella G-laajennusosalla ja B-siivessä on puhki ruostuneita sadevesikouruja (Kuva 81 ja Kuva 82).



Kuva 79
Pellin maali on monin paikoin irronnut ja pellissä on ruostetta.



Kuva 80
Pellin saumoja on tiivistetty paikoin massalla.



Kuva 81
G-laajennusosan sadevesikouruissa esiintyy vesivuotokohtia.



Kuva 82
Myös B-siiven pohjoispuolen sisäänkäyntilippojen kohdilla sadevesikouruissa esiintyy vuotokohtia/reikiä.

Konesaumatus pellin alla on B-osassa pahvinen aluskate. Aluskatteen pinnalla on lähes kaikissa rakenneavauskohdissa vesivuotojälkiä (Kuva 83). Myös tuulensuojalevynä olevan kipsilevyn yläpinnalla on useassa rakenneavauskohdassa kosteusvauriojälkiä (Kuva 84). Rakenneavaus YP1:n kohdalla (tila A168) mineraalivillan havaittiin oleva aistinvaraisesti arvioituna kosteaa yläpohjan betonilaatan pinnan tuntumassa.


Kuva 83

B-osan rakenneavauksissa havaittiin aluskatteen yläpinnoilla kosteusvauriojälkiä.


Kuva 84

B-osan rakenneavauksissa havaittiin tuulensuojalevyn yläpinnalla kosteusvauriojälkiä. Vesivalumajälkiä ei kuitenkaan ollut havaittavissa kipsilevyjen alapinnalla.

5.6.3 Rakenneavaukset

Yläpohjan rakenneavausten perusteella rakenteet ovat suunnitelmien mukaiset. Rakenneavauksissa havaittiin runsaasti kosteusvauriojälkiä, jotka liittyvät vesikaton vuotoihin.

Rakenneavaukset ja niiden sijainnit on esitetty yksityiskohtaisesti liitteessä 2.

5.6.4 Mikrobianalyysit

Yläpohjarakenteisiin tehtiin yhteensä 6 rakenneavausta ja rakenneavauksista otettiin yhteensä 10 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteet otettiin yläpohjan mineraalivillaeristeestä. Tulokset on koottu alla olevaan taulukkoon 7 ja tarkemmin ne on esitetty laboratorion analyysivastauksessa liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1 olevassa pohjakuvassa.

Taulukko 7

Yläpohjarakenteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulokset.

Näyte- nu- mero	Raken- neavaus	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
MR18	YP1	A168	YP	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MR19	YP1	A168	YP	Mineraalivilla	Mikrobikasvustoa

Näyte- nu- mero	Raken- neavaus	Tila	Rakenne	Materiaali	Tulkinta
MR16	YP2	A168	YP	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MR17	YP2	A168	YP	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MR15	YP3	B132	YP	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MR13	YP4	B151	YP	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MR14	YP4	B151	YP	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MR11	YP5	B141	YP	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MR12	YP5	B141	YP	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa
MR10	YP6	G101	YP	Mineraalivilla	Ei mikrobikasvustoa

Analyysitulosten perusteella yhdessä (1/10) yläpohjan mineraalivillaeristeestä otetussa näytteessä (MR19) esiintyy kosteusvaurioon viittaavaa mikrobikasvustoa. Kyseinen näyte otettiin tilan A168 kohdalta yläpohjasta. Näytteessä esiintyy kosteusvaurion indikaattorimikrobia *Aspergillus ustus*, sekä runsaasti homeita/hiivoja ja *Penicillium spp.* -sientä.

5.6.5 Merkkiainekokeet

Yläpohjarakenteen tiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeella (1 kpl) tilassa A168 (MA13) vesivuotoalueen kohdalta. Merkkiainekaasua syötettiin yläpohjarakenteen eristetilaan vesikaton suunnasta poratun reiän kautta. Kaasun (typpi-vety-seos) kulkeutumista sisäilmaan päin havainnoitiin kaasuanalyysaattorilla. Kaasunsyöttöpisteen sijainti on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa. Merkkiainekokeen aikana tutkittava huonetila oli normaalissa vallitsevassa olosuhteessa n. 2 Pa ylipaineinen ulkoilmaan nähden ja alipaineistettuna -10 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden.

Merkittäviä ilmavuotoja havaittiin -10 Pa alipaineessa yläpohjan alapinnassa paikatus vanhan IV-läpiviennin ja yläpohjan liitoskohdassa sekä yläpohjan ja IV-kanavan koteloinnin liitoskohdassa. Ns. normaaleissa käyttöolosuhteissa yläpohjarakenteesta ei tapahtunut ilmavuotoja sisäilmaan päin.

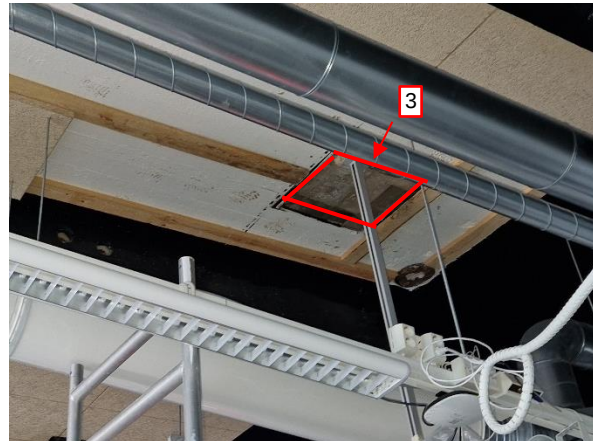
Yläpohjarakenteen merkkiainekokeissa havaitut ilmavuotokohdat on tässä tutkimuksessa luokiteltu RT 14-11197 mukaisesti seuraavalla tavalla:

- Merkittävä ilmavuoto: Vuoto on heikkona laaja-alainen >1000 mm ja systemaattisesti rakenneliitokseen liittyvä tai paikallisena erityisen suuren volyymin omaava reikä tai rakomainen ilmavuoto. Jos ilmavuoto on havaittavissa aistinvaraisesti, lämpökameralla tai merkkisavulla, se on silloin merkittävä. Esimerkkejä: Lattia- ja seinäliitosten sekä ikkunakarmien ja seinäliitosten näkyvät raot.
- Alla olevissa kuvissa merkittävät ilmavuotokohdat on ilmoitettu numerolla 3 (Kuva 86...Kuva 88Virhe. Viitteen lähde ei löytynyt.).



Kuva 85

Tilassa A168 yläpohjan lämmöneristeestä havaittiin ilmavuotoa vanhan IV-läpiviennin ja yläpohjan liitoskohdassa alipaineistetussa tilanteessa.



Kuva 86

Tilassa A168 yläpohjan lämmöneristeestä havaittiin ilmavuotoa vanhan IV-läpiviennin ja yläpohjan liitoskohdassa alipaineistetussa tilanteessa.



Kuva 87

Lähikuva mahdollisesta umpeen laite- tusta IV-läpiviennistä. Betonirakenteen



Kuva 88

Tilassa A168 yläpohjan alapinnassa ha- vaittiin ilmavuotoa IV-kanavan

alapinnassa on mikrobivaurioituneita levyrakenteita (muottimateriaali).

koteloinnin ja yläpohjan liitoskohdassa alipaineistetussa tilanteessa.

5.6.6 Johtopäätökset

A-siiven yläpohjarakenteiden kuntoa on tutkittu aiempien tutkimusten yhteydessä, eikä tutkitulla alueella yläpohjan lämmöneristeissä ole todettu mikrobivaurioita.

B-siiven konesaumattun peltikatteen kunto on heikko (osa A2, B-osa ja G-laajennusosa) ja eityisesti G-osalla konesaumattu vesikatto on toteutettu siten, että vesi pääsee lammikoitumaan vesikatolle. Useissa B-siiven tiloissa on todettu vesikattovuotoja, yläpohjan alapinnassa on havaittavissa vesivuotojälkiä ja aktiivisia kattovuotoja oli havaittavissa tutkimusten aikana tilassa A168.

B-siiven yläpohjarakenteen kuntoa tutkittiin tässä tutkimuksessa konesaumattuun peltikatteeseen tehtyjen rakenneavausten kautta. Tutkimusten perusteella yläpohjassa tuulensuojalevynä olevan kipsilevyn yläpinnassa oli paikoin havaittavissa vesivalumajälkiä, mutta kosteusvauriojälkiä ei ollut havaittavissa kipsilevyn alapinnassa. Yläpohjarakenteen mineraalivillaeristeistä otettiin materiaalinäytteitä eri puolilta B-siipeä ja yhdestä pisteestä G-laajennusosalta. Tutkimusten perusteella ainoastaan tilan A168 kohdalla olevan vesikattovuodon kohdalla yläpohjan lämmöneristeessä esiintyy mikrobivaurio. Samassa kohdassa yläpohjan alapinnassa todettiin kosteus- ja mikrobivaurioituneita puu- ja levymateriaaleja.

Studion A170 kohdalla kattoikkunoita on laitettu alapuolelta umpeen levyrakentein. Kattoikkunoiden kohdilla levyrakenteissa esiintyy kosteusjälkiä. Kosteusvauriojälkiä esiintyy myös kahden savunpoistoluukun kohdalla olevissa puurakenteissa.

Tilan A168 kohdalle yläpohjarakenteeseen tehtiin merkkiainekoe yläpohjasta tapahtuvien ilmapuotojen selvittämiseksi. Yläpohjasta ei todettu tapahtuvan ilmapuotoja sisäilmaan päin ilmanvaihdon ns. normaalitilanteessa (tutkimushetkellä alipaineisuus 0...-2 Pascalia). Yläpohjan lämmöneristeistä, vesikattovuodon kohdalla todettiin tapahtuvan ilmapuotoja sisäilmaan päin, tilojen alipaineisuuden lisääntyessä (alipaineoven avulla alipaineisuus -10 Pascalia ulkoilmaan nähden). Koska tutkimusten perusteella yläpohjan lämmöneristeistä ei tapahdu ilmapuotoja sisäilmaan päin ns. normaaliolosuhteissa,

eivät yläpohjan lämmöneristeiden vauriot heikennä sisäilman laatua. Opetustilan A168 kohdalla vesivuodon kohdalla yläpohjan alapinnassa on esiintynyt myös mikrobivaurioituneita puu- ja levyrakenteita, jotka ovat voineet heikentää sisäilman laatua (todennäköisesti vaurioituneet materiaalit on poistettu kesällä 2023).

5.6.7 Toimenpidesuositukset

Heti tehtävinä toimenpiteinä suositellaan Studiotilassa A170 umpeen laitettujen kattoikkunoiden kosteusvaurioituneiden levyrakenteiden sekä kosteusvaurioituneiden puurakenteiden uusimista. Kattoikkunoiden kunto ja tiiveys tulee varmistaa.

Opetustilassa A168 uusitaan kosteusvaurioituneet alakattolevyt ja alakattolevyjen yläpuolella mahdollisesti olevat kosteusvaurioituneet levy- ja puurakenteet (osa vaurioituneista alakattolevyistä on jo uusittu kesällä 2023). Merkkiainekokeissa todetut yläpohjan ilmavuotokohdat tiivistetään alakattolevyjen uusinnan yhteydessä.

Konesaumatus peltikatteen tiiveys varmistetaan vähintään luokkatilan A168 kohdalla ja ko. tilan yläpuolella.

Vaikka mikrobianalyseissä yläpohjan lämmöneristeissä ei havaittu laaja-alaisia mikrobivaurioita, todettiin tuulensuojalevynä olevan kipsilevyn yläpinnassa vesivuotojälkiä useammassa rakenneavauspisteessä. Tästä syystä suositellaan arvioimaan koko yläpohjan lämmöneristeiden uusimistarvetta vesikatteen uusimisen yhteydessä. Samassa yhteydessä yläpohjan alapinnan ilmatiiveyden parantamista suositellaan koko B-osalla.

5.7 Talotekniikkakuilut ja muut kanaalirakenteet

5.7.1 Sijainti ja havainnot

Alapohjarakenteissa olevien kanaalirakenteiden kuntoa tutkittiin kanaalien levyrakenteisia kansiavaamalla. Tilassa Studio A170 olevassa lattiakanaalissa on betonirakenne pohja. Kanaalissa on rakennusjätettä, kuten mineraalivillaeristettä. Kanaalin levyrakenteiset kansirakenteet ovat epätiivitä. Ilmavirtaus on kanaalista huonetilan

suuntaan merkkisavun avulla todettuna. Kanaalin seinillä on pikisively (Kuva 89...Kuva 91).

Kellarikerroksen käytävällä sijaitsevan lattiakanaalin teräsrakenteinen tarkastusluukku on tiivistetty massalla, mutta kannessa on aukkoja, joiden kautta ilma virtaa merkkisavun avulla todettuna kanaalin suuntaan (Kuva 92).



Kuva 89
Studio A170 lattiakanaalissa on levyrakenteinen epätiivis kansi.



Kuva 90
Studio A170 lattiakanaali.



Kuva 91
Studio A170 lattiakanaalissa on mineraalivillaa.



Kuva 92
B-osan kellarikerroksen käytävällä sijaitsevan lattiakanaalin luukku. Ilma virtaa kanaalin suuntaan luukun aukon kautta.

Tilassa A216 on levyrakenteinen kotelo, jonka sisällä on viemäriputki. Kotelorakenteen kipsilevyjen alaosissa sekä koteloa ympäröivässä lattiapinnoitteessa on kosteusvauriojälkiä. Tarkastusluukun kautta tehtyjen havaintojen perusteella viemäriässä on ollut vuoto. Kotelon levyrakenteen sisäpinnalla on kosteusvauriojälkiä ja pohjalla sekä viemärin ulkopinnalla on vuotojälkiä (Kuva 93...Kuva 96).



Kuva 93

Tilassa A216 on kotelorakenne, jonka levyrakenteiden alaosissa ja ympärillä olevassa lattiapinnoitteessa on kosteusvauriojälkiä.



Kuva 94

Kotelon sisäpinnalla levyssä on kosteusvauriojälkiä.



Kuva 95

Kotelon pohjalla on vuotojälkiä.



Kuva 96

Viemärin ulkopinnalla on vuotojälkiä.

5.7.2 Johtopäätökset

Studiotilassa A170 alapohjassa kulkevan kanaalin levyrakenteiset kannet ovat epätiiviitä ja kanaalista todettiin tapahtuvan ilmavuotoja sisäilmaan päin. Ilmavuotojen

mukana kanaalissa olevat epäpuhtaudet voivat kulkeutua huoneilmaan heikentäen sen laatua.

B-osan käytävällä olevien lattiakanaalin kansissa on aukkoja, joiden kautta ilma virtaa kanaalin suuntaan. Rakennuksen painesuhteiden vaihdellessa ilmavirtaus voi olla myös kanaalista sisätilan suuntaan.

Tilassa A216 pystykotelorakenne on kosteusvaurioitunut viemärivuodon seurauksena.

5.7.3 Toimenpidesuositukset

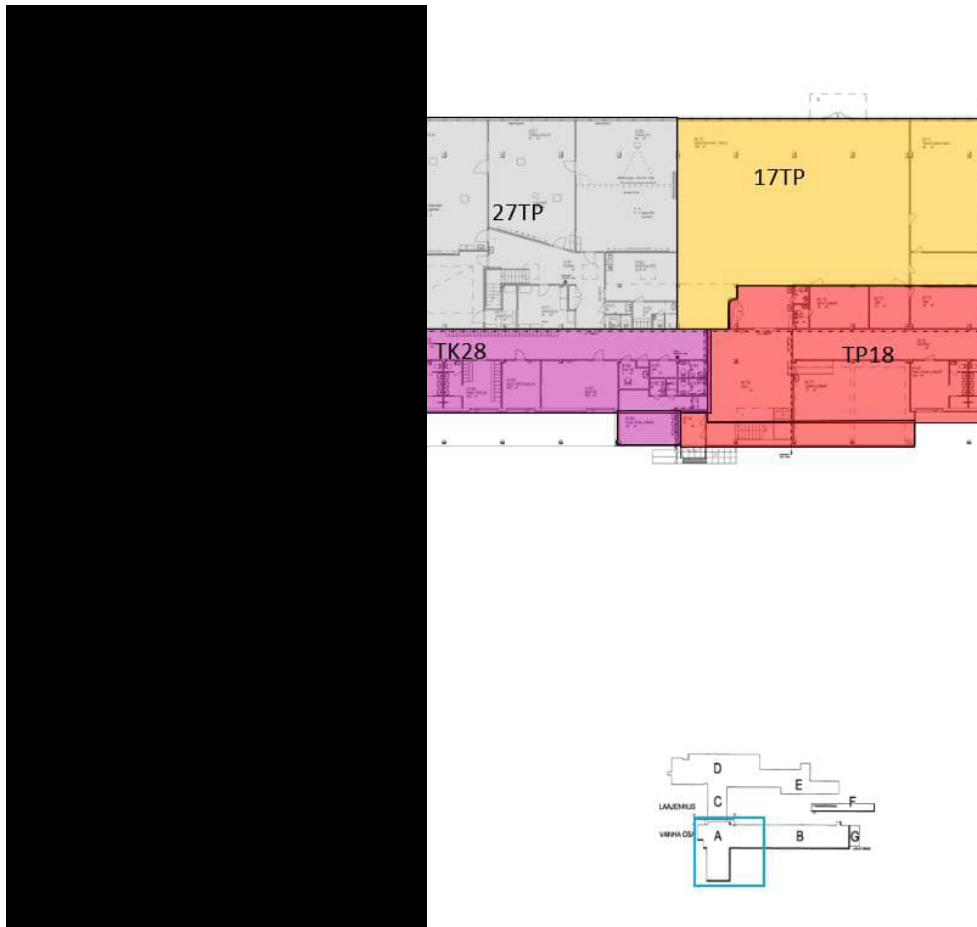
Heti tehtävinä toimenpiteinä suositellaan Studioissa A170 olevan lattiakanaalin levyrakenteisen kannen sekä B-osan kellarikerroksen käytävällä sijaitsevan kanaalin luukun tiivistämistä ilmatiiviiksi. Lisäksi tilan A216 pystykotelorakenteen uusimista ja sen sisällä olevan viemärin liitosten tarkastamista suositellaan.

Mikäli rakennuksen käyttö jatkuu vielä useita vuosia ennen peruskorjausta, suositellaan talotekniikkakanaalin alipaineistamista.

6 Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimusten tulokset

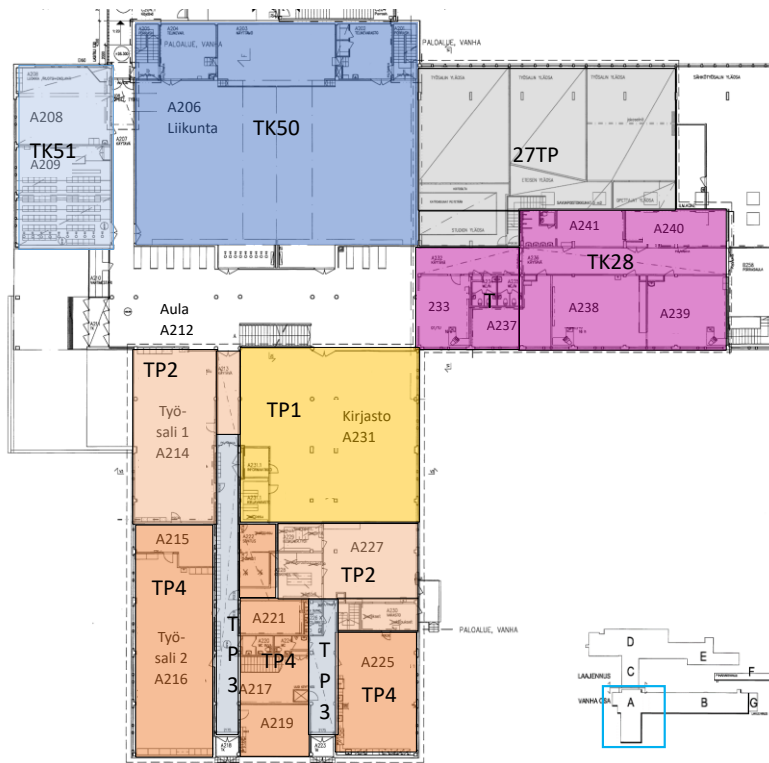
6.1 Ilmanvaihtojärjestelmän yleiskuvaus

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä. Tulo/poistoilmakoneita on useita rakennuksen eri osissa: A-osaa palvelee kolme vuoden 2013 konetta (liikuntasali, auditorio ja liikuntasalin sosiaalitilat) sekä viisi vuoden 1985 konetta A1-siiven ylimmässä kerroksessa. B-siiven luokahuoneita palvelee kolme 1990-luvun konetta ja yksi vuoden 1988 kone. B-siiven korkeissa työsaleissa on lisäksi omat ilmanvaihtokoneensa. Koneiden palvelualueet on esitetty alla olevissa pohjapiirustuksissa (Kuva 97...Kuva 101).



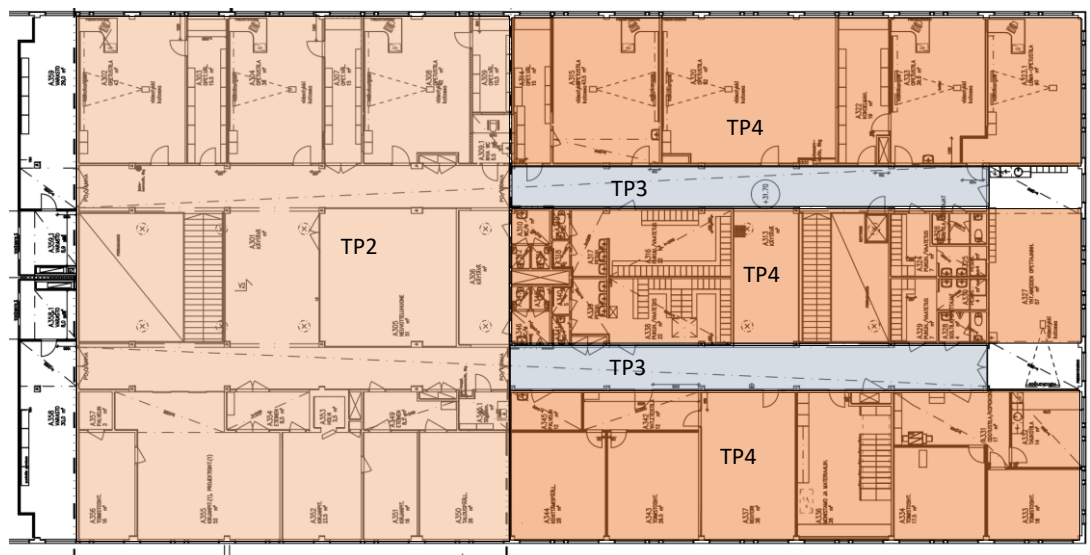
Kuva 97

IV-palvelualueet A-osan 1. kerroksessa (kellarikerros). TK53 on alun perin 1980-luvulta. Koneeseen on uusittu puhaltimet, jolloin nimitys 5 TP on korvattu TK53:lla.



Kuva 98

IV-palvelualueet A-osan 2. kerroksessa (sisääntulokerros). Uusimpien IV-koneiden palvelualueet on merkitty sinisillä värisävyillä, 1990-luvun koneet punertavilla ja vuoden 1985 koneet keltaisilla/oransseilla värisävyillä.



Kuva 99

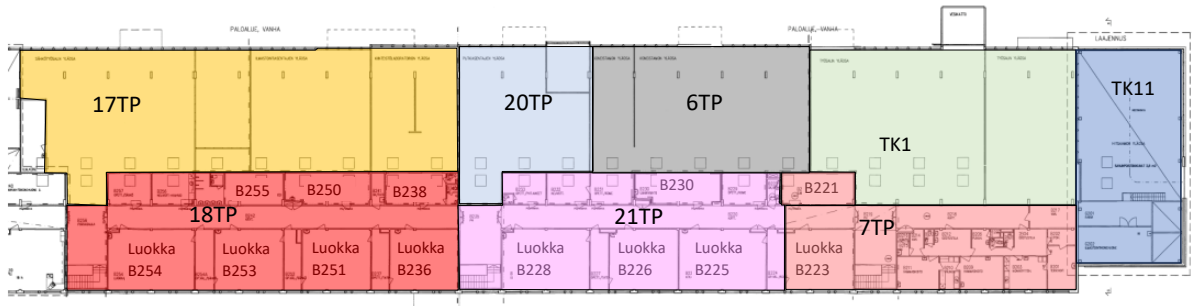
IV-palvelualueet A1-siiven 3.kerroksessa. Koneet ovat 1980-luvulta.



B1

Kuva 100

IV-palvelualueet B1-, B2- ja G-siiven 1.kerroksessa.



B1-B2-

Kuva 101

IV-palvelualueet B1-, B2- ja G-siiven 2.kerroksessa.

6.2 Ilmanvaihdon käyntiajat

Ilmanvaihdolla pyritään ylläpitämään hyvää sisäilmaa poistamalla ihmisistä, toiminoista ja rakenteista lähtöisin olevia epäpuhtauksia käytön aikana. Rakennuksen käytön ulkopuolisen ajan ilmanvaihdolla laimennetaan rakennusmateriaaleista ja kalusteista sisäilmaan tulevia epäpuhtauksia siten, että sisäilman laatu on hyvää tilojen käyttäjien saapuessa.

Koneellisen ilmanvaihdon käyntiaikoja ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmän kautta palvelualueittain. Uusimmat koneet toimivat taajuusmuuntajilla (TK50-TK52), vanhemmissa on vakiovirta- ja aikatauluohjelmat. Vakiovirtauskoneet voidaan pitää joko nopealla tai hitaalla teholla tai kokonaan pois päältä.

Ilmanvaihdon automaation käyntiajat ja palvelualueet on esitetty taulukossa 8. Ilmanvaihtokoneet 2, 3, 4, 7, 18, 21 ja 28 on säädetty kuitenkin jatkuvasti päälle teholla 1/1. Uudemmat ilmanvaihtokoneet TK 50-53 ja TK 11 ovat etävalvonnan alla.

Taulukko 8

Ilmanvaihdon palvelualueet ja käyntiajat A-, B- ja G-osissa. Vanhemmat koneet on nimetty TP/PP ja uudemmat lyhenteellä TK/PK. Suluissa olevat käyntiajat (TP1, TP2, TP4) ovat automaation ohjelmasta, mikä ei ole käytössä tällä hetkellä.

IV-kone	Palvelualue	Käyntiajat
TK/PK 50	A1-osa liikuntasali, näyttämö ja telinevarasto, 2. krs	kone nopealla: ma 5.45–21.30, ti-pe 5.45–21.45/22 la-su 08-22
TK/PK 51	A1-osa, auditorio ja viereinen luokkahuone, 2. krs	ma-pe 06-18 nopea la-su 14-15 nopea
TK/PK52	A1-osa, liikuntasalin sosiaalitilat, 1. krs	ma-pe 06-16 hidas la-su 06-07 hidas
TK/PK 53 (ent.5TP)	A1-osa, sosiaalitilat, kirjastosiipi, 1. krs	ma-pe 05-24 nopea ma-pe 00-05 hidas la 00-05 nopea la 05-24 hidas su 00-024 hidas
1 TP/PP	A1-osa, entinen ruokasali, nykyinen kirjasto/koulutustila, 2. krs	jatkuvasti teholla 1/1 (klo 05–19.00 nopea)
2 TP/PP	A1-osa väli F-K, luokat ja sosiaalitilat, 2. ja 3. krs	jatkuvasti teholla 1/1 (klo 05–23.59 nopea)
3 TP	A1-osa, 2. ja 3. krs käytävät (vain tulo)	koko ajan nopealla
4 TP/PP	A1-osa, luokat ja sosiaalitilat, 2. ja 3. krs, (A1-osan eteläpääty)	jatkuvasti teholla 1/1 (klo 0.05–6.25 hidas klo 6.25–23.59 nopea)
TK/PK 28	A2-osa, luokat ja sosiaalitilat, 1. ja 2. krs	jatkuvasti teholla 1/1
18 TP/PP	B1-osa, luokat ja sosiaalitilat, 1. ja 2. krs	jatkuvasti teholla 1/1

IV-kone	Palvelualue	Käyntiajat
21 TP/PP	B1-2-osa, luokat ja sosiaalityilat, 1. ja 2. krs	jatkuvasti teholla 1/1
7 TP/PP	B2-osa, luokat ja sosiaalityilat, terveydenhoitajan tilat, 1. ja 2. krs	jatkuvasti teholla 1/1
27 TP/PP	A2-osa, entiset parturi-kampaajien tilat, 1. krs	klo 0.05–6.25 hidas klo 6.25–23.59 nopea
17 TP/PP	B1-osa, sähköasentajat B170, ilmastointiasentajat B136 ja kiinteistölaboratorio B127, 1. krs	
20 TP/PP	B1-2-osa, putkiasentajat B151, 1. krs	
6 TP/PP	B1-2-osa, koneistamotilat B152 ja B141, 1. krs	
TK1	B2-osa, levyseppähitsaamo B112 ja B101, 1. krs	
TK11/PF01	G-osa, 1. ja 2. krs	ma 05-19 nopea ti-pe 05-18 nopea la-su 14-15 nopea

6.3 Havainnot ilmanvaihtokoneista

Ilmanvaihtokoneiden aistinvaraisessa tarkastuksessa tarkasteltiin ilmanvaihtokoneiden suodattimien kuntoa sekä kammioiden puhtautta ja kuntoa. Kaikkien ilmanvaihtokoneiden tuloilman suodattimina ovat F7-luokan suodattimet ja poistoilman suodattimena ovat M6-luokan pussissuodattimet. Merkintöjen mukaan suodattimet on viimeksi vaihdettu huhtikuussa 2023, eivätkä ne olleet tarkastushetkellä merkittävästi likaantuneita. Aiempina vuosina suodatinvaihtoja on tehty vain kerran vuodessa.

Seuraavissa luvuissa on esitettyä ilmanvaihtokoneiden tiedot ja havainnot koneista ikäluokittain.

6.3.1 TK50, TK51 ja TK52, A-osan liikuntasali ja sen ympäristö

Tulo- poistoilmanvaihtokoneet liikuntasalissa ja sen ympäristössä on uusittu 2000-luvulla. Uusitut koneet ovat SystemAirin valmistamia ja ne on varustettu lämmöntalteenotolla. Puhaltimet ovat suoravetoisia ja niitä ohjataan taajuusmuuntajilla.

Kokonaisilmamäärät ovat koneiden omien paine-eromittareiden perusteella suunnitelluissa. Koneissa ei havaittu vikoja tai ohivuotoja.

Ilmanvaihtokoneeseen TK52 pääsee huoltohenkilökunnan mukaan lunta talvisin. Tarkastushetkellä raitisilmakammio oli puhdas eikä siellä havaittu roskaa. Konehuoneen lattialla oli vesijälkiä. Jälkien alkuperää ei saatu selville.



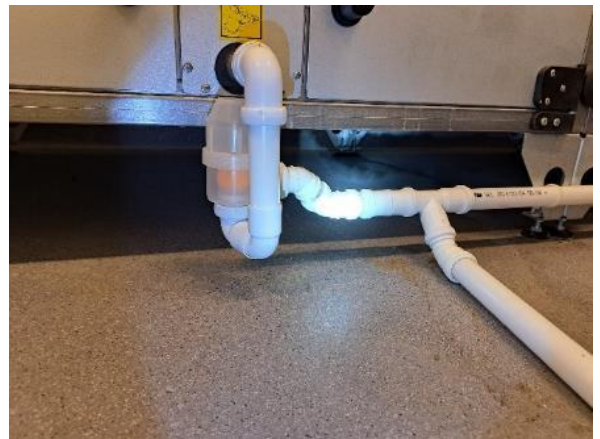
Kuva 102
IV-kone TK51, yleiskuva.



Kuva 103
Koneita ohjataan taajuusmuuntajilla.



Kuva 104
IV-koneen 52 alla on hieman vesijälkiä, vaikka viemärointi on toteutettu asianmukaisesti.



Kuva 105
IV-koneen 52 viemärointi.

6.3.2 TP1-4 ja TK53, A1-osa

A1-osan ylimmän kerroksen ilmanvaihtokonehuoneessa on viisi Koja Oy:n valmistamaa ilmanvaihtokonetta vuodelta 1985. Koneille on yhteinen raitisilmakammio. Kammioiden seinämät ovat osin rakennusaineisia tiili- ja betoniseiniä.

Koneiden puhaltimet ovat hihnavetoisia. Hihnat ovat hyväkuntoisia (Kuva 108). Koneeseen 53 on vaihdettu suoravetoiset puhaltimet. Koneissa on levylämmönsiirtimet, joissa on pieniä vauriojälkiä. Koneen 3TP lämmönsiirtimessä on isompi vauriokohta (Kuva 110).

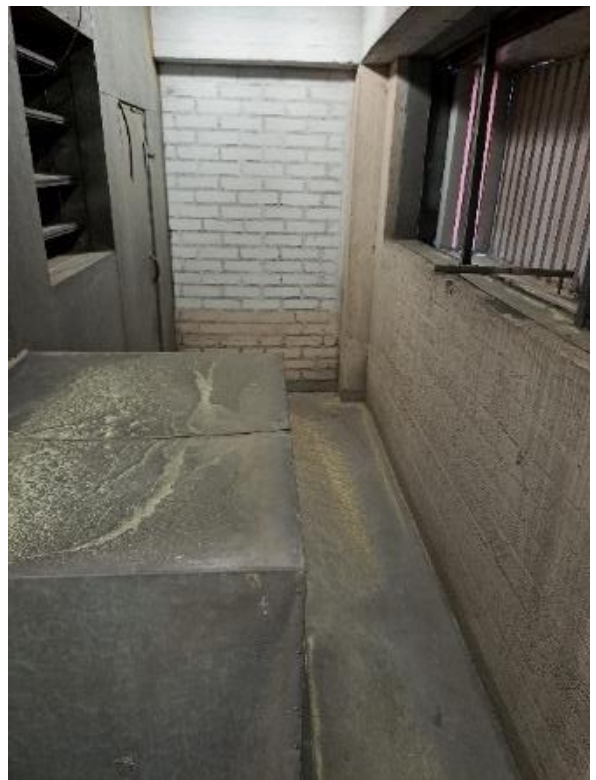
Koneen 1 puhallinkammioiden ovitiivisteet ovat huonokuntoiset. Tulopuhaltimen oven sisäpuolella on mustaa likaa (Kuva 109). Muutamien ovien kiinnitykset ovat rikki koneissa 3TP ja 4PP.

Koneita ohjataan vakioilmavirtauksella ja aikatauluohjelmalla. Aikaohjelmaa säätää Siemensin Landi&Staefa -säätimet. Tuloilmakone 3TP käy koko ajan.

Koneiden äänenvaimennusmateriaali on reikäpellin takana. Paikoin äänenvaimentimet sijaitsevat hankalassa paikassa, kuten koneessa TK53 (Kuva 112).



Kuva 106
Yleiskuva A1-osan IV-konehuoneesta.



Kuva 107
IV-koneiden raitisilmakammion seinät ovat osin rakenneaineisia (tiili- ja betonirakenteisia).



Kuva 108
IV-koneen 1TP puhallin.



Kuva 109
Tulopuhallinkammion ovesa (1TP) on mustaa likaa.



Kuva 110
Lämmönsiirtimen vauriokohta koneessa 3TP.



Kuva 111
Kosteusjälkiä suodatinkammiossa.

**Kuva 112**

Äänenvaimennin koneessa TK53 on melko syvällä kanavassa.

6.3.3 Koneet 28, 18, 21 ja 7, B-siiven luokat, sosiaalitytöt ja terveydenhoidon tilat

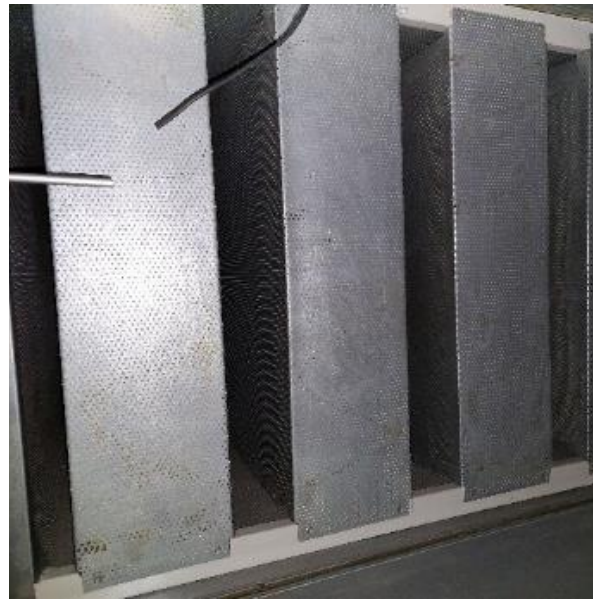
B-siiven tiloja palvelee neljä eri tulo-poistoilmanvaihtokonetta, jotka ovat pääosin 90-luvulta. Koneet sijaitsevat luokkatilojen käytävillä olevissa ilmanvaihtokonehuoneissa. Valmistajat ja valmistusvuodet vaihtelevat: 7 TP/PP Koja Oy on vuodelta 1988, 21 TP/PP Mastervent Oy on vuodelta 1994, 18 TP/PP ABB Fläkt on vuodelta 1992 ja TK28 IlmAir Oy on vuodelta 1996.

Koneissa on hihnavetoiset puhaltimet. Hihnat ovat hyväkuntoiset. Lämmönsiirtimet ovat kennomaisia ja niissä on vain lieviä vaurioita. Koneiden kammiot ovat puhtaita ja tiivisteet hyväkuntoisia. Koneessa 18 puhallinkammioiden kahvat ovat osin rikki, erityisesti tulopuhallinkammiossa, joka sulkeutuu huonosti. Koneen 7 kondenssivedet on johdettu lattialle. Lattialla on hieman kosteusjälkiä.

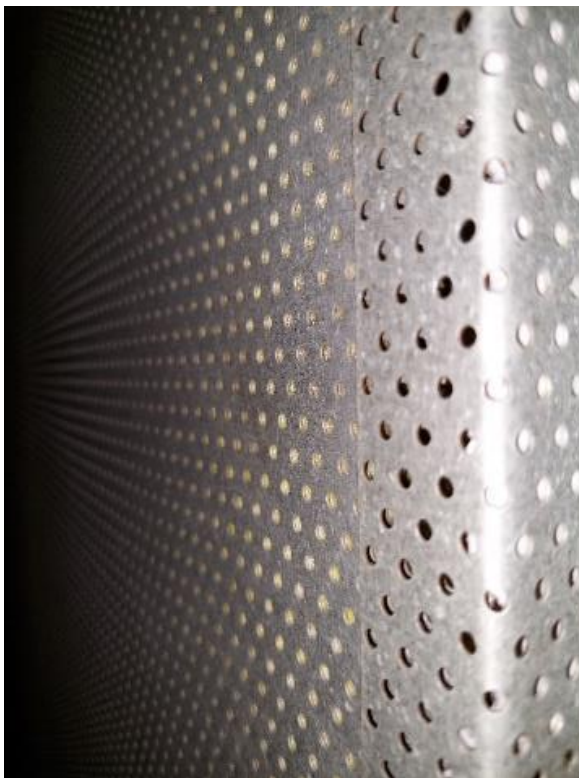
Koneen 7 äänenvaimentimessa on avointa villapintaa. Koneissa 18 ja 28 äänenvaimennusmateriaali on ainakin osittain suojattu (Kuva 115 ja Kuva 116).



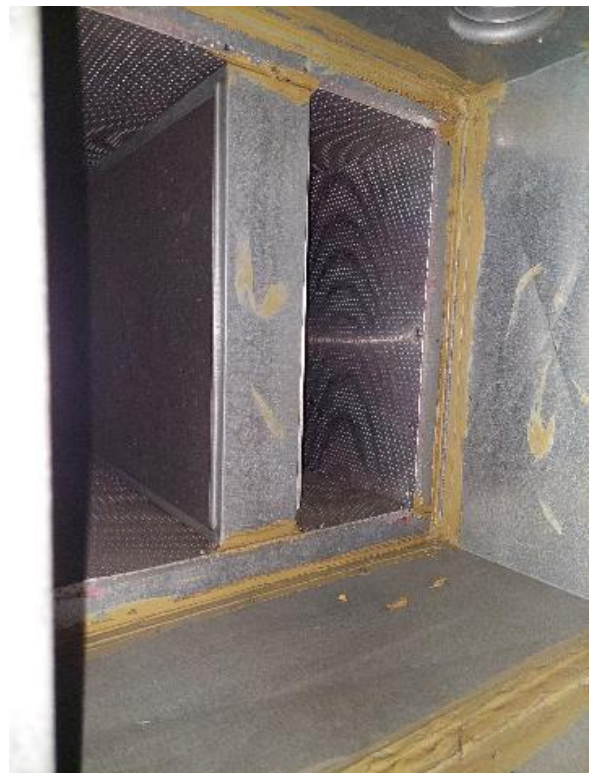
Kuva 113
Yleiskuva koneesta TK28.



Kuva 114
Tulopuolen äänenvaimentimia on tarkastusluukun vasemmalla puolella.



Kuva 115
Koneen 28 äänenvaimennusmateriaalina voi olla mineraalivillaa.



Kuva 116
Koneen 18 äänenvaimennusmateriaali.

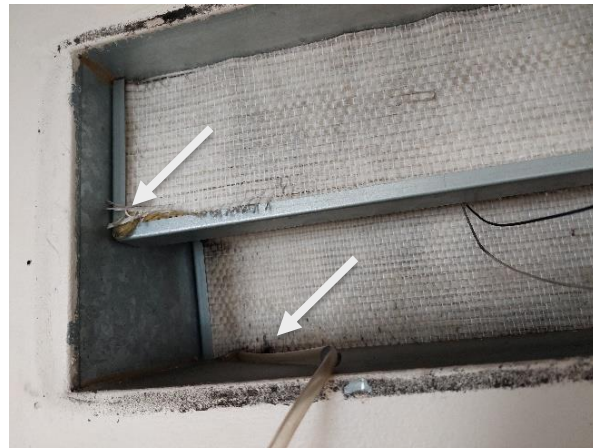
6.3.4 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja päätelaitteiden äänenvaimennus

Kanaviston ja päätelaitteiden puhtautta tarkasteltiin pistokoeluentoisesti aistinvaraisesti tiloissa tehtyjen ilmamäärämittausten yhteydessä, eikä niissä havaittu merkittävää pölykertymää. Vanhojen tulolaitteiden puhtautta ei voitu tarkastella ilman suurempia laitteiden avauksia. A-osan kanaviston nuohous toteutettiin kesän 2023 aikana (tutkimusten jälkeen).

Luokkatilan B251 tuloilman päätelaitteen äänenvaimennin sisältää mineraalivillaa, joka on suojattu kankaalla (Kuva 117). Villa on paikoin näkyvissä suojauksen alta (Kuva 118). Luokan B223 tuloilman äänenvaimentimessa on kovaa mineraalivillaa.



Kuva 117
Luokkatilan B251 päätelaitteita.



Kuva 118
Tilan B251 tuloilman päätelaitteen CTF-16 äänenvaimennusmateriaali on suojattu, mutta mineraalivilla on paikoin näkyvissä suojauksen alta.

6.3.5 Ilmamäärien mittausten tulokset

Tilojen ilmamäärien suunnitelmien mukaisuutta tarkasteltiin pistokoemittauksin. Mittauspöytäkirja on esitetty alla olevissa taulukoissa 9 ja 10, sekä tarkemmin mittauspöytäkirjoissa liitteessä 5. Suunnitelluista ilmamäärästä voidaan poiketa ± 20 % huonekohtaisesti ja ± 10 % järjestelmäkohtaisesti.

Taulukko 9

Ilmanvaihtokonehuoneista mitattujen tulo- ja poistokanavien kokonaisilmamääriä. Uudempien koneiden kokonaisilmamäärät on katsottu koneiden omista paine-eromittareista. A2- ja B-siiven koneissa oli säätö- ja mittausyhteet, joista kokonaisilmamäärät on laskettu.

IV-kone	Ilmamäärät (m ³ /s)		
	Suunniteltu	Mittareista	Lasketut
TK/PK50	±3,6	+1,5	
TK/PK51	±0,8	+0,5...0,6	
TK/PK52	±0,56	±0,65	
1 TP/PP	suurkeittiö +2,2 A1 kirjasto +0,575		
2 TP/PP	+1,95 / -1,58		
3 TP	+0,51		
4 TP/PP	+1,9 / -1,85		
TK53	+0,51 / -0,52		
TK28	+2,6 / -2,1		+2,9 / -2,4
18 TP/PP	±1,3		+1,6 / -1,2
21 TP/PP			+1,6 / -1,5
7 TP/PP			+2,0 / -1,6

Taulukko 10

Ilmamäärien mittauksien tulokset huonetiloittain. Suunnitteluarvoista selvästi poikkeavat mittaustulokset on korostettu punaisella taustavärillä. ¹⁾ = suunnitteluarvot viereisestä odotustilasta ja wc-tilasta, ²⁾ = luokan B223 suunnitteluarvot on arvioitu viereisten luokkien suunnitteluarvoista, ³⁾ = vain osa tulo/poistolaitteista mitattu, ero-%:ssa on huomioitu vain mitattujen päätelaitteiden suunnitteluarvot.

IV-kone, tila	Tuloilma				Poistoilma			
	Päätelaitte	Mitattu [l/s]	Suun. [l/s]	Ero	Päätelaitte	Mitattu [l/s]	Suun. [l/s]	Ero
7TP, Odotusaula ¹⁾ B212 ja wc	1x	45	35 ¹	29 %	KSO-160	14	20 ¹⁾	-30 %
18TP, luokka B251	3x CTF-16	135	160	-16 %	6x KSO-160	224	150	49 %
18TP, luokka B254	3x CTF-16	197	200	-2 %	6x KSO-160	196	200	-2 %
21TP, aula B1-2	-	-	-		3x KSO-160	32	125	-74 %
21TP, luokka B223 ²	3x seinätulo	146 ³⁾ , 2 mitattu	106 ^{2,3)} (160)	37% ³⁾	6x KSO-160	180	150 ²	20 %
21TP, luokka B228	4x SVB-160	96	200	-52 %	6x KSO-160	127	200	-37 %
TK28, toimisto A237	1x tulo-putki, Ø200	85	125	-32 %	4x KSO-160	143	125	14 %
TK28, WC naiset	-	-	-		2x KSO-160	45	40	13 %
TK28, WC miehet	-	-	-		2x KSO-160	42	40	-5 %

IV-kone, tila	Tuloilma				Poistoilma			
	Pääte-laite	Mitattu [l/s]	Suun. [l/s]	Ero	Pääte-laite	Mitattu [l/s]	Suun. [l/s]	Ero
4TP, toimisto A219	1x RHKP +ATT A-200	104	100	4 %	3x KSO-160	118	100	18 %
2TP, työsalii1	2x tu- loputki	381	400	-5 %	2x RHKP-160, 3x KSO-160	455	400	14 %
TK50, liikun- tasali		ei mi- tattu			40x KSO-160	67 ²⁾ , 6 mitattu	168 ²⁾	-60 %

Mittaustuloksista havaitaan, että tilojen ilmamäärät eivät ole kaikissa tiloissa tasapainossa keskenään. Suurimmat epätasapainot mitattiin tiloissa: A237 ja B251. Myös luokassa B223 on selvästi enemmän tuloilmaa kuin poistoilmaa, vaikka yksi tuloilmamäärä jäi mittaamatta tilasta. Tilan B223 tulo- ja poistoilmamäärät mitattiin myös konehuoneen kolmesta kanavasta: 262 ltr/s tuloilmaa ja 220 ltr/s poistoilmaa eli kokonaisilmamäärienkin perusteella ko. tilaan johdetaan enemmän tuloilmaa kuin sieltä poistetaan. Kanavien PRA-säätöpeltien suojaetäisyydet eivät ole riittävät, mikä voi vääristää mittaustulosta.

Osa ilmanvaihtokoneista on suunniteltu ylipaineisiksi ja osa on sitä myös kokonaisilmamäärämittausten perusteella. Muutama tila on ylipaineisia ulkoilmaan nähden: luokat B223 ja B228. Molemmat ovat ilmanvaihtokoneen 21TP alueella. Vastaavasti osa tiloista A-osilla on alipaineisia ulkoilmaan nähden.

Luokassa B223 on huomattavaa ilmanvaihdosta aiheutuvaa melua: 66–70 dB. Tilan ilmamäärät ylittävät reilusti oletetut suunnitteluarvot (+37 % tuloilma ja +20 % poistoilma, tilan suunnitteluarvoja ei ollut IV-suunnitelmissa). Lisäksi tila sijaitsee ilmanvaihtokonehuoneen kohdalla käytävän toisella puolella.

Suunnitteluarvoista yli 20 % poikkeavia tuloksia saatiin seuraavista tiloista: odotusaula B212 ja sen viereinen WC-tila, luokat B251, B228 ja aula B1-2 (poistoilmamäärät) sekä tilat A237, B228 ja B223 (tuloilmamäärät). Liikuntasalin poistoilmamäärät jäävät yli 60 % suunnitteluarvoista, mutta poistolaitteita mitattiin vain murto-osa kaikista tilan poistoista.

Mitattujen ilmamäärien vertailua suunnitteluarvoihin vaikeuttaa sekavat IV-piirustukset (uusia ja vanhoja piirustuksia, joissa osin ristiriitaisia tietoja). Lisäksi kaikista IV-koneista ei ollut käytössä piirustuksia tai piirustus oli vain osasta palvelualueesta (esim. 7TP).

Mitattujen tilojen ilmamäärät riittävät oletettuihin käyttäjämääriin nähden paitsi luokkatilassa B228, jossa ilmanvaihtoa on vain 4–5 ltr/s/hlö (kts. liite 5). Tila kuuluu koneen 21TP palvelualueeseen.

6.4 Johtopäätökset

Tutkittuja rakennuksenosia palvelevat ilmanvaihtokoneet ovat osittain vanhoja tulo- ja poistoilmakoneita, joiden tekninen käyttöikä on ylittynyt tai ylittymässä. IV-tutkimusten perusteella ilmanvaihtokoneissa ei kuitenkaan havaittu merkittäviä sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä.

Jo aiemmissa tutkimuksissa on todettu, että vanhemmissa ilmanvaihtokoneissa ja tuloilman päätelaitteissa esiintyy pinnoittamattomia mineraalivillaisia äänenvaimentimia ja FCG:n tutkimusten perusteella A-osan 2. kerroksen, A2-osan ja B-siiven luokkatilojen sisäilmassa esiintyy poikkeavia pitoisuuksia mineraalivillakuituja. A1-rakennuksen osassa on kesän 2023 aikana suoritettu mineraalivillaisten äänenvaimentimien pinnoitukseen tai poistoon liittyviä toimenpiteitä. Toimenpiteiden jälkeen on ilmanvaihtojärjestelmät nuohottu ja tulo- ja poistoilmavirrat tasapainotettu. Mineraalivillakuituja voi kuitenkin edelleen irrota A2- ja B-siipiä palvelevien ilmanvaihtojärjestelmien äänenvaimentimista ja mineraalivillakuidut voivat heikentää sisäilman laatua.

Ilmanvaihtokoneilta mitattujen kokonaisilmavirtojen ja pistokokeenomaisesti päätelaitteilta suoritettujen ilmamäärämittausten perusteella tulo- ja poistoilmavirrat poikkeavat paikoin suunnitteluarvoista ja tilakohtaisissa tulo- ja poistoilmavirroissa esiintyy

epätasapainoa. Erityisesti B-siiven 1. ja 2. kerroksen luokkatiloja palvelevien ilmanvaihtokoneiden tuloilmavirrat ovat poistoilmavirtoja suuremmat, mikä osaltaan selittää tiloissa paikoin vallitsevan ylipaineisuuden. Ilmamäärämittausten perusteella epätasapainoa esiintyy erityisesti IV-koneen TP21 palvelualueella olevissa luokkatiloissa.

Mitattujen ilmamäärien vertailua suunnitteluarvoihin vaikeuttaa sekavat IV-piirustukset (uusia ja vanhoja piirustuksia, joissa osin ristiriitaisia tietoja). Lisäksi kaikista IV-koneista ei ollut käytössä piirustuksia tai piirustus oli vain osasta palvelualueesta (esim. 7TP). Mitattujen tilojen ilmamäärät riittävät oletettuihin käyttäjämääriin nähden paitsi luokkatilassa B228, jossa ilmanvaihtoa on vain 4–5 ltr/s/hlö.

Painesuhdemittausten (etäluettava 720° -järjestelmä) perusteella erityisesti B-siiven luokkatilat ovat melkein jatkuvasti ylipaineisia ulkoilmaan nähden. Ylipaine voi lisätä rakenteiden vaurioitumisriskiä, mutta vähentää /estää mikrobivaurioituneista rakenteista tapahtuvat ilmavuodot. A1-rakennuksenosa ja A2- osalla IV-koneen TK28 palvelualueen tilat ovat ulkoilmaan nähden jonkin verran alipaineisia, minkä johdosta erityisesti näissä rakennusosissa ilmavuodot rakenteista ovat mahdollisia. Paine-eromittausten perusteella luokkatilassa A225 (osalla A1) ja neuvottelutilassa A160 (osalla A2) alipaineisuus ylittää ainakin ajoittain Asumisterveysasetuksessa alipaineisuudelle asetetun toimenpiderajan, joka on -15 Pascalia.

6.5 Toimenpide-ehdotukset

Tulo- ja poistoilmavirrat suositellaan säädettäväksi lähemmäs tasapainotilaa ja lähemmäs suunnitteluarvoja niissä tiloissa, jotka ovat ulkoilmaan nähden jatkuvasti alipaineisia (esim. A1-osalla oleva luokkatila A225 sekä TK28 palvelualue ja erityisesti tila A160) tai joissa mitatut tulo- ja poistoilmavirrat eroavat merkittävästi suunnitteluarvoista (erityisesti IV-koneen 21TP palvelualue). B-siivessä kokonaisvaltainen tulo- ja poistoilmavirtojen säätö suositellaan tehtäväksi vasta rakenteiden ilmatiiveyttä parantavien tiivistyskorjausten yhteydessä.

Luokan B223 ilmamäärien vähentämistä ja kanavien ääneneristävyyden lisäämistä suositellaan melutason alentamiseksi.

Heti tehtävänä toimenpiteenä suositellaan myös puuttuvien ilmanvaihtopiirustusten laatimista (esim. 7TP), jotta mm. tilojen säätötyöt helpottuisivat.

Mineraalivillaisten äänenvaimentimien pinnoitustoimenpiteitä suositellaan jatkettavaksi myös A2- ja B-osissa, ensisijaisesti niiden IV-koneiden palvelualueilla, joiden alueilla sisäilmassa esiintyy Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat ylittäviä pitoisuuksia mineraalivillakuituja (27TP, 18TP, 7TP).

Peruskorjausvaiheessa suositellaan A1-osan rakennusaineisen raitisilmakammion muuttamista nykysuositusten mukaiseksi.

Ilmavaihtojärjestelmät, joiden tekninen käyttöikä on ylittynyt tai ylittymässä, tulee uusia/ päivittää seuraavassa peruskorjauksessa.

7 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

7.1 Johtopäätökset

Tutkimusten perustella rakennuksessa esiintyy useampia mahdollisia sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä.

Tutkimusten perusteella maanvastaiset alapohjarakenteet ovat monin paikoin kosteusteknisesti riskialttiita, lämpö- ja kosteuseristämättömiä betonirakenteita ja paikoin alapohjarakenteiden reuna-alueilla olevissa toja-eristeissä esiintyy mikrobivaurioita. Mikrobivaurioituneista alapohjan toja-eristeistä voi tapahtua ilmavuotoja sisäilmaan päin tilojen ollessa alipaineisia ulkoilmaan/ alapohjarakenteeseen nähden. Alkuperäisissä alapohjarakenteissa vedeneristeenä toimivan bitumisivelyn keskimääräinen tekninen käyttöikä on ylittynyt ja paikoin alkuperäisissä alapohjissa ei todettu bitumisivelyä ollenkaan, minkä johdosta alapohjarakenteissa esiintyy poikkeavaa kosteutta eri puolilla rakennusta. Tutkimusten perusteella alapohjarakenteita on uusittu eri puolilla rakennusta, mutta korjatuillakin alapohjarakenteiden alueilla esiintyy sisäilmaan liittyviä riskejä (ilmavuodot rakenteista ja lahovaurioituneet vanerit EPS-eristeiden alla).

Aiempien tutkimusten perusteella ulkoseinärakenteiden mineraalivilla- ja korkkieristeissä sekä sokkelihalkaisujen toja-eristeissä esiintyy monin paikoin mikrobivaurioita. Mikrobivaurioita on todettu erityisesti A-osan 2. kerroksen sokkeli- ja

ulkoseinärakenteissa sekä B-siiven 1. ja 2. kerroksen etelän puoleisissa ulkoseinä-rakenteissa. Merkkiainekokeiden perusteella ulkoseinärakenteissa esiintyy runsaasti selviä ilmavuotoreittejä, ja ulkoseinärakenteiden mikrobivaurioituneista lämmöneristeistä tapahtuvat ilmavuodot voivat heikentää sisäilman laatua. Todettuihin ilmavuotoihin vaikuttaa kuitenkin merkittävästi tilojen painesuhteet ulkoilmaan nähden. Painesuhde- ja ilmamäärämittausten perusteella ilmavuodot ulkovaipparakenteista ovat mahdollisia erityisesti A1- siivessä, koska ko. osa on pääsääntöisesti ulkoilmaan nähden hiukan alipaineinen. A1-osan luokkatilassa A225 alipaineisuus ylittää ajoittain Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan, joka on -15 Pascalia.

Painesuhde- ja ilmamäärämittausten perusteella A2- ja B-siivissä luokkatilat ovat pääsääntöisesti ulkoilmaan nähden ylipaineisia, mikä vähentää/ estää rakenteista tapahtuvia ilmavuotoja. Mittausten perusteella A2- siivessä esiintyy kuitenkin myös alipaineisia tiloja, jolloin ilmavuodot rakenteista ovat mahdollisia (erityisesti IV-koneen TK28 palvelualue, esim. toimistotila A237 sekä neuvottelutila A160, jonka alipaineisuus ylittää ajoittain Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan, joka on -15 Pascalia).

A-siiven 3. kerroksen ulkoseinärakenteisiin on tehty tiivistyskorjauksia rakenteista tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi. Merkkiainekokeiden perusteella voidaan todeta, että tiivistyskorjatuissa ulkoseinärakenteissa esiintyy vain pistemäisiä ilmavuotokohtia, jotka sijoittuvat erityisesti ikkunakamien sormiliitosten läheisyyteen.

Alkuperäisten rakennepiirustusten perusteella oli mahdollista, että nykyisen kirjaston A231 alueella välipohjarakenteessa ulkoseinärakenteiden läheisyydessä olisi eristämateriaalintoja. Tutkimuksen perusteella voidaan kuitenkin todeta, että välipohjarakenteissa aiemmin mahdollisesti olleet toja-eristeet on purettu tai vanhan ruokalan kohdalla toja-eristeitä ei ole koskaan ollutkaan. Kirjaston kohdalle välipohjaan pintalaatan alle (pintalaatan ja kantavan laatan välissä pieni ilmarako) johdetun merkkiaineen todettiin kulkeutuvan sisäilmaan patteriputkien läpivientien kohdalta ja ikkuna- ja ulkoseinärakenteiden liittymistä.

B-siiven konesaumattun peltikatteen kunto on huono (osa A2, B-osat ja G-laajennusosa) ja B-siiven tiloissa on todettu vesikattovuotoja, yläpohjan alapinnassa on havaittavissa vesivuotojälkiä ja aktiivisia kattovuotoja oli havaittavissa luokkatilassa

A168. Myös umpeen laitettujen kattoikkunoiden alapuolella (osa A2) olevissa levyrakenteissa oli havaittavissa kosteusvauriojälkiä.

Tutkimusten perusteella B-siiven yläpohjassa tuulensuojalevynä olevan kipsilevyn yläpinnassa oli paikoin havaittavissa selviä vesivalumajälkiä, mutta kosteusvauriojälkiä ei ollut havaittavissa kipsilevyn alapinnassa. Yläpohjarakenteen mineraalivillaisista lämmöneristeistä otettiin materiaalinäytteitä eri puolilta B-siipeä ja yhdestä pisteestä G-laajennusosalta. Tutkimusten perusteella ainoastaan luokkatilan A168 kohdalla olevan vesikattovuodon kohdalla yläpohjan lämmöneristeessä esiintyy mikrobivaurio. Samassa kohdassa yläpohjan alapinnassa todettiin kosteus- ja mikrobivaurioituneita puu-/levymateriaaleja. Tilan A168 kohdalle yläpohjarakenteeseen tehtiin merkkiainekoe yläpohjasta tapahtuvien ilmavuotojen selvittämiseksi. Yläpohjasta ei todettu tapahtuvan ilmavuotoja sisäilmaan päin ilmanvaihdon ns. normaalitilanteessa (tutkimushetkellä alipaineisuus 0...-2 Pascalia). Yläpohjan lämmöneristeistä, vesikattovuodon kohdalla todettiin tapahtuvan ilmavuotoja sisäilmaan päin, tilojen alipaineisuuden lisääntyessä (alipaineoven avulla alipaineisuus -10 Pascalia ulkoilmaan nähden).

Tutkittuja rakennuksenosia palvelevat ilmanvaihtokoneet ovat osittain vanhoja tulo- ja poistoilmakoneita, joiden tekninen käyttöikä on ylittynyt. IV-tutkimusten perusteella ilmanvaihtokoneissa ei kuitenkaan havaittu merkittäviä sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä.

Jo aiemmissa tutkimuksissa on todettu, että vanhemmissa ilmanvaihtokoneissa ja tuloilman päätelaitteissa esiintyy pinnoittamattomia mineraalivillaisia äänenvaimentimia ja FCG:n tutkimusten perusteella A-osan 2. kerroksen ja B-siiven luokkatilojen sisäilmassa esiintyy poikkeavia pitoisuuksia mineraalivillakuituja. A1-rakennuksenosassa on kesän 2023 aikana suoritettu mineraalivillalaisten äänenvaimentimien pinnoitukseen tai poistoon liittyviä toimenpiteitä. Toimenpiteiden jälkeen on ilmanvaihtojärjestelmät nuohottu ja tulo- ja poistoilmavirrat tasapainotettu. Mineraalivillakuituja voi kuitenkin edelleen irrota A2- ja B-siipiä palvelevien ilmanvaihtojärjestelmien äänenvaimentimista ja mineraalivillakuidut voivat heikentää sisäilman laatua.

Ilmanvaihtokoneilta mitattujen kokonaisilmavirtojen ja pistokokeenomaisesti päätelaitteilta suoritettujen ilmamäärämittausten perusteella tulo- ja poistoilmavirrat poikkeavat paikoin suunnitteluarvoista ja tilakohtaisissa tulo- ja poistoilmavirroissa esiintyy

epätasapainoa. Erityisesti B-siiven 1. ja 2. kerroksen luokkatiloja palvelevien ilmanvaihtokoneiden tuloilmavirrat ovat poistoilmavirtoja suuremmat, mikä osaltaan selittää tiloissa paikoin vallitsevan ylipaineisuuden. Ilmamäärämittausten perusteella epätasapainoa esiintyy erityisesti IV-koneen TP21 palvelualueella olevissa luokkatiloissa.

Mitattujen ilmamäärien vertailua suunnitteluarvoihin vaikeuttaa sekavat IV-piirustukset (uusia ja vanhoja piirustuksia, joissa osin ristiriitaisia tietoja). Lisäksi kaikista IV-koneista ei ollut käytössä piirustuksia tai piirustus oli vain osasta palvelualueesta (esim. 7TP). Mitattujen tilojen ilmamäärät riittävät oletettuihin käyttäjämääriin nähden paitsi luokkatilassa B228, jossa ilmanvaihtoa on vain 4–5 ltr/s/hlö.

7.2 Heti tehtävät toimenpiteet

- Käytävätilassa A002 maanvasteisen seinärakenteen paikallisen kosteusvaurion korjaus, koska käytävän sisäilmassa on havaittavissa poikkeavaa mikrobiperäistä hajua.
- Mikäli rakennuksen käyttö jatkuu vielä useita vuosia ennen seuraavaa peruskorjausta, ulkovaipparakenteiden ilmatiiveyttä tulee parantaa tiivistyskorjausten avulla rakenteista tapahtuvien ilmavuotojen estämiseksi. Tiivistyskorjaukset suositellaan tehtäväksi kokonaisvaltaisesti alapohja-, välipohja-, ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin. Tiivistyskorjaukset tulee tehdä luotettavilla menetelmillä ja korjausten onnistuminen tulee varmistaa työvaiheessa merkkiainekokeilla.

Tiivistyskorjaukset on suositeltavaa toteuttaa ensin niihin tiloihin, joissa tavanomaisesti poikkeava altistumisolosuhde on todennäköinen tai erittäin todennäköinen, ja jotka ovat ulkoilmaan nähden alipaineisia.

- Ennen peruskorjausta lattiapinnoitteet suositellaan uusittavaksi hyvin vesihöyryä läpäiseviin pinnoitteisiin vähintäänkin niiden kosteusteknisesti riskialttiiden alapohjarakenteiden alueilla, jossa esiintyy poikkeavaa kosteutta (esim. opetustila A168, luokka B115). Vaihtoehtoisesti voidaan alapohjarakenteet kapseloida.
- Luokkatilan A168 väliseinässä kosteusjälkien kohdilta uusitaan vaurioituneet maali- ja tasoitepinnat.
- Studiossa A170 olevan lattiakanaalin levyrakenteisen kansi sekä B-osan kellarikerroksen käytävällä sijaitsevat kanaalin luukut tiivistetään ilmatiiviiksi.

Kanaalirakenteiden alipaineistamista suositellaan, mikäli rakennuksen käyttö jatkuu useita vuosia ennen seuraavaa peruskorjausta.

- B-siiven konesaumatus peltikatteen tiiveyttä tulee parantaa mahdollisuuksien mukaan vesikatteessa tapahtuvien vesivuotojen takia. Korjaukset suositellaan tehtäväksi vähintään luokkatilan A168 kohdalle ja yläpuolelle, koska ko. tilan kohdalla vesikattovuodot ovat aktiivisia. Luokkatilan A168 kohdalla yläpohjan alapinnassa todettujen vesikattovuotojen aiheuttamat kosteus- ja mikrobivauriot tulee korjata (tehty osittain kesällä 2023) ja studiotilan A170 umpeen laitettujen kattoikkunoiden kosteusvaurioituneet levyrakenteet tulee uusia.
- Tilassa A216 olevan pystykotelorakenteen kosteusvaurioituneet rakenteet uusitaan ja sen sisällä olevan viemärin liitokset tarkastetaan.
- Painesuhteiden tasapainottaminen erityisesti A-siiven luokkatilassa A225 (koko rakennuksen osaa koskeva ilmamäärien mittausta ja säätö tehty kesällä 2023). A1-osan painesuhteiden seuranta jatketaan säätötöiden jälkeen.
- Painesuhteiden tasapainottaminen B-siivessä ilmanvaihtokoneen TK28 palvelualueella.
- Ilmamäärien tarkastaminen ja säätö suunnitteluarvoihin koneen 21TP palvelualueella sekä esim. luokassa B251 ja B228. Erityisesti luokkatilan B228 ilmamäärät ovat riittämättömät tilan käyttöön nähden.
- Luokan B223 ilmamäärien vähentämistä ja kanavien ääneneristävyyden lisäämistä suositellaan melutason alentamiseksi.
- Puuttuvien ilmanvaihtopiirustusten laatimista (esim. IV-kone 7TP) suositellaan, jotta mm. tilojen säätötyöt helpottuisivat.
- Mineraalivillaisten äänenvaimentimien pinnoitustoimenpiteitä suositellaan jatkettavaksi myös A2- ja B-osissa, ensisijaisesti niiden IV-koneiden palvelualueilla, joiden alueilla sisäilmassa esiintyy Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat ylittäviä pitoisuuksia mineraalivillakuituja (27TP, 18TP, 7TP).
- A-osalla sisäilman teollisten mineraalivillakuitujen näytteenotto tulee uusia n. 3...6 kk tehtyjen korjausten (äänenvaimentimien pinnoitus) valmistumisen jälkeen.

7.3 Suositeltavat toimenpiteet rakenneosittain

Seuraavassa luettelossa on koottu raportissa esitetyt toimenpide-ehdotukset rakenneosittain.

Perustukset, maanvaraiset seinärakenteet

- Peruskorjauksessa tulee maanvastaisten seinärakenteiden ilmatiiveyttä parantaa sekä kuorimuurattujen, lämmöneristeitä sisältävien maanvastaisten seinien eristeet tulee purkaa (kts. FCG:n tutkimusraportti, kappale 4.5). Peruskorjauksessa tulee huomioida, että maanvastaisissa ulkoseinärakenteissa esiintyy paikoin poikkeavaa kosteutta, esim. B-siiven työsalien alla olevat varastotilat.
- Peruskorjauksessa tulee sokkelirakenteisiin ja maanvastaisiin seinärakenteisiin asentaa ulkopuolinen lämmön- ja vedeneristys salaojajärjestelmien uusintatöiden yhteydessä.

Alapohjarakenteet

- Luokkatiloissa, joiden lattioissa esiintyy poikkeavaa kosteutta ja joiden kohdilla alapohjarakenteet ovat kosteusteknisesti riskialttiita rakenteita, poistetaan tiiviit lattiapinnoitteet, liima- ja tasoiteaineet poistetaan jyrsimällä puhtaalle betonipinnalle ja lattiapinnoitteet korvataan hyvin vesihöyryä läpäisevillä pinnoitteilla. Vaihtoehtoisesti voidaan alapohjarakenteet kapseloida.
- Maanvaraisen alapohjarakenteen kokonaisvaltaista uusimista suositellaan peruskorjauksessa koko rakennuksen alueelle. Korjauksessa toja-eriste tulee poistaa ja alapohjat tulee korjata kosteus- ja lämpöteknisesti toimiviksi rakenteiksi.

Julkisivut; sokkelit, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

- Jos rakennuksen käyttöä jatketaan useita vuosia ennen peruskorjausta, tulee ulkovaipparakenteiden ilmatiiveyttä parantaa tiivistyskorjausten avulla. Tiivistyskorjaukset suositellaan tehtäväksi kokonaisvaltaisesti alapohja-, välipohja-, ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin. Tiivistyskorjaukset tulee tehdä luotettavilla menetelmillä ja korjausten onnistuminen tulee varmistaa työvaiheessa merkkiainekokeilla. Tiivistyskorjaukset suositellaan tehtäväksi ensin niihin käyttötiloihin, joissa

altistumisolosuhte on todennäköinen tai erittäin todennäköinen, ja jotka ovat ulkoilmaan nähden alipaineisia.

- Peruskorjauksessa julkisivutiilet, ulkoseinien mineraalivilla- ja korkkieristeet sekä sokkelihalkaisujen toja-eristeet tulee poistaa ja rakenteet uudelleenrakennetaan kosteus- ja lämpöteknisesti toimiviksi rakenteiksi.

Välipohjarakenteet

- Koska merkkiainekokeiden perusteella todettiin, että välipohjan ilmaraosta on ilmayhteyksiä ulkoseinärakenteen lämmöneristekerrokseen, suositellaan että kokonaisvaltaiset tiivistyskorjaukset ulotetaan myös välipohjarakenteisiin (ulkoseinä- ja välipohjarakenteiden liittymät ja välipohjien epätiivelyskohdat ja läpiviennit).
- Peruskorjauksessa välipohjarakenteiden pinnoitteet uusitaan.

Väliseinät ja sisäpuoliset pintarakenteet

- Jos rakennuksen käyttö jatkuu vielä vuosia ennen peruskorjausta ja jos tiivistyskorjaukset ulotetaan myös tehdassaltilojen ulkovaipparakenteisiin, niin tiivistyskorjaukset suositellaan tehtäväksi myös väliseinäksi jääneeseen vanhaan ulkoseinään.
- Peruskorjauksessa suositellaan väliseinäksi jääneen vanhan ulkoseinän eristämateriaalien purkamista tai rakenteen tiivistämistä molemmilta puolilta luotettavilla tiivistysmenetelmillä. Tiivistyskorjausten onnistuminen tulee varmistaa työmaavaiheessa merkkiainekokeiden avulla.

Yläpohjat ja vesikatot

- B-siiven konesaumattun peltikatteen tiiveyttä tulee parantaa mahdollisuuksien mukaan vesikatteessa tapahtuvien vesivuotojen takia. Peltikatteen tiiveyttä tulee parantaa erityisesti luokkatilan A168 kohdalla ja yläpuolella.

Luokkatilan A168 kohdalla yläpohjan alapinnassa todettujen vesikattovuotojen aiheuttamat kosteus- ja mikrobivauriot tulee korjata (tehty osittain kesällä 2023) ja

studiotilan A170 umpeen laitettujen kattoikkunoiden kosteusvaurioituneet levyrakenteet tulee uusida.

- B- ja G-siipien konesaumattu peltikatto uusitaan peruskorjauksessa. Samassa uusitaan kattoikkunarakenteet. Yläpohjan lämmöneristeiden uusimistarvetta suositellaan arvioimaan seuraavassa peruskorjauksessa. Samassa yhteydessä tulee yläpohjan alapinnan ilmatiiveyttä parantaa.

Talotekniikkakuilut ja muut kanaalirakenteet

- Käytävöilöjen ja studiotilassa A170 alapohjarakenteissa olevat kanaalien luukkujen tiivistämistä kaasutiiviiksi suositellaan ilmapuotojen estämiseksi. Alapohjassa olevien kanaalirakenteiden alipaineistamista koneellisesti suositellaan, mikäli rakennuksen käyttö jatkuu useita vuosia ennen peruskorjausta.

Ilmanvaihto

- A-rakennuksenosassa on kesän 2023 aikana suoritettu mineraalivillaisten äänenvaimentimien pinnoitukseen tai puistoon liittyviä toimenpiteitä. Toimenpiteiden jälkeen on ilmanvaihtojärjestelmät nuohottu ja tulo- ja puistoilmavirrat tasapainotettu. Painesuhteiden seuranta tulee jatkaa toimenpiteiden valmistumisen jälkeen. Lisäksi sisäilman teollisten mineraalivillakuitujen näytteenotto tulee uusia n. 3...6 kk tehtyjen korjausten valmistumisen jälkeen.
- Mineraalivillaisten äänenvaimentimien pinnoitustoimenpiteitä suositellaan jatkettavaksi myös B-siivessä, ensisijaisesti niiden IV-koneiden palvelualueilla, joiden alueilla sisäilmassa esiintyy Asumisterveysasetuksen toimenpiderajat ylittäviä pitoisuuksia mineraalivillakuituja (27TP, 18TP, 7TP).
- Tulo- ja puistoilmavirrat suositellaan säädettäväksi lähemmäs tasapainotilaa ja lähemmäs suunnitteluarvoja niissä tiloissa, jotka ovat ulkoilmaan nähden jatkuvasti alipaineisia (esim. A1-osalla oleva luokkatila A225 sekä TK28 palvelualue ja erityisesti tila A160) tai joissa mitatut tulo- ja puistoilmavirrat eroavat merkittävästi suunnitteluarvoista (erityisesti IV-koneen 21TP palvelualue). B-siivessä kokonaisvaltaisen tulo- ja puistoilmavirtojen säätö suositellaan tehtäväksi vasta rakenteiden ilmatiiveyttä parantavien tiivistyskorjausten yhteydessä.

- Luokan B223 ilmamäärien vähentämistä ja kanavien ääneneristävyyden lisäämistä suositellaan melutason alentamiseksi.
- Heti tehtävänä toimenpiteenä suositellaan myös puuttuvien ilmanvaihtopiirustusten laatimista (esim. 7TP), jotta mm. tilojen säätötyöt helpottuisivat.
- Peruskorjausvaiheessa suositellaan A1-osan rakennusaineisen raitisilmakammion muuttamista nykysuositusten mukaiseksi.
- Ilmavaihtojärjestelmät, joiden tekninen käyttöikä on ylittynyt tai ylittymässä, tulee uusida/ päivittää seuraavassa peruskorjauksessa.

7.4 Korjaussuunnittelussa ja -työssä huomioitavaa

Tehdyt jatkotoimenpidesuosituksukset ovat korjaussuunnittelun lähtötietoja, eikä niitä voi käyttää korjaussuunnitelmana. Varsinaiset korjaussuunnitelmat tulee laatia kosteusvaurioiden korjauksiin erikoistuneen suunnittelijan toimesta. Korjaussuunnittelijan tulee varmistaa lähtötietojen kattavuus ja esittää mahdolliset jatkotutkimustarpeet korjausten onnistumisen varmistamiseksi.

Tässä tutkimuksessa merkkiainekokeet on suoritettu pistokoeluonteisesti rakenteiden yleisen tiiveystason, merkittävimpien tyypillisten ja hallitsemattomien ilmavuotopaikkojen selvittämiseksi. Mikäli rakenteille suoritetaan tiivistyskorjauksia, suositellaan rakenteiden epätiiveyskohtien määrittämistä tarkemmin mallihuoneiden avulla. Korjaussuunnittelija ja kuntotutkija valitsevat edustavat mallihuoneet ja tutkittavat rakenteet sekä läpiviennit. Epätiiveyskohtien tarkempi määrittäminen on suositeltavaa suorittaa ennen korjaussuunnittelua tai korjausrakentamisen tarjouskilpailua riittävän korjauslaajuuden selventämiseksi.

Kosteusvaurioituneiden rakenteiden purkutöissä syntyvien epäpuhtauksien leviäminen muihin tiloihin tulee estää riittävällä suojauksella (purkutyöalueen osastointi muoviseinillä ja alipaineistus) sekä huolehdittava työntekijöiden suojauksesta.

Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkutöissä on huomioitava työturvallisuuslain 738/2002 sekä Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta

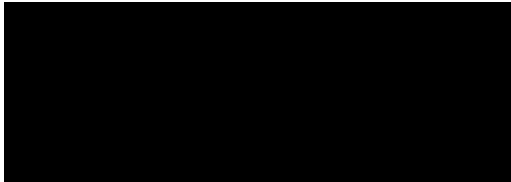
205/2009 säännöt. Korjaustöiden suorittamisesta on laadittu Ratu-kortti 82-0383 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku.

Ennen korjauksiin ryhtymistä tulee selvittää kattavasti asbesti- ja haitta-aineiden esiintyminen rakennuksessa. (Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 798/2015)

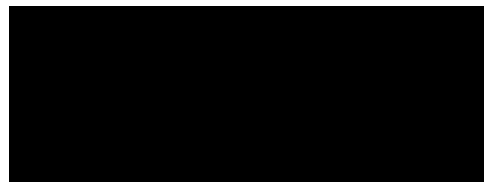
8 Päiväys ja allekirjoitukset

Tampereella 21.8.2023

A-Insinöörit Suunnittelu Oy



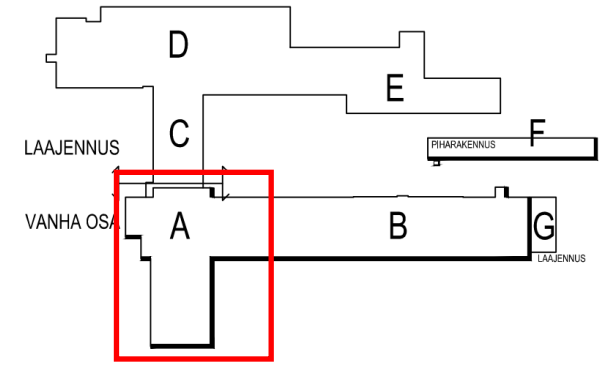
Ins. (AMK) Saija Korpi
erityisasiantuntija
Rakennusterveysasiantuntija C-22375-26-16
Sisäilma-asiantuntija C-24912-38-19
Rakenteiden kosteuden mittaaja C-610474-24-13



FM Petriikka Karttunen
Sisäilma-asiantuntija C-26077-38-21
Asbesti- ja haitta-aineasiantuntija C-25994-33-20

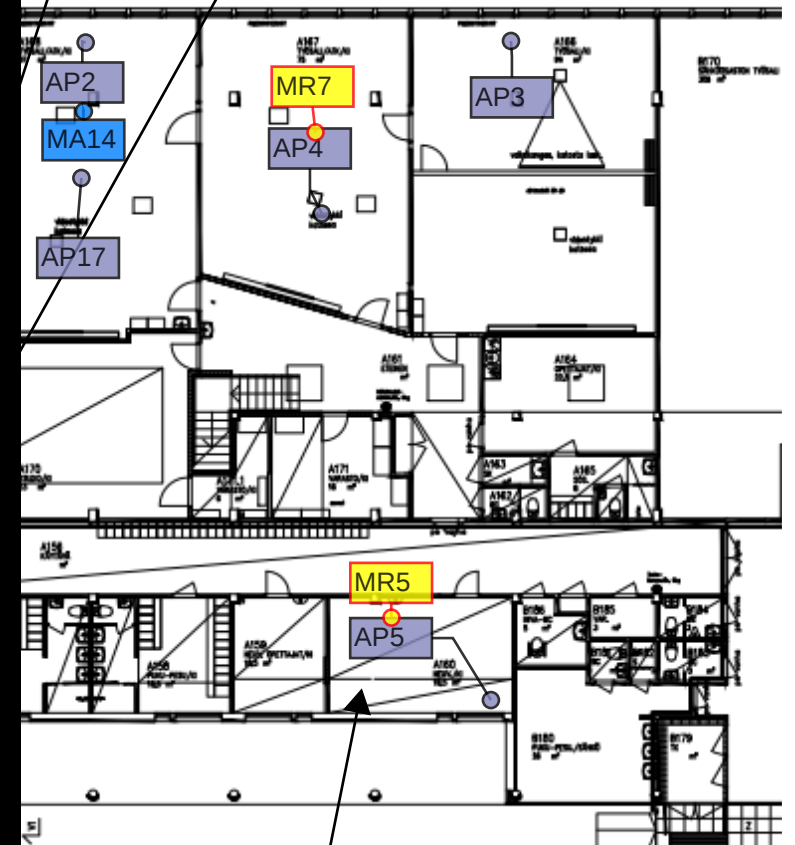
Ammattiopisto Varia, Hiekkaharju
A-siipi alin kerros

- XX# Materiaalien mikrobi, ei mikrobikasvustoa
- XX# Materiaalien mikrobi, mikrobikasvustoa
- XX# Rakennearvaus (AP / VP / VS / US / YP)
- MR# Merkkiaineen laskupaikka



Kosteusvauriot syntyneet
timanttiporausten seurauksena

Kanaalissa epätiivit kannet, ilmavirtaus
huonetilan suuntaan



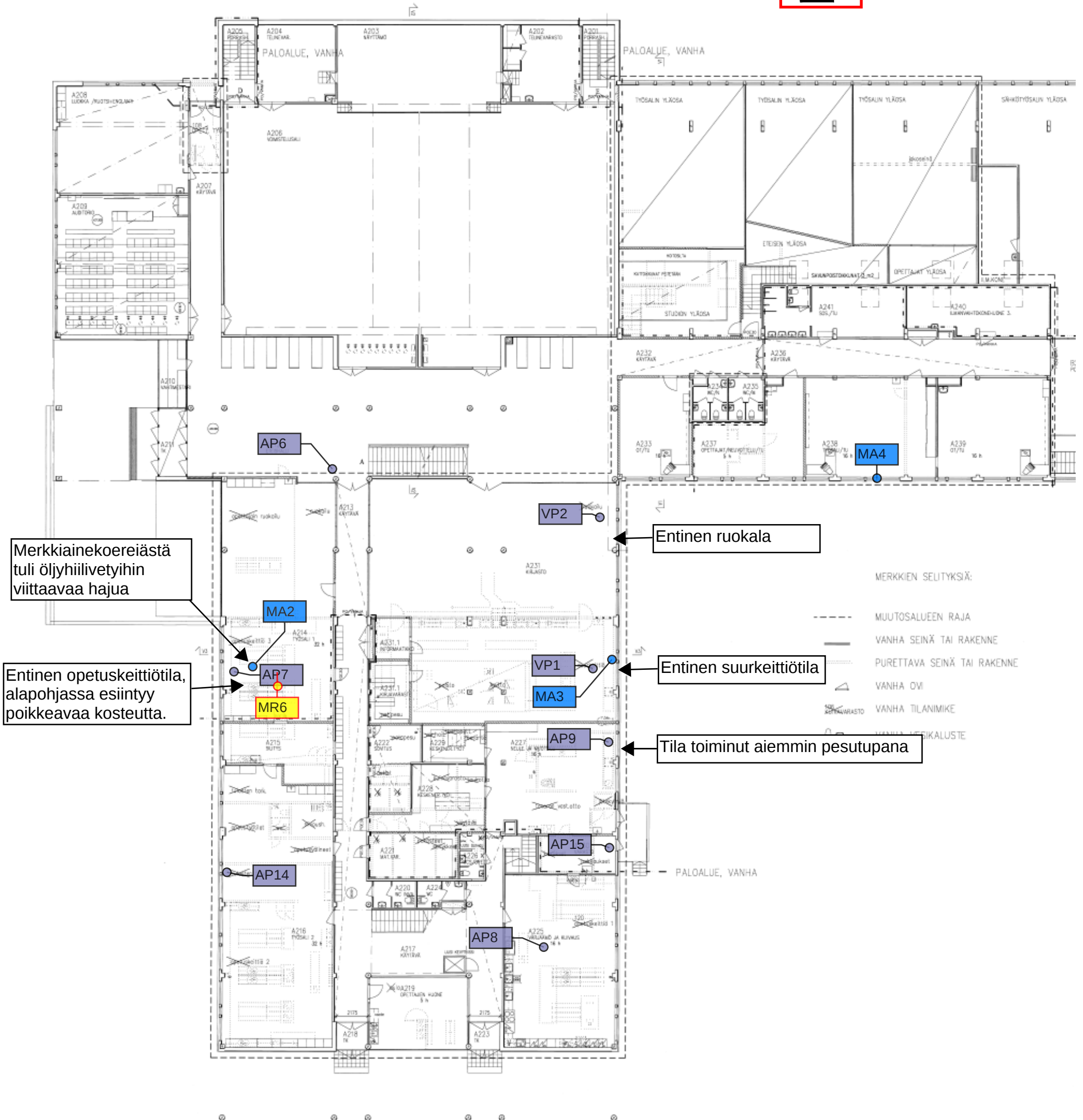
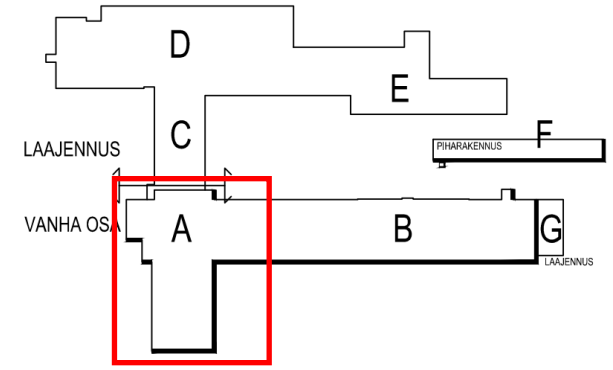
Toimisto- ja neuvottelutilat A159 ja A160 ovat
aiemmin olleet märkätiloja.

Kellarin käytävän sisäilmassa
mikrobiperäistä hajua. Epätiivitä
läpivientejä maanpaineeseinissä.

Porrashuone rakennettu n. 1985.
Porrashuoneen rakenteet poikkeavat
alkuperäisistä rakenteista.

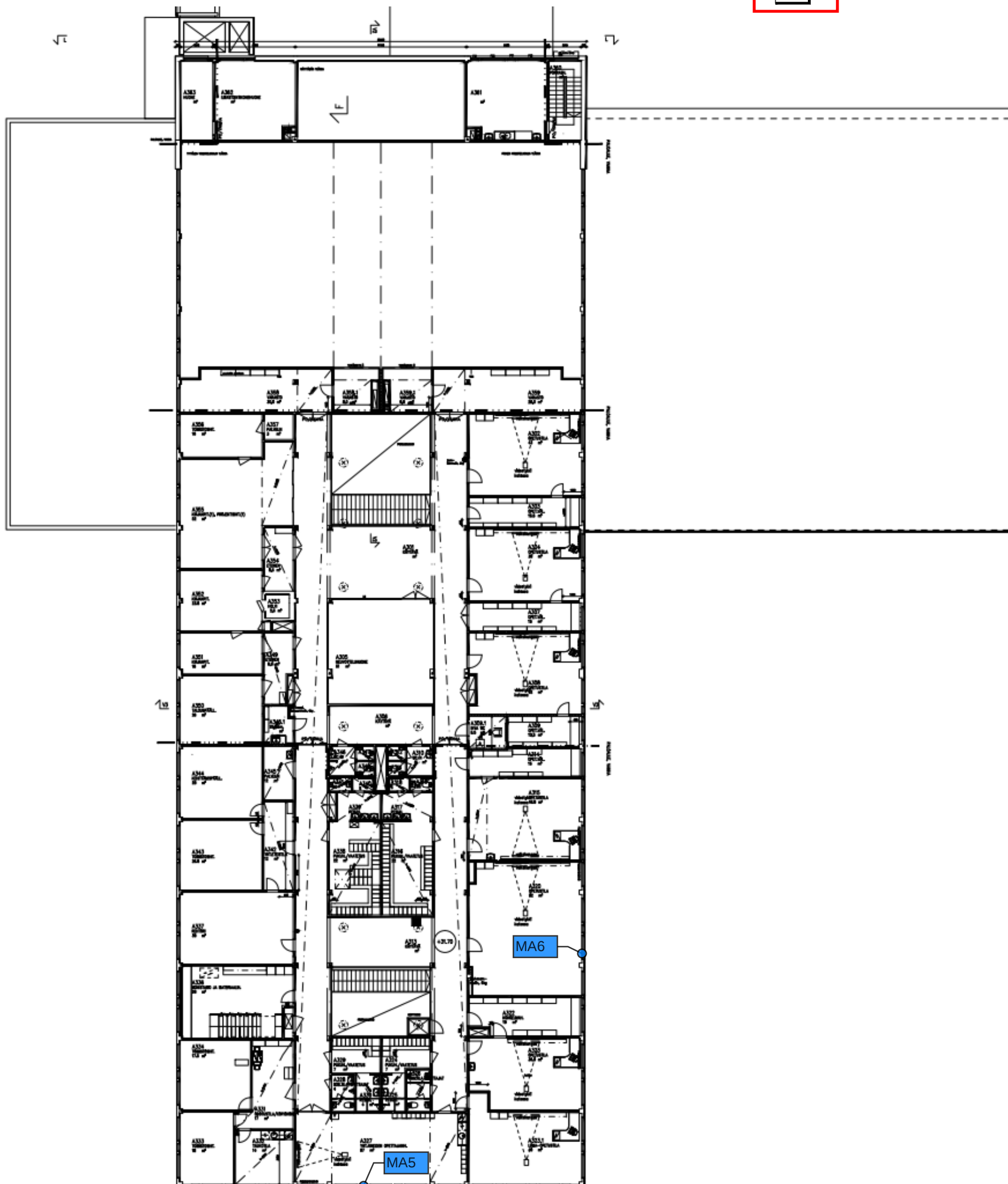
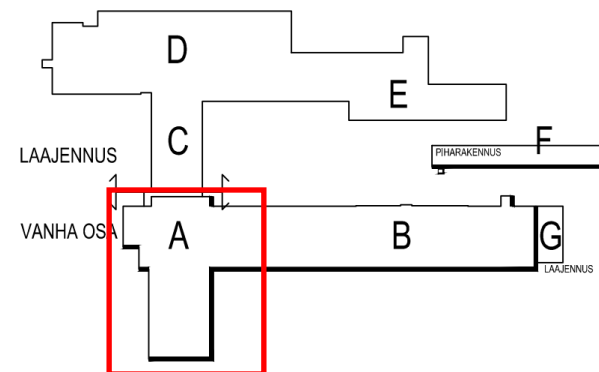
Ammattiopisto Varia, Hiekkaharju
A-siipi 2. kerros

- XX# Rakenneavaus (AP / VP / VS / US / YP)
- MA# Merkkiaineakaasun laskupaikka
- XX# Materiaalien mikrobit, ei mikrobikasvustoa
- XX# Materiaalien mikrobit, mikrobikasvustoa



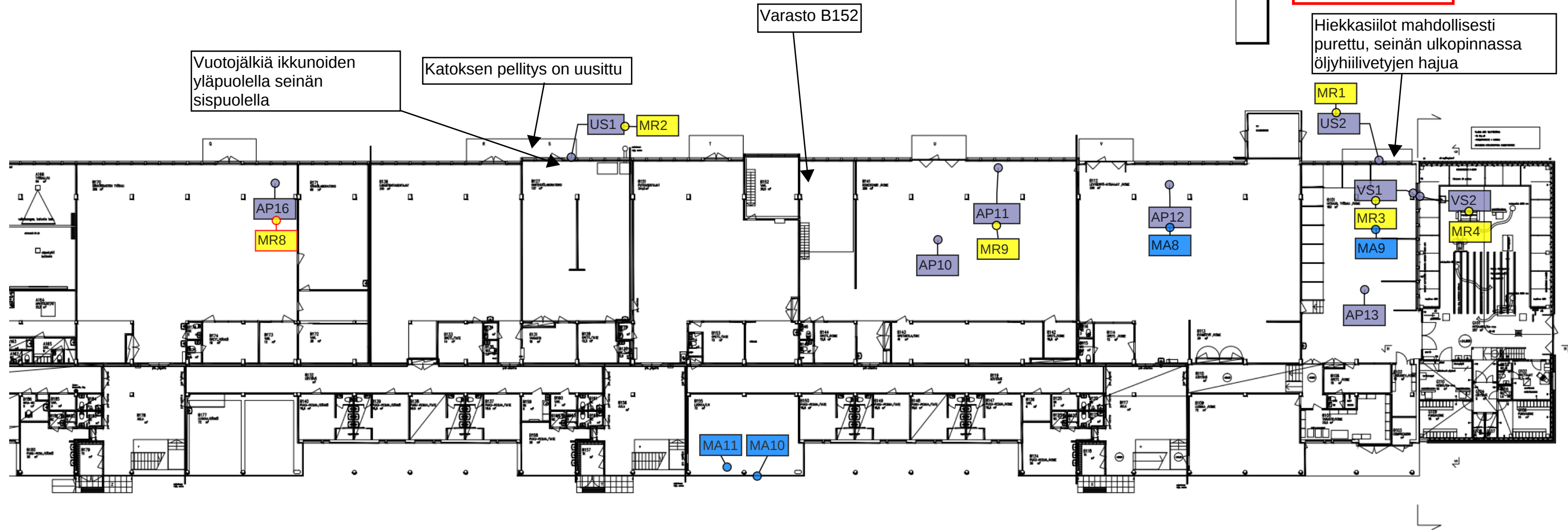
Ammattiopisto Varia, Hiekkaharju
A-siipi 3. kerros

- XX# Rakenneavaus (AP / VP / VS / US / YP)
- MA# Merkkiainekaasun laskupaikka
- XX# Materiaalien mikrobit, ei mikrobikasvustoa
- XX# Materiaalien mikrobit, mikrobikasvustoa



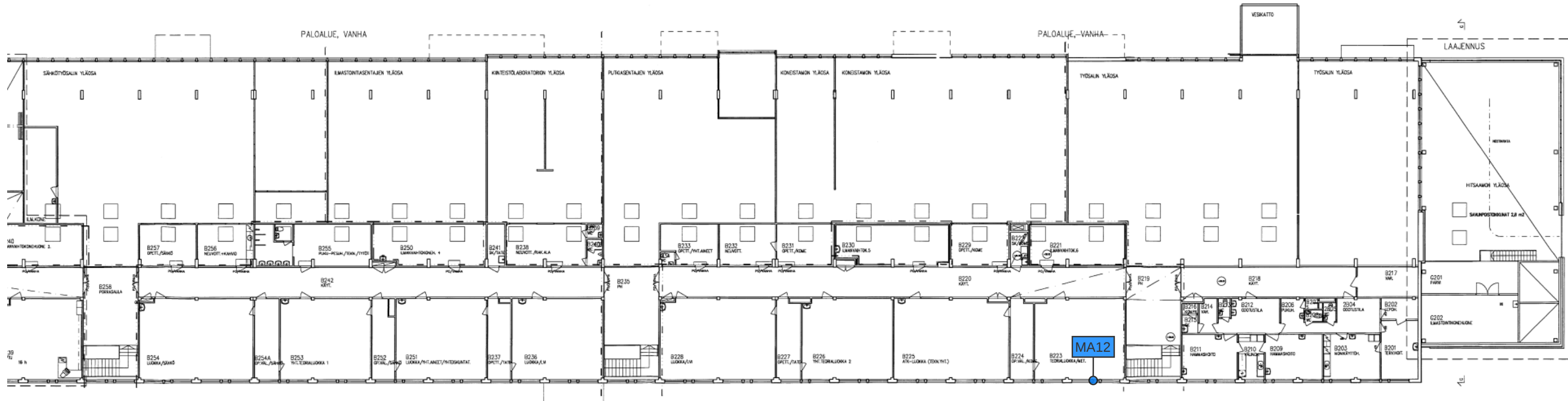
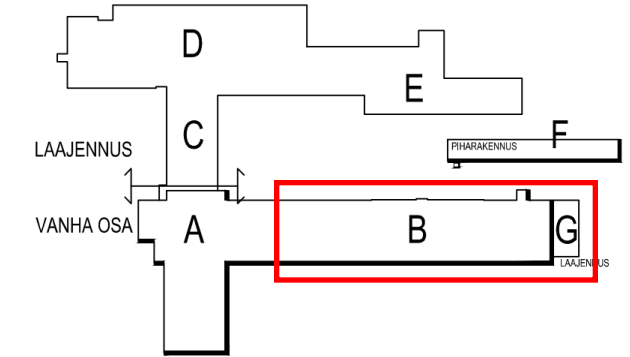
Ammattioppilaitos Varia Hiekkaharju
B-siipi 1. kerros
G-laajennus 1. kerros

- MA# Merkkiaineikaasun laskupaikka
- XX# Rakenneavaus (AP / VP / VS / US / YP)
- XX# Materiaalien mikrobit, ei mikrobikasvustoa
- XX# Materiaalien mikrobit, mikrobikasvustoa



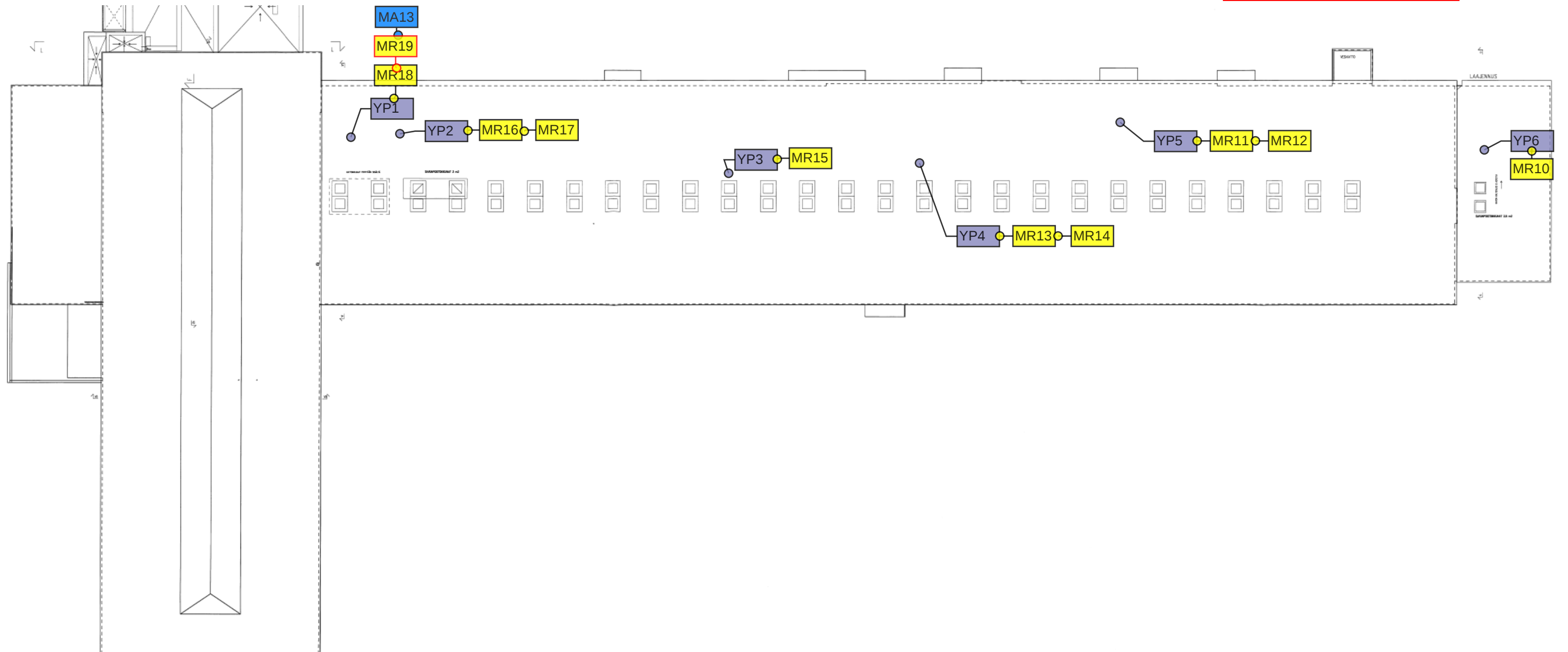
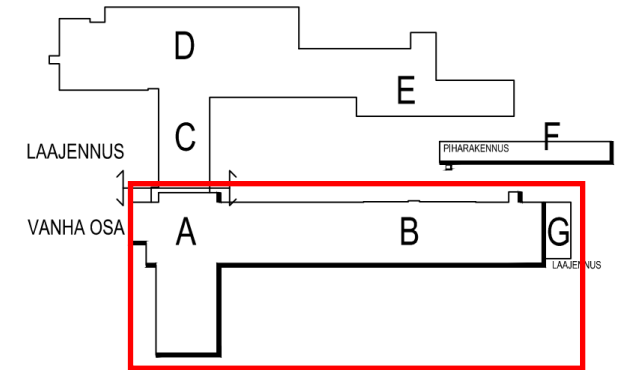
Ammattioppilaitos, varia Hiekkaharju
B- siipi 2. kerros
G-laajennus 2. kerros

- MA# Merkkiaineekaasun laskupaikka
- XX# Rakennearvaus (AP / VP / VS / US / YP)
- XX# Materiaalien mikrobi, ei mikrobikasvustoa
- XX# Materiaalien mikrobi, mikrobikasvustoa



**Ammattioppilaitos Varia, Heikkaharju
Vesikatto**

- XX# Rakenneavaus (AP / VP / VS / US / YP)
- MA# Merkkiainekaasun laskupaikka
- XX# Materiaalien mikrobi, ei mikrobikasvustoa
- XX# Materiaalien mikrobi, mikrobikasvustoa



Varia Hiekkaharju

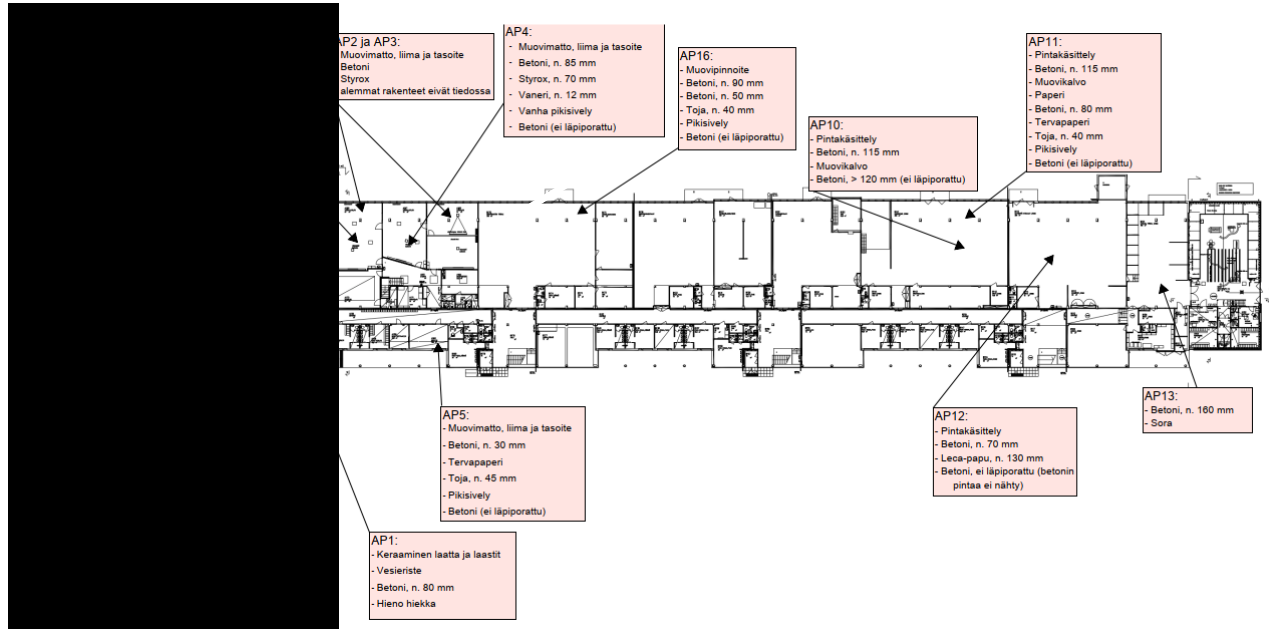
Rakenneavaukset

SISÄLLYSLUETTELO

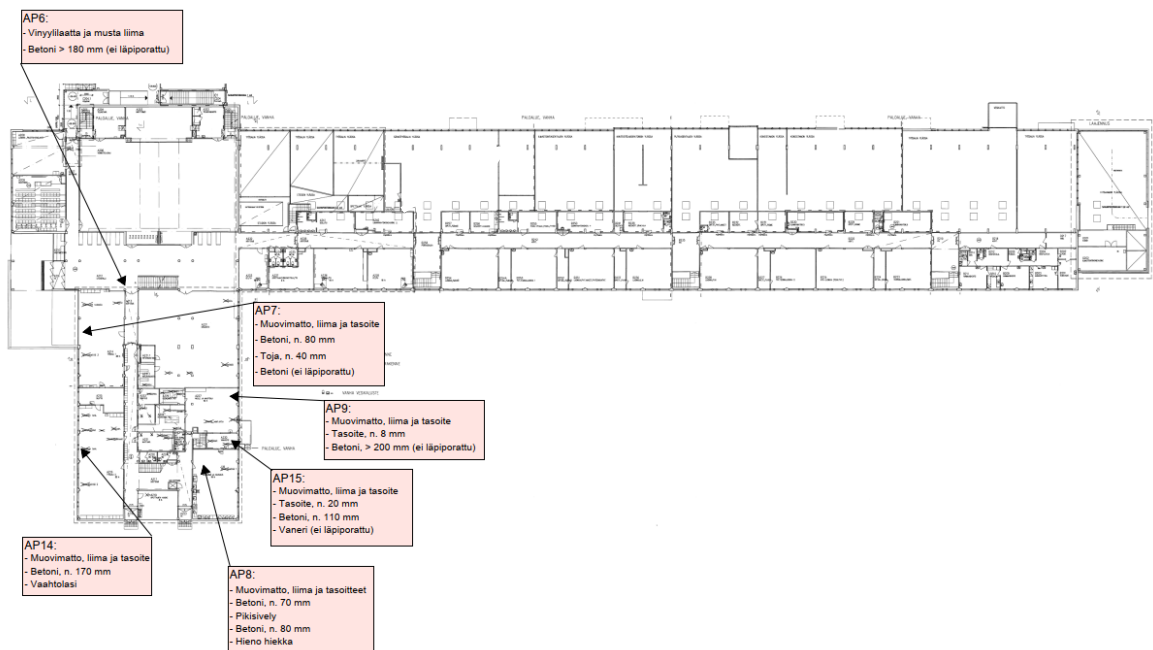
1	Alapohjarakenteet	2
1.1	AP1, Käytävä A002 (reuna-alue)	3
1.2	AP4, Tila A167 (keskialue)	4
1.3	AP5, Tila A160 (reuna-alue)	5
1.4	AP6, Sisääntuloaula A212 (keskialue)	6
1.5	AP7, Tila A214 (reuna-alue)	7
1.6	AP8, Tila A255 (keskialue)	8
1.7	AP9, Tila A227 (reuna-alue)	9
1.8	AP10, Koneistamo B141 (keskialue)	10
1.9	AP11, Koneistamo B141 (reuna-alue)	11
1.10	AP12, Levyseppähitsaajat B112 (reuna-alue)	12
1.11	AP13, Hitsaamo B101 (keskialue)	13
1.12	AP14, Tila A216 (reuna-alue)	14
1.13	AP15, Tila A227 (reuna-alue)	15
1.14	AP16, Sähköosaston työsalin B170 (reuna-alue)	16
1.15	AP17, Työsalin A168 (keskialue)	17
2	Välipohjarakenteet	18
2.1	VP1, Kirjasto A231 (reuna-alue)	19
2.2	VP2, Kirjasto A231 (reuna-alue)	20
3	Yläpohja	21
3.1	YP1, A168	22
3.2	YP2, A168	23
3.3	YP3, B132	24
3.4	YP4, B151	25
3.5	YP5, B141	26
3.6	YP6, G101	27
4	Ulkoseinät ja väliseinäksi jäänyt vanha ulkoseinä	28
4.1	US1, Kiinteistölaboratorio B127	29
4.2	US2, Hitsaamo B101	30
4.3	VS1, Hitsaamo B101	31
4.1	VS2, Tila G101	32

1 Alapohjarakenteet

Alapohjan rakenneavauspisteiden sijainnit on esitetty alla (Kuva 1 ja Kuva 2).



Kuva 1
Alapohjan rakenneavauspisteet.



Kuva 2
Alapohjan rakenneavauspisteet.

1.1 AP1, Käytävä A002 (reuna-alue)

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

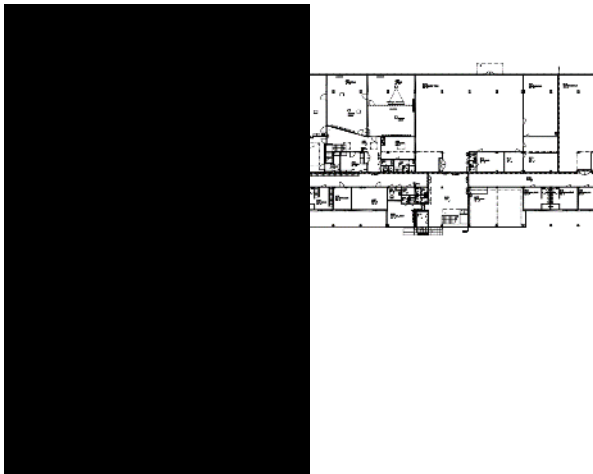
Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Keraaminen laatta ja laastit
- Vesieriste
- Betoni, n. 80 mm
- Hieno hiekka

Havainnot rakenneavauspisteestä

Rakenne poikkeaa rakennesuunnitelmasta.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 3
Rakenneavauksen sijainti



Kuva 4
Näkymä rakenneavaukseen



Kuva 5
Betonivalu.



Kuva 6
Betonilaatan alla on hieno hiekka.

1.2 AP4, Tila A167 (keskialue)

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

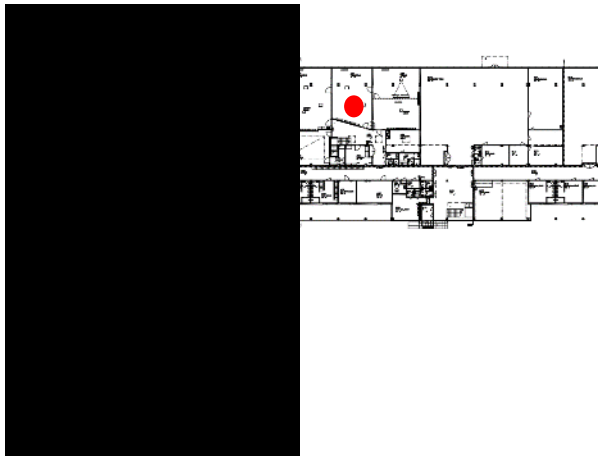
Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Muovimatto, liima ja tasoite
- Betoni, n. 85 mm
- EPS-eriste, n. 70 mm
- Vaneri, n. 12 mm (Mikrobimääritysnäyte MR7, mikrobikasvustoa)
- Pikisively
- Betoni (ei läpiporattu)

Havainnot rakenneavauspisteestä

Rakenteen yläosa (pikisivelyn yläpuolinen osa) on korjattu. Tilan A168 puolelle tehdyn merkkiainekokeen perusteella alapohjan EPS-eristekerroksesta tapahtuu ilmavuotoja sisäilmaan päin.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 7
Rakenneavauksen sijainti



Kuva 8
Näkymä rakenneavaukseen



Kuva 9
EPS-eristeen alla on kosteus- ja mikrobivaurioitunut vaneri.



Kuva 10
EPS-eristeen alla on kosteus- ja mikrobivaurioitunut vaneri.

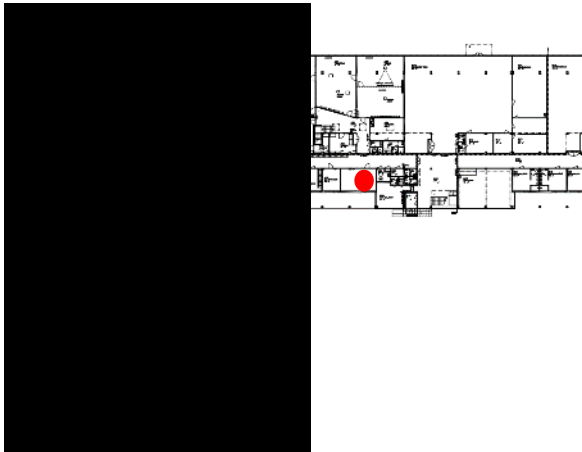
1.3 AP5, Tila A160 (reuna-alue)

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Muovimatto, liima ja tasoite
- Betoni, n. 30 mm
- Tervapaperi
- Toja, n. 45 mm (Mikrobimääritysnäyte MR5, mikrobikasvustoa)
- Pikisively
- Betoni (ei läpiporattu)

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 11
Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 12
Näkymä rakenneavaukseen. Alapohjassa eristeenä on toja. Tila on aiemmin ollut märkätila.



Kuva 13
Alapohjan eristeenä on toja.

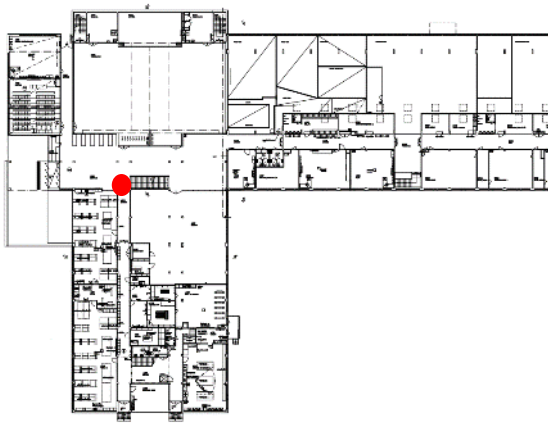
1.4 AP6, Sisääntuloaula A212 (keskialue)

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Vinyylilaatta ja musta liima
- Betoni > 180 mm (ei läpiporattu)

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 14

Rakenneavauksen sijainti



Kuva 15

Näkymä rakenneavaukseen



Kuva 16

Betonia.

1.5 AP7, Tila A214 (reuna-alue)

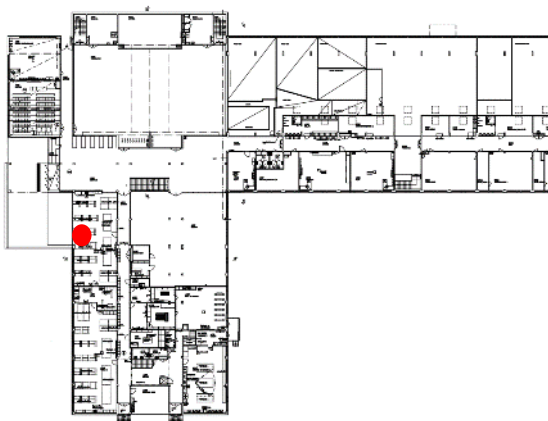
Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Muovimatto, liima ja tasoite
- Betoni, n. 80 mm
- Toja, n. 40 mm (Mikrobimääritysnäyte RM6, mikrobikasvustoa)
- Betoni (ei läpiporattu)

Merkkiainekokeen perusteella tilan A214 kohdalla alapohjan tojaeristeestä ei todettu tapahtuvan ilmavuotoja sisäilmaan päin.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 17

Rakenneavauksen sijainti



Kuva 18

Alapohjassa eristeenä on tojaa.



Kuva 19

Tojan alla on pohjavalu.

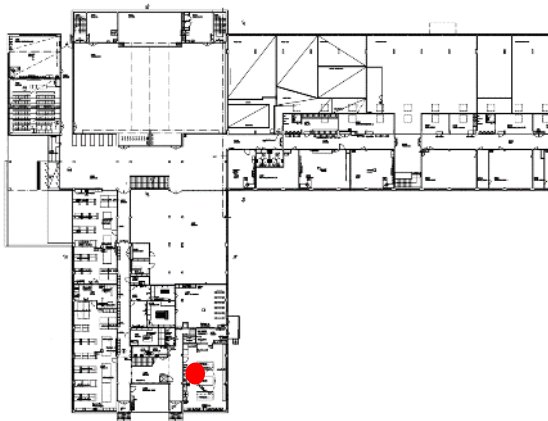
1.6 AP8, Tila A255 (keskialue)

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Muovimatto, liima ja tasoitteet
- Betoni, n. 70 mm
- Pikisively
- Betoni, n. 80 mm
- Hieno hiekka

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 20

Rakenneavauksen sijainti



Kuva 21

Alapohjarakentessa kahden betonilaa-
tan välissä todettiin pikisively. Alapoh-
jan alapuolella hieno hiekka.



Kuva 22

Pinta- ja pohjavalu, joiden välissä on pi-
kisively.



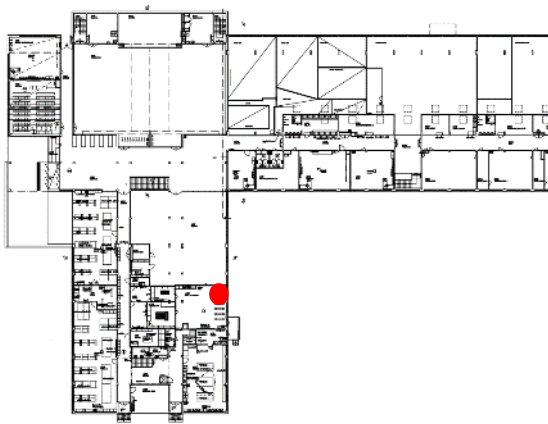
Kuva 23

Pikisively betonikerrosten välissä.

1.7 AP9, Tila A227 (reuna-alue)**Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne**

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Muovimatto, liima ja tasoite
- Tasoite, n. 8 mm
- Betoni, > 200 mm (ei läpiporattu)

Rakenneavauksen kuvat**Kuva 24**

Rakenneavauksen sijainti

**Kuva 25**

Näkymä rakenneavaukseen

**Kuva 26**

Näkymä rakenneavaukseen

**Kuva 27**

Betonia.

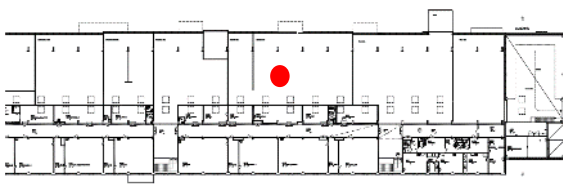
1.8 AP10, Koneistamo B141 (keskialue)

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Pintakäsittely
- Betoni, n. 115 mm
- Muovikalvo
- Betoni, > 120 mm (ei läpiporattu)

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 28

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 29

Näkymä rakenneavaukseen.



Kuva 30

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 31

Alapohjassa kahden betonilaatan välissä on rakennusmuovi, joten rakenne ei ole alkuperäinen.

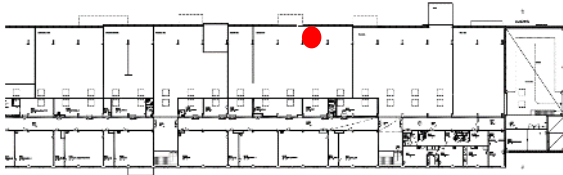
1.9 AP11, Koneistamo B141 (reuna-alue)

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Pintakäsittely
- Betoni, n. 115 mm
- Muovikalvo
- Paperi
- Betoni, n. 80 mm
- Tervapaperi
- Toja, n. 40 mm (Mikrobimääritysnäyte RM9, ei mikrobikasvua)
- Pikisively
- Betoni (ei läpiporattu)

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 32

Rakenneavauksen sijainti.

Kuva 33

Näkymä rakenneavaukseen.



Kuva 34

Pintalaattaa.



Kuva 35

Paperi.



Kuva 36

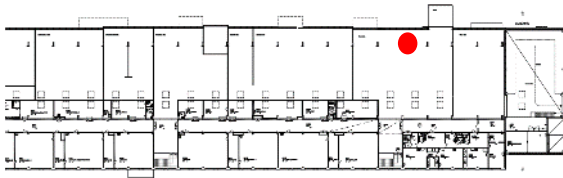
Tervapaperia betonikappaleissa.

1.10 AP12, Levyseppähitsaajat B112 (reuna-alue)**Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne**

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Pintakäsittely
- Betoni, n. 70 mm
- Lecasora, n. 130 mm
- Betoni, ei läpiporattu (betonin pintaa ei nähty)

Merkkiainekokeiden perusteella lecasorakerroksesta tapahtuu ilmavuotoja sisäilmaan päin ulkoseinä- ja alapohjarakenteiden liittymistä sekä pintabetonilaatassa olevien epätiiveyskohtien kautta.

Rakenneavauksen kuvat**Kuva 37**

Rakenneavauksen sijainti.

**Kuva 38**

Alapohjassa on leca-soraeristys.

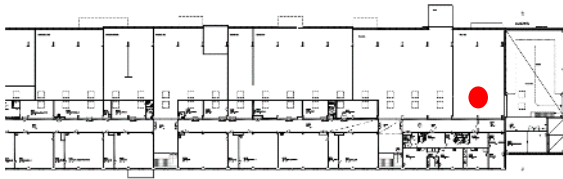
**Kuva 39**

Alapohjarakenteen pintaosat.

1.11 AP13, Hitsaamo B101 (keskialue)**Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne**

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Betoni, n. 160 mm
- Sora

Rakenneavauksen kuvat

Kuva 40
Rakenneavauksen sijainti



Kuva 41
Näkymä rakenneavaukseen.



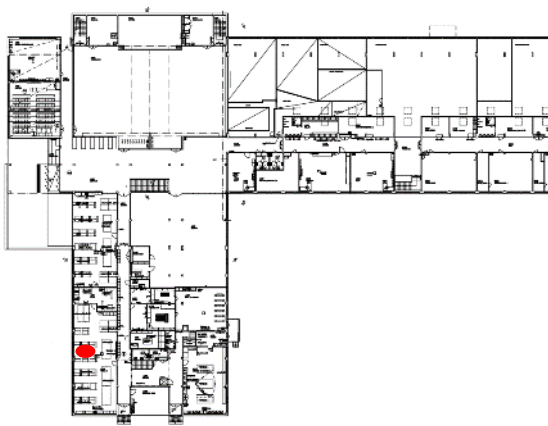
Kuva 42
Alapohjana oli lämpö- ja kosteuseristämätön betonilaatta.

1.12 AP14, Tila A216 (reuna-alue)**Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne**

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Muovimatto, liima ja tasoite
- Betoni, n. 170 mm
- Karkea vaahtolasi

FCG:n tekemien tutkimusten perusteella alapohjasta tapahtuu ilmavuotoja sisäilmaan päin alapohjan ja ulkoseinärakenteiden liittumistä.

Rakenneavauksen kuvat

Kuva 43
Rakenneavauksen sijainti



Kuva 44
Rakenteen pintaosat.

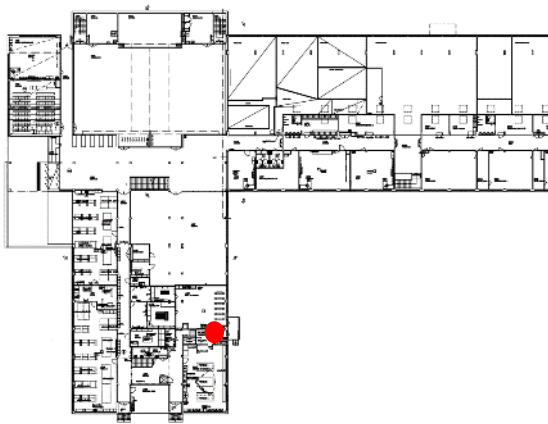


Kuva 45
Alapohjassa eristeenä vaahtolasi-murske-eriste.

1.13 AP15, Tila A227 (reuna-alue)**Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne**

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Muovimatto, liima ja tasoite
- Tasoite, n. 20 mm
- Betoni, n. 110 mm
- Vaneri (ei läpiporattu)

Rakenneavauksen kuvat**Kuva 46**

Rakenneavauksen sijainti.

**Kuva 47**

Näkymä rakenneavaukseen.

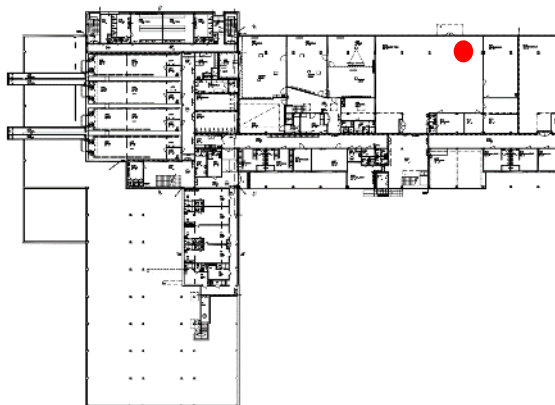
**Kuva 48**

Alapohjan pintarakenteet.

1.14 AP16, Sähköosaston työsalin B170 (reuna-alue)**Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne**

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Muovipinnoite
- Betoni, n. 90 mm
- Betoni, n. 50 mm
- Toja, n. 40 mm (Mikrobimääritysnäyte RM8, mikrobikasvustoa)
- Pikisively
- Betoni (ei läpiporattu)

Rakenneavauksen kuvat**Kuva 49**

Rakenneavauksen sijainti.

**Kuva 50**

Lämmöneristeenä on toja.

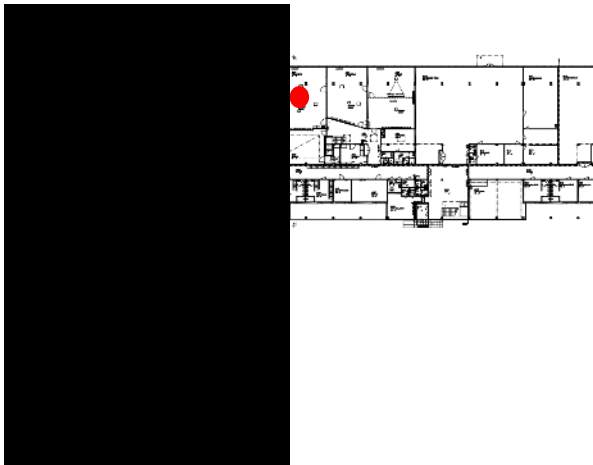
**Kuva 51**

Alaphjarakenteen pintalaatta.

1.15 AP17, Työsali A168 (keskialue)**Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne**

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Muovimatto, liima ja tasoite
- Betoni, n. 95 mm
- Betoni, n 75 mm
- Sora

Rakenneavauksen kuvat**Kuva 52**

Rakenneavauksen sijainti.

**Kuva 53**

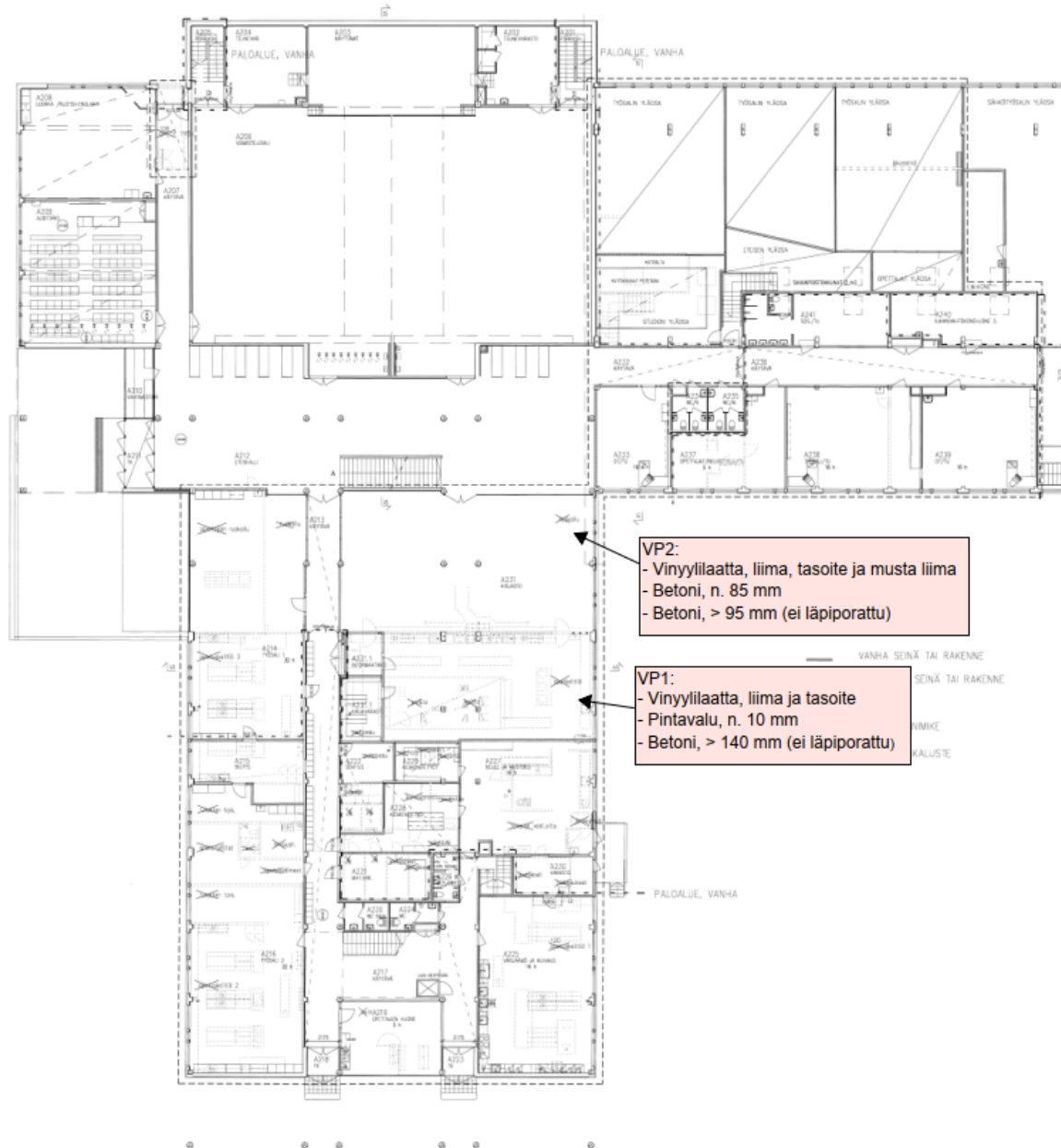
Pinta- ja pohjavalut.

**Kuva 54**

Rakennetarkastuksen perusteella rakenne on lämpö- ja kosteuseristämätön.

2 Välipohjarakenteet

Välipohjan rakenneavauspisteiden sijainnit on esitetty alla (Kuva 55).



Kuva 55
Välipohjan rakenneavauspisteet.

2.1 VP1, Kirjasto A231 (reuna-alue)

Tila ollut aiemmin koulun suurkeittiötilana.

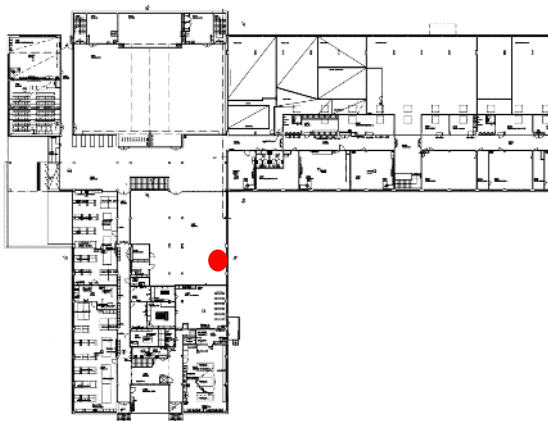
Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Vinyylilaatta, liima ja tasoite
- Pintatasoite, n. 10 mm
- Betoni, > 140 mm (ei läpiporattu)

Ulkoseinärakenteen viereen tehdyn merkkiainekokeen peruseella välipohjassa pintalaatan alla olevasta ilmaraosta tapahtui ilmavuotoja sisäilmaan päin välipohjan ja ulkoseinän liittymästä ja pintalaatassa olevista läpivienneistä. Ilmarako on myös ilmayhteydessä ulkoseinän lämmöneristekerrokseen.

Rakenneavauksen kuvat



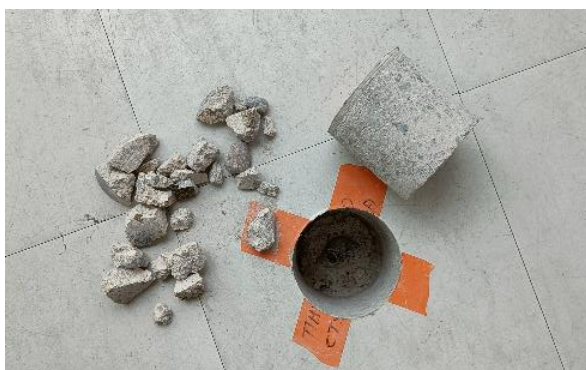
Kuva 56

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 57

Välipohjan pintarakenne.



Kuva 58

Näkymä rakenneavaukseen.

2.2 VP2, Kirjasto A231 (reuna-alue)

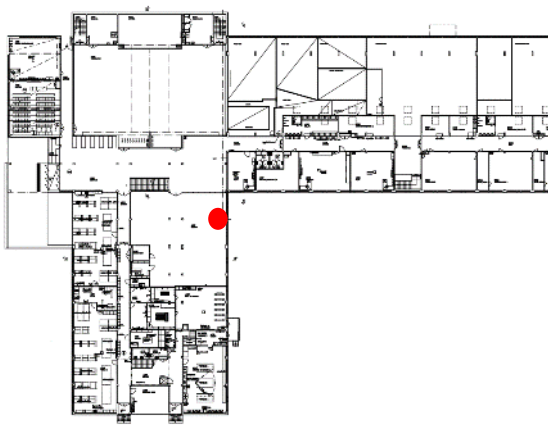
Tila ollut aiemmin koulun ruokalatilana.

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

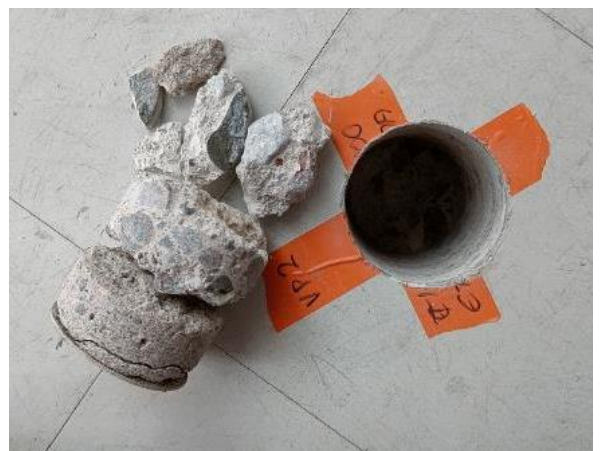
- Vinyylilaatta, liima, tasoite ja musta liima
- Betoni, n. 85 mm
- Betoni, > 95 mm (ei läpiporattu)

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 59

Rakenneavauksen sijainti



Kuva 60

Välipohjan pintarakenne.

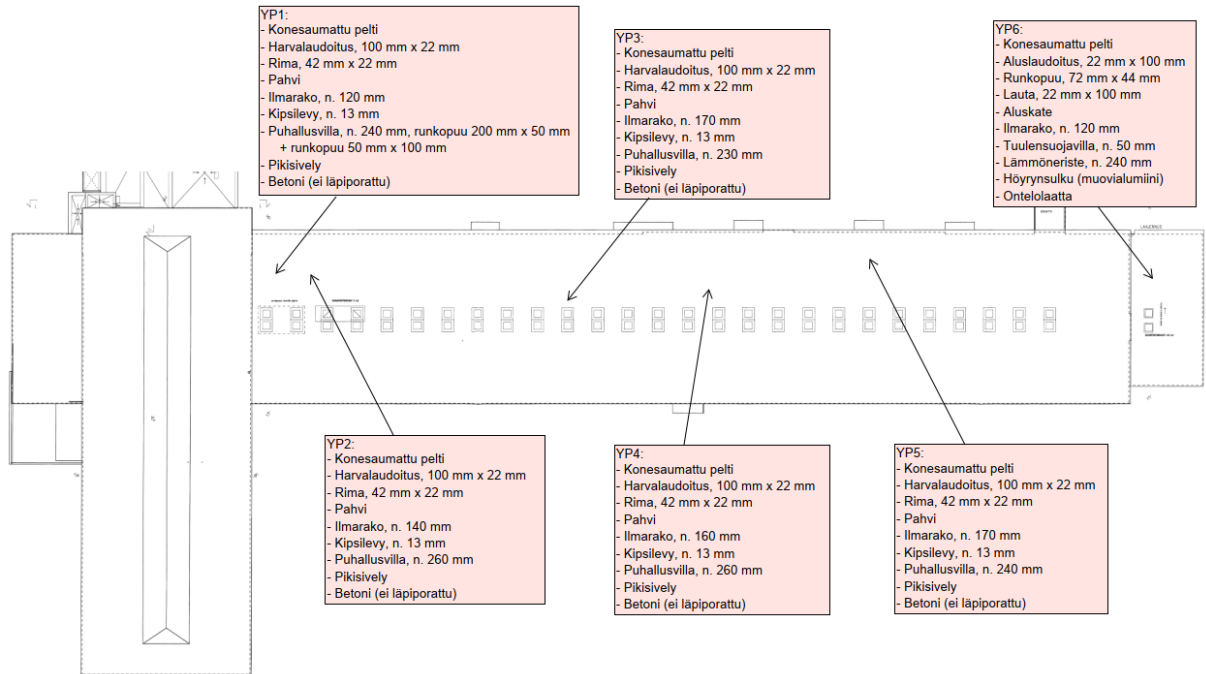


Kuva 61

Mustaa liimaa vinyylilaatan alla.

3 Yläpohja

Yläpohjan rakenneavauspisteiden sijainnit on esitetty alla (Kuva 62).



Kuva 62

Yläpohjan rakenneavauspisteet.

3.1 YP1, A168

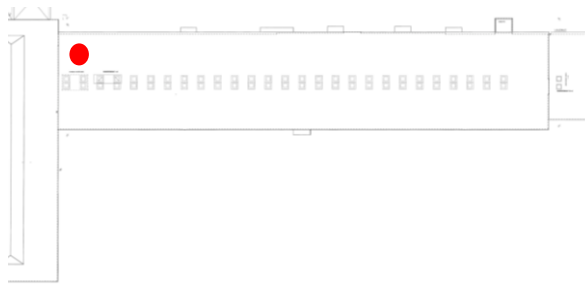
Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas:

- Konesaumattu pelti
- Harvalaudoitus, 100 mm x 22 mm
- Rima, 42 mm x 22 mm
- Pahvi
- Ilmarako, n. 120 mm
- Kipsilevy, n. 13 mm
- Puhallusvilla, n. 240 mm (oikea alareuna: mikrobimääritysnäyte RM18, ei mikrobikasvustoa, vasen alareuna: mikrobimääritysnäyte RM19, mikrobikasvustoa), runkopuu 200 mm x 50 mm + runkopuu 50 mm x 100 mm
- Pikisively
- Betoni (ei läpiporattu)

Havainnot rakenneavauspisteestä

Mineraalivilla on kosteaa alaosa. Tuulensuojalevyssä (kipsilevy) on kosteusvauriojälkiä. Lähialueella on IV-läpivientejä.



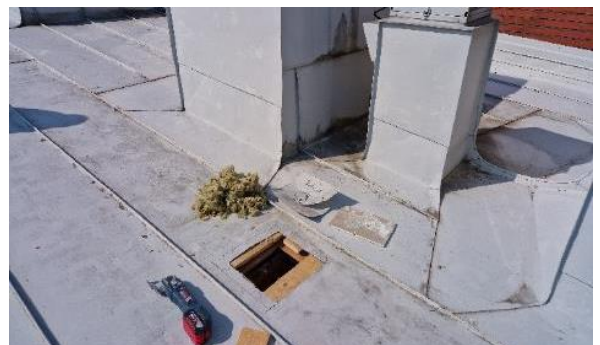
Kuva 63

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 65

Tuulensuojana toimivan kipsilevyn yläpinnalla esiintyy vesivalumälkiä.



Kuva 64

Näkymä rakenneavaukseen.



Kuva 66

Yläpohjan alapinnassa oleva lämmöneriste oli kosteaa.

3.2 YP2, A168

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

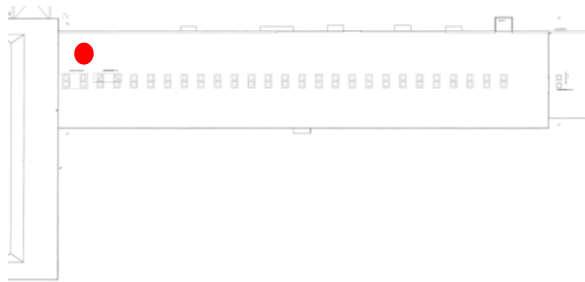
Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Konesaumattu pelti
- Harvalaudoitus, 100 mm x 22 mm
- Rima, 42 mm x 22 mm
- Pahvi
- Ilmarako, n. 140 mm
- Kipsilevy, n. 13 mm
- Puhallusvilla, n. 260 mm (yläosa: mikrobimääritysnäyte RM16, ei mikrobikasvustoa, alaosa: mikrobimääritysnäyte RM17, ei mikrobikasvustoa)
- Pikisively
- Betoni (ei läpiporattu)

Havainnot rakenneavauspisteestä

Aluskatteessa (pahvi) on kosteusjälkiä.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 67

Rakenneavauksen sijainti.

Kuva 68

Näkymä rakenneavaukseen.



Kuva 69

Kosteusjälkiä pahvialuskatteessa.

Kuva 70

Näkymä rakenneavaukseen.

3.3 YP3, B132

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

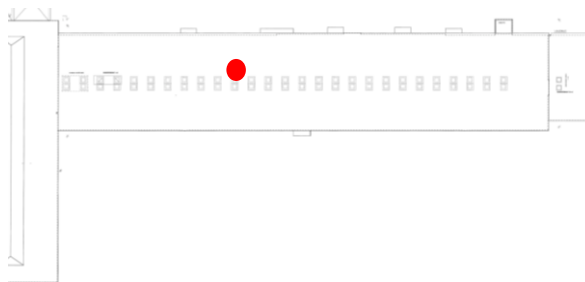
Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Konesaumattu pelti
- Harvalaudoitus, 100 mm x 22 mm
- Rima, 42 mm x 22 mm
- Pahvi
- Ilmarako, n. 170 mm
- Kipsilevy, n. 13 mm
- Puhallusvilla, n. 230 mm (yläosa: mikrobimääritysnäyte RM15, ei mikrobikasvustoa)
- Pikisively
- Betoni (ei läpiporattu)

Havainnot rakenneavauspisteestä

Aluskatteessa ja tuulensuojalevyssä on kosteusjälkiä.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 71

Rakenneavauksen sijainti.

Kuva 72

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 73

Näkymä rakenneavaukseen.



Kuva 74

Näkymä rakenneavaukseen.

3.4 YP4, B151

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

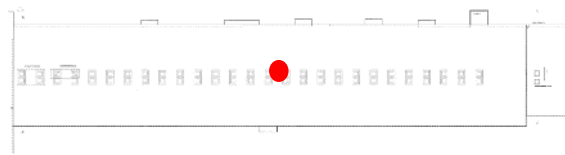
Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Konesaumattu pelti
- Harvalaudoitus, 100 mm x 22 mm
- Rima, 42 mm x 22 mm
- Pahvi
- Ilmarako, n. 160 mm
- Kipsilevy, n. 13 mm
- Puhallusvilla, n. 260 mm (yläosa: mikrobimääritysnäyte MR13, ei mikrobikasvustoa, alaosa: mikrobimääritysnäyte MR14, ei mikrobikasvustoa)
- Pikisively
- Betoni (ei läpiporattu)

Havainnot rakenneavauspisteestä

Aluskatteessa (pahvi) sekä tuulensuojalevyssä (kipsilevy) on kosteusjälkiä.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 75

Rakenneavauksen sijainti.

Kuva 76

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 77

Näkymä rakenneavaukseen.



Kuva 78

Kosteusjälkiä kipsilevyn pinnalla.

3.5 YP5, B141

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

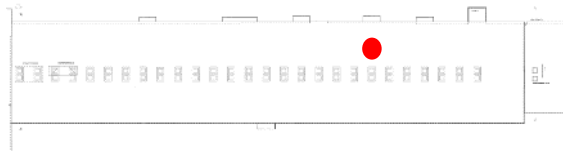
Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Konesaumattu pelti
- Harvalaudoitus, 100 mm x 22 mm
- Rima, 42 mm x 22 mm
- Pahvi
- Ilmarako, n. 170 mm
- Kipsilevy, n. 13 mm
- Puhallusvilla, n. 240 mm (yläosa: mikrobimääritysnäyte RM11, ei mikrobikasvustoa, alaosa: mikrobimääritysnäyte RM12, ei mikrobikasvustoa)
- Pikisively
- Betoni (ei läpiporattu)

Havainnot rakenneavauspisteestä

Aluskatteessa (pahvi) on kosteusjälkiä.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 79

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 81

Näkymä rakenneavaukseen.

Kuva 80

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 82

Näkymä rakenneavaukseen.

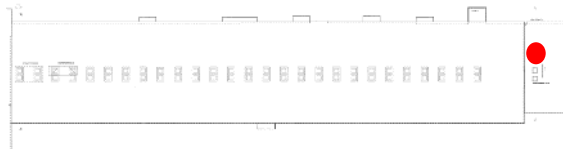
3.6 YP6, G101

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

Rakenneavauksen suunta: ylhäältä alas

- Konesaumattu pelti
- Aluslaudoitus, 22 mm x 100 mm
- Runkopuu, 72 mm x 44 mm
- Lautat, 22 mm x 100 mm
- Aluskate
- Ilmarako, n. 120 mm
- Tuulensuojavilla, n. 50 mm
- Lämmöneriste, n. 240 mm (Mikrobimääritysnäyte MR10, ei mikrobikasvustoa)
- Höyrynsulku (muovialumiini)
- Ontelolaatta

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 83

Rakenneavauksen sijainti.

Kuva 84

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 85

Tuulensuojavillana on Tyvek-pintainen tuulensuojavilla.

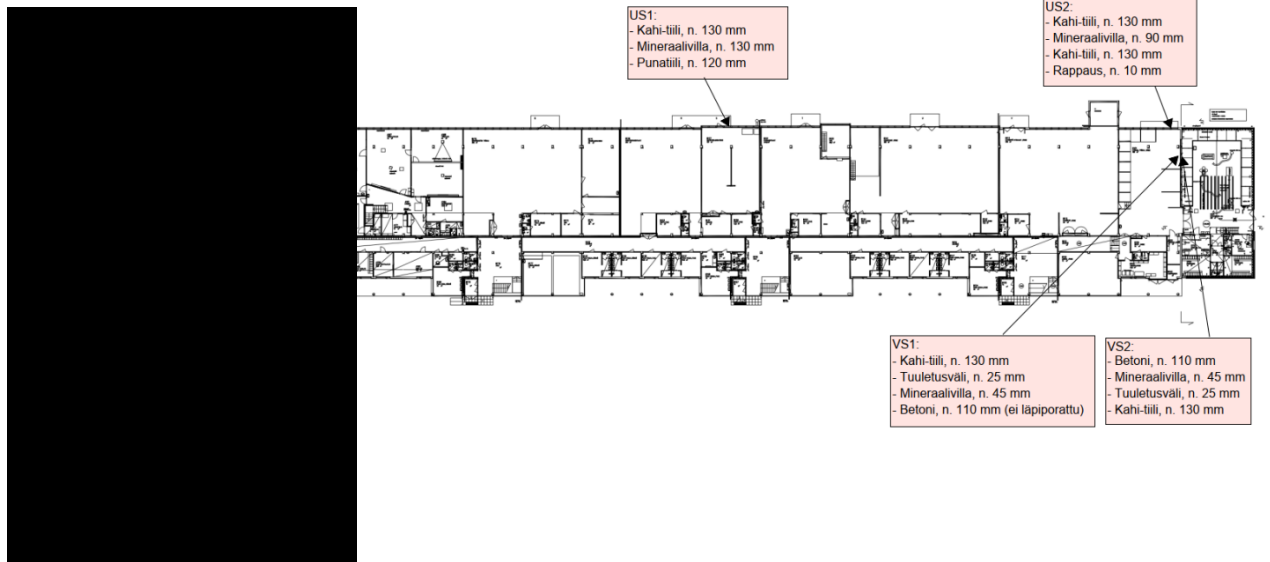


Kuva 86

Ontelolaatan päällä höyrynsulkuna on muovialumiini.

4 Ulkoseinät ja väliseinäksi jäänyt vanha ulkoseinä

Ulko- ja väliseinien rakenneavauspisteiden sijainnit on esitetty alla (Kuva 87).



Kuva 87

Ulko- ja väliseinien rakenneavauspisteet.

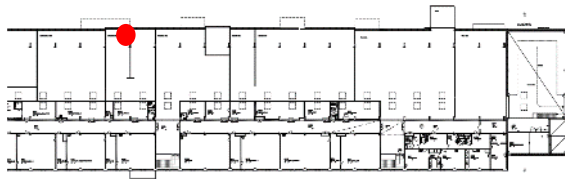
4.1 US1, Kiinteistölaboratorio B127

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

Rakenneavauksen suunta: sisältä ulos

- Kahi-tiili, n. 130 mm
- Mineraalivilla, n. 130 mm (Mikrobimääritysnäyte RM2, ei mikrobikasvustoa)
- Punatiili, n. 120 mm

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 88

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 89

Rakenneavauksen sijainti.

Kuva 90

Ulkoseinässä kulkisivutiilen takana ei ole tuuletusrakoja (lämmöneriste on julkisivutiiltä vasten).

4.2 US2, Hitsaamo B101

Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne

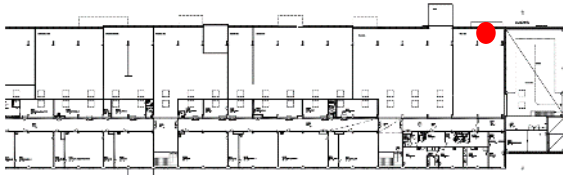
Rakenneavauksen suunta: sisältä ulos

- Kahi-tiili, n. 130 mm
- Mineraalivilla, n. 90 mm (Mikrobimääritysnäyte RM1, ei mikrobikasvustoa)
- Kahi-tiili, n. 130 mm
- Rappaus, n. 10 mm

Havainnot rakenneavauspisteestä

Seinärakenteen ulkopinnassa on öljyhiilivetyihin viittaava haju.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 91

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 92

Seinän alaosassa esiintyy kalkkihärmäjälkiä. Kohdassa aiemmin olleet hiekka-siilot on purettu.



Kuva 93

Rakenneavauspisteen sijainti.



Kuva 94

Julkisivutiilen takana ei ole tuuletusra-koja (lämmöneriste on julkisivutiiltä vas-ten).

4.3 VS1, Hitsaamo B101

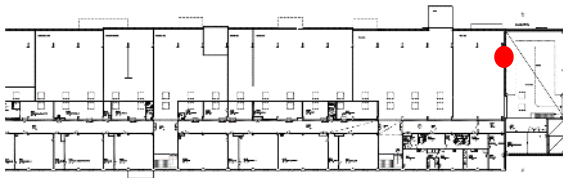
Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne (vanha ulkoseinä)

Rakenneavauksen suunta: tilasta B101 tilaan G101

- Kahi-tiili, n. 130 mm
- Tuuletusväli, n. 25 mm
- Mineraalivilla, n. 45 mm (Mikrobimääritysnäyte MR3, ei mikrobikasvustoa)
- Betoni, n. 110 mm (ei läpiporattu)

Merkkiainekokeiden perusteella väliseinän eristekerroksesta tapahtuu ilmavuotoja sisäilmana päin. Tilan B101 puolella selkeitä vuotooh tia olivat ikkunapuitteet ja ikkunoiden välisten levytysten reunat sekä tiiliseinän läpiviennit ja halkeamat tiiliverhouksessa.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 95

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 96

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 97

Näkymä rakenneavaukseen.



Kuva 98

Mineraalivillan ja kahi-tiilen välissä on tuuletus väli.

4.1 VS2, Tila G101

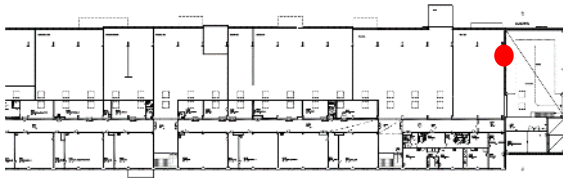
Rakenneavauspisteessä havaittu rakenne (vanha ulkoseinä)

Rakenneavauksen suunta: tilasta G101 tilaan B101

- Betoni, n. 110 mm
- Mineraalivilla, n. 45 mm (Mikrobimääritysnäyte MR4, ei mikrobikasvustoa)
- Tuuletusväli, n. 25 mm
- Kahi-tiili, n. 130 mm

Merkkiainekokeiden perusteella väliseinän eristekerroksesta tapahtui ilmavuotoja G-osan seinässä olevan laastisauman halkeaman kohdalla.

Rakenneavauksen kuvat



Kuva 99

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 100

Rakenneavauksen sijainti.



Kuva 101

Rakenneavauksen sijainti.

Tilaaaja

0124610-9

Vantaan kaupunki

Kaupunkiympäristö, Kiinteistöt ja tilat

Markkanen Piia

Asematie 10A

01300 VANTAA



Näytetiedot	Näyte	Materiaalit		
	Näyte otettu	14.06.2023	Kellonaika	
	Vastaanotettu	15.06.2023	Kellonaika	12.15
	Tutkimus alkoi	15.06.2023	Näytteenoton syy	Tilaustutkimus
	Ottopiste	Varia, Hiekkaharju		
	Näytteenottaja	Karttunen Petriikka, A-Insinöörit Suunnittelu Oy		
	Viite	Markkanen/Varia, Hiekkaharju		

18483-1: Rakennusmateriaali, MR1: US2, mineraalivilla, Varia, Hiekkaharju

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
-----------------	-------------------------	----------------

Näytetuloksen tulkinta □

ei mikrobikasvustoa

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomyketit, semikvant. määräitys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määräitys	*	++				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys	*		+	+	+	/malja
Mycelia sterilia				+		
Penicillium sp.	*			+		
Hiivat			+	+	+	

18483-2: Rakennusmateriaali, MR2: US1, mineraalivilla, Varia, Hiekkaharju

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
-----------------	-------------------------	----------------

Näytetuloksen tulkinta □

ei mikrobikasvustoa

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomyketit, semikvant. määräitys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määräitys	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys	*		+	-	+	/malja
Aureobasidium sp.			+			
Penicillium sp.	*				+	

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite

Viikinkaari 4

00790 Helsinki

metropolilab@metropolilab.fi

Puhelin

+358 10 391 350

Faksi

+358 9 310 31626

Y-tunnus

2340056-8

Alv. Nro

FI23400568

<http://www.metropolilab.fi>

18483-3: Rakennusmateriaali, MR3: VS1, mineraalivilla, Varia, Hiekkaharju

Analyysi		Analyysitulos				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määräitys #	*	+ (7)				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määräitys	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys	*		++	++	++	/malja
Penicillium spp.	*		++	++	++	

18483-4: Rakennusmateriaali, MR4: VS2, mineraalivilla, Varia, Hiekkaharju

Analyysi		Analyysitulos				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määräitys #	*	+ (13)				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määräitys	*	++				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys	*		++	++	+	/malja
Penicillium spp.	*		++	++	+	

18483-5: Rakennusmateriaali, MR5: AP5, toja, Varia, Hiekkaharju

Analyysi		Analyysitulos				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa (bakteerit)				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määräitys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määräitys	*	+++				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys	*		+	-	+	/malja
Penicillium spp.	*		+		+	

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

18483-6: Rakennusmateriaali, MR6: AP7, toja, Varia, Hiekkaharju

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määräitys #	*	++ (30)				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määräitys	*	++				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys	*		+	+++	+	/malja
Aspergillus ustus #	*		+			
Aspergillus restrictus #	*			+++		
Penicillium spp.	*		+	+	+	

18483-7: Rakennusmateriaali, MR7: AP4, vaneri, Varia, Hiekkaharju

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määräitys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määräitys	*	++				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys	*		++++	++++	++++	/malja
Acremonium sp. #	*		++++	++++	++++	
Aspergillus niger	*		+			
Paecilomyces sp. #	*		+++	+++	+++	
Penicillium spp.	*		+	+	+	

18483-8: Rakennusmateriaali, MR8: AP16, toja, Varia, Hiekkaharju

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		mikrobikasvustoa (bakteerit)				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määräitys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määräitys	*	+++				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys	*		+	-	+	/malja
Penicillium sp.	*		+			
Hiivat					+	

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

18483-9: Rakennusmateriaali, MR9: AP11, toja, Varia, Hiekkaharju

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
----------	------------------	---------

Näytetuloksen tulkinta □

ei mikrobikasvustoa

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määräitys #	*	+ (1)				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määräitys	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys	*		+	-	+	/malja
Aureobasidium sp.			+			
Penicillium sp.	*				+	

18483-10: Rakennusmateriaali, MR10: YP6, mineraalivilla, Varia, Hiekkaharju

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
----------	------------------	---------

Näytetuloksen tulkinta □

ei mikrobikasvustoa

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määräitys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määräitys	*	++				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys	*		+	+	+	/malja
Mycelia sterilia				+		
Penicillium sp.	*			+		
Hiivat			+	+	+	

18483-11: Rakennusmateriaali, MR11: YP5, mineraalivilla, Varia, Hiekkaharju

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
----------	------------------	---------

Näytetuloksen tulkinta □

ei mikrobikasvustoa

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määräitys #	*	+ (1)				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määräitys	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys	*		+	-	-	/malja
Penicillium sp.	*		+			

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

18483-12: Rakennusmateriaali, MR12: YP5, mineraalivilla, Varia, Hiekkaharju

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		-	+	+	/malja
Cladosporium sp.	*			+		
Penicillium sp.	*				+	

18483-13: Rakennusmateriaali, MR13: YP4, mineraalivilla, Varia, Hiekkaharju

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		+	-	+	/malja
Penicillium sp.	*				+	
Hiivat			+			

18483-14: Rakennusmateriaali, MR14: YP4, mineraalivilla, Varia, Hiekkaharju

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta ▢		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		-	+	-	/malja
Cladosporium sp.	*			+		
Eurotium sp. #	*			+	(1)	
Penicillium spp.	*			+		

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

18483-15: Rakennusmateriaali, MR15: YP3, mineraalivilla, Varia, Hiekkaharju

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
----------	------------------	---------

Näytetuloksen tulkinta	ei mikrobikasvustoa			
------------------------	---------------------	--	--	--

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		-	+	+	/malja
Cladosporium sp.	*			+		
Penicillium sp.	*			+	+	

18483-16: Rakennusmateriaali, MR16: YP2, mineraalivilla, Varia, Hiekkaharju

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
----------	------------------	---------

Näytetuloksen tulkinta	ei mikrobikasvustoa			
------------------------	---------------------	--	--	--

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		+	+	+	/malja
Cladosporium sp.	*		+	+		
Penicillium spp.	*			+	+	

18483-17: Rakennusmateriaali, MR17: YP2, mineraalivilla, Varia, Hiekkaharju

Analyysi	Analyysitulokset	Yksikkö
----------	------------------	---------

Näytetuloksen tulkinta	ei mikrobikasvustoa			
------------------------	---------------------	--	--	--

		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määrittäminen #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määrittäminen	*	++				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määrittäminen	*		-	-	-	/malja

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

18483-18: Rakennusmateriaali, MR18: YP1, mineraalivilla, Varia, Hiekkaharju

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta □		ei mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määräitys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määräitys	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys	*		+	+	+	/malja
Aspergillus ustus #	*		+		+	
Aspergillus niger	*		+			
Aspergillus versicolor #	*			+		
Penicillium spp.	*		+	+	+	

18483-19: Rakennusmateriaali, MR19: YP1, mineraalivilla, Varia, Hiekkaharju

Analyysi		Analyysitulokset				Yksikkö
Näytetuloksen tulkinta □		mikrobikasvustoa				
		THG	2 % MALLAS	DG18	HAGEM	
Aktinomykeetit, semikvant. määräitys #	*	-				/malja
Muut bakteerit, semikvant. määräitys	*	+				/malja
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys	*		+++	+++	+++	/malja
Aspergillus ustus #	*		+	+	++	
Penicillium spp.	*		+++	+++	+++	

MU % = mittausepävarmuus, joka pätee MetropoliLabin tuottamilla tuloksilla näytteille tyypillisellä pitoisuusalueella.

Tarkemmat tiedot mittausepävarmuudesta on saatavilla laboratoriosta. * = Akkreditoitu menetelmä

= kosteusvaurioindikaattori, pmy = pesäkkeen muodostava yksikkö, sp. (mon. spp.) = laji

□ = tuloksen tulkinta on osa lausuntoa

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Lausunto

Analyysitulosten yhteydessä ilmoitettu näytekohtainen tulosten tulkinta on osa lausuntoa ja perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen seuraavin periaattein:

- ei mikrobikasvustoa: tulos -/+/>++ ja ei indikaattoreita tai niitä on havaittu vain yksittäisiä pesäkkeitä tai tulos -/+ ja suoramikroskopian tulos ei mikrobikasvustoa/ epäily kasvustosta
- epäily mikrobikasvustosta: suoramikroskopiolla todettu kasvusto tai tulos +/>++ ja lajistossa useita indikaattoreita tai suoramikroskopiolla epäily kasvustosta ja tulos ++ sekä indikaattoreita
- mikrobikasvustoa: tulos +++/>++++, ainoastaan bakteereista peräisin oleva mikrobikasvusto on merkitty erikseen

Suoraviljelyn semikvantitatiivinen tulosasteikko:

- = ei mikrobeja
- + (1-19 pmy): niukasti mikrobeja
- ++ (20-49 pmy): kohtalaisesti mikrobeja
- +++ (50-199 pmy): runsaasti mikrobeja
- ++++ (200 pmy tai yli): erittäin runsaasti mikrobeja

Suoraviljelyn tulos +++ tai ++++ viittaa mikrobikasvuun rakennusmateriaalissa. Mikäli tulos on ++ tai +, huomioidaan tulosten tulkinnassa kosteusvaurioindikaattoreiden esiintyvyys. Tulosten yhteydessä on ilmoitettu kosteusvaurioindikaattoreiden pesäkelukumäärät, mikäli sienten tai aktinomykeettien kokonaispesäkemäärät ovat korkeintaan kohtalaiset (+, ++). Jos tutkittu rakennusmateriaali on ollut kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa, kuten alapohjarakenteet ja lämmöneristeet, ei edellä mainittuja tulkintaperiaatteita voida soveltaa. (Valviran Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa IV, Ohje 8/2016)

Analyysitulokset ja niiden tulkinta koskevat ainoastaan laboratorioon toimitettua näytettä. Laboratorion tekemä tulosten tulkinta ei ota kantaa kosteusvaurion esiintyvyyteen tai rakenteiden korjaustarpeeseen. Tulosten tulkinnassa on otettava huomioon muut tutkittavasta kohteesta tehdyt havainnot.

Analyysitulosten tulkinnassa ei ole huomioitu mittausepävarmuutta.

Rakennusmateriaalinäytteen suoramikroskopiointi tehdään asiakastilauksen mukaisesti näytteistä, joiden määrä riittää viljelyanalyysin lisäksi suoramikroskopiointiin ja joissa materiaali soveltuu analyysiin. Suoramikroskopian tulos ilmoitetaan ei todettu (näytteessä ei ole havaittu rihmastoja), epäily mikrobikasvustosta (näytteessä on havaittu vähän rihmastoja) tai todettu (näytteessä on havaittu rihmastoja useassa kohdassa). Suoramikroskopiolla todettu rihmasto voi viitata vanhaan, kuivuneeseen mikrobikasvustoon.

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite

Viikinkaari 4
00790 Helsinki
metropolilab@metropolilab.fi

Puhelin

+358 10 391 350

Faksi

+358 9 310 31626

Y-tunnus

2340056-8
Alv. Nro
FI23400568

<http://www.metropolilab.fi>

Analyysi	Menetelmä	Teknisen suorituksen mittausepävarmuus
Näytetuloksen tulkinta □, Aktinomykeetit, semikvant. määräitys #, THG	Tuloksen tulkinta on osa lausuntoa Suoraviljely, As.terv.asetuksen sov.ohje, Osa IV, Valvira ohje 8/2016	
Muut bakteerit, semikvant. määräitys, THG	Suoraviljely, As.terv.asetuksen sov.ohje, Osa IV, Valvira ohje 8/2016	
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys, 2 % MALLAS	Suoraviljely, As.terv.asetuksen sov.ohje, Osa IV, Valvira ohje 8/2016	
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys, DG18	Suoraviljely, As.terv.asetuksen sov.ohje, Osa IV, Valvira ohje 8/2016	
Homeet/hiivat, semikvant. määräitys, HAGEM	Suoraviljely, As.terv.asetuksen sov.ohje, Osa IV, Valvira ohje 8/2016	
Hiiva- ja homesienisuvut ja -lajit, tunnistus, 2 % MALLAS	Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopiointi	
Hiiva- ja homesienisuvut ja -lajit, tunnistus, DG18	Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopiointi	
Hiiva- ja homesienisuvut ja -lajit, tunnistus, HAGEM	Sisäinen menetelmä, viljely ja mikroskopiointi	

Analyysituloksen teknisen suorituksen mittausepävarmuus on koostettu komponenttipohjaisesti seuraavista epävarmuustekijöistä:

- Materiaalinäytteet: näytteen laimentaminen, siirrostustilavuus ja pesäkelaskenta

- Ilmanäytteet: pesäkelaskenta

Analyysituloksetkohtainen hiukkastilastollinen epävarmuus ei kuulu teknisen suorituksen mittausepävarmuuteen.

Tunnistusmenetelmään kuuluvat sienisuvut ja -lajit

Kosteusvaurioindikaattorit:

Acremonium sp.	Geomyces sp.	Sporobolomyces sp.
aktinomykeetit	Eurotium sp.	Stachybotrys sp.
Aspergillus fumigatus	Exophiala sp.	Trichoderma sp.
Aspergillus ochraceus	Fusarium sp.	Tritirachium sp.
Aspergillus restricti -lajiryhmä	Oidiodendron sp.	Ulocladium sp.
Aspergillus sydowii	Paecilomyces sp.	Wallemia sp.
Aspergillus terreus	Paecilomyces variotii	
Aspergillus ustus	Phialophora sp.	
Aspergillus versicolor	Phoma sp. (Coelomycetes-sukuryhmä)	
Botryotrichum sp.	Rhinocladiella sp.	
Chaetomium sp.	Scopulariopsis sp.	

Muut sienet:

Absidia sp.	Chrysonilia sp.	Verticillium sp.
Alternaria sp.	Cladosporium sp.	
Aspergillus sp.	Geotrichum sp.	
Aspergillus flavus	hiivat	
Aspergillus niger	Mucor sp.	
Aureobasidium sp.	Mycelia sterilia	
Beauveria sp.	Penicillium sp.	
Botrytis sp.	Rhizopus sp.	

Yhteyshenkilö Thure Tiina, 010 3913 404, mikrobiologi

Tiedoksi Markkanen Piia, piia.markkanen@vantaa.fi
Karttunen Petriikka, petriikka.karttunen@ains.fi

Laboratorio ei vastaa asiakkaan toimittamista tiedoista. Asiakkaan toimittamat tiedot voivat vaikuttaa tulosten oikeellisuuteen. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Ellei testausselostella toisin ilmoiteta, tulokset pätevät laboratorion vastaanottamille näytteille ja näytteenottoon liittyvät tiedot ovat asiakkaan toimittamia. Testausselosteen osittainen kopiointi ei ole sallittua. Testausseloste on hyväksytty sähköisesti ja on pätevä ilman allekirjoitusta.

Postiosoite Viikinkaari 4 00790 Helsinki metropolilab@metropolilab.fi	Puhelin +358 10 391 350	Faksi +358 9 310 31626	Y-tunnus 2340056-8 Alv. Nro FI23400568
---	-----------------------------------	----------------------------------	---

SISÄLLYSLUETTELO

1	Mittalaitteiden kalibrointi	2
2	Pintakosteuskartoitus	2
2.1	Tutkimusvälineet	2
2.2	Tulosten tulkinta	2
2.3	Epävarmuustarkastelu	3
3	Rakenneavaukset	3
3.1	Yleistä.....	3
3.2	Kalusto	3
3.3	Tulosten tulkinta	3
3.4	Epävarmuustarkastelu	3
4	Rakenteiden tiiveyskoe (merkkiainetutkimus)	4
4.1	Mittauksen suoritus	4
4.2	Tutkimusvälineet	4
4.3	Tulosten tulkinta	4
4.4	Epävarmuustarkastelu	4
5	Materiaalien mikrobialyysit	5
5.1	Materiaalinäytteenotto	5
5.2	Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä.....	5

1 Mittalaitteiden kalibrointi

Mittalaitteet on kalibroitu noin vuoden välein. Tämä koskee seuraavia mittalaitteita:

- Gann Hydrotest LG1, LG2 tai LG3 -pintakosteudenosoittimet ja B50/LB70/LB71 -mittausanturit
- Vaisala HM40 ja HM41 -mittalaitteet ja HMP40S, HM42 Probe ja HMP42 mittapääät (rakennekosteusmittaukset)
- Testo 435-4 -yhdistelmämittari
- Testo 512 -paine-eromittari
- Tinytag TGPR-0704 ja TGC-0046 (paine-eron seurantamittaukset)
- Tinytag TGU-4500, TV-4500 ja TV-4505 (sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset)
- Tinytag TGE-0010 (sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset)
- Andersen-keräimen ilmapumppu (lisäksi ultraäänipesu kalibroinnin yhteydessä)

Kalibrointitodistukset saa nähtäville niitä erikseen pyydettyäessä.

2 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoitus on ainetta rikkomaton ja suuntaa antava menetelmä, jossa tutkitaan lattia-, katto- ja seinäpinnoilta ns. poikkeama-alueita. Korkeat pintakosteudenosoittimen lukemat saattavat viitata kosteuteen rakenteissa. Mittaus on rakenteita rikkomaton ja nopea, mutta myös virhealtis.

2.1 Tutkimusvälineet

Pintakosteusmittaukset rakenteiden pinnoilta suoritettiin Gann Hydrotest LG1, LG2 tai LG3 -pintakosteudenosoittimilla ja B50/LB70/LB71 -mittausantureilla.

2.2 Tulosten tulkinta

Pintakosteudenosoittimien näytössä esiintyvät lukuarvot ovat välillä 0...199. Betonirakenteissa normaali lukuarvo vaihtelee yleensä välillä 50...90. Havaintojen tulokset ovat suuntaa antavia vertailuarvoja, jotka riippuvat rakenteen kosteuspitoisuuden lisäksi myös materiaaleista ja niiden kerrospaksuuksista. Tutkittavan alueen pintakosteuslukemia tulisi aina siksi verrata mahdollisuuksien mukaan ns. referenssialueeseen, jossa rakenteet ovat samanlaisia kuin tutkittavalla alueella. Mittalaite mittaa kosteuspitoisuutta koko mittausvytyydeltä, eikä sen perusteella voida eritellä kosteuspitoisuutta eri syvyyksillä. Pelkän pintakosteudenosoittimen lukemien perusteella ei tule tehdä päätöksiä purkutöistä, vaan rakennekosteusepäilyt tulee tarvittaessa tarkistaa luotettavammalla tutkimusmenetelmällä, esim. rakennekosteus- tai viiltomittauksella.

2.3 Epävarmuustarkastelu

Pintakosteudenosoittimella voidaan paikoittain saada vertailuarvoista poikkeavia tuloksia, jotka saattavat johtua esim. rakenteellisesta poikkeamasta, metallia sisältävästä tasoitteesta, raudoitteesta, kaapeleista, ym. Virhettä mittaukseen voi aiheuttaa mittapään asennon vaihtelu suhteessa mitattavaan pintaan sekä mittajan kosketus mitta-anturiin. Mittapää ei myöskään saa viedä n. 5 cm lähemmäksi nurkkaa, jolloin anturi mittaa sähkönjohtavuutta kahdesta eri pinnasta. Tutkimusmenetelmän käyttö edellyttää harjaantumista ja kykyä tulkita pintakosteudenosoittimen lukemia. Mittalaitteella voidaan melko nopeasti tutkia laajoja alueita ja havaita siellä olevia mahdollisia poikkeamia. Kelluvilla lattiapinnotteilla, kuten laminaatilla, mittaus ei ole luotettava.

3 Rakenneavaukset

Rakenneavauksia tehdään rakennetyyppien selvittämiseksi ja rakenteen kunnon tarkistamiseksi. Samassa yhteydessä rakenteille voidaan tehdä kosteusmittauksia ja tarpeen mukaan ottaa materiaalinäytteitä haitta-aine- tai mikrobialalyysiä varten.

3.1 Yleistä

Kattavan rakenteellisen kuntotutkimuksen yksi perustehtävä on rakenneavaukset. Avauksia tarvitaan, jotta rakenteen tiiveyttä, kosteusfysikaalista toimintaa, kuntoa ja toteutustapaa voidaan tutkia kattavasti. Yleensä rakenneavauksilla tutkitaan myös mahdollisten mikrobivaurioiden laajuutta ja vakavuutta. Rakennusmateriaalin mikrobivaurioista on kerrottu lisää kohdassa materiaalien mikrobialalyysit.

3.2 Kalusto

Rakenneavaukset betonirakenteisiin tehdään pääsääntöisesti $\varnothing 8 \dots 28$ mm iskuporakoneella ja $\varnothing 52 \dots 100$ mm timanttikorakoneella (kuivaporaus). Levyrakenteiden rakenneavaukset tehdään käsityökaluin, monitoimityökalulla tai reikäsahalla. Isommat rakenneavaukset betonirakenteisiin teetetään tarvittaessa ulkopuolisella toimijalla.

3.3 Tulosten tulkinta

Rakenneavausten yhteydessä materiaalien vaurioita voidaan arvioida aistinvaraisesti tai rakennekosteusmittauksin, mutta rakenteen vaurioitumisesta saadaan varmuus materiaalinäytteen mikrobialalyysillä. Rakenneavauksen yhteydessä selvitetään rakenteen mahdollisia ilmapuotoreittejä sisäilmaan, joka on olennainen osa rakenteen mikrobivaurion vaikutuksesta sisäilman laatuun.

3.4 Epävarmuustarkastelu

Rakenneavausten sijainti ja lukumäärä on olennainen osa tutkimuksen kattavuutta ja luotettavuutta. Rakenteelliset poikkeamat saattavat aiheuttaa väärän tulkinnan mahdollisten vaurioiden laajuudesta tai rakenteiden toteutustavasta. Joskus vanhat rakenteet on korjattu vain osittain, joka voi vaikeuttaa rakenteiden toteutustavan selvittämistä, mutta vaikeuttaa myös vaurioiden paikallistamista ja niiden laajuuden selvittämistä.

4 Rakenteiden tiiveyskoe (merkkiainetutkimus)

Merkkiainetutkimus on ulkoseinä-, alapohja-, yläpohja- ja välipohjarakenteiden tiiveyden tutkimista. Merkkiainetutkimusten avulla selvitetään rakenteiden ilmatiiveyttä sekä rakenteissa mahdollisesti olevien epäpuhtauksien tai radonin kulkeutumisreittejä sisätiloihin. Merkkiainetutkimuksella voidaan tutkia rakenteiden tiiveyttä eri tavoitetasoilla. Lisätietoa tutkimuksesta löytyy RT-kortista 14-11197.

4.1 Mittauksen suoritus

Tutkittavaan tilaan pyritään saamaan n.10 Pa alipaine tutkittavaan rakenteeseen nähden. Alipaineen luomiseksi tilaan voidaan asentaa ovipuhallinlaitteisto, joka ylläpitää tavoiteltua paine-eroa automaattisesti tutkittavaan rakenteeseen nähden. Alipainetta voidaan luoda myös muilla erillisillä alipaineistuspuhaltimilla tai rakennuksen omilla ilmanvaihtolaitteistoilla. Paine-eroa seurataan lisäksi erillisellä paine-eromittarilla.

Kaasunsyöttöpiste- ja paine-eromittauspisteet tiivistetään vesihöyrytiivillä kitillä ja niiden ja kaasunsyöttölaitteiston tiiveys tarkistetaan ennen tutkimusta. Merkkiainetutkimuksessa merkkiaineekaasua johdetaan tutkittavan rakenteen sisään ja merkkiaineen kulkeutumista sisäilmaan tutkitaan rakenneliittymien ja läpivientien kautta kaasuanalysaattorin avulla. Vuotopisteet ja -alueet merkitään, valokuvataan ja kirjataan ylös.

4.2 Tutkimusvälineet

Merkkiaineekaasuna käytettiin Formier 5 -seoskaasua, jossa on 5 % vetyä ja 95 % typpeä ja on siten tiheydeltään ilmaa vastaava seos. Merkkiaineekaasua syötettiin kaasupulloon liitettyllä virtaussäätimellä, jolla kaasun syöttömäärää voidaan säätää. Merkkiainevuotojen tutkimiseen käytettiin Inficon Sensistor XRS 9012 -merkkiaineanalysaattoria. Merkkiainelaitteanalysaattorin herkkyyttä voidaan säätää tasoille 1-10. Tutkimus suoritettiin pääsääntöisesti herkkyyasetuksella 5, mutta tarkemmassa paikallistamisessa tarvittaessa herkemmällä asetuksella. Paine-ero toteutettiin Retrotec-ovipuhallinlaitteistolla ja paine-eromittarilla DM32 (jos ovipuhallinlaitteistoa käytettiin). Lisäksi paine-eroa seurattiin Testo 435-4 -yhdistelmämittarilla tai Testo 512 paine-eromittarilla.

4.3 Tulosten tulkinta

Vuotojen tulkinta on melko yksiselitteistä, mutta tutkimuksessa on otettava huomioon useita rakenteellisia seikkoja ja epävarmuutta aiheuttavia tekijöitä. Katso tarkemmin kohta epävarmuustarkastelu.

4.4 Epävarmuustarkastelu

Merkkiaineekaasun syöttömäärällä on suuri vaikutus tuloksiin. Liian pienellä kaasumäärällä merkkiainetta ei ole rakenteessa riittävästi, eivätkä isotkaan rakenteelliset ilmavuodot tule esille. Vastaavasti liian suurella kaasumäärällä pienetkin vuodot korostuvat tarpeettomasti. Olennainen osa tutkimusta on sopiva ja jatkuva paine-ero tutkittavaan rakenteeseen nähden. Paine-eroa tulee seurata aktiivisesti koko tutkimuksen ajan, jotta voidaan olla varmoja alipaineistuksen toimivuudesta tutkittavalla alueella. Tutkittavat rakenteet on oltava tiedossa tutkimusta tehdessä, jotta merkkiainetta voidaan syöttää oikeisiin kohtiin. Kaasunsyöttöpisteiden määrä on myös oltava riittävä rakenteeseen nähden, jotta kaikki vuotopaikat saadaan näkyville.

Vety pystyy tunkeutumaan joidenkin materiaalien läpi (merkkiaine saattaa läpäistä maalaamattoman kipsilevyn tai rapatun tiilimuurauksen, mutta jo pinnan maalaus pysäyttää kaasun etenemisen), mikä

pitää tulkinnassa huomioida. Tunkeutuvuus materiaalien läpi on merkkiaineelle hyvä ominaisuus, jos tavoitteena on ehkäistä mikrobien aineenvaihduntatuotteiden pääsy sisäilmaan.

On tyypillistä, että rakenteiden tiivistystoimenpiteiden jälkeen tehtävässä merkkiainekokeessa pienemmät vuodot korostuvat, kun ilmavuotoreittien määrä on pienentynyt.

Testo monitoimimittauslaitteen 435-4 paine-eron mittausvirhe on ± 1 %, kun mitattu paine-ero on alle 200 Pa.

Retrotec-ovipuhallinlaitteiston puhaltimen ilmoittaman ilmamäärän tarkkuus on ± 5 %. Ovipuhallinlaitteiston paine-erosäätimen DM32-4A tarkkuus on ± 1 % tai $\pm 0,25$ Pa (joista suurempi on määräävä).

5 Materiaalien mikrobianalyysit

Tutkimuksella selvitetään, onko tutkitun rakenteen materiaalinäytteissä poikkeavaa mikrobikasvustoa.

5.1 Materiaalinäytteenotto

Materiaalinäytteet kerätään suljettaviin muovipusseihin. Materiaalinäytteidenottoon käytetyt välineet puhdistetaan ennen jokaista näytteenottoa aseptisesti.

5.2 Tulosten tulkinta suoraviljelymenetelmällä

Suoraviljelymenetelmän tulokset ilmoitetaan käyttäen + -asteikkoa seuraavasti:

- = ei mikrobeja

+ = 1-19 pesäkettä (niukasti mikrobeja)

++ = 20-49 pesäkettä (kohtalaisesti mikrobeja)

+++ = 50-199 pesäkettä (runsaasti mikrobeja)

++++ $\geq$ 200 pesäkettä (erittäin runsaasti mikrobeja)

Yllä mainittua asteikkoa käytetään sekä mikrobien kokonaismäärän, että tunnistettujen mikrobien määrän arvioimiseen. Jos homeiden ja hiivojen ja aktinomykeettien kokonaismäärät ovat pieniä (-/+ / ++), lasketaan ja ilmoitetaan kosteusvaurioindikaattorien pesäkemäärä.

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun suoraviljelyllä materiaalinäytteessä havaitaan elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinomykeettejä runsaasti (+++/++++).

Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon silloin, kun mikrobeja on kohtalaisesti tai niukasti, mutta lajistossa on kosteusvaurioindikaattoreita.

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

2.6.2023

IV-kone	kanava	päätelaitte	nopeus (m/s)	Ilmamäärät (litr/s)					tulo/poisto yhteensä	suunni- teltu	erotus (%)	lämpötila
				a	k-arvo	paine	laskettu	mitattu				
TK18	tulo1	PRA100		4	4,1	90	39					+18C
	tulo2	PRA250		4	25,6	170	334					
	tulo3	PRA250		2,5	16,1	140	190					
	tulo4	PRA250		2	13,8	140	163					
	tulo5	PRA400		3	36,5	85	337					
	tulo6	PRA315		6	120,2	22	564		1627	1300	25	+22 C
	poisto1	PRA250		2	13,8	115	-148					
	poisto2	PRA250		6	52,8	23	-253					
	poisto3	PRA315		6	120,2	18	-510					
	poisto4	PRA315		5	74,3	18	-315		-1226	-1300	-6	
TK21	tulo1	PRA250		2,5	16,1	125	180					+18 C
	tulo2	PRA250		2,5	16,1	115	173					
	tulo3	PRA250		2,5	16,1	120	176					
	tulo4	PRA160		2,5	6,4	40	40					
	tulo5	PRA200		4	15,1	36	91					
	tulo6	PRA400		4,5	70,5	65	568					
	tulo7	Ø300	4,68				330	228	1559			
	poisto1	PRA315		2	26	125	-291					
	poisto2	PRA400		5	86	37	-523					
	poisto3	PRA315		3	36,5	67	-299					
	poisto4	PRA250		3	18,9	48	-131					
	poisto5	PRA250		3	18,9	120	-207		-1451			
TK28	tulo1	PRA400		2	26,5	400	530					
	tulo2	PRA250		1	10,5	390	207					
	tulo3	PRA400		2,5	31,5	310	555					
	tulo4	PRA250		1	10,5	410	213					
	tulo5	PRA315		2	26,5	340	489					
	tulo6	PRA250		4	51,3	100	513					
	tulo7	PRA250		1	10,5	380	205					
	tulo8	PRA400		4	55	10	174		2885	2600	11	
	poisto1	PRA315		6	120,2	10	-380					
	poisto2	PRA400		6	137	23	-657					
	poisto3	PRA250		4	25,6	50	-181					
	poisto4	PRA315		6	120,2	3	-208					
	poisto5	PRA160		2,5	6,4	135	-74					
	poisto6	PRA315		5,5	92,6	28	-490					
	poisto7	PRA250		2,8	18,9	108	-196					
	poisto8	PRA250		5	35,8	22	-168		-2355	-2100	12	
TK7	tulo1	PRA400		4	55	190	758					hammaslääkäri/terkkari
	tulo2	PRA315		2,5	30,7	300	532					alakerran aula
	tulo3	PRA200		2	8,8	230	133					tod.näk. B114 ja B142
	tulo4	PRA160		1	4,1	160	52					10-luokan taaimmainen tulo eli B223
	tulo5	PRA250		2,5	16,1	170	210					10-luokan 2 muuta tuloa eli B223
	tulo6	PRA250		6	52,8	30	289		1974			ala- ja yläkerran käytävät
	poisto1	PRA400		5	86	95	-838					hammaslääkäri/terkkari
	poisto2	PRA200		2	8,8	165	-113					alakerta, kopiohuone, siivooja
	poisto3	PRA200		3,5	13,1	40	-83					tod.näk. B114 ja B142
	poisto4	PRA250		3,5	22	100	-220					nimetön (10-luokka)
	poisto5	PRA315		4	51,3	50	-363		-1617			yläaulan poistot

*TK7-konehuoneen kanaviin oli merkitty kunkin kanavan palvelualue. Todennäköisesti pohjakerroksen luokkatila B109 kuuluu myös tulo- ja poistokanaviin 1.

Mittaukset on suoritettu TSI:n kuimalanka-anturilla tai huppumittarilla sekä Miranin DP-200 paine-eromittarilla. Mittalaitteet on kalibroitu noin vuoden välein.

Mittauspäivä: 31.5.2023 (TK18 ja TK28) ja 2.6.2023 (lopun)

2.6.2023

								Ilmamäärät (ltr/s)					Paineet (Pa)				
								tulo/poisto									
Tila	IV-kone		pääteleite	nopeus (m/s)	a	k-arvo	paine	laskettu	mitattu	yhteensä	suunni- teltu	erotus (%)	ulos	käytävälle	lämpötila	arvioitu määrä	l/s/hlö
odotusaula B212	TK7	tulo							45		35	28,6			21		
wc-tila B213	TK7	poisto	KSO-160						-14		-20	-30,0					
luokka B251	TK18	tulo1	Fläkt CTF-16	0,92		12,2	19	52	53						20,5	20 hlöä	6,7
		tulo2	Fläkt CTF-16	0,80		12,2		46									
		tulo3	Fläkt CTF-16	0,63		12,2	4,5	36	26	135	160	-15,9					
		poisto1	KSO-160						-30						22		
		poisto2	KSO-160						-33								
		poisto3	KSO-160						-49								
		poisto4	KSO-160						-39								
		poisto5	KSO-160						-36								
		poisto6	KSO-160						-37	-224	-150	49,3					
luokka B254	TK18	tulo1	Fläkt CTF-16			12,2	49	85					0...-1 Pa	-3 Pa			
		tulo2	Fläkt CTF-16			12,2	9,5	38									
		tulo3	Fläkt CTF-16			12,2	9,2	37									
		tulo4	Fläkt CTF-16			12,2	9	37									
		poisto1	KSO-160						-38	197	200	-1,7			23,5...24 C	22 hlöä	8,9
		poisto2	KSO-160						-36								
		poisto3	KSO-160						-36								
		poisto4	KSO-160						-28								
		poisto5	KSO-160						-29								
		poisto6	KSO-160						-29	-196	-200	-2,0					
aula osa B1-2	TK21	poisto1	KSO-160						-9						+22,5...23 C		
		poisto2	KSO-160						-13								
		poisto3	KSO-160						-10	-32	-125	-74,4					
luokka B223	TK21	tulo1	tuloaukko 76x475	1,87				67			53	26,4	+6...+10	+3 Pa	22,2	21 hlöä	10
		tulo2	tuloaukko 76x475					ei mitattu, este			53						
		tulo3	tuloaukko 76x475	2,17				78		146	53	46,7					
		poisto1	KSO-160						-35								
		poisto2	KSO-160						-32								
		poisto3	KSO-160						-27								
		poisto4	KSO-160						-24								
		poisto5	KSO-160						-30								
		poisto6	KSO-160						-32	-180	-150	20,0					
luokka B228	TK21	tulo1	SVB-160			8,9	7,5	24					+3...4 Pa	0 Pa	20-25 hlöä	3,9	
		tulo2	SVB-160			8,9	6	22								4,8	
		tulo3	SVB-160			8,9	9	27									
		tulo4	SVB-160			8,9	7	24		96	200	-51,8					
		poisto1	KSO-160	-8	2,32	80		-21	-21								
		poisto2	KSO-160						-21								
		poisto3	KSO-160						-20								
		poisto4	KSO-160						-21								
		poisto5	KSO-160						-22								
		poisto6	KSO-160						-22	-127	-200	-36,5					
toimisto A237	TK28	tulot	putkisuutin 200	2,69				85			125	-32	-7 Pa	-4 Pa	+22 C		14
		poisto1							-36						+24...25 C		
		poisto2							-36								
		poisto3							-36								
		poisto4							-35	-143	-125	14,4					
WC N, A-osa	TK28	poisto1							-19,5								
		poisto2							-25,5	-45	-40	13					
WC M, A.osa		poisto1							-23								
		poisto2							-19	-42	-40	-5					
toimisto A219	TK4	tulo1	RHKP+ATTA-200	0,87				104			100	-4	n. -10 Pa	-1 Pa	+24 C	4-8 hlöä	13
		poisto1	KSO-160						-40								
		poisto2	KSO-160						-39								
		poisto3	KSO-160						-39	-118	-100	-18					
oppisoppi A214	TK2	tuloputki1	IRIS-250		3	38,7	23	186					-6 Pa	+1...+2 Pa			7,6
		tuloputki2	halk. 250	3,98				195	195	381	400	-5			+21,5 C		
		poisto1	RHKP+ATTA-160	1,43				-161			-134	20			+23 C		
		poisto2	RHKP+ATTA-160	1,55				-174			-134	30					
		poisto3	KSO-200		25	8,6	23	-41			-44	-6					
		poisto4	KSO-200		24	8,38	23	-40			-44	-9					
		poisto5	KSO-200		23	8,16	23	-39		-455	-44	-11					
Liikuntasali (vain osa mitattu)	TK50	poisto1	KSO-160		5	4,4	5	-10			-28	-65					
		poisto2	KSO-160		7	4,76	5	-11			-28	-62					
		poisto3	KSO-160		7	4,76	5	-11			-28	-62					
		poisto4	KSO-160		10	5,3	5	-12			-28	-58					
		poisto5	KSO-160		7	4,76	5	-11			-28	-62					
		poisto6	KSO-160		13	5,84	5	-13			-28	-53					
mitatut yhteensä								-67			-168	-60					