

TUTKIMUSSELOSTUS

LAPIN YLIOPISTO, B-SIIPI (NRO. 303941) SISÄILMA- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS



16.12.2013

Sisällys

1	Yleistiedot.....	4
2	Tiivistelmä.....	5
3	Taustatiedot	8
3.1	Tutkimuskohteen kuvaus.....	8
3.2	Lähtötietoaineisto ja aiemmat tutkimukset.....	9
3.2.1	Yhteenvedo aiemmista tutkimuksista	10
4	Tutkimukset, tulokset ja tulosten tarkastelu.....	11
	Rakenne- ja kosteustekniset tutkimukset.....	11
4.1	Alapohjat	12
4.1.1	Yhteenvedo rakenneosasta.....	12
4.1.2	Rakenne	12
4.1.3	Havainnot.....	13
4.1.4	Kosteusmittaukset.....	19
4.1.5	Mikrobinäytteenot.....	21
4.1.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	21
4.2	Ulkoseinät, julkisivut, ikkunat ja väliseinät.....	22
4.2.1	Yhteenvedo rakenneosasta.....	22
4.2.2	Rakenteet.....	23
4.2.3	Havainnot.....	24
4.2.4	Kosteusmittaukset.....	40
4.2.5	Mikrobinäytteenot.....	41
4.2.6	Ulkoseinien ilmatiiveys	41
4.2.7	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	41
4.3	Välipohjat ja alakatot	43
4.3.1	Yhteenvedo rakenneosasta.....	43
4.3.2	Rakenne	43
4.3.3	Havainnot.....	44
4.3.4	Kosteusmittaukset.....	46
4.3.5	Mikrobinäytteenot.....	47
4.3.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	47
4.4	Yläpohja- ja vesikattorakenteet.....	48
4.4.1	Yhteenvedo rakenneosasta.....	48
4.4.2	Rakenne	49
4.4.3	Havainnot.....	50
4.4.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	60
4.5	Piha-alueet.....	61
4.5.1	Havainnot.....	61
4.5.2	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	61
5	Ilmanvaihtotekniset selvitykset	62
5.1	Yhteenvedo ilmanvaihtoteknisistä selvityksistä	62
5.2	IV-selvitysten tekijät	62
5.3	Airix raportti 22.3.2013 - yhteenvedo tuloksista B-siiven osalta.....	63
5.3.1	Koneet, palvelualueet ja käyntiajat.....	63

5.3.2	Ilmamäärät, painesuhteet.....	63
5.3.3	Sisäilmaolosuhteet ja käyttäjien kokemukset, talvi 2012-2013.....	63
5.4	Airix raportti 12.5.2013 - yhteenveto tuloksista.....	64
5.5	LVI-Asema Oy:n ilmamäärämittaukset 10.7.2013.....	64
6	Sisäilmaolosuhteiden mittaukset.....	64
6.1.1	Havainnot.....	65
6.1.2	Rakennuksen painesuhteet	66
6.1.3	Sisäilman hiilidioksidipitoisuus.....	67
6.1.4	Sisäilman lämpötila ja ilmankosteus.....	68
6.1.5	Laskeutuneen pölyn koostumukset	69
6.1.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	70
7	Tärkeimmät suositeltavat toimenpiteet.....	72
7.1	Siivoustyöt	73



1 Yleistiedot

Tutkimuskohde

Lapin yliopisto, B-siipi
Yliopistonkatu 8
96300 Rovaniemi

Laajuustiedot

pinta-ala	n. 3800 br-m ²
lämmin tilavuus	n. 11 000 m ³

Suojeluluokka ja kaavamerkintä

Rantavitikka, kortteli 501, rakennusnumero 303941. Kohde ei ole suojeltu.

Tutkimusajankohta

Kohteen kenttätutkimukset suoritettiin 27.-29.5.2013 välisenä aikana. Tehtyjen rakennekosteusmittausten lukemat kirjattiin 5.6.2013. Kohteessa tehtiin sisäilman olosuhdemittauksia aikavälillä 28.5.-11.6.2013. A-siipeen kuuluva, aiemmin kartoittamaton tila A142 tarkastettiin pintakosteusmittauksin ja aistinvaraisella arvioinnilla 6.11.2013.

Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää Lapin yliopiston B-siivessä kohteessa havaittujen sisäilmahaittojen aiheuttajat rakennuksen maanpäällisissä kerroksissa. Tutkimusten perusteella esitetään korjaustoimenpidesuosituksia kohteen korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi. Tutkimukset eivät sisältäneet kellarikerroksen tarkastelua, sillä kellarikerros on tutkittu aikaisemmin. Tutkimukset eivät sisältäneet LVI-teknisiä tutkimuksia.

Tilaaaja

Suomen Yliopistokiinteistöt Oy
Uimalankatu 1
33540 Tampere
Yhteyshenkilöt:

Jarmo Perkiö, jarmo.perkiö@sykoy.fi, p. 0400 359 414
Anne Korpi, anne.korpi@sykoy.fi, p. 040 355 3594

Vastuuhenkilöt

Vahanen Oy
Linnoitustie 5
02600 ESPOO

Sisäilma:	Miia Pitkäranta, miia.pitkaranta@vahanen.com, p. 040 751 3883
Rakennetekniikka:	Katariina Laine, katariina.laine@vahanen.com, p. 044 7688 326
Ilmanvaihto:	ei sisällä LVI-teknisiä tutkimuksia



Kohteen IV-tutkimuksista vastaa LVI Viden Oy (Airix
Talotekniikka/FMC Group)

Tutkijat

Miia Pitkäranta, Katariina Laine, Hanna Keinänen

Urakoitsijat

TKS-Nord Rakentajat Oy (rakenneavaukset)

Laboratoriot

Mikrobioni Oy, Kuopio
Mikrofokus Oy, Helsinki

Projektinumero (Vahanen Oy)

KOS 2741/5

2 Tiivistelmä

Yleisarvio merkittävimmistä sisäilmahaitoista. Merkittävimmät sisäilmahaittoja aiheuttavat löydökset Lapin Yliopiston B-siiven kosteus- ja sisäilmateknisessä tutkimuksessa olivat laaja-alaiset kosteus- ja mikrobivauriot kirjastosalin kattorakenteissa. Vauriot ovat syntyneet kattolyhtyrakenteiden puutteellisen vedenpitävyyden vuoksi. Kattovuotojen aiheuttamat vauriot edellyttävät kattolyhtyjen perusteellista korjaamista.

Sisäilmanlaatuun heikentävästi vaikuttavia kosteusvaurioita todettiin myös kirjaston ensimmäisen kerroksen lehtisalin puu- ja levyrakenteisilla ulkoseinäosilla, joilla todettiin myös merkittäviä ilmatiiveyspuutteita. Yhdessä tilan vaihtelevien painesuhteiden kanssa on todennäköistä, että myös näistä rakenteista kulkeutuu epäpuhtauksia sisäilmaan.

Alapohjan liittymissä ulkoseinän sisäkuoreen, sekä kellarin yläpuoliseen välipohjaan havaittiin mahdollisia ilmavuotokohtia, joiden kautta maaperän epäpuhtaudet voivat kulkeutua huonetilaan. Suosittelemme alapohjan liitoskohtien systemaattista tiivistyskorjausta vedeneristemassalla erillisen suunnitelman mukaan.

Edellä mainittujen kirjaston katto- ja ulkoseinärakenteiden vaurioiden korjaaminen nopealla aikataululla on tarpeen vaurioihin liittyvien terveydellisten riskien takia. Alapohjarakenteen tiivistykset on suositeltavaa tehdä samassa yhteydessä kirjastosalin ulkoseinien ja kattolyhtyjen korjausten kanssa.

Kirjaston kellarikerroksen aikaisemmissa tutkimuksissa havaittujen kosteusvaurioiden aiheuttamia epäpuhtauksia on todennäköisesti kulkeutunut ainakin jossain määrin kirjaston ensimmäiseen kerrokseen aiheuttaen sisäilmahaittaa. Kellaritilojen käyttöä on tutkimusten jälkeen rajoitettu, ja kellarikerros on saatujen tietojen mukaan alipaineistettu ilmanvaihdon säädöillä.

Alapohjarakenteet. Alapohjien rakenteet olivat havaintojen perusteella suunnitelmien mukaiset.

B-osan ensimmäisen kerroksen alapohjarakenteissa ei todettu viitteitä merkittävistä kosteus- tai mikrobivaurioista. Lattiapäällysteen alainen liimakerros oli kuitenkin monin paikoin lievästi vaurioitunut laattojen reuna-alueilla ja saumakohdissa, todennäköisesti runsaiden pesuvesien tms. yläpuolisen kosteusrasituksen takia. Siivousvesien aiheuttamat vauriot päällysteen alla olivat lieviä, eivätkä edellytä välittömiä toimenpiteitä, mikäli tilojen ilmanvaihto on riittävä. Runsaiden siivousvesien käyttöä tulee välttää jatkossa. Lattianpäällysteeseen kohdistuu maanvastaisen alapohjan alueella paikoitellen korkeampi kosteusrasitus, mutta rakennekosteudet olivat rakenteiden kosteusteknisen kestävyyskannalta turvallisella puolella.

Havaintojen perusteella suositellaan lattiapäällysteiden uusimista 1. kerroksessa viimeistään seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.

Alapohjan ja ulkoseinän sisäkuoren, sekä alapohjan ja välipohjan liitoskohdissa havaittiin ilmavuotokohtia, joiden kautta epäpuhtaudet voivat kulkeutua huonetilaan aiheuttaen sisäilmahaittaa. Suosittelemme alapohjan liitoskohtien systemaattista tiivistyskorjausta vedeneristemassalla erillisen suunnitelman mukaan. Tiivistykset on suositeltavaa tehdä samassa yhteydessä kirjastosalin ulkoseinien ja kattolyhtyjen korjausten kanssa.

Luentosalien LS2 ja LS3 lattiarakenteet, sekä keraamisella laatoituksella päällystetyt lattia-alueet todettiin hyväkuntoisiksi eivätkä ne edellytä toimenpiteitä.

Ulkoseinät. Ulkoseinien rakenteet olivat havaintojen perusteella suunnitelmien mukaiset. Lisäksi rakennuksen pohjoispäädyssä on puurunkoista ulkoseinää, jota ei ollut esitetty saatavilla olleissa rakennesuunnitelmissa.

Rakennuksen B-osan ulkoseinien merkittävimmät puutteet olivat kirjastosalin itäisellä peltikasettirakenteisten seinäosien lievä vaurioituminen, kosteusvaurio yhden pilarin ympäristössä ja ko. seinän selvät tiiveyspuutteet. Pilarin ympärillä olevat vauriot tulee korjata, muut vastaavat kohdat tarkastaa ja merkittävät epätiiveyskohdat ulkoseinärakenteissa tiivistää. Lisäksi tulee tarkistaa julkisivupellitusten liitosten vedenpitävyys.

Kivirakenteiset ulkoseinät ja sokkelit ovat tutkimusten perusteella kunnossa ja kosteusteknisesti toimivia. Betonirakenteiset sisäkuoret ja tiilijulkisivut olivat hyvässä kunnossa, eikä tiilipinnoissa todettu kosteusvauriojälkiä. Ikkunat ovat paikoin huoltokorjauksen tarpeessa ja niiden vesipellitöissä oli paikoin rakoja, jotka tulisi tiivistää vuotojen ja niistä seuraavien kosteusvaurioiden estämiseksi. Muutamia epätiiveyskohtia mm. tiilijulkisivun läpivienneissä, ja syöksytörmien puutteellisen vedenohjauksen takia kosteusrasitukselle alttiita kohtia havaittiin, ja näillä kohdilla suositellaan julkisivun vesitiiveyden ja sadevedenohjauksen parantamista. Vesitiiveyden ja vedenohjauksen parannukset on suositeltavaa tehdä ensi tilassa kosteusvaurioiden kehittymisen estämiseksi.



Rakennuksen ikkunoiden karmipuiden sisäpinnoilla ja runkopuiden eristetilaan rajoittuvilla pinnoilla oli paikoin todettavissa pinnallista sinistymää. Rakenteet olivat kuitenkin kuivat eikä niissä todettu elinkykyisiä mikrobikasvustoja, joten kyseessä ovat todennäköisesti vanhat, mahdollisesti rakennusaikaiset lievät vauriot. Vanhoistakin vaurioista saattaa kulkeutua pieniä määriä epäpuhtauksia sisäilmaan, mikäli rakennuksen painesuhteet suosivat ilmapuotoja ja rakenteet ovat hyvin epätiivit. Merkittävät epätiiviskohdat ulkoseinärakenteissa tulisi tiivistää seuraavan peruskorjauksen yhteydessä, ja tilojen painesuhteet saattaa lähelle neutraalia paineroa ilmanvaihdon säädöillä.

Välipohjat. Aistinvaraisten havaintojen mukaan välipohjien lattianpäällysteet ovat hyvässä tai tyydyttävässä kunnossa ja lattiat ovat kuivat. Lattianpäällysteisiin on kohdistunut jossain vaiheessa todennäköisesti pesuvesien aiheuttamaa kosteusrasitusta, joka on lievästi vaurioittanut tasoitetta ja kiinnitysliimaa. Päällysteiden uusiminen liima- ja tasoitekerrosta myöten on suositeltavaa seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Lisäksi suosittelemme lattiassa olevien sähkökoteloiden imurointia vuosittain.

Alakattotiloissa havaittiin paikoin runsaasti pölyä ja mahdollisia kuitulähteitä. Alakattotilojen siivous ja pölyntyneiden mineraalivillaeristekaistojen uusiminen tai puhdistus on suositeltavaa hyvän sisäilmanlaadun turvaamiseksi.

Yläpohja ja vesikatto. Tarkastetut rivipeltikatot ja kattovarusteet olivat pääosin hyväkuntoisia eikä niissä havaittu merkittäviä puutteita. Vesikattorakenteissa on kuitenkin kattolyhtyjen kohdalla paikallisia, merkittäviä vedenpitävyyspuutteita, jotka ovat aiheuttaneet laaja-alaisia kosteusvaurioita kirjaston kattoon. Vauriot tulee korjata erillisen suunnitelman pohjalta nopealla aikataululla. Samalla suositellaan yläpohjarakenteissa todettujen ilmatiivisyyspuutteiden korjaamista tiivistämällä mm. ontelolaattojen saumat. Samassa yhteydessä on suositeltavaa tiivistää vesikatteessa todetut paikalliset vesitiivisyyspuutteet mm. ylösnostojen kohdalla.

Tällä hetkellä suoraan vesikatteen päällä lepäävän jäähdytyskiskön tukevampaa asennusta yläpohjan ontelolaatan päälle tuettuun kannatuskehikkoon suositellaan seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Vesikatteen uudelleenpinnoittaminen on ajankohtaista noin 10...15 vuoden kuluttua.

Kolmannen kerroksen alakattojen mineraalivillaisten akustolevyjen mahdollinen pinnoitus tulee tarkistaa ja tarvittaessa pinnoittaa levyt.

Piha-alueet. Piha-alueilla ei todettu merkittäviä puutteita. Havaitut puutteet syöksytorvien vedenohjauksessa ja niihin liittyvät toimenpide-ehdotukset on esitetty edellä ulkoseinien yhteydessä.

Ilmanvaihto ja sisäilmaolosuhteet. Merkittävimmät puutteet rakennuksen ilmanvaihdoissa ovat Airix Oy:n keväällä 2013 tekemien selvitysten ja kohteessa tehdyn havainnoinnin perusteella olleet tulo- ja poistoilmamäärien epätasapaino, toimistohuoneiden toimimaton ilmanjako ja ilmanvaihdon tilojen käyttöön nähden liian lyhyet käyntiajat. Ilmamäärien epätasapaino on aiheuttanut rakennukseen pääsääntöisesti ylipaineisuutta. B-osaa palvelevat IV-koneet ovat olleet yleisilmeeltään

siistit, huolletut ja ohjaukset ja sulkupellit ovat olleet kunnossa. B-osan ilmanvaihtokoneissa ei ole havaittu mineraalivillakuitulähteitä.

IV-koneiden käyttöaikoja on pidennetty kevään/kesän 2013 aikana, mutta raporttien mukaan käyttöajat ovat olleet edelleen liian lyhyet. Tiloissa on tehty LVI-asema Oy:n toimesta ilmamäärien säätöjä ja tarkastusmittaus. Mittauksen 10.7.2013 perusteella ilmamäärät on saatu säätöarvojen mukaisiksi.

Lämmitysjärjestelmä ei kuulunut tutkimuksen piiriin.

Työtilojen sisäilmaolosuhteita seurattiin noin kahden viikon jaksolla kesäkuun alussa 2013. Ilmamäärien riittävyttä kuvaavat sisäilman hiilidioksidipitoisuudet pysyivät seurantajaksolla hetkellisiä ylityksiä lukuun ottamatta hyvällä, alle 800 ppm tasolla. Työhuoneiden sisäilman olosuhteiden seurantamittauksissa todettiin etenkin 2. ja 3. kerroksen huoneiden lämpötilat korkeiksi, mikä on tavanomaista kesäaikana.

Huonepölynäytteissä todettiin kirjastosalissa jonkin verran mineraalivillakuituja, jotka voivat osaltaan aiheuttaa tilojen käyttäjille oireita. Kuidut saattavat olla peräisin alakatoissa käytetyistä eristemateriaaleista. Alakattojen päällä oli myös siivousta edellyttäviä määriä pölyä. Alakattoihin liittyvät toimenpide-ehdotukset on esitetty edellä välipohjien yhteydessä.

Tiivistyskorjausten jälkeen ilmanvaihtojärjestelmä on säädettävä ja tasapainotettava vastaamaan rakennuksen muuttunutta ilmatiiveyttä.

Suosittelut toimenpiteet on listattu tarkemmin kappaleessa 7.

3 Taustatiedot

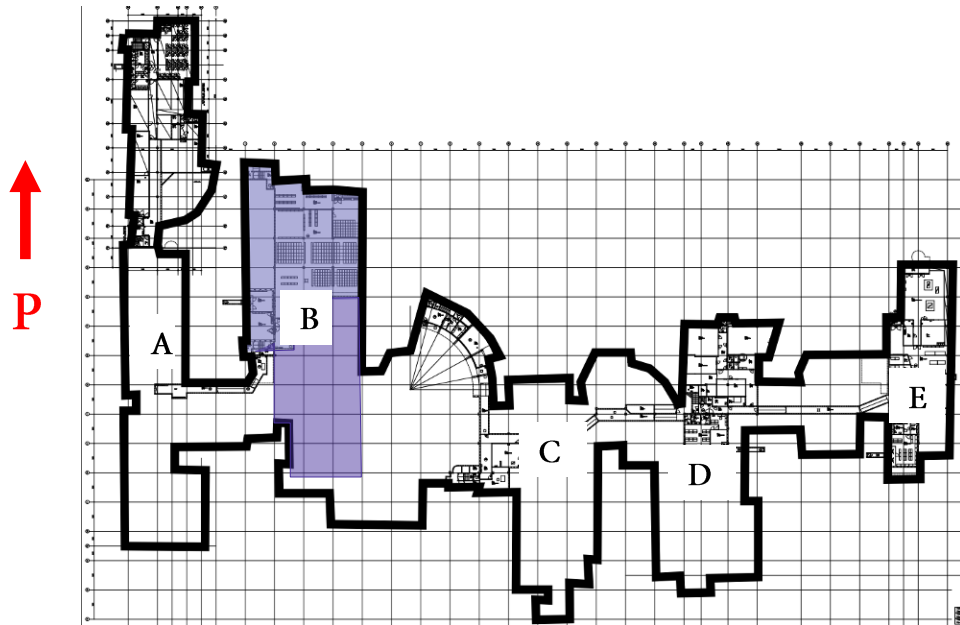
3.1 Tutkimuskohteen kuvaus

Lapin yliopiston B-siipi on rakennettu vuonna 1986. B-siipi on yliopistokampuksen vanhin rakennus. Kellarikerroksen lisäksi B-siivessä on kolme maanpäällistä kerrosta. Kellarikerroksessa sijaitsee yliopiston arkisto, yliopistokirjaston arkisto- ja varastotiloja sekä väestönsuoja, joka on henkilökunnan taukotila sekä varasto. Ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa sijaitsee kirjasto sekä toimistotiloja ja kolmannessa kerroksessa sijaitsee toimistotiloja. B-siiven sijainti on esitetty kuvassa 1.

Rakennuksen kantavat rakenteet ovat betonia. Kellarikerroksen alapohja- ja ulkoseinärakenteet ovat pääasiassa maanvastaisia. Osa 1. kerroksen kirjaston alapohjarakenteesta on niin ikään maanvastaista rakennetta, osan alapuolella ovat kellaritilat. Alapohjana on maanvarainen betonilaatta ja välipohjat ovat ontelolaattarakenteiset. Ulkoseinissä on betoninen sisäkuori, lämmöneristeenä on mineraalivilla ja julkisivuna on tiilikuurimuuri. Rakennusosan pohjoispäädyssä on osin puurunkoista, ulkopuolelta tiiliverhoiltua, sisäpuolelta levyverhoiltua ulkoseinää. Vesikatteena on rivipeltikatto, sivulappeilla osin bitumikermi- ja singelipäällystetty katto.



Vuonna 1983 tehdyssä pohjatutkimuksessa pohjavettä ei havaittu 3...3,3 m syvyyteen kaivetuissa koekuopissa. Tutkimuksen mukaan tontin koillispuolella suoalueella pohjavedenpinnan taso on +75,90. Salaojaverkosto on asennettu tasoon +76...78.



Kuva 1. Lapin yliopiston B-siiven sijainti.

3.2 Lähtötietoaineisto ja aiemmat tutkimukset

Tilaaajan ja suunnittelijan toimittamat lähtötietoaineistot tutkimussuunnitelmaa varten:

- Ilmamäärämittauspöytäkirja 10.7.2013, LVI-Asema
- Homekoiraraportti, merkinnät pohjakuvaan, Lapin yliopisto B-rakennus 2. krs, 29.5.2013, Homekoirateam Oy.
- Homekoiraraportti, merkinnät pohjakuvaan, Lapin yliopisto B-rakennus 1. krs ja kellari, 28.5.2013, Homekoirateam Oy.
- Mittauspöytäkirja, kirjaston ilmamäärät 27.5.2013, Putki-Heikkilä Oy
- Lapin yliopiston kirjaston sisäilma, 12.5.2013, Airix Talotekniikka
- Lausunto sisäilmaan liittyvistä terveyshaitoista Lapin yliopiston B-siivessä toukokuussa 2013 käytössä olevien tutkimustietojen perusteella 10.5.2013, Tarmo&Terveys
- Lapin yliopisto, Rakennusosat A-E, ilmanvaihto 22.3.2013, Airix Talotekniikka
- Tutkimusselostus, Lapin yliopisto, B-siiven kellarikerros. Rakenne- ja kosteustekninen kuntotutkimus 30.11.2012, päivitetty 17.12.2012, Vahanen Oy
- Asiakirjatarkastelu, Lapin yliopisto, B-siiven arkisto. B-siiven kellarikerroksen rakenteiden tarkastelu 24.10.2012, Vahanen Oy

- Salaojien kuvaustutkimuksen videot ja pohjakuvat 8.10.2012
- Havainnot kohteessa 3.10.2012, arkistoa katselmoitiin yhdessä tilaajan Jarmo Perkiön (SYK), kohteen huoltomiehen Ari Keskinarkauksen (ISS Palvelut Oy), sekä kiinteistömanageri Taavi Viitalan (ISS Proko Oy) kanssa.
- Kosteusmittausraportti 1.10.2012, ISS Vahinkosaneeraus Oy
- Käyttäjätyytyväisyyskysely 18.6.2012, Halton Survey
- FacilityInfo-tietokannan tiedot, mm. rakenne- ja leikkauspiirustuksia vuosilta 1989 ja 1997. Tarkkoja rakennetyyppejä ei ollut tiedossa.
- Pohjatutkimus, Lapin korkeakoulu 1012-8802, 31.10.1983, Rakennushallitus.

3.2.1 Yhteenveto aiemmista tutkimuksista

Kellarikerroksen kuntotutkimus

Kellarikerrokseen kohdistuneissa tutkimuksissa (Vahanen Oy, 2012) on todettu maaperän kosteusrasituksesta aiheutunut lattianpäällysteiden vaurioituminen (kosteus- ja todennäköisesti myös ainakin paikoitellen mikrobivaurioita ja lattiapäällystevaurioita). Maanvastaisissa seinärakenteissa ja hissikuilun pohjalla on todettu tutkimushetkellä kuivia pinnoitteiden kosteusvaurioita. Lisäksi on todettu ilmavuotoreittejä maaperästä sisäilmaan rakenneliitosten ja tiivistämättömien läpivientien kautta kellaritiloissa ja hissikuilussa. Raportissa on esitetty korjaussuosituksia, ja tiloihin on tehty korjaussuunnitelmat (Korjaustyöselostus, 18.4.2013, Vahanen Oy). Syyskuussa 2013 henkilökunnan taukotila siirrettiin toisaalle rakennukseen, ja taukotilojen sekä hissiaulan korjaustyöt käynnistyivät.

Käyttäjäkysely ja arvio rakennusosan terveyshaitoista

Haltonin käyttäjättyytyväisyyskyselyssä (2012) noin kolmannes vastaajista on ollut tyytymättömiä sisäilma laatuun ja vastaava prosentti on ilmoittanut puutteita lämpöoloissa ja akustiikassa (häiriöäänät). Sisäilmaan liittyvistä terveyshaitoista on annettu asiantuntijalausunto (Tarmo & Terveys, 2013). Lausunto on perustunut edellä mainittuihin Haltonin kyselyyn ja kellarikerroksen kuntotutkimuksiin (Vahanen Oy, 2012). Lausunnossa on todettu kellarikerroksessa olevan sisäilmanlaatua selkeästi heikentäviä tekijöitä (muovimattopäällysteiden kosteusvauriot), ja suositeltu tilojen käytön rajoittamista, mm. sosiaalityötilojen poistamista kellarikerroksesta. Muiden tilojen osalta todetaan Haltonin käyttäjäkyselyn perusteella ongelmien todennäköisesti keskittyvän 1. kerrokseen. Oireprofiilissa 1. kerroksen käyttäjillä ovat korostuneet oireet, jotka sopivat muovimattopäällysteiden aiheuttamiin ongelmiin.

Ilmanvaihdon tutkimukset

Tämän sisäilmatutkimuksen yhteydessä ei tehty ilmanvaihtojärjestelmän tutkimuksia. Yhteenveto kevään 2013 aikana Airix Oy:n toimesta tehdyistä tutkimuksista ja ilmamäärämittauksista on kuvattu alla kappaleessa 5, ”Ilmanvaihtotekniset selvitykset”.

Koiratutkimus

Koiratutkimuksessa (Homekoira Team, 2013) koiramerkintöjä on ensimmäisessä kerroksessa (kirjastosali ja toimistohuoneet) tullut kauttaaltaan ulkoseinille (sekä levyettä kivirakenteiset osiot), lattiaan ja kattoon/seinien yläosiin, aulatilassa ja luentosaleissa ulkoseinille ja kattoon, sekä rajatuille alueille lattiaan. Lisäksi koirat ovat merkinneet hissikuilun väliseiniä. 1. kerroksen lattiaan kohdistuneet merkinnät eivät ole eronneet maanvastaisilla ja kellarin päällä sijaitsevilla osilla, eivätkä ne pääsääntöisesti ole myöskään kohdistuneet mahdollisiin ilmavuotoriskipaikkoihin (alapohjarakenteen epäjatkuvuuskohdat). Toisessa kerroksessa merkintöjä on tullut ulkoseinille lähes kauttaaltaan, kirjasto- ja lukusalissa lattiaan ja kattoon kauttaaltaan, sekä työhuoneissa käytävän vastaiselle väliseinälle, työhuoneissa B206-B217 ja saleissa B220-222 paikoin lattiaan (välipohjaan). 3. kerroksessa merkintöjä on tullut kauttaaltaan kattoon, lattiaan ulkoseinän vierustalle (mutta pääsääntöisesti ei seinälle) ja paikoin muille alueille lattiassa.

Koiramerkintöjä on tehty niin kattavasti kaikkiin rakenneosiin, ettei niiden perusteella ollut mahdollista kohdentaa sisäilma- ja kosteusteknisiä tutkimuksia. Suurin osa tuloksista myös saatiin käyttöön kenttätutkimusten jälkeen.

4 Tutkimukset, tulokset ja tulosten tarkastelu

Rakenne- ja kosteustekniset tutkimukset

Rakenneosat tarkastettiin aistinvaraisesti pinnoilta kosteusvaurioihin, materiaalien ikääntymiseen jne. liittyvien poikkeamien varalta. Rakennetyypit selvitettiin suunnitelmista ja toteutetut rakenteet tarkastettiin rakenneavauksin. Kaikki lattiapinnat, vesipisteiden ympäristöt sekä ulkoseinien alaosat pohjakerroksessa tutkittiin pintakosteudenosoittimella. Havaitut pinnalliset viitteet vaurioihin ja kohoneeseen kosteuteen, sekä riskirakenteiksi katsotut osat tarkastettiin rakenneavauksin ja niistä otetuilla mikrobinäytteillä sekä kosteusmittauksin (viilto-, eristetila-, tai porareikämittaukset). Maanvaraisten alapohjarakenteiden kosteudet tarkastettiin rakennekosteusmittauksin. Ulkoseinärakenteiden ja maanvaraisen alapohjarakenteen liitosten tiiveys tutkittiin merkkisavun avulla. Vesikaton kunto ja tiiveys tutkittiin aistinvaraisesti, ja yläpohjatilaa tarkastusluukkujen kautta ja kattopellitysten avauksista. Tutkimuksissa käytetyt menetelmät on kuvattu tarkemmin liitteessä 4.



4.1 Alapohjat

4.1.1 Yhteenveto rakenneosasta

Alapohjien rakenteet olivat havaintojen perusteella suunnitelmien mukaiset.

B-osan ensimmäisen kerroksen alapohja-alueilla ei todettu merkittäviä viitteitä kosteus- tai mikrobivaurioista. Lattiapäällysteen alainen liimakerros oli kuitenkin monin paikoin lievästi vaurioitunut laattojen reuna-alueilla ja saumakohdissa, todennäköisesti runsaiden pesuvesien tms. yläpuolisen kosteusrasituksen takia. Havaintojen perusteella suositellaan lattiapäällysteiden uusimista 1. kerroksessa viimeistään seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Tarvittaessa korjauslaajuutta voidaan mahdollisesti rajata lattiapäällysteiden tarkemmalla kuntotutkimuksella.

Alapohjan ja ulkoseinän sisäkuoren, sekä alapohjan ja välipohjan liitoskohdissa havaittiin mahdollisia ilmavuotokohtia, joiden kautta epäpuhtaudet voivat kulkeutua huonetilaan. Suosittelemme alapohjan liitoskohtien systemaattista tiivistyskorjausta vedeneristemassalla erillisen suunnitelman mukaan. Tiivistykset on suositeltavaa tehdä samassa yhteydessä kirjastosalin ulkoseinien ja kattolyhtyjen korjausten kanssa.

Luentosalien LS2 ja LS3 lattiarakenteet todettiin hyväkuntoisiksi eivätkä ne edellytä toimenpiteitä.

4.1.2 Rakenne

Kellarikerros

Rakennetyypit on tarkastettu kellarikerroksen tutkimuksissa (Vahanen Oy, 17.12.2012) korjaussuunnittelussa tarvittavia lähtötietoja varten. Rakenteet on toteutettu muuten suunnitelmien mukaan, paitsi että teräsbetonilaatta havaittiin ohuemmaksi (~90 mm) kuin suunnitelmissa (120 mm). Tällä ei kuitenkaan ole merkitystä rakenteen toiminnan kannalta.

Kellarikerroksen arkiston alapohjarakenne on havaintojen ja lähtötietojen mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- lattiapäällysteenä kvartsivinyylilaatta
- teräsbetonilaatta ~90 mm
- lämmöneriste styrox 70 mm, n. 1 m etäisyydellä maanvastaisen ulkoseinän vieressä
- hiekkainen täyttömaa.

Kellarikerroksen väestönsuojan alapohjarakenne on lähtötietojen mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

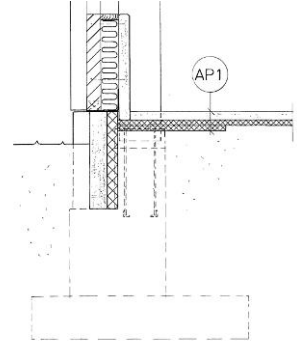
- lattiapäällysteenä muovimatto
- teräsbetonilaatta 150 mm
- hiekkainen täyttömaa.



1. kerros

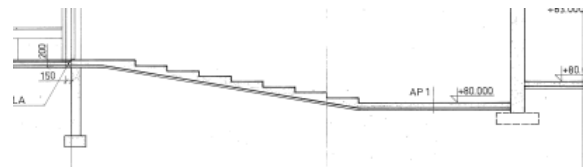
Ensimmäisessä kerroksessa kirjastossa alapohjarakenne (AP1) on lähtötietojen ja havaintojen mukaan yleisesti ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- lattiapäällysteenä kvartsivinyyli-laatoitus, aulassa keraaminen laatoitus
- teräsbetonilaatta 40 - 120 mm
- mahdollisesti sitkeä huokoinen paperi (olemassaoloa ei voitu varmistaa rakenneavauksista)
- lämmöneriste solupolystyreeni reuna-alueilla 100 mm ja keskellä 50 - 70 mm.



Luentosalien LS2 ja LS3 alapohjarakenne on suunnitelmien perusteella edellistä vastaava. Salien alaosaan on betonialapohjan päälle lisäksi koolattu puulattia, jonka rakenne oli LS3:ssa tehdyn rakenneavauksen Ra 1.1 havaintojen mukaan ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- lattiapäällysteenä kvartsivinyyli-laatoitus
- tasoite + ohut kerros mattoliimaa
- vaneri 20 mm
- sasmox-levy (kipsipuukuitulevy) 23 mm
- mineraalivilla + puukoolaus 80 mm, koolausten alla bitumikaistaleet
- teräsbetonilaatta n. 100 mm
- styrox n. 100 mm
- hiekansekainen, kuivahko maa-aines.



4.1.3 Havainnot

Kellarikerros

Kellarikerroksen tutkimukset, havainnot ja korjaussuositukset on raportoitu aiemmin (Vahanen Oy, 17.12.2012 ja 20.9.2013).

1. kerros

B-siiven 1. kerroksessa on kirjaston tiloja ja niihin liittyviä työhuoneita, käytävätiloja sekä kaksi luentosalia. Kirjaston tilat sijaitsevat osin kellarikerroksen päällä (kirjastosali), osin väestönsuojan päällä (huoneet B108-109 ja sosiaalitilat). Osin alapohjarakenne on maanvastainen (kirjaston työhuoneet B110-B115, lehtisali, lainaustiski ja aulatilat, sekä luentosalit, ks. liitteen 1 pohjakuva).

Alapohjarakenteiden toteutusta ja kuntoa havainnoitiin aistinvaraisesti sekä rakenneavauksin. 1. kerroksessa todettiin lattiapäällysteenä olevan kvartsivinyyli-laatoituksen alla laattojen reuna-alueilla tasoite- ja liimakerroksen väri- ja hajupoikkeamia. Havaintoja tehtiin viiltomittauskohdista ja kokonaisia laattoja irrottamalla. Poikkeamat olivat samanlaisia sekä maanvastaisen alapohjarakenteen alueella että kellarin ja väestönsuojan yläpuolisilla alueilla.

Muita poikkeamia alapohjarakenteissa ei todettu.

Kirjastosalin ja työhuoneet

Kirjastosalin lattiapäällysteenä on punaista ja vaaleaa 30 x 30 cm kvartsivinyylilaattaa. Päällyste oli päältä puolin hyvässä tai tyydyttävässä kunnossa ja laatat pääosin hyvin kiinni alustassa (kuva 2).



***Kuva 2.** Yleiskuvaa kirjastosalista. Salin lattiapäällysteenä on kvartsivinyylilaattaa. Kirjaston 1. kerroksessa on koettu sisäilmaoireilua erityisesti palvelutiskin ja lehtisalin alueella.*

Lattiapäällysteen liimakerroksen kunnan arvioimiseksi laattoja irrotettiin ATK-pisteen nurkalta (Ra 1.7), kirjastosalin päädyssä (Ra 1.8a), lehtisalista (Ra 1.8b) ja työhuoneiden edustalta (Ra 1.8c). Laattojen alla liimakerroksessa todettiin laattojen reuna-alueilla värimuutosta ja poikkeavaa hajua (kuva 3). Myös 2. kerroksen huoneen B111 edustalla tutkitussa kohdassa todettiin vastaavaa poikkeamaa laattojen reuna-alueilla (Ra 2.10). ATK-pisteen poikkeamakohtasta kerättiin laatan keskialueelta ja laatan reuna-alueelta tasoitekerroksesta materiaalinäytteet (M6 ja M7) mikrobianalyysiin. Reuna-alueen näytteessä todettiin matalana pitoisuutena *Aspergillus*-suvun homeita. Laatan keskialueella ei todettu elinkykyisiä mikrobeja.

Työhuoneiden lattiapäällysteenä on vaaleaa 25 x 25 cm kvartsivinyylilaattaa. Wc-tiloissa lattiapäällysteenä on muovimattoa. Työhuoneiden lattiapäällysteessä todettiin mattoliiman vaurioita paikallisesti mm. huoneessa B108 (kuva 3b). Vauriot ilmenivät kvartsivinyylilaattojen reunoilla.

Päällystelataoituksen laattojen reuna-alueiden muutokset viittaavat runsaan lattianpesuvien tai esim. vahanpoistoaineen aiheuttamaan poikkeavaan kosteusrasitukseen, ja siitä aiheutuneisiin päällystevaurioihin.



Kuva 3. Lattiapäällysteenä olevan kvartsivinyytilaatan liimakerroksen vaurioita laattojen reuna-alueilla a) kirjaston ATK-työpisteellä (Ra 1.7), b) huoneessa B108, c) lukusalissa (Ra 1.8b), d) kirjastosalissa (Ra 1.8a) ja e) työhuoneiden edustalla (Ra 1.8c). Päällystelaatat on käännetty ”auki” irrotuskohdan viereen.

Siivouskomeron ja wc:iden lattiapäällysteenä on muovimattoa. Tiloissa ei todettu poikkeamia pintakosteuskartoituksessa. Siivouskomerossa B106 on puutteellisesti asennettu lattiakaivo (kuva 4), mistä syystä kosteus pääsee muovimaton alle, mikäli lattialle valutetaan vettä tai lattiakaivo tulvii.

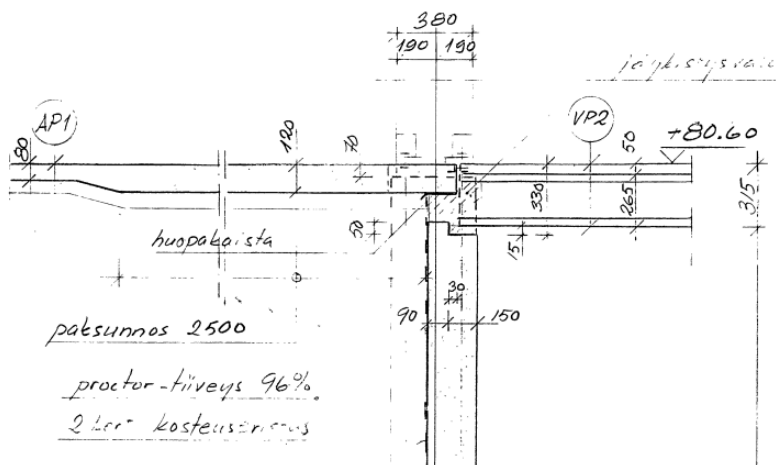


Kuva 4. Siivousskomerossa B106 on puutteellisesti asennettu lattiakaivo ja pesualtaan viemärointi.

Kirjastosalin alapohjarakenteessa havaittiin halkeamat maanvastaisen ja kellarin/väestönsuojan yläpuolisen välipohjarakenteen liittymäkohdassa (kuvat 5 ja 6) ja maanvastaisen rakenteen alueella lattia-ulkoseinäliitoksessa (kuva 7). Pilarien ja ulkoseinien alapohjaliitoksissa oli paikoin kapea rako. Liitoksista tai halkeamista ei pistokokein tehdyillä merkkisavukokeilla todettu ilmavirtausta huonetilaan päin.



Kuva 5. Halkeamia kirjastosalin lattiassa alapohjarakenteen liitoskohdissa työhuoneiden viereisellä käytävällä (a) ja ATK-pisteen lähellä (b).



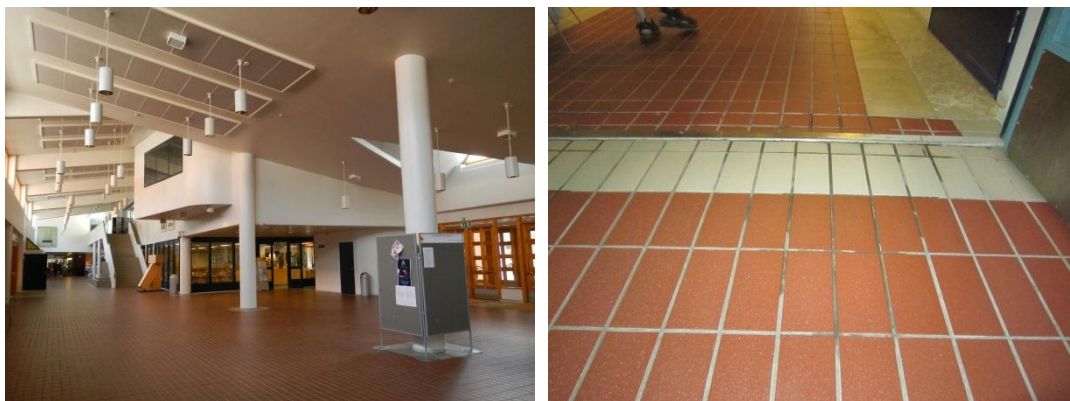
Kuva 6. Kirjastosalin maanvastaisen alapohjalaatan liittyminen kellarin ontelolaattarakenteeseen välipohjaan.



Kuva 7. 1. kerroksen toimistohuoneiden lattia-ulkoseinäliittymässä on pystyrako alas maatayttyöön. Kuvat huoneen 115 sisäänkäynnistä.

Aulatilat

Aulatioissa maanvastaisen alapohjarakenteen lattiapäällysteenä on keraaminen laatoitus tai luonnonkivilaatoitus (kuva 8). Tilojen pintakosteuskartoituksessa ei todettu poikkeamia. Laatat olivat ehjiä ja hyvässä kunnossa.



Kuva 8. Yleiskuva aulatilasta. Käytävän lattiapäällysteenä on hyväkuntoinen keraaminen laatoitus.

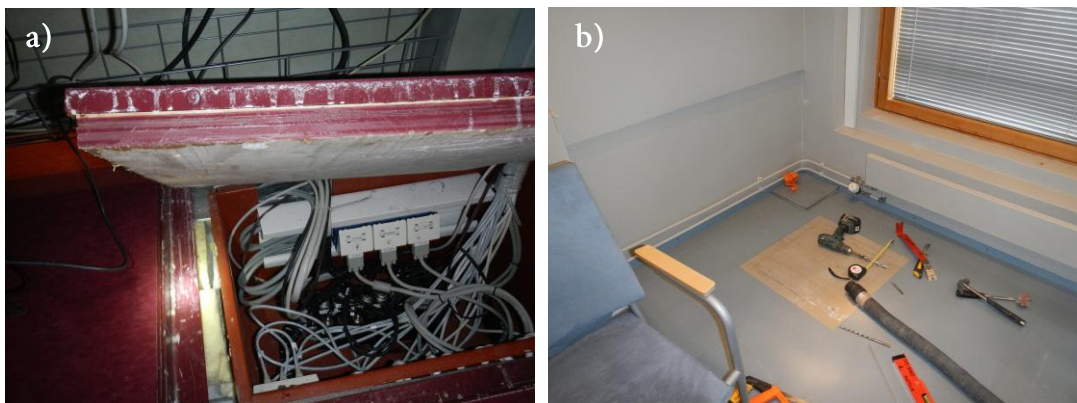
Luentosalit

Luentosaleissa LS2 ja LS3 on lattiapäällysteenä vastaavan tyyppinen vinyylilaatoitus kuin kirjastosalissa (kuva 9). Luentosalissa LS3 laattoja on uusittu jonkin verran. Lattioissa todettiin alapohjarakenteelle tavanomaisia pintakosteusilmaisimen lukemia.



Kuva 9. Yleiskuva luentosaleista LS2 (vasen) ja LS3 (oikea).

Salien etuosan alin kohta on noin 40 cm ulkopuolisen maanpinnan tason alapuolella. Salien etuosassa (alaosa) on betonisen alapohjarakenteen päällä puukoolattu lattia, jossa on sähköjohtokouruja. Koolatun lattian toteutus ja kunto tarkastettiin rakenneavauksesta (Ra 1.1) luentosalissa LS3 sekä asennusluukkujen kautta (Ra 1.2) (kuva 10). Seinä-lattialiitos tarkastettiin luentosalin LS2 reunalta (Ra 1.3, kuva 11). Lisäksi mitattiin salin LS3 lattian eristetilän olosuhteet neljästä kohdasta (RKM LS3/1-4). Poikkeavia kosteuspitoisuuksia ei todettu. Rakenneavauksen Ra 1.1 kohdalla rakenteet olivat hyväkuntoiset eikä normaalista poikkeavia hajuja havaittu. Rakenteesta kerättiin materiaalinäytteet mikrobialyysiin (M1 ja M2). Materiaalinäytteissä ei todettu mikrobikasvua.



Kuva 10. Sähköasennusluukkujen tarkastus luentosalissa (a) LS2 ja rakenneavaus Ra 1.1 luentosaleissa LS3 (b). Salien etuosan puukolatut lattiarakenteet havaittiin hyväkuntoisiksi eikä rakenneavauksesta Ra 1.1 kerätyissä materiaalinäytteissä (M1 ja M2) todettu mikrobikasvua.

Asennusluukkujen pohjalla havaittiin pölyä ja likaa, sekä todennäköisesti lattianpesuvesien jättämiä valuma- ja ruostejälkiä tarkastusluukkujen reunoilla (kuva 10 a).

Luentosalissa LS2 tarkastettiin maanvaraisen alapohjalaatan liittymä kantavaan, omalle anturalle perustettuun väliseinään irrottamalla jalkalista (Ra1.3, kuva xx). Liitoksessa havaittiin kapea, 50 – 100 mm syvä rako alaspäin. Rakenteista ei aistinvaraisessa tarkastelussa todettu merkittävää ilmavirtausta sisään.



Kuva 11. Luentosali LS2: en lattia-ulkoseinäliittymässä on pystyrako alas maatayttyöön (Ra 1.3).

4.1.4 Kosteusmittaukset

Alapohjarakenteiden kosteuksia tutkittiin pintakosteuskartoituksella, viilto- ja porareikämittauksin, sekä eristetilan ja maataytön olosuhdemittauksin kosteusvaurioiden ja poikkeavien kosteuspitoisuuksien havaitsemiseksi.

Alapohjarakenteiden pintakosteuskartoituksessa lattianpinnat todettiin pääosin kuiviksi. Paikallisia, hieman tavanomaista korkeampia lukemia havaittiin kirjastosalin ATK-työpisteen nurkalla ja muutamien pilarien ympärillä, sekä työhuoneiden B113, B114 ja B115 käytävänpuoleisella seinustalla. Havainnot on merkitty liitteen 1 pohjakuviin.

Maanvastaisten alapohjien lattianpäällysteen alta mattoliimakerroksesta mitattiin kosteuspitoisuutta viiltomittausmenetelmällä. Kosteusmittaukset tehtiin kohtiin, joissa havaittiin korkeampia pintakosteudenilmaisimen lukemia, sekä vertailutuloksen saamiseksi muutamiin kohtiin, joissa pintakosteudenosoittimen arvot olivat matalia. Lisäksi betonirakenteen ja alapohjan täyttömaan kosteuskartta selvitettiin kahdessa mittapisteessä porareikämittauksella (kuva 12).



Kuva 12. Alapohjan rakennekosteus mitattiin porareikämenetelmällä kopiohuoneesta (RKM1) ja huoneesta B114 (RKM2).

Rakenneseavauksista aistinvaraisesti arvioiden maaperän täyttöaine oli hiekkaa, joka vaikutti kuivalta tai lievästi kostealta. Lisäksi mitattiin salin LS3 puurakenteisen lattian eristetilän olosuhteet neljästä kohdasta (RKM LS3/1-4). Kosteusmittausten tulokset on esitetty taulukoissa 1 - 3. Mittauspaikat on merkitty liitteen 1 pohjakuviin.

Taulukko 1. Alapohjarakenteiden viiltomittausten tulokset. Mittaukset tehtiin 28.-29.5.2013. Taulukossa on esitetty myös lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittauspaikka	Materiaali	Mittauspää (nro)	t (°C)	RH (%)	abs (g/m³)
V1 (B113)	sisäilma	H22	22,5	36,4	7,3
Maanvast.	kvartsivinyyli-laatta	H0	22,7	76,5	15,4
V2 (B114)	sisäilma	H12	22,2	35,2	6,9
Maanvast.	kvartsivinyyli-laatta	H11	22,1	79,5	15,5
V3 (B114)	sisäilma	H12	22,2	35,2	6,9
Maanvast.	kvartsivinyyli-laatta	H10	21,8	68,3	13,1
V6 (ATK-piste)	sisäilma	H0	22,4	35,2	7,0
Maanvast.	kvartsivinyyli-laatta	H22	22,3	78,5	15,4
Ulkoilma 28.5.2013	ulkoilma		24,1	29,8	6,4

Taulukko 2. Alapohjarakenteiden porareikäkosteusmittausten tulokset. Mittaukset tehtiin 28.-29.5.2013. Porareikämittausten lukemat kirjattiin ylös 5.6.2013. Taulukossa on esitetty myös lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittauspaikka	Materiaali	Mittauspää (nro)	t (°C)	RH (%)	abs (g/m³)
RKM 1 (kopiohuone)	sisäilma	317	21,2	42,9	7,9
	betonin pinta (10 mm)	27	21,0	70,2	12,9
	betoni 20 mm	36	20,8	74,8	13,5
	betoni 60 mm	26	20,7	84,5	15,2
	maaperä 120 mm	315	20,8	85,9	15,2
RKM 2 (B114)	sisäilma	307	22,2	40,7	8,0
	betonin pinta (10 mm)	13	22,1	67,2	13,1
	betoni 30 mm	142	22,1	80,1	15,6
	maaperä 150 mm	28	20,2	95,6	16,7
Ulkoilma 28.5.2013	-		24,1	29,8	6,4

Taulukko 3. Alapohjarakenteiden olosuhdemittausten tulokset. Mittaukset tehtiin 28.-29.5.2013. Taulukossa on esitetty myös lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittapiste	Materiaali	Mitta- pää (nro)	t (°C)	RH (%)	abs (g/m ³)
Ra 1.7 (ATK-piste)	maaperä 150 mm	H1	22,0	88,5	17,2
RKM LS3/1 (LS3)	sisäilma	*	23,5	31,7	6,7
RKM LS3/2 (LS3)	100 mm eristetila	*	16,5	62,2	8,8
RKM LS3/3 (LS3)	100 mm eristetila	*	19,1	43,8	7,2
RKM LS3/4 (LS3)	100 mm eristetila	*	18,9	49,9	8,1
Ulkoilma 28.5.2013	ulkoilma	*	24,1	29,8	6,4

*Tieto puuttuu

4.1.5 Mikrobinäytteet

Alapohjarakenteista kerättiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiin kirjastosalin ATK-pisteen lattian kvartsivinyylilaatan alta laatan vaurioituneen näköiseltä reuna-alueelta (M7), vaurioitumattoman näköiseltä keskialueelta (M6), sekä luentosali LS3:en puukoolatun lattiarakenteen sasmox-levystä (M2) ja mineraalivillaeristeestä (M1). Näytteet analysoitiin STM:n Asumisterveysohjeen mukaisin menetelmin laimennossarjaviljelyllä Mikrobioni Oy:ssä. Näytteessä M7 todettiin matalana pitoisuutena (1800 pmy/g) *Aspergillus*-suvun homesientä. Tulos oli alle mikrobikasvustoksi tulkittavan viitearvon 10 000 pmy/g. Muissa näytteissä mikrobipitoisuudet olivat alle analyysimenetelmän määrittämisrajojen. Mikrobianalyysin analyysivastaus on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 2.

4.1.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

B-osan ensimmäisen kerroksen lattiapinnat todettiin päällisin puolin hyväkuntoisiksi eikä lattiarakenteisiin kohdistu merkittävää maaperän kosteusrasitusta. Paikalliset kosteuspoikkeamat kirjastosalissa ja työhuoneissa aiheutuvat maaperän kosteuden paikallisesta noususta alapohjarakenteeseen alapohjalaatan alaisen kapillaarikatkokerroksen epäjatkuvuuskohtien tms. puutteiden takia, tai erittäin runsaasta pesuvesien käytöstä. Lattiapäällysteen alainen liimakerros oli laattojen reunoilla ja saumojen ja halkeamien lähellä säännönmukaisesti vaurioituneen näköistä. Selviä mikrobikasvustoja ei laattojen alla todettu. Vauriot ovat todennäköisesti pesuvesien aiheuttamia, ja saattavat olla vanhoja. Koirat merkitsivät lattioita 1. kerroksessa kauttaaltaan. Merkintöjen syynä saattavat olla em. lievät päällystevauriot. Lattianrajan merkintöjen syynä väliseinien kohdalla on todennäköisesti jalkalistojen alle kertynyt lika, joka on aika ajoin kostunut lattianpesuvesistä.

Useimpien mattoliimojen kriittisenä suhteellisen kosteuden arvona pidetään 85 % RH, mikä tarkoittaa, että suhteellinen kosteus lattianpäällysteen alla liimatilassa ei saa

pitkäksi aikaa nousta yli tämän arvon. Lattianpäällysteiden kriittinen kosteusraja-arvo on yleensä 85...90 % RH. Kohteessa ei mitattu näin korkeita kosteuspitoisuuksia. Tilanne saattaa kuitenkin muuttua oleellisesti, mikäli maaperään kohdistuva kosteusrasitus lisääntyy. Muovimattoja tai -laattoja ei suositella maanvastaisten rakenteiden lattianpäällysteeksi.

Alapohjan ja ulkoseinän sisäkuoren, sekä alapohjan ja välipohjan liitoskohdissa havaittiin mahdollisia ilmavuotokohtia, joiden kautta epäpuhtaudet voivat kulkeutua huonetilaan. Rakennuksen alla maaperässä on mikrobikasvulle otolliset olosuhteet. Betonirakenteen alapuolisessa maapohjassa ja lämmöneristekerroksessa tapahtuvaa ajoittainen mikrobikasvu on tyypillistä kaikille maanvastaisille rakenteille. Alapohjan betonilaatan alapuolella tapahtuvasta mikrobikasvusta ei kuitenkaan ole haittaa, kun pintarakenteet ja rakenteiden liitoskohdat ovat tiiviit. Suosittelemme alapohjan liitoskohtien systemaattista tiivistyskorjausta vedeneristemassalla erillisen suunnitelman mukaan. Tiivistykset tulee tehdä alapohjalaatan ja ulkoseinärakenteen sisäkuoren ja pilarien liitokseen, sekä alapohjan ja kellarin ja väestönsuojan yläpuolisten välipohjien rakenneliittymiin.

Luentosalien LS2 ja LS3 lattiarakenteet todettiin hyväkuntoisiksi eivätkä ne edellytä toimenpiteitä.

Havaintojen perusteella suositellaan lattiapäällysteiden uusimista viimeistään seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Uudeksi lattiapäällysteeksi suositellaan maanvastaisilla lattiaosilla keraamista laattaa tai muuta vesihöyryä läpäisevää ja kosteutta kestävä materiaalia. Korjauksen yhteydessä suosittelemme alapohjan liitoskohtien systemaattista tiivistyskorjausta vedeneristemassalla erillisen suunnitelman mukaan. Runsaiden siivousvesien käyttöä tulee välttää jatkossa.

Wc-tilojen ja siivouskomerojen lattiakaivojen tiiveyksien järjestelmällistä tarkastusta suositellaan.

4.2 Ulkoseinät, julkisivut, ikkunat ja väliseinät

4.2.1 Yhteenvedo rakenneosasta

Ulkoseinien rakennetyypit olivat suunnitelmien mukaiset. Rakennuksen B-osan ulkoseinien merkittävimmät puutteet olivat kirjastosalin itäisivulla peltikasettirakenteiden seinäosien lievä vaurioituminen, kosteusvaurio yhden pilarin ympäristössä ja rakenteiden selvät tiiveyspuutteet. Pilarin ympärillä olevat vauriot tulee korjata, muut vastaavat kohdat tarkastaja merkittävät epätiiveyskohdat ulkoseinärakenteissa tiivistää. Lisäksi tulee tarkistaa julkisivupellitysten liitosten vedenpitävyys.

Kivirakenteiset ulkoseinät ja sokkelit ovat tutkimusten perusteella kunnossa ja kosteusteknisesti toimivia. Betonirakenteiset sisäkuoret ja tiilijulkisivut olivat hyvässä kunnossa, eikä tiilipinnoissa todettu kosteusvauriojälkiä. Muutamia epätiiveyskohtia mm. tiilijulkisivun läpivienneissä, ja kosteusrasitukselle alttiita kohtia havaittiin, ja näillä kohdilla suositellaan julkisivun vesitiiveyden ja



sadevedenohjauksen parantamista. Ikkunoissa todettiin huoltotarvetta, ja tiiveyspuutteita sekä ulko- että sisäpuolisissa liitoksissa.

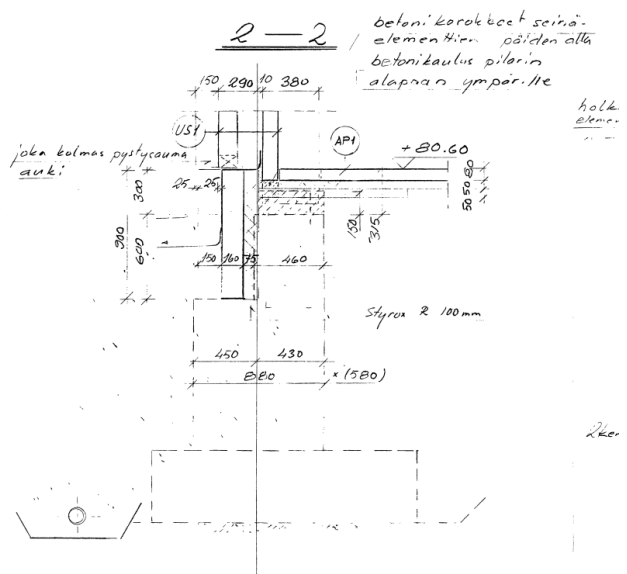
4.2.2 Rakenteet

Ulkoseinien rakennetyypit tarkastettiin RAK-piirustuksista, ja paikan päällä rakenneavauksista tutkimuksen ja korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi ja rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden arvioimiseksi.

Rakennuksessa on teräsbetoninen pilari-palkkirunko.

Ulkoseinän päärakennetyyppi (US1) on rakennesuunnitelmien (ks. viereinen kuva) ja huoneen B110 ulkopuolelta tehdyn rakenneavauksen (Ra 1.11) perusteella sisältä ulospäin luoteltuna seuraava:

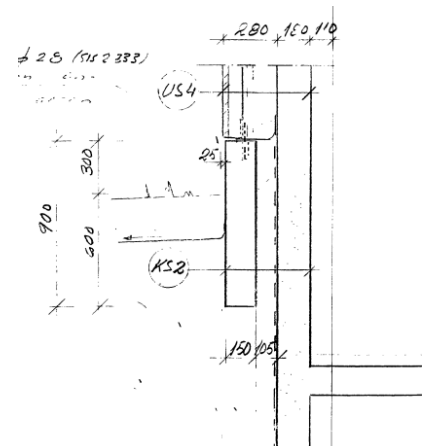
- pintamateriaali (maali)
- teräsbetoninen sisäkuorielementti 140 mm
- mineraalivilla 160 mm
- tiili (puhtaaksimuurattu tai ohutrapattu) 130 mm.



Rakenteen todettiin olevan suunnitelmien mukaisesti toteutettu. Betonisen sokkelin päällä on sisäkuorta vasten n. 300 mm korkeudelle nostettu bitumikermikaista, joka ohjaa eristetilaan mahdollisesti päätyvän veden ulos tiilijulkisivun tuuletusaukoista. Joka 3. pystysauma tiiliverhouksessa on jätetty auki. Selvää tuuletusrakoa eristeen ja tiiliverhouksen välissä ei havaittu. Teräsbetonisissa sokkelielementeissä on styrox-eristeiset sokkelihalkaisut.

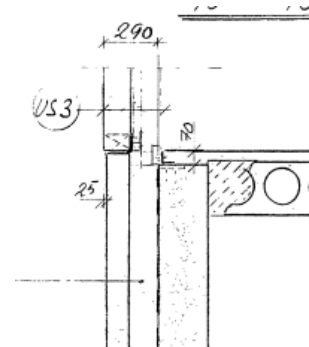
Pohjoispäädyn sivuissa ja porraskäytävissä ulkoseinän rakennetyyppi (US4, kuva alla) on suunnitelmien ja havaintojen mukaan sisältä ulospäin luoteltuna:

- pintamateriaali (maali)
- teräsbetoninen sisäkuorielementti
- eristetila ja
- teräsbetoninen ulkokuorielementti
- ulkoverhousmateriaali (klinkkerilaatta).



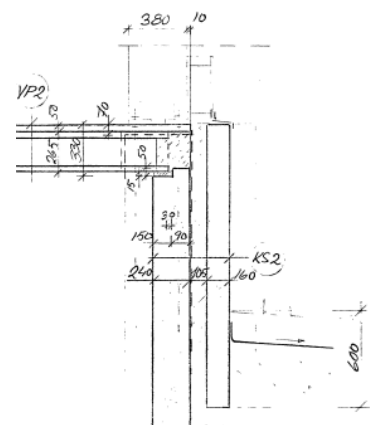
B-siiven 1. ja 2. kerroksen pohjoispäädyssä on puurunkoinen, sisäpuolelta levyverhoiltu ja ulkopuolelta tiiliverhoiltu ulkoseinärakenne (US3, kuva alla). Rakenne oli 1. kerroksen päätyyn tehtyjen rakenneavausten (Ra 1.5, Ra1.6a ja Ra1.6b) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna:

- pintamateriaali (lasikuitutapetti, maali)
- kipsilevy 15 mm
- koolaus 20 mm
- höyrynsulkumuovi
- puurunko ja mineraalivilla n. 150 mm
- tuulensuojalevy (ei avattu)
- mahdollinen tuuletusrako
- tiiliverhous.



Ensimmäisessä kerroksessa kirjastosalin itäisivulla on suuret ikkunat, joiden alapuolien seinäosa on puurunkoinen, sisäpuolelta levyverhoiltu ja ulkopuolelta levy/peltikasettiverhoiltu. Seinällä on kantavat betonipilarit. Rakenne oli 1. kerroksen ulkoseinään tehtyjen rakenneavausten (Ra 1.9 ja Ra 1.10) perusteella sisältä ulospäin lueteltuna:

- maalattu lastulevy n. 20 mm
- puurunko ja mineraalivilla 100 mm
- vaneri 20 mm
- peltinen peitelevy/kasetti.

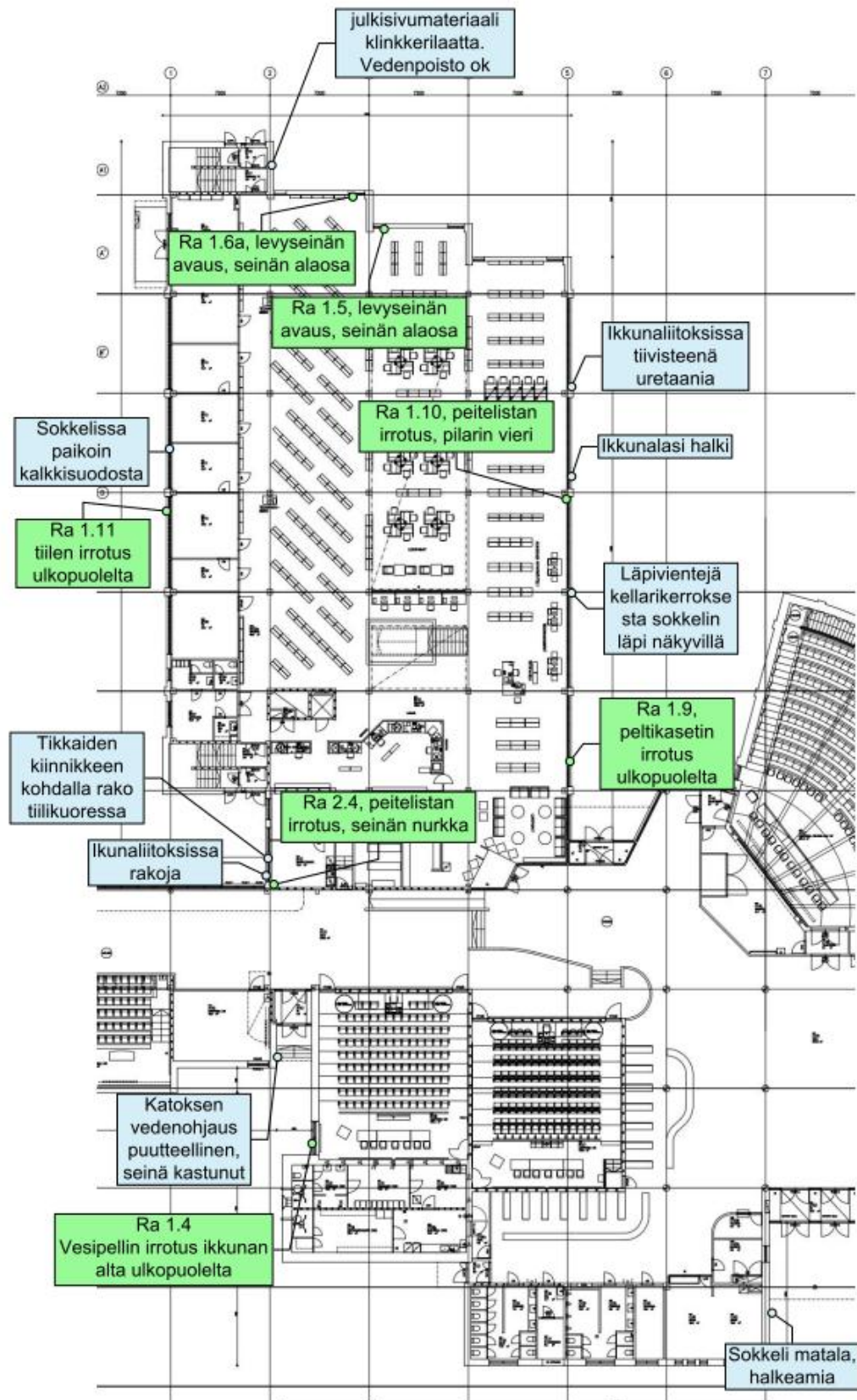


Pilarien ja ikkunankarmien ja apukarmien väleissä oli polyuretaanitiivistykset.

Kantavat väliseinät (mm. luentosalien väliseinät) ovat omille anturoille perustettuja teräsbetoniseiniä. Kevytrakenteiset väliseinät ovat pääasiassa-teräsrankaan pystytettyjä kipsilevyseiniä mineraalivillaeristeellä.

4.2.3 Havainnot

Rakennuksen ulkopuolelta tehtyt, julkisivuja koskevat havainnot ja ulkoseinien rakenneavauskohdat on merkitty alla olevaan pohjakuvaan (kuva 13). Havainnot on esitetty tarkemmin alla kuvien 14-28 yhteydessä.



Kuva 13. Julkisivut ja ulkoseinärakenteet: havainnot (siniset laatikot) ja rakenneavauspaikkojen sijainti (vihreät laatikot).

Ulkopuoliset havainnot ja rakenneavaukset

Julkisivut olivat pääsääntöisesti siistit ja hyvässä kunnossa (kuva 14).



Kuva 14. Yleiskuvaa julkisivuista. a) pohjoispääty, b) kirjaston itäjulkisivu, c) kirjaston länsijulkisivu, d) eteläpääty.

Tiilijulkisivujen alaosaan on asianmukaiset tuuletusraot. Alimman tiilirivin joka 3. pystysauma on jätetty auki. Tuuletusraot on jätetty myös ylempien kerrosten välipohjaliittymän yläpuolisen tiilirivin pystysaumoihin. Elementtijulkisivuilla (pohjoispäädyn sivut ja porraskäytävät) on vedenpoistoputket elementtien alanurkissa. Elementtien pinnat ja saumat olivat hyvässä tai tyydyttävässä kunnossa, eikä auki olevia saumoja havaittu. Tiilijulkisivujen liikuntasaumojen tiivisteitä on uusittu melko vastikään. Tiilijulkisivuissa todettiin paikallisia vedenohjauspuutteita (kuvat 15-16) sekä vesitiiveyspuutteita mm. läpivienneissä (kuvat 17-18) ja ikkunaliittymissä (ks. *Ikkunat*, kuvat 23-28).

Merkittävämpi vedenohjauspuute todettiin A-siipeen kuuluvan tilan A142 ulkoseinässä, jossa kattolipan puutteellinen sadevedenpoisto kastelee tiilijulkisivua (kuva 16). Tila tarkastettiin marraskuussa 2013 pintakosteusmittauksin ja aistinvaraisella arvioinnilla. Pintakosteuslukemissa ei todettu poikkeamia, eikä pinnoilla ollut havaittavissa viitteitä kosteusvaurioista.



Kuva 15. Sadevedet kastelevat paikoin sokkeleita. Kastuneet alueet ovat pienialaisia, eikä niistä nykyisellään aiheudu merkittävää kosteusrasitusta rakenteen sisemmille osille.



Kuva 16. Kattolipan puutteellinen sadevedenpoisto kastelee tiilijulisivua rakennusosan eteläpään sisäänkäynnin vieressä. Sisäpuolella on tila A142. Tilan sisäpinnoilla ei todettu poikkeamia aistinvaraisella arvioinnilla ja pintakosteuskartoituksessa.



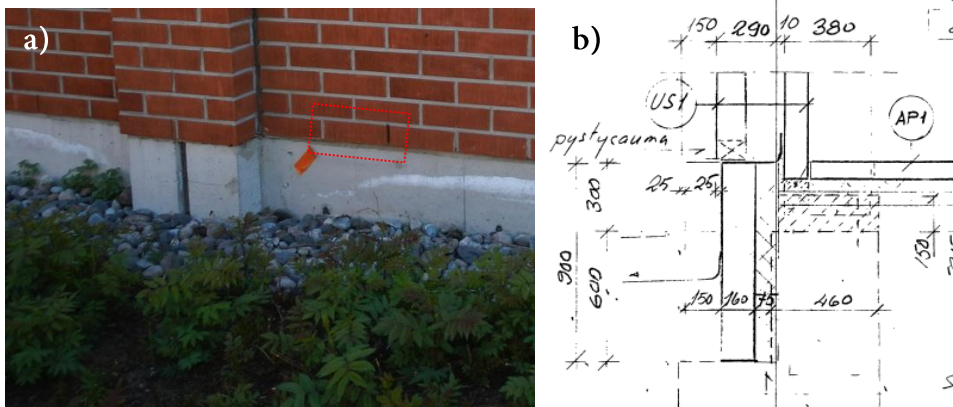
Kuva 17. Tikkaiden kiinnityskohdissa on aukot tiilimuurauksen läpi kantavaan rakenteeseen.



Kuva 18. Kirjastosalin julkisivulla oli näkyvillä tiivistämättömiä sähköläpivientejä kellarikerroksesta ulos.



Kuva 19. Erityisesti länsipuolen julkisivulla oli sokkelien alaosien pinnoissa paikoin korkeampaan kosteusrasitukseen viittaavaa kalkkisuodosta.



Kuva 20. Länsijulkisivun ulkoseinän toteutusta ja eristetilan kuntoa tarkasteltiin rakenneavauksesta huoneen B110 kohdalta (Ra 1.11). Avaus tehtiin irrottamalla tiili alimmasta rivistä kohdasta, jonka alapuolella oli sokkelissa kalkkisuodosta (a). Rakenteessa todettiin runsaasti ilmanvuotojälkeä. Sokkeliliitos oli toteutettu oikeanpuoleisessa kuvassa esitetyn kuvan alkuperäisen rakennepiirroksen mukaisesti. Selvää tuuletusrakoa lämmöneristeen ja tiiliverhouksen välissä ei havaittu. Lämmöneristeen alaosasta kerättiin materiaalinäyte (M8) mikrobianalyysiin mahdollisten kosteus- ja mikrobivaurioiden todentamiseksi. Materiaalissa ei todettu mikrobikasvua.

Kirjastosalin itäsivun seinärakenne tarkastettiin irrottamalla ikkunan alapuolinen peltilevy ulkopuolelta (Ra 1.9, kuva 21))



Kuva 21. Rakenneavaus Ra 1.9 kirjaston itäsivulla. Rakenteessa todettiin ilmavuotojen aiheuttamaa tummentumaa eristevillassa (b) ja pinnallista mikrobikasvustoa tuulensuojavanerin sisäpinnalla (c). Rakenteen puuosat olivat hyvässä kunnossa, samoin sisäpuolinen levyverhous (d). Rakenteet havaittiin tarkasteluhetkellä aistinvaraisesti arvioiden kuiviksi. Rakenteesta kerättiin materiaalinäyte lämmöneristeen alaosasta (M8). Näytteessä ei todettu mikrobikasvua, vain matalana pitoisuutena ulkoilmasta peräisin olevia homeitiöitä. Rakenteesta puuttui höyrynsulku, ja rakenteen sisäkuori oli hyvin epätiivis, mistä syystä eristetilan ja ulkokuoren vähäisetkin epäpuhtaudet pääsevät helposti sisäilmaan.

Elementtisaumat olivat paikoin hyvin leveät (kuva 22).



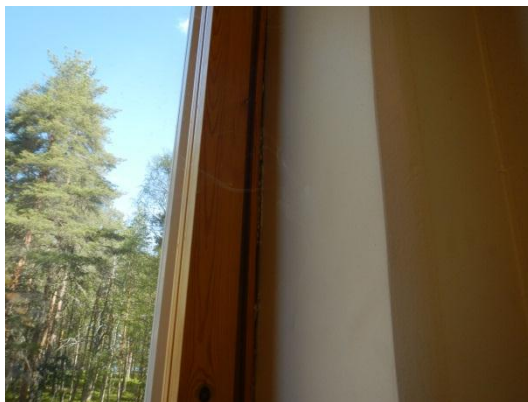
Kuva 22. Leveä elementtisauma julkisivussa; leveys kuvassa yli 40 mm. Saumat olivat kuitenkin tiiviit eikä saumojen rakoilua havaittu.

Ikkunat

Rakennuksen ikkunat ovat kolmilasisia puuikkunoita. Ulkopuite on maalattu, sisäikkunoiden puitteet ovat lakatut. Ulkoseinärakenteen ja ikkunan liitoskohdassa havaittiin tiiveyspuutteita sekä ulko- että sisäkuoren osalla (kuvat 23-24). Vesipeltien kallistus on loivahko (kuva 25). Ikkunoiden karmit ja puitteet olivat 1.-3. kerroksessa vaihtelevassa kunnossa. Ikkunoissa oli paikoin kosteusvauriojälkiä puitteiden ja karmien alaosissa (kuva 26).



Kuva 23. Julkisivun epätiivelyskohtia ikkunaliitoksissa. Raoista saattaa päästä viistosateella sadevettä rakenteeseen.



Kuva 24 (vasen). Ikkunaliitoksissa oli epätiivelyttä myös sisäpuolisissa liitoksissa ja mm. höyrynsulun tiivistyksissä ikkunakarmeihin. Tiiveyspuutteet saattavat heikentää ilmanlaatua, mikäli ulkovaipparakenteissa on vaurioita, joista kulkeutuu ilmavuotojen mukana epäpuhtauksia sisäilmaan.



Kuva 25. Ikkunoiden vesipeltien kallistukset ovat loivat eikä peltejä ole kitattu tiiliverhoukseen sivuista.



Kuva 26. B-siiven ikkunoissa oli paikoin pinnallisia kosteusvaurioita karmien ja puitteiden alapuissa.

Luentosalin LS3 ikkuna sijaitsee lähes maantasossa. Rakenteeseen saattaa päästä merkittäviä määriä kosteutta, mikäli seinustalle lammikoituu sadevettä tai kinostuu lunta. Rakenne tarkastettiin vesipellin alta (kuvat 27-28).



Kuva 27. Luentosalin LS3 ikkuna on lähes maantasossa. Rakenne tarkastettiin pellin alta.



Kuva 28. Luentosalin LS3:n ikkunan rakenne tarkastettiin irrottamalla ikkunan vesipelti (Ra 1.4). Kuvat ulko- ja sisäpuolelta. Puukarmi on tiivistetty polyuretaanilla sokkelirakenteeseen. Rakenne oli sijaintiinsa nähden hyvässä kunnossa. Ikkunan alakarmi oli kovaa, vaurioitumattoman näköistä puuta. Rakenteeseen ajoittain pääsevä vesi valuu todennäköisesti styrox-täytteeseen syvään sokkelihalkaisuun. Sisälle LS3:n lattiaan ikkunan lähelle tehtiin rakenneavaus, josta ei todettu viitteitä rakenteiden vaurioista tai kosteusrasituksesta (ks. alapohjan havainnot edellä).

Sisäpuoliset havainnot ja rakenneavaukset

Ulkoseinät todettiin pintakosteuskartoituksessa kuiviksi. Ulkoseinien betonisen sisäkuoren ja palkkien / pilarien liitokset on tiivistetty elastisella massalla. Saumaukset olivat paikoin hyvin leveitä, mutta saumamassat olivat hyvässä kunnossa ja elementtiliitokset pääosin tiiviitä. Ikkunaliitoksissa todettiin tiiveyspuutteita, ks. alla.

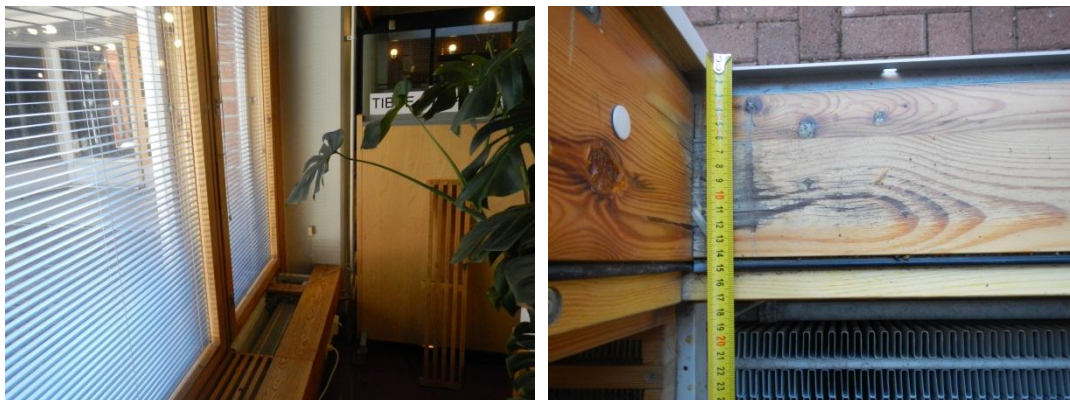
Ulkoseinärakenteiden toteutustapa ja kunto tarkastettiin rakenneavauksin. Rakenneavaukset kattoivat tärkeimmät rakennetyypit. Avauskohdat valittiin edustamaan kohtia, joissa todettiin rakenteellisia riskejä, tai julkisivuilla tai sisäpinnoilla havaittiin mahdollisesti kosteusrasitukseen viittaavia poikkeamia, tai mikäli sellaisia ei havaittu, tiloihin, joissa oli todettu sisäilmaan liitettyjä oireita, tai mikäli sellaisia ei ollut tiedossa, paikkoihin, jotka edustivat rakennetta tavanomaisessa kohdassa.

Havainnot rakenneavauksista on esitetty yhteenvedona alla taulukossa 4 ja tarkemmat havainnot kuvien 29-40 kuvateksteissä.



Taulukko 4. Ulko- ja väliseinärakenteisiin liittyvät merkittävimmät havainnot. Rakenneavaukset tehtiin sisäpuolelta ellei toisin mainittu. Rakenneavauskohdat on merkitty liitteen 1 pohjakuviin.

Mitta-piste	Sijainti	Havainto
Ra 1.4	LS3 ulkoseinä/sokkeli ikkunan alla, avaus ulkopuolelta	Ikkuna matalalla. Puurakenteet kunnossa, ei normaalista poikkeavia hajuja. Rakenteessa ei suoraa ilmayhteyttä sokkelihalkaisusta sisään. Tarkemmat havainnot esitetty edellisessä kappaleessa.
Ra 1.5	1. kerros ulkoseinä, kirjaston pohjoispääty	Levyrakenteinen seinäosa. Rakenteet siistit ja kuivat, alaosissa (vanhaa?) kosteusjälkeä. Mikrobinäyte M3, ei mikrobikasvua. Eristeissä ilmavuotojälkeä.
Ra 1.6a	1. kerros ulkoseinä, kirjaston pohjoispääty	Levyrakenteinen seinäosa. Kuten Ra 1.5. Mikrobinäyte M5, ei mikrobikasvua.
Ra 1.6	1. kerros ulkoseinä, nurkka, betoniseinän alaosa.	Lievää värinmuutosta tasoitteessa. M4, ei mikrobikasvua. Mahdollisesti likaa ja mekaaninen vaurio.
Ra 1.9	1. kerros ulkoseinä, kirjaston itäsiivu, avaus ulkopuolelta	Tilassa oireilua. Tuulensuojalevyssä mikrobikasvustoa. Sisemmät rakenteet siistit ja kuivat. Lämmöneristeissä ilmavuotojälkeä. Ikkunakarmeissa kosteusjälkiä. Höyrynsulku puuttuu, sisäverhouslevyissä tiivistämättömiä läpivientejä. Tarkemmat havainnot esitetty edellisessä kappaleessa.
Ra 1.10	1. kerros ulkoseinä, kirjaston itäsiivu, pilarin vierä	Seinän yläosassa (sisäpinnassa) kosteusvauriojälkiä maalissa, laastissa, puuosissa. Pilari+puurunko, uretaanitiivistyksiä. Rakenteissa kuivuneita vauriojälkiä.
Ra 1.11	1. kerros ulkoseinä, länsisiivu, B110 kohdalla, avaus ulkopuolelta	Ulkoseinien päärakennetyyppi. Sokkelissa kalkkisuodosta. Lämmöneristeessä runsaasti ilmavuotojälkeä. Eristetilassa ei vauriota. M8, ei mikrobikasvua. Tarkemmat havainnot esitetty edellisessä kappaleessa.
Ra 2.1	2. kerros, B214, ikkunan pieli	Ulkoseinien päärakennetyyppi, tutkittu ikkunavälien kunto, 2. krs. Ikkunoiden karmipuissa selvää sinistymää, puu kovaa. Rakenteet kuivat. M9, M10 ei mikrobikasvua. Höyrynsulku liitoksista epätiivis. Ei poikkeavia hajuja. Ei rakoa seinä-lattia-liitoksessa.
Ra 2.4	2. kerros, kulkusilta, elementtipystysauma	Seinäpinnassa peitelistan alla laastissa halkeamaa, kuprua. Ei poikkeavia hajuja. M13, ei mikrobikasvua. Ei ilmavirtausta sisään.
Ra 3.1	3. kerros, itäseinä, B323 ikkunan pieli	Riskikohta: vesikate lähellä ikkunapeltiä itäpuolen yläikkunoiden kohdalla. Ikkunavälissä runsaasti pölyä, jonkin verran kosteusjälkeä. Rakenteet muuten kuivat, siistit. Höyrynsulku liitoksista epätiivis. Uretaanitiivistys puuttuu ikkunan sivu- ja alaliitoksista; voimakas ilmavirtaus sisäänpäin.
Ra 3.2	3. kerros, länsiseinä, B302, ikkunan pieli	Ulkoseinien päärakennetyyppi, ikkunavälien kunto, 3. krs. Rakenteet kuivat, siistit. Puuosissa ei poikkeamaa.



Kuva 29. Rakenneavaus Ra 1.9 kohdalla kirjastosalin ikkunoiden alakarmipuun yläpinnassa oli kosteusjälkiä. Puuosat olivat kuitenkin ikkunan alla hyvässä kunnossa (ks. edellinen kappale - ulkopuoliset havainnot).



Kuva 30. Kirjastosalin ikkunan ja pilarin liitoksessa (a, b) todettiin kosteusvaurioon viittaavaa tasoitteen kupruilua ja kellastumaa vaakapalkin ja puuosien pinnoilla pilarin molemmiin puolin (c ja d). Liitos tutkittiin rakenneavauksella (Ra 1.10) puisen peitelistan takaa (d). Listan takana oli tiivistämätön höyrynsulkumuovi. Ikkunan ja palkin välinen rakenne on toteutettu usealla kerroksella puurunkoa, polyuretaanivaahtoa ja kittiä. Materiaalien pinnassa oli runsaasti ruiskutasoitetta, jossa oli havaittavissa kosteusvauriojälkiä. Pilarin takana on rakennekuvan (a) mukaan mineraalivillaeriste. Rakenne oli epätiivis.



Kuva 31. Kirjastosalin pohjoispäädyn rakenneavauskohdat Ra 1.5 ja Ra 1.6a. Päädyssä on puurunkoinen, sisältä levyverhoiltu ja ulkoa tiiliverhoiltu ulkoseinärakenne. Rakenteissa oli lieviä kosteusjälkiä, mutta rakenteet olivat kuivat eikä rakenteiden riskikohdista kerätyissä kahdessa mikrobinäytteessä (M3, M5) todettu mikrobikasvua.



Kuva 32. Rakenneavaus Ra 1.5. Rakenteessa on höyrynsulkumuovi, joka on asennettu melko tiiviisti puurungon ja sisäpuolisen koolauksen väliin (a). Lämmöneristekerroksessa todettiin runsasta ilmavuotojälkeä (b). Rungon alaosassa oli havaittavissa kosteusrasituksen aiheuttamaa jälkeä (c). Seinärakenteen keskiosassa ei todettu poikkeamia (d). Sisäverhouslevy havaittiin aistinvaraisesti arvioiden hyväkuntoiseksi. Rakenteessa ei todettu normaalista poikkeavia hajuja. Eristevillan alapinnasta kerättiin materiaalinäyte (M3). Näytteessä ei todettu mikrobikasvua. Rakenteet todettiin piikkimittarilla ja aistinvaraisesti tarkasteltuna kuiviksi.



Kuva 33. Rakenneavaus Ra 1.6a. Rakenteessa on höyrynsulkumuovi, joka on asennettu epätiivisti puurungon sisäverhouskipsilevyn taakse (a). Muovia ei ole tiivistetty lainkaan ikkunan runkopuun liitoksesta. Lämmöneristekerroksessa todettiin vähäistä ilmavuotoja lähinnä alapuiden välisessä tilassa. Rungon sisäpinnalla ja alaosassa oli havaittavissa pinnallista kosteusrasituksen aiheuttamaa jälkeä (c, d). Rakenteessa ei todettu normaalista poikkeavaa hajua. Runkopuun sisäpinnasta kerättiin materiaalinäyte (M5). Näytteessä ei todettu mikrobikasvua. Rakenteet todettiin piikkimittarilla tutkittuna ja eristetilan olosuhdemittauksella tarkasteltuna kuiviksi. (b).

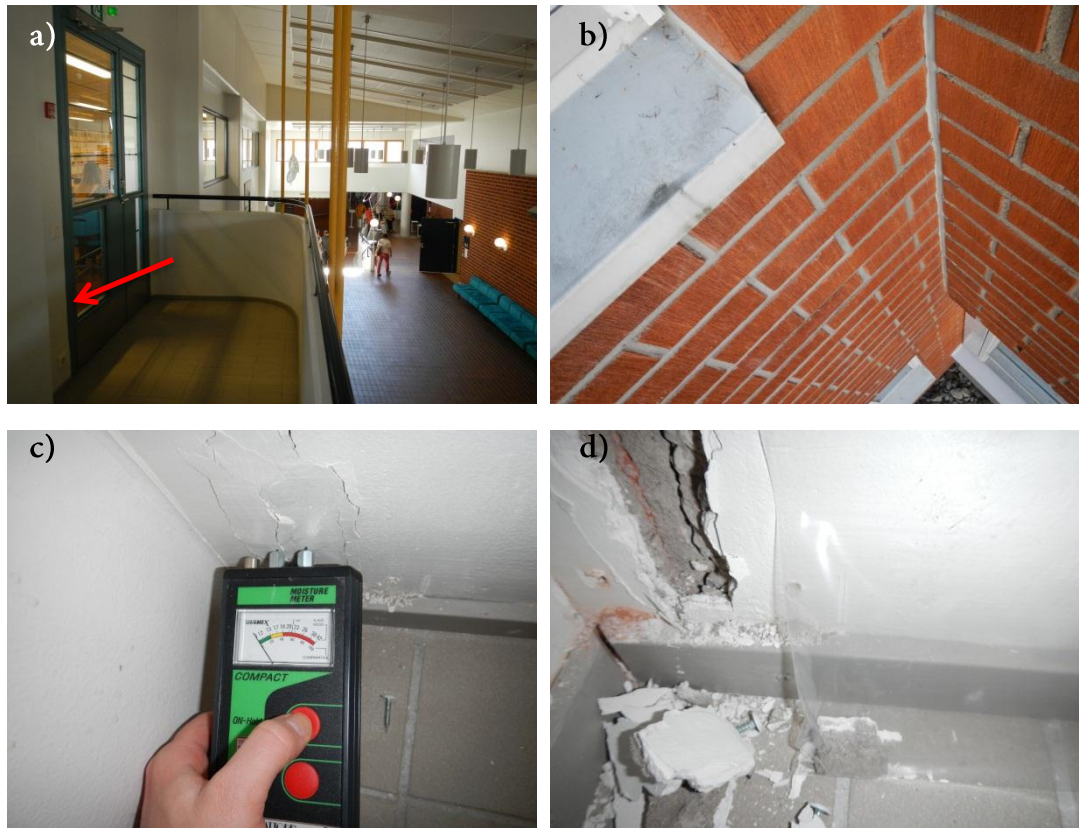


Kuva 34. Rakenneavaus Ra 1.6. Pilarin alaosassa oli havaittavissa lievää värinmuutosta ja tasoitteen irtoilua. Tasoitepinnasta kerättiin näyte mikrobianalyysiin (M4). Näytteessä ei todettu mikrobikasvua.



Kuva 35. Rakenneavaus Ra 2.1: 2. krs yläikkunat länteen, tila B214. Rakenteen höyrynsulku oli epätiiviisti asennettu (a), ja myös karmipuiden polyuretaanitiivistykset olivat paikoin epätiivit (c). Karmien sisäpinnoissa oli sinistymää (b), mutta rakenteet olivat muuten siistit ja kuivat (c, d). Ikkunan alanurkasta lämmöneristeestä ja karmipuun pinnasta kerättiin materiaalinäytteet mikrobianalyysiin (M9, M10). Näytteissä ei todettu mikrobikasvua.

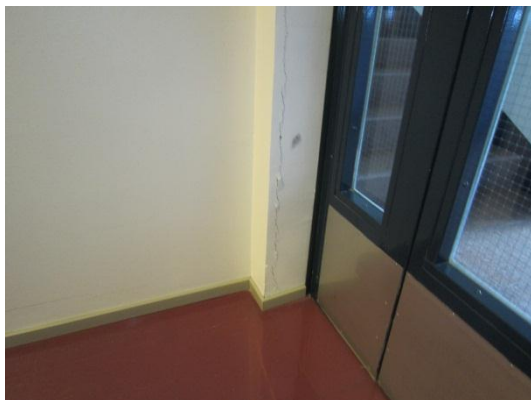
Sisäpuolisessa tarkastelussa havittiin muutamia halkeamia rakennusosien liitoskohdissa (kuvat 36-38).



Kuva 36. Rakenneavaus Ra 2.4: Ulkoseinän nurkan tasoite on halkeillut ja peitetty pelti-istalla. Tiiliseinän saumamassa on uusittu ulkopuolella vastikään (b). Tasoitteessa ei todettu kosteutta (c). Seinän alaosan tasoitteesta kerättiin materiaalinäyte mikrobialyysiin (M13). Näytteessä ei todettu mikrobikasvua (d).

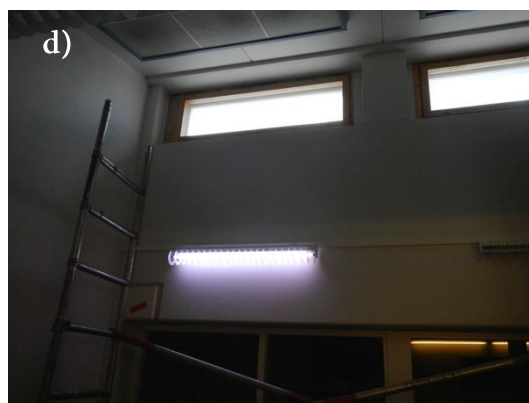
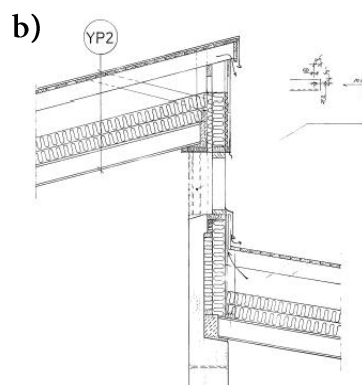


Kuva 37. Halkeama ulkoseinäpilarin ja -palkin liitoksessa 2. kerroksen ATK-luokan etuosassa.



Kuva 38. Halkeama 2. krs pilarissa/koteloinnissa ja lattiassa pohjoispäädyn portaikon edustalla. Välipohjan rakennetyyppi muuttuu ko. kohdassa.

3. kerroksen toimistohuoneiden yläikkunoiden alareunan sijainti lähellä vesikaton pintaa aiheuttaa vuotoriskin. Ikkunan kuntoa tarkasteltiin rakenneavauksesta (kuva 39).



Kuva 39. Rakenneavaus Ra 3.1: 3. krs yläikkunat itäänpäin (B323). Ikkunoiden alareunan sijainti lähellä vesikaton pintaa aiheuttaa vuotoriskin. Ikkunavälissä alakarmin pinnassa oli pölyä ja kosteusjälkiä. Sisäpinnoilla huonetilan puolella ei havaittu vuoto- tai vauriojälkiä. Ikkunavälistä irrotettiin sisäverhouskipsilevy. Materiaaleissa ei aistinvaraisesti arvioiden todettu vaurioita. Rakenteesta oli voimakas ilmavirtaus huonetilaan päin.

Ulkoseinä rakenteen kunto tarkastettiin myös 3. kerroksen länsijulkisivulta (kuva 40).



Kuva 40. Rakenneavaus Ra 3.2: 3. krs keittiötilan ikkunat länteenpäin (B302, Ra 3.2). Ikkunavälistä irrotettiin peitelista ja sen takaa tarkastettiin karmipuiden kunto ja tiivistyksen kunto ja toteutus. Rakenteessa ei todettu kosteusvauriojälkiä tai merkittäviä tiiveyspuutteita.

4.2.4 Kosteusmittaukset

Kivirakenteisten ulkoseinien alaosiin ja kantavien betonirakenteiden väliseinien alosiin tehtiin pintakosteuskartoitus. Poikkeamia ei todettu; lukemat vaihtelivat 45 - 50 välillä (ulkoseinät) ja 30 - 45 välillä (väliseinät). Ulkoseiniin tehdyistä rakenneavauksista mitattiin eristetilän ja sokkelihalkaisujen kosteudet HMP42 -mittapää ja HMI41-lukulaiteyhdistelmällä. Lisäksi tutkittiin kaikista ulkoseinien rakenneavauksista puuosien kosteus piikkimittarilla. Rakenteet todettiin kuiviksi.

Taulukko 5. Ulkoseinien hetkellisten kosteusmittausten tulokset. Mittauksia tehtiin 28. ja 29.5.2013. Taulukossa on esitetty myös lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs). Kohonneet kosteuspitoisuudet on merkitty taulukkoon lihavoituna. Lyhenteet: Ra = rakenneavauskohta.

Mittapiste	Materiaali	Mitta- pää (nro)	t (°C)	RH (%)	abs (g/m ³)
Ra 1.5 (kirjastosali) Ulkoseinä	sokkelihalkaisun yläosa	H1	19,0	55,8	9,1
Ra 1.6a (kirjastosali) Ulkoseinä	sokkelihalkaisun yläosa	H1	18,8	69,7	11,2
Ra 2.1 (B214) Ulkoseinä	ikkunavälin eriste	H1	20,7	30,6	5,5
Sisäilma, 1. krs			22,9	29,8	6,2
Ulkoilma 28.5.2013	-		24,1	29,8	6,4

4.2.5 Mikrobinäytteet

Ulkoseinärakenteista kerättiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiin kirjastosalin levytetyn ulkoseinän rakenneavauksista seinän alaosaan lämmöneristeen alaosaan (M3) ja puurungon pinnasta (M5), elementtirakenteiselta ulkoseinäosalta tiiliverhouksen takaa 1. krs seinän alaosaan lämmöneristeestä (M8) sekä 2. kerroksen ikkunaliittymästä ikkunan alanurkasta (M9) ja 2. krs ikkunan karmipuun sisäpinnasta (M10), ja 2. kerroksen seinän tasoitteesta seinän liitoksen, ja mahdollisen vesitiiveyspuutekohdan sisäpuolelta (M13). Näytteiden mikrobipitoisuudet olivat matalia, eikä kasvustoon viittaavia pitoisuuksia todettu missään näytteessä. Mikrobianalyysin analyysivastaus on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 2.

4.2.6 Ulkoseinien ilmatiiveys

Rakennusosan havaittiin paine-eroseurantalaitteistoa asennettaessa, sekä myös ilman liikkeitä merkkisavulla tutkittaessa, olevan pääosin ylipaineinen (ks. seurantamittausten tulokset). Merkkiainekokeita ei tästä syystä rakenteiden ilmapuotokohtien tutkimiseksi tehty, sillä ylipaineisessa tilassa ilmavirta on sisäilmasta rakenteeseen päin, eikä vuotoja saada näkyviin. Ilmatiiveyden osalta tarkasteltiin rakennetyyppejä ja niiden toteutusta (ks. kappale havainnot edellä).

4.2.7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tiilikuorimuurille on tyypillistä, että se läpäisee vesisateella vettä ja toisaalta kuivuu nopeasti. On tavanomaista, että ulkoseinärakenteen sisällä tapahtuu ajoittaista mikrobikasvua erityisesti eristekerroksen ulkopinnassa. Koska ulkoseinärakenne on suoraan yhteydessä ulkoilmaan, kulkeutuu ulkoseinän sisälle ilmavirtojen mukana mikrobeja. Siksi materiaalinäytteestä todettu mikrobikasvu ei aina välttämättä viittaa poikkeavaan tilanteeseen rakenteessa. Ulkoseinän sisäkuoren tulisi olla ilmatiivis, jotta rakenteessa normaalisti olevat epäpuhtaudet eivät pääse huonetiloihin. Betonisäkuori itsessään on ilmatiivis, mutta liitoskohdissa muihin rakenteisiin on tavallisesti tiiveyspuutteita, mikäli liitoskohtia ei ole erillisen tiivistyssuunnitelman mukaan tiivistetty.

Levyrakenteisissa ulkoseinissä tulisi olla höyrynsulku, joka tiiviinä rakennekerroksena estää epäpuhtauksien kulkeutumisen huoneilmaan.

Rakennuksen B-osan ulkoseinien merkittävimmät puutteet olivat kirjastosalin itäisellä peltikasettirakenteiden seinäosien lievä vaurioituminen, kosteusvaurio yhden pilarin ympäristössä ja rakenteen selvät tiiveyspuutteet. Ulkoseinärakenteen vaurioiden epäpuhtaudet saattavat kulkeutua kirjastosalin ja siten heikentää sisäilman laatua.

Kirjastosalin ikkunoiden alapuolella olevat peltikasetit tulisi irrottaa ja niiden takana olevien vanerien ja lämmöneristeiden kunto tarkistaa ja tarvittaessa uusien materiaaleja. Samalla on suositeltavaa uusien rakenteiden sisäpuolelta siten, että sisäkuoren ilmatiiveyttä parannetaan asentamalla tiivis höyrynsulkukerros. Lisäksi tulee tarkistaa julkisivupellitysten liitosten vedenpitävyys.



Kirjastosalin pilarin vieren vaurioalueella puurakenteiden puhdistus ja eristekerrosten purkaminen (mukaan lukien pilarin ja tiiliverhouksen välissä oleva lämmöneriste) ja korvaaminen puhtailla eristeillä ja sisäpinnasta tiiviillä rakenteella on suositeltavaa em. levyrakenteiden kunnostuksen yhteydessä. Samalla suositellaan muiden pilarien vierillä peitelistöjen irrotusta, rakenteiden tarkastusta mahdollisten vaurioiden varalta, sekä tarvittaessa edellä listattuja korjaustoimenpiteitä.

Rakennuosan pohjoispäädyn puurunkoisilla ja sisäpuolelta levyverhoiluilla osilla todettiin ilmatiiveyspuutteita. Rakenteissa havaittiin vanhoja, lieviä kosteusjälkiä ja ilmavuotojälkiä, mutta mikrobivaurioita ei todettu. Ilmatiiveyspuutteet näillä seinäosilla eivät todennäköisesti aiheuta merkittäviä epäpuhtauspäästöjä sisäilmaan, eivätkä siten edellytä toimenpiteitä.

Betonielementtirakenteissa ulkoseinissä (mm. työhuoneet) ei todettu viitteitä ulkoseinärakenteiden vaurioihin. Betonirakenteiset sisäkuoret ja tiilijulkisivut olivat hyvässä kunnossa, eikä tiilipinnoissa todettu kosteusvauriojälkiä. Betonisokkelien alaosissa havaittiin paikoin kalkkisuodosta, joka viittaa poikkeavaan kosteusrasitukseen. Ulkoseinärakenne ja sen liitos sokkeliin on rakenneavauksen perusteella kuitenkin kunnossa ja kosteusteknisesti toimiva eikä lievä poikkeava kosteusrasitus sokkeliin todennäköisesti aiheuta ongelmia.

Ulkoseinissä havaittiin useissa sisäpuolisissa rakenneavauksissa puuosien pinnallista pistemäistä sinistymää. Ko. kohdista otetuissa materiaalinäytteissä ei kuitenkaan todettu poikkeamia mikrobistossa, mikä viittaa siihen, että kyseiset jäljet ovat hyvin vanhoja, mahdollisesti rakennusaikaisia. Puuosien sinistymäjäljillä ei oletettavasti ole merkittävää vaikutusta sisäilman laatuun.

Ikkunoissa todettiin huoltotarvetta, ja tiiveyspuutteita sekä ulko- että sisäpuolisissa liitoksissa. Ikkunapellitykset tulee liittää tiiviisti ikkunan karmi- ja seinärakenteisiin ikkunoiden huoltokorjauksen yhteydessä esim. elastisella massalla.

Rakennuksen ulkopuolella todettiin tiiveyspuutteita mm. tiilijulkisivun läpiviennissä. Liitokset ja läpiviennit tulee käydä läpi ja tiivistää. Muutamien kohdin puutteellinen sadevedenohjaus kastelee sokkeleita. Vedet tulisi ohjata syöksytorvilta sadevesikaivoihin siten, että ne eivät pääse kastelemaan julkisivuja.

4.3 Välipohjat ja alakatot

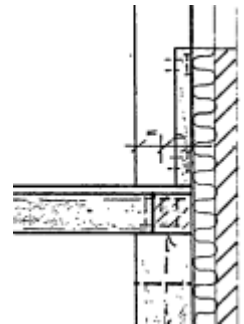
4.3.1 Yhteenvedo rakenneosasta

Aistinvaraisten havaintojen mukaan välipohjien lattianpäällysteet ovat hyvässä tai tyydyttävässä kunnossa ja lattiat ovat kuivat. Lattiapäällysteisiin on kohdistunut jossain vaiheessa todennäköisesti pesuvesien aiheuttamaa kosteusrasitusta, joka on lievästi vaurioittanut tasoitetta ja kiinnitysliimaa. Päällysteiden uusiminen liima- ja tasoitekerrosta myöten on suositeltavaa seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Lisäksi suosittelemme lattiassa olevien sähkökoteloiden imurointia vuosittain.

Alakattotiloissa havaittiin paikoin runsaasti pölyä ja mahdollisia kuitulähteitä. Alakattotilojen siivous ja pölyntyneiden mineraalivillaeristekaistojen uusiminen tai puhdistus on suositeltavaa.

4.3.2 Rakenne

Rakennuksen välipohjat ovat ontelolaattarakenteiset. Suunnitelmien mukaan ontelolaataston päälle on valettu noin 50 mm paksu pintabetonilaatta. Välipohjan rakenne ja liittyminen kantavaan pilari- palkkirunkoon ja ulkoseinään on esitetty viereisessä kuvassa.

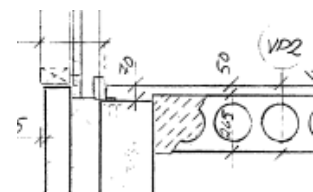


Väestönsuojan päällä oleva välipohjan rakenne todettiin huoneeseen B108 tehdystä rakenneavauksesta ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraavanlaiseksi:

- kvartsivinyyylilaatoitus
- teräsbetonilaatta 200 mm
- kevytsorabetoni tai kevytsora
- teräsbetonilaatta (ei läpäisty)

Kellaritilojen päällä oleva välipohjan rakenne (VP2) on suunnitelmien mukaan ylhäältä alaspäin seuraavanlainen:

- lattiapäällyste (kvartsivinyyylilaatoitus)
- pintavalu 50 mm
- ontelolaatta 265 mm
- kattopinnoite.



Välipohjien pintamateriaalina on kvartsivinyyylilaatoitus lukuun ottamatta WC- tiloja ja siivouskomeroita, joissa on muovimatto.

Laskettujen kattojen (alakatot) materiaalina on 1. ja 2. kerroksen käytäväalueilla ja kirjastosaliin liittyvissä työtiloissa valkoiseksi tai siniseksi maalattua metalliritilää ja 3.

kerroksen käytäväalueilla metallirunkoon asennettuja tekstiilipintaisia mineraalivillalevyjä. Luentosalien ja 3. krs ATK-luokkatilojen alakatot ovat kipsilevyrakenteiset. Kattojen alaslaskutiloissa kulkee IV-kanavia ym. talotekniikkaa. Rakennuksen länsipuolen erillisissä työhuoneissa, sekä kirjastosalin katossa on suoraan ontelolaattarakenteisen väli-/yläpohjarakenteen maalattuun pintaan kiinnitettyjä akustointilevyjä.

4.3.3 Havainnot

Lattioiden pintamateriaalit olivat päällisin puolin hyvässä tai tyydyttävässä kunnossa. Lattiapäällysteenä olevat kvartsivinyylilaatat olivat ehjiä ja pääosin hyvin kiinni alustassa. Wc-tilojen muovimatot olivat ehjiä (kuva 41). Pintakosteuskartoituksessa ja päällysteen alle tehdyissä viiltomittauksissa lattiarakenteet todettiin kuiviksi.



Kuva 41. Wc- ja siivoussuon lattiapäällyste on muovimattoja. Maton reunat oli nostettu seinille ja saumat olivat ehjät. Kuvat 3. krs tiloista.

Lattiapäällysteenä olevia kvartsivinyylilaattoja irrotettiin päällysteen alapuolisen liimakerroksen kunnan tarkastamiseksi 2. kerroksen toimistohuoneesta 210 ja käytävältä huoneen 211 edustalta (Ra 2.10, kuva 42).



Kuva 42. Huoneen B210 lattiapäällystettä irrotettiin alustan kunnan tarkastamiseksi (Ra 2.10). Liimakerros oli reuna-alueilla kellertävää, mutta selviä, poikkeavia hajuja ei havaittu. Tasoitekerroksessa oli havaittavissa pieniä kuplien aiheuttamia koloja.

Välipohjarakenteessa havaittiin halkeama 2. kerroksen pohjoispäädyn sisäänkäynnin edustalla (kuva 43). Kohdassa välipohjan rakennetyyppi vaihtuu ontelolaatasta paikallavalettuun teräsbetoniilaattaan.



Kuva 43. Pohjoispäädyn rappukäytävän ovien edustalla on halkeama pilarin/koteloinnin kyljessä ja välipohjalaatassa.

Huoneen B214 koiratutkimuksessa merkitty lattian sähkökotelo tarkastettiin luukusta. Kotelossa oli pohjalla roskaa ja likaa, muttei muita poikkeamia (kuva 44).



Kuva 44. Sähkökotelo huoneen 214 lattiassa.

Välipohjien alaisten laskettujen kattojen materiaalina on maalattua metalliritilää. 2. kerroksen huoneen B206 alakattoritulikössä havaittiin kosteusjälkiä (kuva 45). Alakattotiloissa todettiin paikoin mineraalivillalla eristettyjä vesiputkia. Pinnoittamattomista villapinnoista saattaa irrota ärsytysoireita aiheuttavia mineraalivillakuituja sisäilmaan. Lisäksi alakattojen päällä olevien pussitettujen mineraalivillakaistojen päät olivat monin paikoin auki, ja pussien päällä on runsaasti pölyä (kuva 46).



Kuva 45. Taukotilan B206 ulkoseinänurkassa havaittiin kosteusjälkeä alakatossa ja valumajälkiä tilan B204 vastaisella seinällä. Alakattotilassa ei havaittu vauriojälkiä tai vuodon lähdettä.



Kuva 46. 1. krs ritiläalakattojen päällä on muovipussitettua mineraalivillaa. Alakattotiloissa oli monin paikoin suojaamattomia villaeristettyjä putkia ja runsaasti pölyä.

4.3.4 Kosteusmittaukset

Lattiapinnat kartoitettiin pintakosteudenosoittimella. Välipohjien lattiapäällysteiden alle mattoliimaan tehtiin viiltomittauksia kirjastosalissa, toimistohuoneissa B108, B209, B210, sekä ATK-luokan B220 edustalla lähellä kattovuotoaluetta. Pintakosteuskartoituksessa ja päällysteen alle tehdyissä viiltomittauksissa lattiapinnat todettiin kuiviksi. Ensimmäisen kerroksen väestönsuojan (VSS) kevytsoratäytön kosteusolosuhteet tutkittiin eristetilamittauksella. Täyttö oli kuiva. Mittaustulokset on esitetty taulukoissa 6 ja 7. Mittauspisteiden sijainti on esitetty liitteen 1 pohjakuvassa.

Taulukko 6. Välipohjarakenteiden viiltomittausten tulokset. Taulukossa on esitetty myös lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittapiste	Materiaali	Mitta- pää (nro)	t (°C)	RH (%)	abs (g/m ³)
V4 (B108)	sisäilma	H10	23,4	35,7	7,4
VSS yläp.	kvartsivinyylilaatta	H12	23,2	47,0	9,8
V5 (B108)	sisäilma	H10	23,4	35,7	7,4
VSS yläp.	kvartsivinyylilaatta	H11	23,7	37,8	8,1
V7 (kirjastosali) kell. yläp.	sisäilma	H10	22,6	35,3	7,1
	kvartsivinyylilaatta	H12	22,7	36,0	7,2
V8 (B220 edusta)	sisäilma	H0	23,3	33,4	7,0
	kvartsivinyylilaatta	H11	23,0	31,3	6,5
V9 (B210)	sisäilma	H11	25,2	30,8	7,2
	kvartsivinyylilaatta	H0	25,8	49,2	11,8
V10 (B209)	kvartsivinyylilaatta	H22	25,4	43,3	10,2

Taulukko 7. Väestönsuojan katon eristetilän olosuhdemittauksen tulokset. Taulukossa on esitetty myös lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittapiste	Materiaali	Mitta- pää (nro)	t (°C)	RH (%)	abs (g/m ³)
Ra 1.12 (B108)	sisäilma	H3	24,6	26,6	6,0
	VSS katon täyttö	H4	22,5	36,3	7,3

4.3.5 Mikrobinäytteet

Huoneen B210 lattiapäällysteestä kerättiin näyte mikrobialyysiin (M15). Näytteenottoa varten laatan yläpinta pyyhittiin kevyesti desinfioivalla etanoliliuoksella pinnallisen lian poistamiseksi. ja etanolin annettiin haihtua ennen näytteenottoa. Näytteessä ei todettu mikrobikasvustoa.

4.3.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Aistinvaraisten havaintojen mukaan välipohjien lattiapäällysteet ovat hyvässä tai tyydyttävässä kunnossa ja lattiat olivat kuivat. Lattiapäällysteisiin on kohdistunut jossain vaiheessa pesuvesien aiheuttamaa kosteusrasitusta, joka on lievästi vaurioittanut tasoitetta ja kiinnitysliimaa. Vaurioiden sisäilmavaikutukset ovat todennäköisesti erittäin vähäisiä, mikäli tilojen ilmanvaihto on riittävä. Päällysteiden uusiminen liima- ja tasoitekerrosta myöten on kuitenkin suositeltavaa esim. seuraavan

peruskorjauksen yhteydessä. Lisäksi suosittelemme lattian sähkökoteloiden puhdistamista vuosittain. Liikaa vedenkäyttöä tulee välttää kaikessa siivouksessa.

Lattiapinnoissa olevat halkeamat ovat syntyneet rakennusosien liitoskohtiin. Liitoksissa olisi hyvä olla elastinen liikuntasärmä paitsi ulkokuoressa myös sisemmissä rakenneosissa. Havaitut halkeamat ovat kuitenkin vähäisiä, eivätkä edellytä toimenpiteitä.

4.4 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

4.4.1 Yhteenvedo rakenneosasta

Tarkastetut rivipeltikatot ja kattovarusteet olivat pääosin hyväkuntoisia eikä niissä havaittu merkittäviä puutteita. Vesikattorakenteissa on kuitenkin kattolyhtyjen kohdalla paikallisia, merkittäviä vedenpitävyyspuutteita, jotka ovat aiheuttaneet laaja-alaisia kosteusvaurioita kirjaston kattoon. Vauriot tulee korjata erillisen suunnitelman pohjalta nopealla aikataululla. Samalla suositellaan yläpohjarakenteessa todettujen ilmatiiveyspuutteiden korjaamista tiivistämällä mm. ontelolaattojen saumat. Samassa yhteydessä on suositeltavaa tiivistää vesikatteessa todetut paikalliset vesitiiveyspuutteet mm. ylösnostojen kohdalla.

Tällä hetkellä suoraan vesikatteen päällä lepäävän jäähdytinsäikön tukevampaa asennusta yläpohjan ontelolaatan päälle tuettuun kannatuskehikkoon suositellaan seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Vesikatteen uudelleenpinnoittaminen on ajankohtaista noin 10...15 vuoden kuluttua.

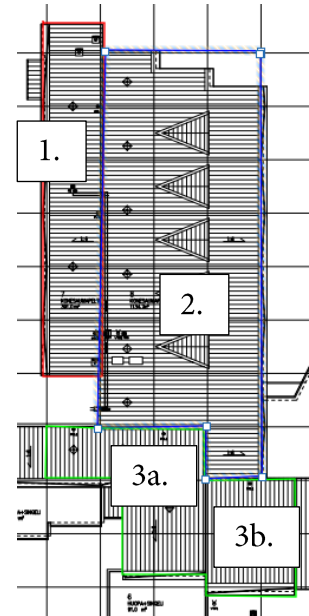
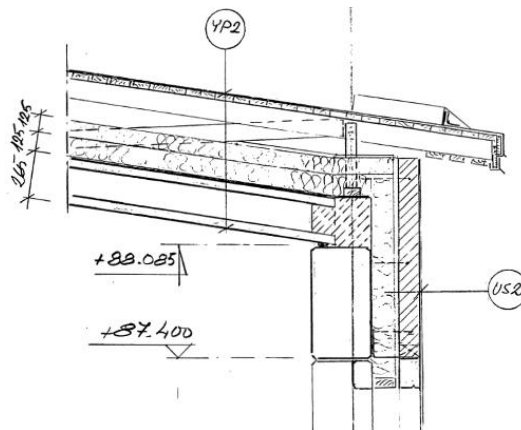
Kolmannen kerroksen alakattojen mineraalivillaisten akustolevyjen mahdollinen pinnoitus tulee tarkistaa ja tarvittaessa pinnoittaa levyt.

4.4.2 Rakenne

Rakennetyypit tarkastettiin korjaussuunnittelussa tarvittavia lähtötietoja varten.

Alla olevissa kuvissa on esitetty vesikaton tarkasteluissa käytetty katto-osien jako sekä alkuperäinen vesikatto- ja yläpohjarakenne.

1. Länsilape (punainen)
2. Itälape (sininen)
3. Etelälape (vihreä; a=länsipuoli, b=itäpuoli)



B-siiven peltikatoilla on havaintojen ja lähtötietojen mukaan ylhäältä alaspäin seuraava vesikatto- ja yläpohjarakenne:

- pinnoitettu, konesaumattu rivipeltikatto
- harvalauditus 25 x 95 mm
- korokepuut 50 x 50 mm
- vanha peltikate
- harvalauditus
- (aluskate, valkoinen kudottu muovikalvo)
- puiset kattokannattajat
- ilmatila n. 500 mm
- mineraalivillalevyt 2 x 125 mm
- höyrynsulku, muovikalvo
- ontelolaatat
- kattopinnoite tai alakattorakenne

Vanhan vesikaton alla ei länsi- ja itälappeilla ainakaan pääsääntöisesti pääsääntöisesti ole aluskatetta. Kate todettiin vain etelälappen länsipuolella.

Yläpohjien ontelolaattoihin on kirjastosalissa ja työhuoneissa asennettu tekstiilipintaiset akustiikkalevyt jotka on liimattu suoraan kattoon ja reunat on kierretty puulistoilla. Käytävillä on metalliritilä-alakatot pois lukien 3. kerroksen työhuoneiden välinen käytävä, jolla on mineraalivillaiset, tekstiilipintaiset alakattolevytykset.

4.4.3 Havainnot

Vesikattorakenteita tarkasteltiin vesikatoilla silmämääräisesti ja rakenneavausten avulla. Matalat yläpohjien ontelotilat tarkastettiin kattoluukkujen kautta.

Rivipeltikatat

B-siiven rivipeltikattoja on uusittu osittain noin vuonna 2008, jolloin alkuperäinen vesikattorakenne on osittain tai kokonaan jätetty uuden vesikatteen alle. Alkuperäisen rivipeltikatteen päälle on asennettu korotuspuut, harvalaudoitus ja uusi konesaumattu rivipeltikate. Peltikattojen kaltevuus on noin 1:6 ja länsilapteen korkeamman toimistosiiiven vesikaton kaltevuus on noin 1:4 (kuva 47).

Vesikate havaittiin tarkastetuilla katoilla hyväkuntoiseksi. Kaksinkertaiset hakasaumat ovat tiiviit, läpivientien pellitykset on tehty hyvin ja peltikatteen pinnoite on pääosin hyväkuntoinen. Paikoitellen havaittiin pinnoitteen rikkovia naarmuja ja pellin likaantumista. Pellitysten ylösnostojen kohdalla havaittiin paikoitellen sauman rikkoutuneen taitoskohdassa ja reikiä oli paikattu kitillä (kuvat 48). Pellityksen ylösnoston liitoskohtaan julkisivupintaan on asennettu ohuelti kittiä, joka on paikoin haurastunut ja ylösnosto ei liity tiiviisti tiiliverhoukseen (kuva 49). Peltikatoille on asennettu alipainetuulettimia vanhan ja uuden peltikatteen välisen tilan tuulettamiseksi.



Kuvat 47 a ja b. B- siiven peltikattoja. Vasemmalla kuvassa etelälapteen loivempia 1:6 peltikattoja ja oikealla kuvassa on jyrkempikattoinen 1:4 länsilape.



Kuvat 48 a ja b. Vasemmalla kuvassa ylösnosto, jossa sauman taitoskohdan reikää on kitattu massalla. Oikealla vesikate, joka on hieman likaantunut sauman kohdalta.



Kuva 49. Uuden peltikatteen ylösnosto ei liity tiiviisti tiiliverhoukseen. Vanhan vesikatteen ylösnosto kuitenkin suojaa tiiliseinää. Kohdassa ei havaittu viitteitä julkisivuun kohdistuvasta korkeammasta kosteusrasituksesta.

Länsilapteen räystäällä havaittiin sinistyneitä puuosia (kuva 50), jotka olivat kuitenkin lujia ja kovia. Vesikattojen yläpohjatilat tuulettuvat räystääiden kautta. Räystäälle on asennettu eläinverkko.



Kuvat 50 a ja b. Kuvissa länsi- ja itälape. Länsilapteen räystäällä havaittiin sinistyneitä puuosia. Puuosat havaittiin lujiksi.

Lähtötietojen mukaan B-siiven kirjaston kohdalla sijaitsevien kattolyhtyjen kohdalla on havaittu useana vuotena vesikattovuotoja. Kattolyhtyrakenteiden vedenpitävyyttä

selvitettiin rakenneavauksin, joissa havaittiin kattolyhdyn ikkunarakenteen ja vesikatteen liitoskohdan vedenpitävyyden olevan vesikattopellityksen varassa (kuva 51-52). Ikkunoiden kohdalla rakenteissa havaittiin vähäisiä valumajälkiä ja ikkunan karmirakenteissa havaittiin jälkiä pitkään jatkuneesta kosteusrasituksesta. Ikkunoiden puuosien maalipinta on hilseillyt ja ikkunalasien väliin on kertynyt roskaa (kuva 52). Kattolyhtyjen peltikatteen alla on havaintojen mukaan hauras bitumikermi-aluskate, joka ei liity tiiviisti ikkunarakenteisiin (kuva xx). Bitumikermi-aluskate on kiinnitetty mekaanisesti nauloilla kattolyhtyjen puurakenteisiin. Kattolyhtyjen puurakenteet olivat havaintojen mukaan hyväkuntoisia ja lujia. Kattolyhtyjen sisäpuolisia vuotoja on käsitelty jäljempänä.



Kuva 51. Kirjaston kohdalla olevien kattolyhtyjen pellitysten toteutuksen ja vedenpitävyyttä selvitettiin rakenneavauksin.



Kuva 52. Kuvassa a) näkyy kattolyhdyn ja ikkunarakenteen liitoskohta. Kuvassa b) on lähikuva bitumikermi-aluskatteesta, joka ei liity tiiviisti ikkunarakenteeseen. Kuvassa c) on ikkunan ja vesikaton liitoskohta pellityksen poistamisen jälkeen. Liitoskohdan vedenpitävyys on pellityksen varassa. Kuvassa d) on kattolyhdyn ikkunarakenne, jonka puuosien pinnoitukset hilseilevät.

Vesikaton tarkastusluukkujen kohdalla havaittiin puurakenteissa vähäisiä kosteusjälkiä. Aluskate ei liity tiiviisti kattoluukkuihin. Aluskate on asennettu kattokannattajien väliin kevyesti roikkumaan (kuva 53). Aluskatteen liittymistä vesikaton läpivienteihin ei voitu todentaa. Todennäköisesti läpiviennit on toteutettu samalla tavalla kuin A-, D-, ja E-siivissä, eli aluskate ei liity tiiviisti läpivientiin. Länsilappeella ja itälappeella ei ole aluskatetta (kuva 54). Kaikki yläpohjatilat olivat siistit ja kattoluukkujen kautta tarkasteltuna rakenteet olivat aistinvaraisesti arvioiden kuivat ja puuosat hyväkuntoisia. Kattoluukkujen puuosissa oli paikoin kosteusvaurioita. Aluskatteettomalla etelälappeen länsipuoliskolla havaittiin vähäistä tummentumaa puuosissa. Yläpohjatiloiissa havaittiin paikoitellen rakennusjätettä. Lämmöneristeenä on mineraalivillalevyjä, jotka on asennettu tiiviisti limittäen. Lämmöneristeen alle on asennettu suunnitelmien mukainen höyrynsulkumuovi (kuva 55).

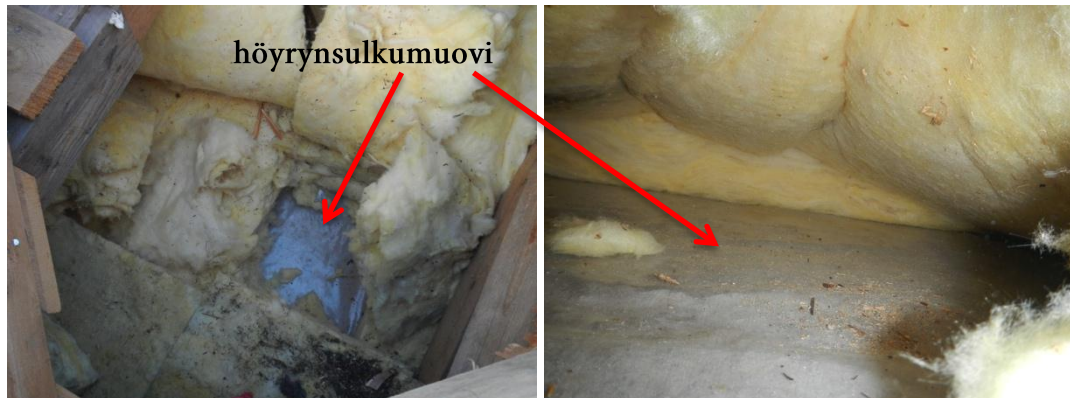


Kuva 53. Yläpohjien ontelotiloissa havaittiin rakenteiden olevan hyväkuntoisia ja kuivia. Ontelotiloissa on paikoitellen rakennusjätettä, kuten vasemmanpuoleisessa kuvassa.



Kuva 54. Länsilappeella ei ole aluskatetta. Tarkastusluukkujen kohdalla rakenteet havaittiin hyväkuntoisiksi ja kuiviksi.





Kuva 55. Lämmöneristekerroksen alla todettiin olevan höyrynsulkumuovi kaikilla lappeilla. Tarkastetuissa kohdissa ei havaittu viitteitä vuodoista. Vasemmanpuoleinen kuva on länsilappeelta ja oikeanpuoleinen kuva on etelälappeelta.

Peltikattojen päälle asennetut vesikattovarusteet ovat hyväkuntoisia ja ne on kiinnitetty paikoilleen vesikatetta läpäisemättä (kuva 56). Kaikilla lappeilla on lumiesteet sekä kattoportaatt. Länsilappeelle johtavissa kattotikkaissa on ruostetta. Itälappeelle on asennettu jäähdytysyksikkö suoraan peltikatteen päälle puukehikon varaan (kuva 56). Kattolyhtyjen kohdalla on sulanapitokaapelit. Vesikattojen vedenpoisto on toteutettu johtamalla vedet syöksytorvien kautta joko suoraan rännikaivoihin tai loiskekupin kautta ohjaten piha-alueen sadevesikaivolle.



Kuva 56. Vasemmalla suoraan vesikatteen päälle asennettu jäähdytinkoneyksikkö. Oikealla kuvassa hyväkuntoiset kattoportaatt, jotka on kiinnitetty puristuskiinnikkeillä hakasaumoihin peltikatetta rikkomatta.

Vesikaton alapuolisissa kattopinnoissa todettiin jälkiä laaja-alaisista kattovuodoista kattolyhtyjen läheisyydessä. Lisäksi havaittiin ilmavuotojälkiä yläpohjan liitos- ja läpivientikohdissa (kuva 57). Muutoin kattopinnat ja alakattotilat olivat pääosin hyvässä tai tyydyttävässä kunnossa, joskin alakattotiloissa todettiin runsaasti pöyä ja mahdollisia kuitulähteitä.



Kuva 57. Kirjastosalin katossa todettiin kosteusvauriojälkiä kattolyhtyjen alapuolella (1) ja ilmavuotojälkiä akustolevyissä ontelolaattasaumojen ja läpivientien/kiinnitysten kohdilla (2). Yläpohja on rakennuosan sivuilla ontelolaattaa, ikkunalyhtyjen välissä on suuret laattaelementit. Ikkunalyhtydyt ovat teräsrunkoiset, sisäpuolelta kipsilevyverhoillut ja päältä vaneroidut/laudoitetut ja pellitetyt. Vesivuotojälkiä oli ikkunalyhtyjen alaosassa ja niiden alapuolella kuvassa vasemmalla näkyvissä 2. krs tiloissa.

Kirjastosalin katossa havaitut vaurioalueet on merkitty liitteen 1 pohjakuvaan. Vaurioita oli korjattu, ja useat vauriokohdat havaittiin vuotoriskikohdissa olevan uuden maalipinnan perusteella (kuva 58). Sisäpuolisista jäljistä päätellen kaikki viisi kirjaston katossa olevaa suurta ikkunalyhtyä ovat vuotaneet jossain vaiheessa sivuistaan kattorakenteeseen.

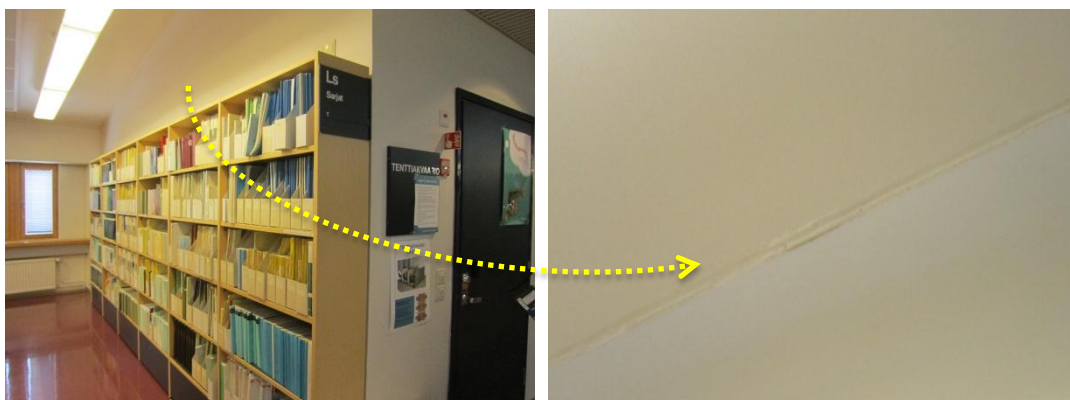


Kuva 58. Vuotovaurioiden korjaus-/pällemaalausjälkiä kirjastosalin ja aulan katossa.

Vuotovedet ovat valuneet kattoikkunoiden pellistyksistä yläpohjan ontelolaattojen päällä ja laattojen liitoksista edelleen huonetilaan. Vuotojälkiä oli havaittavissa mm. lasiseinäisen lukusalin ja kirjastosalin katon tekstiilipintaissä akustolevyissä (kuvat 59 - 60).



Kuva 59. Kosteusvauriojälkeä lukusalin katon akustolevyissä.



Kuva 60. ATK-luokan (B220) ulkopuolella seinä-kattoliitoksessa oli kittaus ja maali pussilla. Vaurio on aiheutunut veden pääsystä rakenteeseen.

Ikkunalyhdyn rakenteen toteutus ja kunto tarkastettiin rakenneavauksesta ATK-luokan edustalta kattolyhdyn alanurkasta (Ra 2.3, kuva 61). Rakenne oli sisältä ulospäin lueteltuna: erikoiskova kipsilevy - höyrynsulkumuovi - puukoolaus ja mineraalivilla n. 200 mm – pellitys (ei läpäisty). Eristetilan suhteellinen kosteus oli huoneilman kosteuden tasolla. Rakenteesta kerättiin mikrobinäytteet analyysiin. Sekä kipsilevyssä että eristevillassa todettiin mikrobikasvustoa.

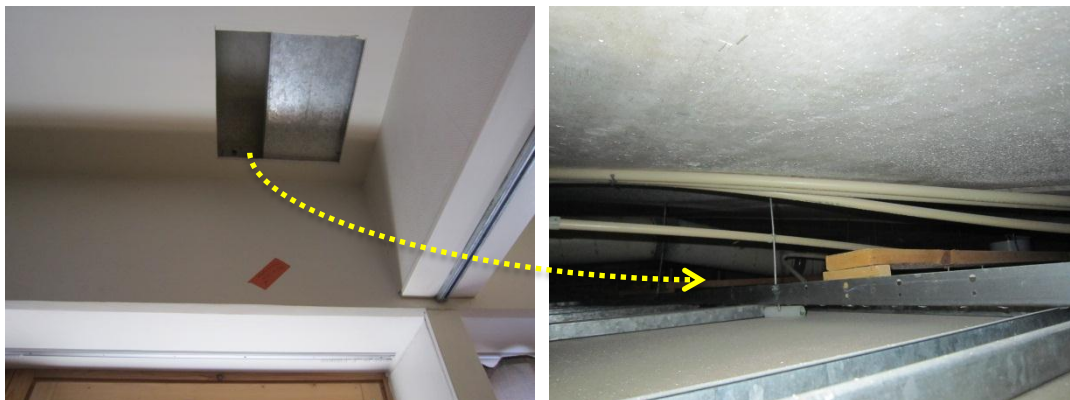


Kuva 61. Rakenneavaus Ra 2.3 eteläpuolimmaisen kattolyhdyn alanurkkaan. Puuosissa todettiin aistinvaraisesti arvioiden lievää homekasvua pinnalla. Eristevilloissa oli voimakasta tummentumaa. Rakenne oli tutkittaessa kuiva. Sisäkipsilevyssä todettiin vain lieviä kosteusjälkiä. Avauksesta kerätyissä materiaalinäytteissä (M11 ja M12, kipsilevyn takapintaa ja mineraalivillaa) todettiin mikrobikasvustoa.

Vuotoalueen lähellä sijaitsevien huoneiden alakattotiloja tarkastettiin tarkastusluukkujen ja rakenneavausten kautta (Ra 2.5, 2.6, 2.7, 2.8). Rakenneliittymissä ei ollut havaittavissa vuoto- tai vauriojälkiä. Ontelolaattojen alapintojen vedenpoistoreikien ympärillä oli paikoin vanhoja valumajälkiä. (Kuvat 62-63).



Kuva 62. ATK-luokka B220:n nurkan alakaton tarkastusluukku avattiin. Luukun kautta ei todettu vuoto/kosteusvauriojälkiä. Luukusta havaittiin kellertäviä valumajälkiä ontelolaattojen porausreikien ympärillä (rakennusaikaisia jälkiä).



Kuva 63. ”Tenttiakvaarion” (B221) alakaton tarkastusta varten tehtiin avaus alakaton kipsilevyyn (Ra 2.6). Avauksen kautta ei todettu vauriojälkiä.

Alakattotiloja tarkastettiin useista paikoista 2. ja 3. kerroksesta mahdollisten kattovuotojen havaitsemiseksi (kuvat 64-65). Tarkastuskohdat on merkitty liitteen 1 pohjakuviin. Viitteitä kattovuotoihin ei havaittu.

Metalliritilä-alakattojen päällä todettiin runsaasti pölyä. Ritilän päällä on muovitettuja mineraalivillakaistoja, joiden päät ovat paikoin avoinna. Alakattotiloissa havaittiin runsaasti tiivistämättömiä tai puutteellisesti tiivistettyjä läpivientejä väli- ja yläpohjapohjarakenteiden läpi. Läpivienneissä oli paikoin käytetty tiivisteinä suojaamatonta mineraalivillaa. Lisäksi 3. kerroksen käytävän alakattomateriaalina on käytetty yläpinnasta todennäköisesti pinnoittamatonta mineraalivillalevyä. Pinnoittamattomista villapinnoista saattaa irrota ärsytysoireita aiheuttavia mineraalivillakuituja sisäilmaan. Myös 3. kerroksen alakattolevyjen alapinnat vaikuttivat pölyisiltä.



Kuva 64. Alakattojen tarkastuksia 2. ja 3. kerroksessa. Avausten kautta ei todettu vuoto-/kosteusvauriojälkiä. Alakattoritilöiden päällä oli muovitetut mineraalivillakaistat, joiden päällä oli runsaasti pölyä ja joiden päät ovat paikoin auki.



Kuva 65. 3. krs alakattoa työhuoneiden välisellä käytävällä. Alakattolevy on mahdollisesti pinnoittamatonta mineraalivillaa.

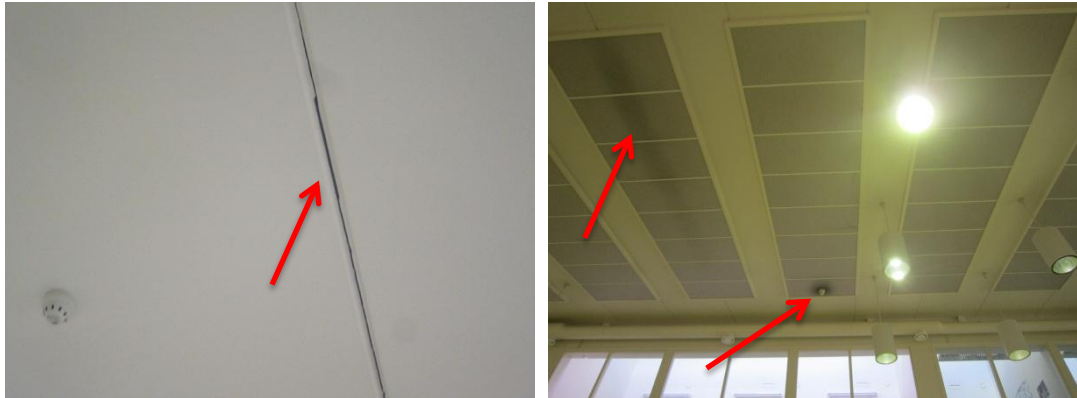
Yläpohjan ontelolaattasaumat ja läpiviennit ovat osin puutteellisesti tiivistettyjä; mm. ontelolaattasaumoissa oli monin paikoin havaittavissa selvä rako. Tällaisissa saumakohdissa, ja samoin ontelolaattojen läpivientikohdissa oli havaittavissa voimakasta ilmavuotojen aiheuttamaa tummentumaa huokoisissa akustointilevyissä (kuvat 66-68). Levyt olivat muutoin siistissä kunnossa, joskin paikoin kellastuneita. Akustolevyissä oli myös tuloilmanvaihdon ilmasuihkun aiheuttamia tummentumia (kuva 69).



Kuva 66. tiivistämätön putkiläpivienti yläpohjaan huoneessa B305.



Kuva 67. Ilmavuotojälkeä akustolevyissä aulatilán katossa.



Kuva 68. Tiivistämätön ontelolaattasauma ja ilmavuotojälkeä 2. kerroksen katoissa kirjastosalissa.



Kuva 69. Tummentumaa akustolevyissä tilan B330 katossa. Jälki ei ole ilmavuodon aiheuttama, vaan on syntynyt tuloilmasuihkun osumisesta kattolevyyn. Tuloilman pääte-elin näkyy kuvassa vasemmalla seinällä. Ilmasuihku aiheuttaa nokihiukkasten kiinnittymisen huokoiseen pintaan. Vastaavia jälkiä oli useimmissa työhuoneissa. Jäljet eivät edellytä toimenpiteitä.

4.4.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Tarkastetut rivipeltikatot ja kattovarusteet olivat pääosin hyväkuntoisia eikä niissä havaittu merkittäviä puutteita. Vaikka länsilapulta puuttuu aluskate, vesikattorakenne on ilmeisen vedenpitävä vesikaton jyrkkyyden vuoksi. Jyrkälle katolle ei lammikoidu vettä, joka voisi tunkeutua hakasaumojen kautta peltikatteen alle. Loivempi etelälape on havaintojen mukaan ollut riittävän vedenpitävä. Vesikattorakenteissa on paikallisia, merkittäviä vedenpitävyyspuutteita kattolyhtyjen kohdalla. Lisäksi vesikatteessa on paikallisia epätiiveyskohtia ylösnostojen kohdalla, joiden kautta voi kulkeutua vettä peltikatteen alle viistosateella tai jos peltikatteen päälle padottuu vettä. Yläpohjan ilmatila tuulettuu riittävästi räystäiden tuuletusaukkojen kautta. Alkuperäisen ja uuden peltikaton välinen tila tuulettuu riittävästi alipainetuulettimien ja räystäällä olevan tuuletusraon avulla.

Yläpohja on tyypillisesti ylipaineinen, eli ilmavirran suunta on huonetiloista yläpohjan ilmatilaan päin. Ontelolaattojen päälle asennettu höyrynsulku vähentää huonetiloista

ilmavirtojen mukana liikkuvan kosteuden siirtymistä yläpohjatilaa. Yläpohjassa on riittävästi lämmöneristystä ja siten yläpohjarakenteen läpi ei tapahdu haitallista lämpövuotoa huonetiloista yläpohjan ilmatilaan.

Suoraan peltikatteen päälle asennettu jäähdytysyksikkö rasittaa vesikatetta. Talviaikaan jäähdytin yksikkö saattaa peittyä lumeen.

Ensisijaisesti suosittelemme parantamaan kattolyhtyrakenteiden vedenpitävyyttä ja poistamaan rakenteiden kosteusvaurioituneet materiaalit. Kattolyhtyjen korjaus vaatii erillisen korjaussuunnittelun. Suosittelemme liittämään peltikatteen ylösnostot tiivistä julkisivuun. Lisäksi suosittelemme korjaamaan paikoitellen rikkoutuneet peltikatteen taitoskohdat.

Jäähdytysyksikölle suosittelemme toteuttamaan viimeistään seuraavan peruskorjauksen yhteydessä asianmukaisen kannatuskehikon, joka on tuettu yläpohjan ontelolaatan päälle eikä rasita vesikatetta.

Toimivan pinnoitetun rivipeltikatteen tekninen käyttöikä on vähintään 40 vuotta. Vesikattorakenteet on hyvä tarkastaa muutaman vuoden välein ja vesikatteen uudelleenpinnoittaminen on ajankohtaista noin 10...15 vuoden kuluttua.

Kattolyhtyjen korjausten yhteydessä suosittelemme yläpohjan ontelolaattojen saumojen, liitosten ja läpivientien tiivistystä ilmavuotojen hallitsemiseksi. 3. kerroksen alakattojen mineraalivillaisten akustolevyjen mahdollinen pinnoitus tulee tarkistaa ja tarvittaessa pinnoittaa levyt. Lisäksi alakattotiloissa on mineraalivillalla toteutettuja läpivientien tiivistyksiä. On mahdollista, että alakattotiloista pääsee mineraalivillakuituja huonetilaan ainakin alakattoihin kohdistuvien huoltotöiden yhteydessä. Suosittelemme poistamaan läpivientien mineraalivillatiivisteet ja korvaamaan ne muilla tiivistysmateriaaleilla. Alakattojen päällä oleva pöly olisi hyvä siivota muutaman vuoden välein imuroimalla.

4.5 Piha-alueet

Piha-alueilla ei todettu merkittäviä puutteita. Havaitut puutteet syöksytorvien vedenohjauksessa on esitetty edellä ulkoseinien yhteydessä.

4.5.1 Havainnot

Pihamaa rakennuksen vierellä on tasainen tai viettää loivasti pois päin rakennuksesta. Rakennuksen vierellä pihassa on pääasiassa kiveys tai asfaltti. Rakennus on salaojitettu.

4.5.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Pihamaa havaittiin hyväkuntoiseksi eikä pihamaan kaltevuuksissa havaittu merkittäviä puutteita. Sokkeleissa ja maanvastaisissa rakenteissa ei havaittu merkkejä kosteusrasituksesta, joskin muutamien paikoin syöksytorvilta tuleva vesi kastelee sokkelia.



5 Ilmanvaihtotekniset selvitykset

5.1 Yhteenveto ilmanvaihtoteknisistä selvityksistä

Airix Oy:n tekemien ilmanvaihtoselvitysten mukaan B-osaa palvelevat IV-koneet ovat olleet yleisilmeeltään siistit, huolletut ja ohjaukset ja sulkupellit ovat olleet kunnossa. B-osan ilmanvaihtokoneissa ei ole havittu mineraalivillakuitulähteitä. Koneiden käyttöaikoja on pidennetty kevään/kesän 2013 aikana, mutta raporttien mukaan käyttöajat ovat olleet edelleen liian lyhyet. Ilmamäärämittausten perusteella rakennusosa oli tulo- ja poistoilmamäärien epätasapainon takia pääosin ylipaineinen ja ilmamäärissä on ollut merkittäviä poikkeamia säätöarvoista. Tiloista mitatut ilmamäärät ovat olleet osin vaadittua matalampia. Ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenottojärjestelmän ohjauksessa on ollut puutteita, ja ulkoilmakammioista on puuttunut lumiaste.

Tilojen painesuhteet ulkovaipan yli olivat sisäilmatutkimusten yhteydessä tehdyissä seurantamittauksissa melko tavanomaiset (lievä ali- tai ylipaine, pääosin kuitenkin ylipaine) poislukien kerroksen 1. toimistotila, jossa vallitsi ilmeisesti ilmamäärien säätövirheen takia selvä ylipaine. Tiloissa on tehty LVI-asema Oy:n toimesta ilmamäärien säätöjä ja tarkastusmittaus. Urakoitsijan 10.7.2013 tekemien mittausten perusteella ilmamäärät on saatu säätöarvojen mukaisiksi.

Toimenpidesuosituksissa kuvattujen tiivistyskorjausten jälkeen ilmanvaihtojärjestelmä on säädettävä ja tasapainotettava uudelleen vastaamaan rakennuksen muuttunutta ilmatiiveyttä.

Työtilojen sisäilmaolosuhteita seurattiin noin kahden viikon jaksolla kesäkuun alussa 2013. Ilmamäärien riittävyttä kuvaavat sisäilman hiilidioksidipitoisuudet pysyivät seurantajaksolla hetkellisiä ylityksiä lukuun ottamatta hyvällä, alle 800 ppm tasolla.

Huonepölynäytteissä todettiin kirjastosalissa jonkin verran mineraalivillakuituja, jotka voivat osaltaan aiheuttaa tilojen käyttäjille oireita. Kuidut saattavat olla peräisin alakatoissa käytetyistä eristemateriaaleista. Alakattojen päällä oli myös siivousta edellyttäviä määriä pölyä.

B-siiven paikoin tunkkaiseksi koettuun ilmanlaatuun ovat saattaneet vaikuttaa mahdolliset paikalliset ilmamäärien säätövirheet ja työhuoneiden epätäydellinen ilmanjako, pölyisyys, mineraalivillakuidut, sekä myös kirjastosalin katossa havaitut kosteusvauriot, ja - erityisesti kirjaston 1. kerroksen yleisötiloissa - ulkovaipan epätiiveys, jotka saattavat tuottaa epäpuhtauksia sisäilmaan.

5.2 IV-selvitysten tekijät

LAY:n A-E-siivistä ja kirjaston tiloista on tehty Airix Oy:n toimesta ilmanvaihtoselvitykset. Koko rakennuksen IV-selvityksen yhteydessä on tehty ilman lämpötilojen ja ilmanvaihdon käyttäjäkysely 4.-11.12.2012. Kirjaston tilojen



selvitykseen liittyy Putki-Heikkilä Oy:n ilmamäärämittausraportti (2013). Ilmamäärien säätöjä ja tarkastusmittauksia on tehnyt LVI-Asema Oy. Jälkimmäisistä toimenpiteistä oli saatavilla ilmamäärämittauspöytäkirja (LVI-Asema 10.7.2013), mutta ei muita asiakirjoja.

5.3 Airix raportti 22.3.2013 - yhteenveto tuloksista B-siiven osalta

5.3.1 Koneet, palvelualueet ja käyntiajat

B-osan ilmanvaihtokoneiden palvelualueet ovat seuraavat:

- TK05 kellari, 1. ja 2. kerros
- TK06/PIK620 3. kerros
- TK06/PF02 3. kerros, likainen poisto, WC-tilat
- PK1060 kellarikerros, hissikonehuone
- PK1110 hissikuilu

IV-koneet ovat olleet yleisilmeeltään siistit, huolletut ja ohjaukset ja sulkupellit ovat olleet kunnossa. B-osan ilmanvaihtokoneissa ei ole mainittu havaitun mineraalivillakuitulähteitä.

TK05-ilmanvaihtokoneen (K, 1. ja 2. krs) ohjaussäädöissä on ollut joitain puutteita ja koneen ulkoilmakammioista on puuttunut lumiaste.

Toiminta-ajat (TK05) ovat olleet seuraavat: 100 % teho Ma – To 07.00 – 20.00, Pe 07.00 – 17.00, La 08.00 – 15.00 ja yökäyttö minimiteholla (30%). Koneen TK06 (3. krs) toiminta-ajat ovat olleet: TK06/PIK620 100 % teho Ma – Pe 08.00 – 17.00, TK06PF02 100 % teho Ma – Pe 07.00 – 21.00, La 09.00 – 16.00 ja yökäyttö minimiteholla. Käyntiaikoja on pidennetty kevään 2013 aikana.

5.3.2 Ilmamäärät, painesuhteet

Ilmamäärämittauksissa on todettu tulo- ja poistoilmamäärien olleen alkukevällä 2013 mitattaessa epätasapainossa siten, että tuloilmamäärä on ollut poistoilmamäärää suurempi kaikilla rakennuosilla. Kellari, 1. ja 2. kerros ovat siten olleet ylipaineiset. 3. kerroksen painesuhde on ollut merkittävästi ylipaineinen. Ylipaine rasittaa rakenteita, sillä sisäilman kosteus saattaa tiivistyä ulkovaipan viileisiin rakenneseisiin vaurioittaen niitä. Ilmanvaihtokanavisto on nuohottu 2011.

Tiloista mitatut ilmamäärät (mittaukset pistokokein osassa tiloja) ovat olleet osin vaadittua matalampia. Alituksia on havaittu tiloissa B113 työhuone, B216 varasto, B220 asiakasmikrot, B221 ATK-luokka. Esimerkiksi ATK-luokassa B221 sekä tulo- että poistoilmamäärät ovat olleet lähes 40% vaadittua alemmat. Ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenottojärjestelmän ohjauksessa on ollut puutteita, ja ulkoilmakammioista on puuttunut lumiaste.

5.3.3 Sisäilmaolosuhteet ja käyttäjien kokemukset, talvi 2012-2013

Kirjaston lämpötilat ovat olleet alhaisia, n. 19-21 astetta, ja ilmoituksia kylmyydestä on tullut esiin myös käyttäjäkyselyssä. Käyttäjäkyselyssä on lisäksi raportoitu jonkin

verran puutteellisista ilmanvaihdon käyntiajoista, raskaasta ilmasta, allergia/astma/ärsytysoireista ATK-luokassa, kellaritiloissa, lainaustiskillä ja 2. krs kopio- ja kokoushuoneessa. 3 kerroksessa yksittäisistä työhuoneista (312, 326) on ilmoitettu poikkeavasta hajusta ja astmaoireista. Raportissa on esitetty toimenpidesuosituksia IV-järjestelmän toimivuuden parantamiseksi.

5.4 Airix raportti 12.5.2013 - yhteenveto tuloksista

Erillisessä kirjaston tilojen ilmanvaihtotutkimuksessa on määritetty tarkemmin kirjaston sisäilmanlaatua heikentäviä tekijöitä. Ilmamäärien säädöissä on ollut edelleen tarkistettavaa, tuloilmamäärä on tarkastetuina osin ollut edelleen poistoilmamäärää selvästi suurempi, eli painesuhde ylipaineinen. Käyttöaikoja on pidennetty, mutta raportin mukaan ei kuitenkaan riittävästi. Käyttöajat (TK05) ovat tutkittaessa olleet seuraavat: 100 % teho Ma – Pe 08.00 – 20.00, La 08.00 – 15.00, puoliteho 50% Ma - Pe 06.00 – 08.00, La 06.00 – 08.00 ja 15.00 - 17.00. Muut ajat, sunnuntai ja yökäyttö minimiteholla (30%). Kirjaston aukioloajat ovat olleet Ma-To 9-19, pe 9-16 ja la 9-14.

Raportissa todetaan kirjaston toisessa kerroksessa korkean sisälämpötilan (24 °C) heikentävän sisäilmanlaatua. Lämmityspatteriden rutilöiden alla, ja paikoin korkeilla hyllyillä on todettu sisäilmanlaatuun heikentävästi vaikuttavia pölykertymiä.

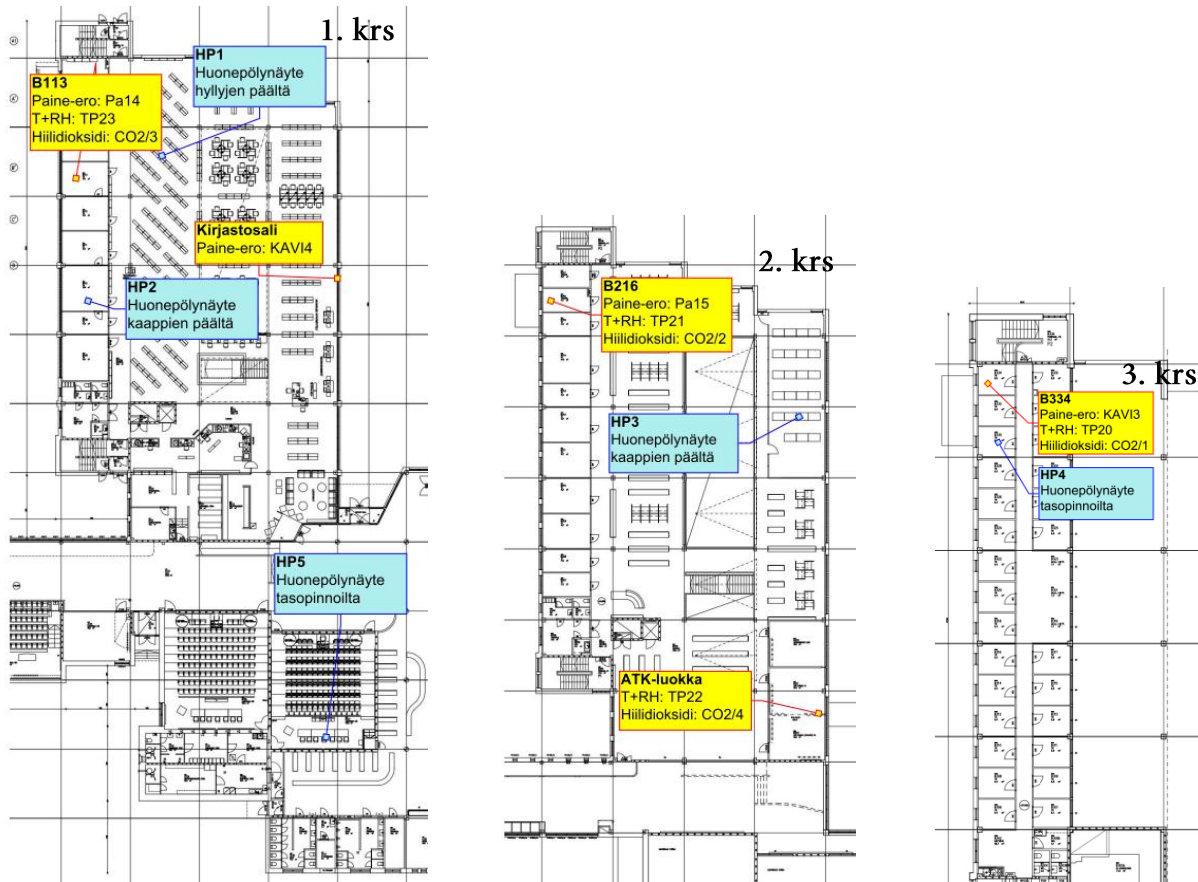
Raportissa todetaan myös kirjaston 2. kerroksen katossa havaittujen kosteusvaurioiden sekä rakenteiden ilmavuotojen todennäköisesti osaltaan heikentävän sisäilman laatua.

5.5 LVI-Asema Oy:n ilmamäärämittaukset 10.7.2013

Kirjaston tiloissa on loppukesällä 2013 tehty LVI-asema Oy:n toimesta huoltokorjauksia, ilmamäärien säätöjä ja tarkastusmittaus. Mittauksen 10.7.2013 perusteella ilmamäärät on saatu säätöarvojen mukaisiksi, ja tulo- ja poistoilmamäärät ovat tasapainossa. Muita dokumentteja tehdyistä toimenpiteistä ei ollut saatavilla.

6 Sisäilmaolosuhteiden mittaukset

Sisäilmanlaatua havainnoitiin aistinvaraisesti tutkimusten aikana. Sisäilmaolosuhteita (sisäilman hiilidioksidipitoisuus, lämpötila ja suhteellinen ilmankosteus) ja rakennuksen painesuhteita seurattiin mittauksin noin kahden viikon jaksolla. Tulokset on esitetty alla olevissa kappaleissa. Mittalaitteiden paikat on merkitty alla olevaan kuvaan 70 ja liitteeseen 2.

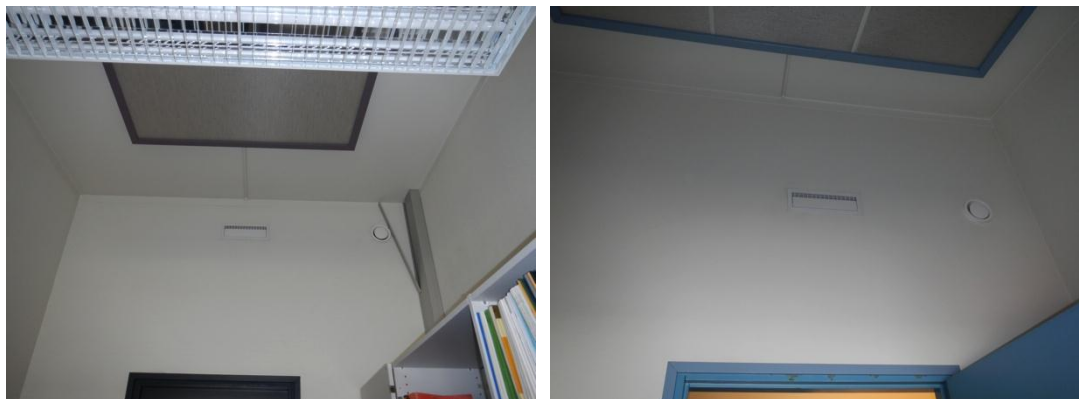


Kuva 70. Seurantamittalaitteiden sijoittelu.

6.1.1 Havainnot

Useassa toisen ja kolmannen kerroksen toimistohuoneessa ilman aistittiin olevan tunkkaista. Ovia ja ikkunoita pidetään auki, koska käyttäjät kokevat sisäilman tunkkaiseksi.

Tulo- ja poistoilman pääte-elimet sijaitsevat useimmissa toimistohuoneissa vierekkäin oven yläpuolella seinään upotettuina (kuva 71). Aistinvaraisesti arvioiden tuloilmavirta ei ulotu huoneen takaosaan asti.



Kuva 71. Kuvat ensimmäisen ja kolmannen kerroksen työhuoneista, joissa ilmanvaihdon tulo- ja poistoilman pääte-elimet sijaitsevat lähellä toisiaan.

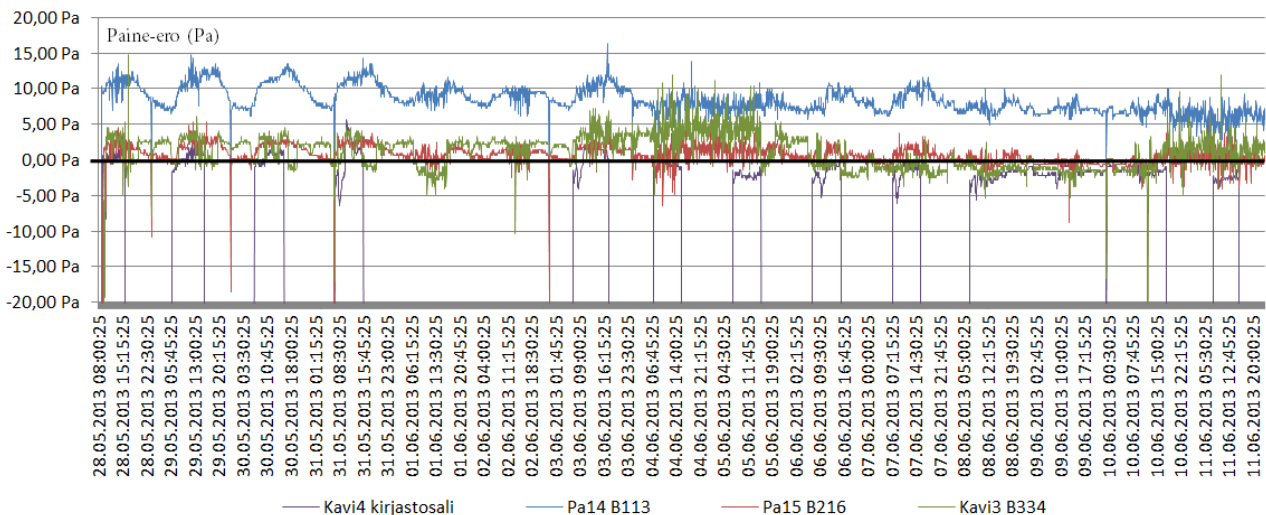
6.1.2 Rakennuksen painesuhteet

Rakennuksen painesuhteiden pitkäaikaisseurannalla voidaan arvioida rakennuksen tulo- ja poistoilmamäärien tasapainoa ja ulkovaipan ilmastuvuotojen merkittävyyttä sisäilmahaittojen aiheuttajina. Koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla varustetun rakennuksen tulisi olla lievästi (0-5 pa) alipaineinen tai tasapaineinen.

B-siiven painesuhteita ulkovaipan yli seurattiin n. kahden viikon seurantajaksolla 28.5.-11.6.2013 seuraavissa mittauspisteissä:

1. Kirjastosali, itäjulkisivu (loggeri Kavi4)
2. B113, länsijulkisivu (Pa14)
3. B216, länsijulkisivu (Pa15)
4. B334, länsijulkisivu (Kavi3)

Seurantamittaustulokset on esitetty kuvassa 72 ja sen kuvatekstissä.



Kuva 71. B-siiven painesuhteiden seurantamittausten tulokset. 1. kerroksen työhuone B113 (sininen) oli selvästi ylipaineinen ulkoilmaan nähden, ja 2. ja 3. kerroksen mittauskohdat (punainen ja vihreä) olivat lievästi ylipaineisia ulkovaipan yli. Mittauspiste kirjastosalin 1. kerroksen itäjulkisivulla (lila) oli pääosin lievästi alipaineinen ulkovaipan yli. Kirjastosalin mittapisteen loggeri Kavi4 meni useimpina öinä odottamattomasti pois päältä sähköjen katkeamisen takia. Painesuhteiden voimakas ”sahaus” esim. 3 kerroksen mittaustuloksessa 4.-5.6.2013 johtuu puuskaisesta tuulesta.

Paine-eroseurannassa todettiin tilojen olleen mittausjaksolla kesäkuun alussa päiväsaikaan pääsääntöisesti vaihtuvan ylipaineisia, mutta erityisesti 1. krs kirjastosalissa myös ajoittain alipaineisia. Rakenteisiin saattaa ylipaineisuuden takia syntyä paikallisia kosteus- ja mikrobivaurioita ilmastuvuotoihin. Aikoina, jolloin rakennus on alipaineinen, epäpuhtaudet puolestaan kulkeutuvat rakenteista sisäilmaan.

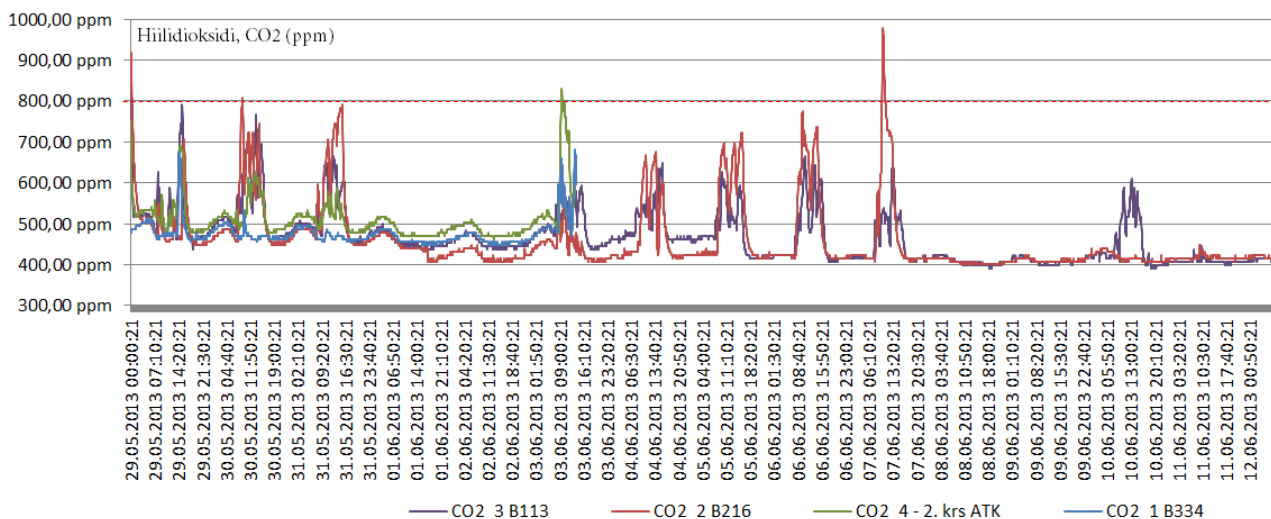
6.1.3 Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus kuvaa rakennuksen ilmanvaihdon riittävyyttä suhteessa tilojen käyttöasteeseen. Hiilidioksidipitoisuuden osalta sisäilman hiilidioksidipitoisuuden tulisi normaalioloissa jäädä alle 1200 ppm tason. Korkeat hiilidioksidipitoisuuden arvot aiheuttavat tiloissa oleskeleville yleisesti väsymystä ja mm. päänsärkyä. Lisäksi korkea hiilidioksidipitoisuus kuvaa hyvin myös muiden ihmisperäisten päästöjen määrää ja tällöin sisäilma koetaan raskaaksi ja tunkkaiseksi. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on noin 400 ppm.

B-siiven työtilojen hiilidioksidipitoisuuksia seurattiin n. kahden viikon seurantaajaksolla 29.5.-12.6.2013 alla listatuissa mittauspisteissä, jotka ATK-luokkaa lukuunottamatta olivat pieniä työhuoneita, joissa työskentelee yksi ihminen. Mittauksen aikana tilat olivat normaalissa käytössä. Tilan B216 ikkunat olivat jatkuvasti kiinni 31.5.2013 saakka. Muiden tilojen mahdollinen ikkunatuuletus ei ollut tiedossa.

1. B113 (loggeri CO2_3)
2. B216 (CO2_2)
3. ATK-luokka, 2. krs (CO2_4)
4. B334 (CO2_1)

Seurantamittaustulokset on esitetty kuvassa 73 ja sen kuvatekstissä.



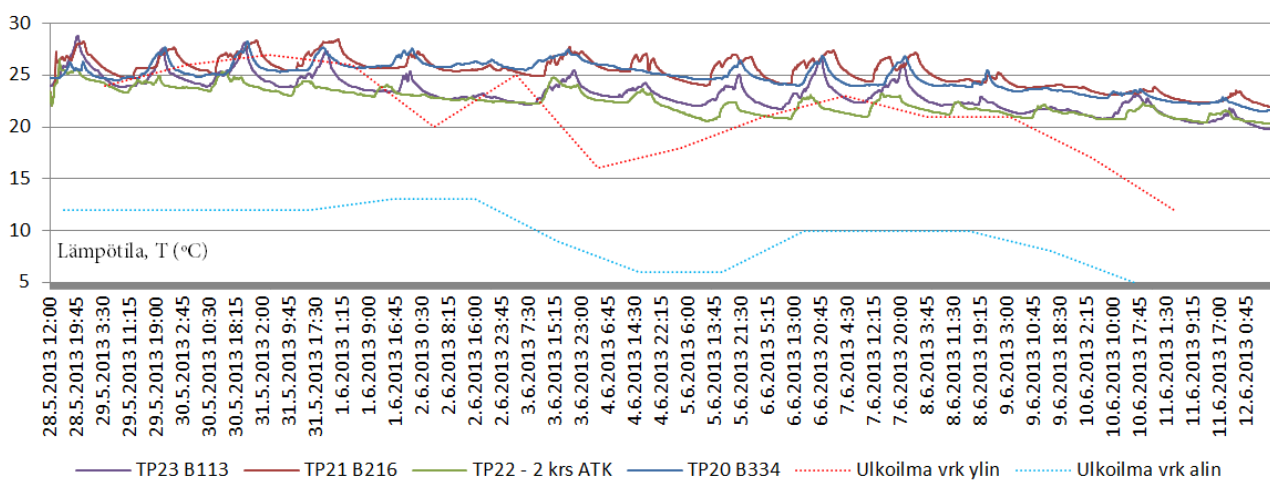
Kuva 73. Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset oleskeluvyöhykkeellä. Hiilidioksidipitoisuudet olivat tavanomaisia. Mittaustulosten perusteella tilojen ilmanvaihdon ilmamäärät ovat käyttöasteeseen nähden riittäviä. Tila B216 (punainen kuvaaja) oli normaalissa toimistokäytössä ja ikkunat kiinni ainakin 30.-31.5.2013. Muiden tilojen tuuletuksesta ei ollut tietoa. Tuloksia saattaa muilta osin vääristää alaspäin mahdollinen ikkunatuuletus lämpimän sään takia.

6.1.4 Sisäilman lämpötila ja ilmankosteus

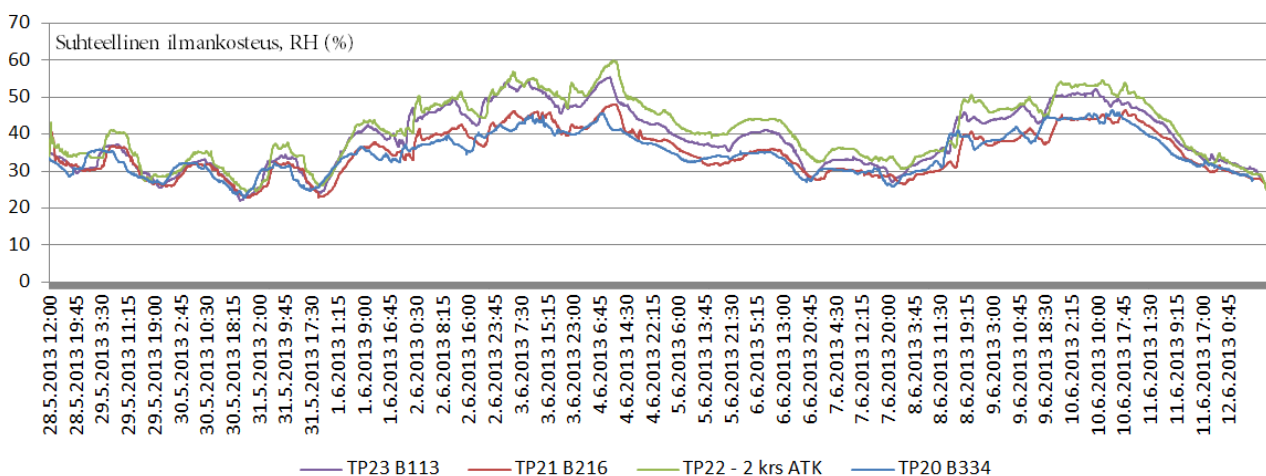
B-siiven työtilojen sisäilman lämpötilaa ja ilmankosteutta seurattiin n. kahden viikon seurantajaksolla 28.5.-12.6.2013 seuraavissa mittauspisteissä:

1. B113, länsisivu (loggerit TP23)
2. B216, länsisivu (TP21)
3. ATK-luokka, 2. krs, itäsiivu (TP22)
4. B334, länsisivu (TP20)

Seurantamittauksien tulokset on esitetty kuvissa 74-75 ja kuvateksteissä.



Kuva 74. Sisäilman lämpötilan seurantamittauksen tulokset. Lämpötilat olivat seurantajakson aikana korkeita, mikä johtuu paljolti ulkoilman korkeasta lämpötilasta. 1. kerroksen työhuoneen ja 2. kerroksen ATK-luokan lämpötilat laskivat ulkoilman lämpötilan laskiessa muita tiloja nopeammin, mahdollisesti tehokkaamman ilmanvaihdon takia.



Kuva 75. Sisäilman suhteellisen kosteuden seurantamittauksen tulokset. Ilmankosteus oli tiloissa mittausjaksolla ulkoilmaolosuhteisiin nähden tavanomaisella tasolla. Tilojen välinen vaihtelu selittyy pääosin sisäilman lämpötilaeroilla.

6.1.5 Laskeutuneen pölyn koostumukset

Pyyhintäpölynäytteitä kerättiin tasopinnoilta yhteensä 5 kappaletta. Aistinvaraisesti arvioiden tiloissa oli jonkin verran yläpölyjä kaappien ja hyllyjen päällä sekä vaikeasti siivottavissa paikoissa (kuva 76). Pölykertymät saattavat heikentää koettua sisäilman laatua erityisesti talviaikana, jolloin matala ilmankosteus ja patterilämmitys nostattavat pölyä pinnoilta ilmaan. Pölyisyys aiheuttaa tyypillisesti limakalvo- ja silmä-ärsytystä.



Kuva 76. Tutkituissa tiloissa oli sisäpinnoilla tavanomainen määrä laskeutunutta pölyä. Heikosti siivottuja paikkoja olivat mm. patteriritilöiden aluset ja paikoin korkeat tasot ja kaikki laskettujen kattojen päälliset.

B-siivestä kerättiin laskeutuneen pölyn näytteet seuraavasti:

1. HP1 Kirjasto, yläpöly hyllyjen päältä
2. HP2 Työhuone 110, yläpöly kaappien päältä
3. HP3 Kirjaston lukusali, pöly tasopinnoilta
4. HP4 Tutkijanhuone 330, pöly tasopinnoilta
5. HP5 Luentosali LS2, pöly tasopinnoilta

Kaikkien näytteiden todettiin koostuvan tavanomaisista huonepölyhiukkasista. Pölynäytteet sisälsivät tekstiili- ja paperikuitujen palasia, hilsettä sekä kivipölyhiukkasia. Näytteissä 3 ja 4 todettiin lisäksi kiviaineshiukkasia, ja näytteessä 3 jonkin verran mineraalivillakuituja. Näytteissä ei todettu homeitiöitä eikä asbestikuituja. Huonepölyanalyysin analyysivastaus on kokonaisuudessaan liitteenä 3.

6.1.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Painesuhteet

Paine-eron seurantamittausten ja tutkimuksissa tehtyjen havaintojen mukaan rakennusosa oli pääosin ylipaineinen. Ylipaineisuus oli selvää 1. kerroksen toimistohuoneen mittauspisteessä, ja lievää 2. ja 3. kerroksen mittauspisteissä. Kirjastosalin mittauspisteessä painesuhteet olivat tavanomaiset, eli pääosin lievästi alipaineiset. Tilat olivat ilmanvaihdon toiminnan takia pääsääntöisesti ylipaineisempia päiväsaikaan ja alipaineisempia yöaikaan. Rakennuksen ylipaineisuus on ei-toivottua, sillä se aiheuttaa kostean huoneilman tunkeutumisen rakennuksen ulkovaipan viileisiin ulko-osiin, joihin saattaa syntyä kosteus- ja mikrobivaurioita. Rakennuksen painesuhteet tulisi säätää tasapaineisiksi tai lievästi alipaineisiksi. Tiivistyskorjausten jälkeen ilmanvaihtojärjestelmä on säädettävä ja tasapainotettava vastaamaan rakennuksen muuttunutta ilmatiiveyttä.

Hiilidioksidi

Sisäilman hiilidioksidi on pääosin peräisin ulkoilmasta, missä hiilidioksidin pitoisuus on noin 350...400 ppm. Sisätiloissa tärkein hiilidioksidin lähde on ihmisen hengitysilma. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus kuvaa sisäilman laatua ja ilmanvaihtuvuuden riittävyyttä kuormitukseen nähden. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (2003) mukaan sisäilma ei ole terveydensuojelulain mukaiset vaatimukset täyttävää, jos sisäilman hiilidioksidipitoisuus on yli 1500 ppm. Suomen rakentamismääräyskokoelman (SRMK D2 2012) mukaan sisäilman hiilidioksidipitoisuus huonetilan käyttöaikana on yleensä korkeintaan 1200 ppm, joka on sisäilmaluokan 3 raja (Sisäilmastoluokitus 2008). Tämän ylittyessä sisäilma saattaa tuntua tunkkaiselta. Joidenkin arvioiden mukaan jo 900 ppm:n ylitykset voivat aiheuttaa huonon sisäilman tunnetta ja esimerkiksi haukotusta. 900 ppm on sisäilmaluokan 2 raja. Parhaan sisäilmastoluokan raja on 700 ppm.

B-siiven työhuoneissa ja ATK-luokassa mitatut hiilidioksidipitoisuudet pysyivät hetkellisiä ylityksiä lukuunottamatta hyvällä, alle 800 ppm tasolla. Tuloksia saattaa vääristää alaspäin tiloissa hellesään takia yleinen ikkunatuuletus sekä ovien pitäminen auki käytävälle. Yhdestä tutkitusta tilasta saatiin mittaustulosta normaalikäytön aikana ikkunoiden ollessa kiinni. Tässäkin huoneessa hiilidioksidipitoisuudet pysyivät hyvällä tasolla. Aistinvaraisten havaintojen mukaan toimistohuoneiden ilmanvaihtuvuus on mahdollisesti kuitenkin riittämätön.

Huonetilojen paikoin tunkkaiseksi koettuun ilmanlaatuun ovat saattaneet vaikuttaa paitsi tilojen ilmamäärien säätövirheet myös kirjastosalin katossa havaitut kosteusvauriot ja ulkovaipan epätiiveys, jotka saattavat tuottaa epäpuhtauksia sisäilmaan.

Lämpötila ja ilmankosteus

Lämpötila on tärkeä sisäilman viihtyvyystekijä. Lämpöviihtyvyydessä on yksilöllisiä eroja, mutta tyytyväisten osuuden on todettu olevan suurin kun lämpötila

on 21...22 °C. Lämpötilaa kohottavia tekijöitä ovat aurinko, ihmiset ja laitekuorma. Erityisesti kesällä suuri ikkunapinta-ala ja ylin kerros lisäävät tilan lämpökuormaa. Huoneilman lämpötilat olivat erityisesti 2. ja 3. kerroksen työhuoneissa korkeita. Korkea lämpötila johtui tutkimusjaksolla ulkona vallinneesta hellesäästä. Rakennuksessa ei ole jäähdytysjärjestelmää. Sisätiloja voidaan viilentää mm. sälekaihtimilla, verhoilla tai lämpösäteilyä heijastavilla ikkunakalvoilla. Auringon vaikutuksen vähentäminen ylemmissä kerroksissa, etelä-länsisuunnilla ja isojen ikkunapintojen tapauksessa on hankalaa ja voi käytännössä edellyttää jäähdytystä.

Mittauskohdissa sisäilman suhteellinen kosteuspitoisuus oli vuodenaikaan ja ulkona vallinneeseen säähän nähden tavanomainen.

Huonepölynäytteet

Huonepölynäytteet sisälsivät pääosin tavanomaisia hiukkasia. Asbestikuituja ja homeitiöitä ei esiintynyt. Homeitiöitä saatetaan havaita huonepölynäytteissä, kun sisäilman homeitiöpitoisuudet ovat korkeita esimerkiksi rakenteiden laajojen mikrobivaurioiden takia. Kirjastosalista kerätyssä huonepölynäytteessä todettiin jonkin verran mineraalivillakuituja, jotka saattavat olla peräisin käytävien rutilaalakattojen päällä olevista mineraalivillakaistoista. Muissa tutkituissa tiloissa mineraalivillakuituja ei todettu.



7 Tärkeimmät suositeltavat toimenpiteet

Seuraavassa on esitetty tiivistetysti suositeltavat korjaustoimenpiteet.

Sisäilman laadun ja tilojen terveellisuuden varmistamiseksi suositellaan viipymättä seuraavia toimenpiteitä:

- Kattolyhtyjen korjaus. Korjauksessa tulee poistaa sisäpintojen kosteusvaurioituneet materiaalit ja parantaa kattolyhtyjen vesitiiveyttä ulkopuolelta ja rakenteen ilmatiiveyttä ulkopuolelta. Korjausta varten tulee tehdä erillinen suunnitelma.
- Vesikattovuodoissa kastuneiden sisätilojen pintamateriaalien uusiminen.
- Yläpohjarakenteiden liitos- ja läpivientikohtien korjaus ilmatiiviiksi.
- Alapohjassa olevien läpivientien ja rakenteiden liitoskohtien tiivistäminen kirjaston ensimmäisessä kerroksessa.
- Kirjastosalin itäjulkisivun korjaukset. Rakenteet tulee avata ulkopuolelta, tarkastaa rakenteiden kunto ja uusia vaurioituneet osat, tarvittaessa myös sisäverhouslevytyksiä. Korjauksen yhteydessä kaikki sisäkuoren liitokset ja läpiviennit tiivistetään. Korjausta varten tulee tehdä erillinen suunnitelma.
- Tilan A142 ulkopuolella olevan sisäänkäynnin kattolipan vedenohjauksen parannus niin, ettei lippa kastele viereistä tiiliverhousa.
- Tiiliverhouksen läpivientien tiivistäminen.
- Korjaustöiden jälkeen kattavat siivoustyöt, myös yläpölyt siivotaan.
- Ilmanvaihdon tasapainotus tiivistyskorjausten jälkeen.

Sisäilman laadun varmistamiseksi suositellaan korjaamaan seuraavat asiat viimeistään seuraavassa peruskorjauksessa:

- Kaikkien ikkunoiden huoltokorjaus. Ikkunaliittymien ja ikkunavälien levytysten avaaminen korjaustöiden yhteydessä. Avauksen yhteydessä tarkastetaan rakenteiden kunto, poistetaan mahdolliset vauriot ja korjataan lämmöneristyspuutteet sekä tiivistetään ulkoseinän ja ikkunarakenteen liittymä ilmatiiviiksi. Ikkunoiden vesipeltien kaltevuuden parantaminen ja liittäminen vedenpitävästi ikkunarakenteisiin. Ikkuna- ja ulkoseinärakenteen liitoskohdan vedenpitävyyden parantaminen.
- Peltikaton vedenohjauksen korjaukset siten, että vedet poistetaan hallitusti maanpinnalle asti bitumikermikatteisten lappeiden kohdalla.
- Aluskatteen epätiiviyskohtien korjaukset läpivientien kohdalla.
- Ritiläalakattojen päällisten imurointi tai eristekaistojen uusiminen
- Mineraalivillalevyalakattojen mahdollisen pinnoituksen tarkastus ja tarvittaessa vanhojen levyjen pinnoitus tai vaihto.
- Lattiapäällysteiden uusiminen. Maanvastaisilla alapohja-alueilla lattianpäällysteen vaihtaminen keraamiseksi laatoitukseksi.

Korjausten aikana tehtävässä laadunvarmistuksessa huomioitavia asioita:

- Tarvittavien mallikorjausten tekeminen mm. tiivistyskorjauksista erityyppisiin rakenteisiin ja liittyisiin.
- Tiivistyskorjausten laatu varmistettava merkkiainekokeilla korjaustöiden edetessä. Merkkiainekokeella varmistetaan tiivistyskorjausten toimivuus noin vuoden välein tehtävillä pistokokeilla.
- Avattujen rakenteiden mm. ikkunaliittymien tarkastukset ennen ummistamista.
- Loppusiivousteiden laadun varmistus.

7.1 Siivoustyöt

Korjaustöiden jälkeen suosittelemme kaikkien tilojen kattavaa suursiivousta ja kaikkien pintojen nihkeäpyyhintää homepölysiivouksen periaatteita noudattaen. Suursiivous tulee tehdä lisäksi kaikkien korjauksen yhteydessä tehtävien korjaustoimenpiteiden toteuttamisen jälkeen tavanomaisten loppusiivoustöitten lisäksi. Siivouksen yhteydessä poistetaan mm. kaikki yläpöly, kuten valaisinten ja ilmanvaihtokanavien yms. päälle kerääntyneen pölyn. On suositeltavaa, että tarkemman nihkeäpölypyyhinnän suorittaja on eri henkilö kuin rakennussiivouksen suorittanut henkilö. Homepölysiivouksessa pölyn imuroinnissa tulee käyttää HEPA-suodattimella varustettua imuria. Siivoustyön laatua on suositeltavaa valvoa katselmuksella, jossa on mukana tilojen käyttäjien edustaja.

Espoossa 16.12.2013

Vahanen Oy



Miia Pitkäranta, FT (mikrobiologi)
Rakennusterveysasiantuntija
(VTT-C-9847-26-13)

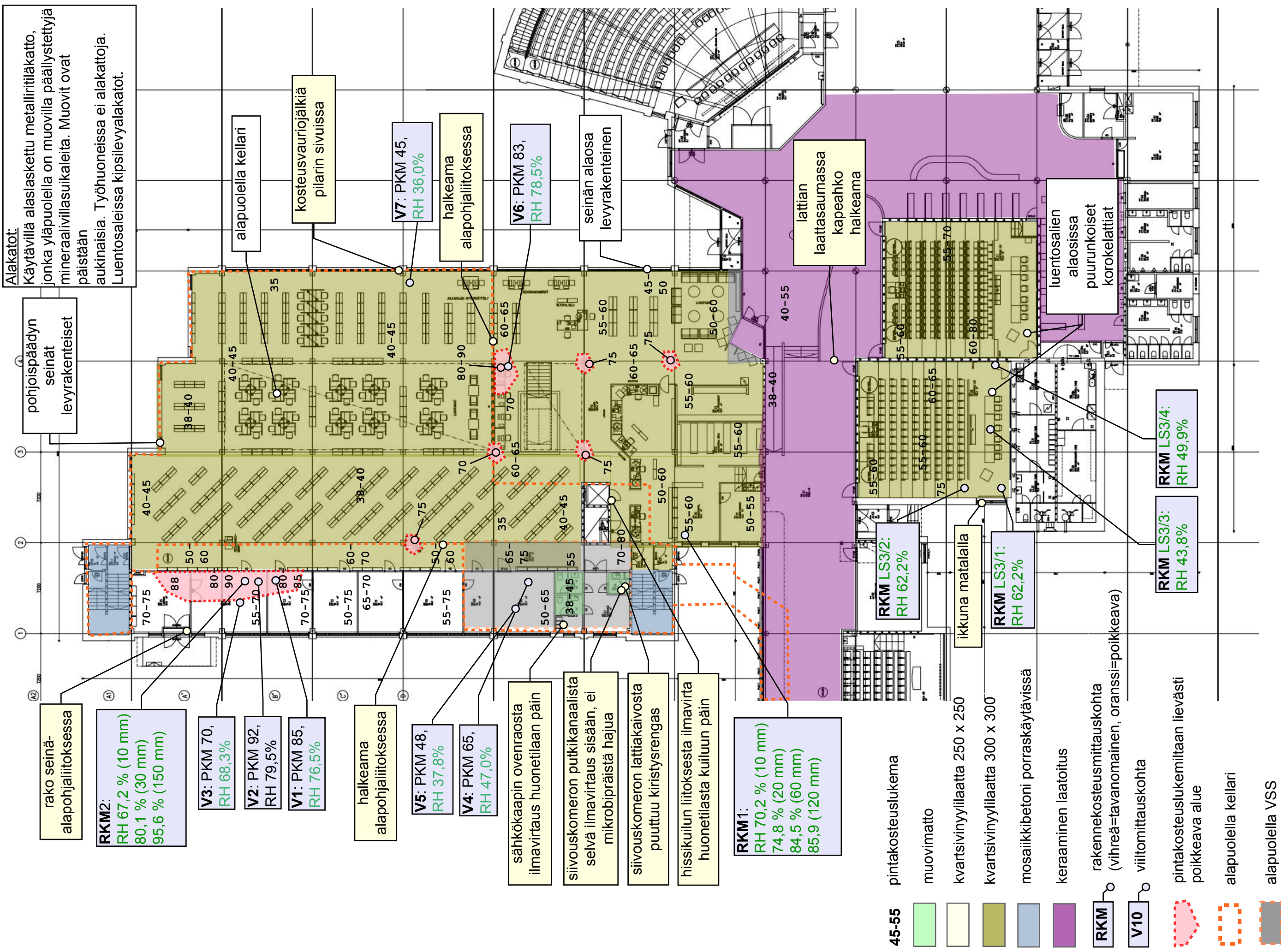


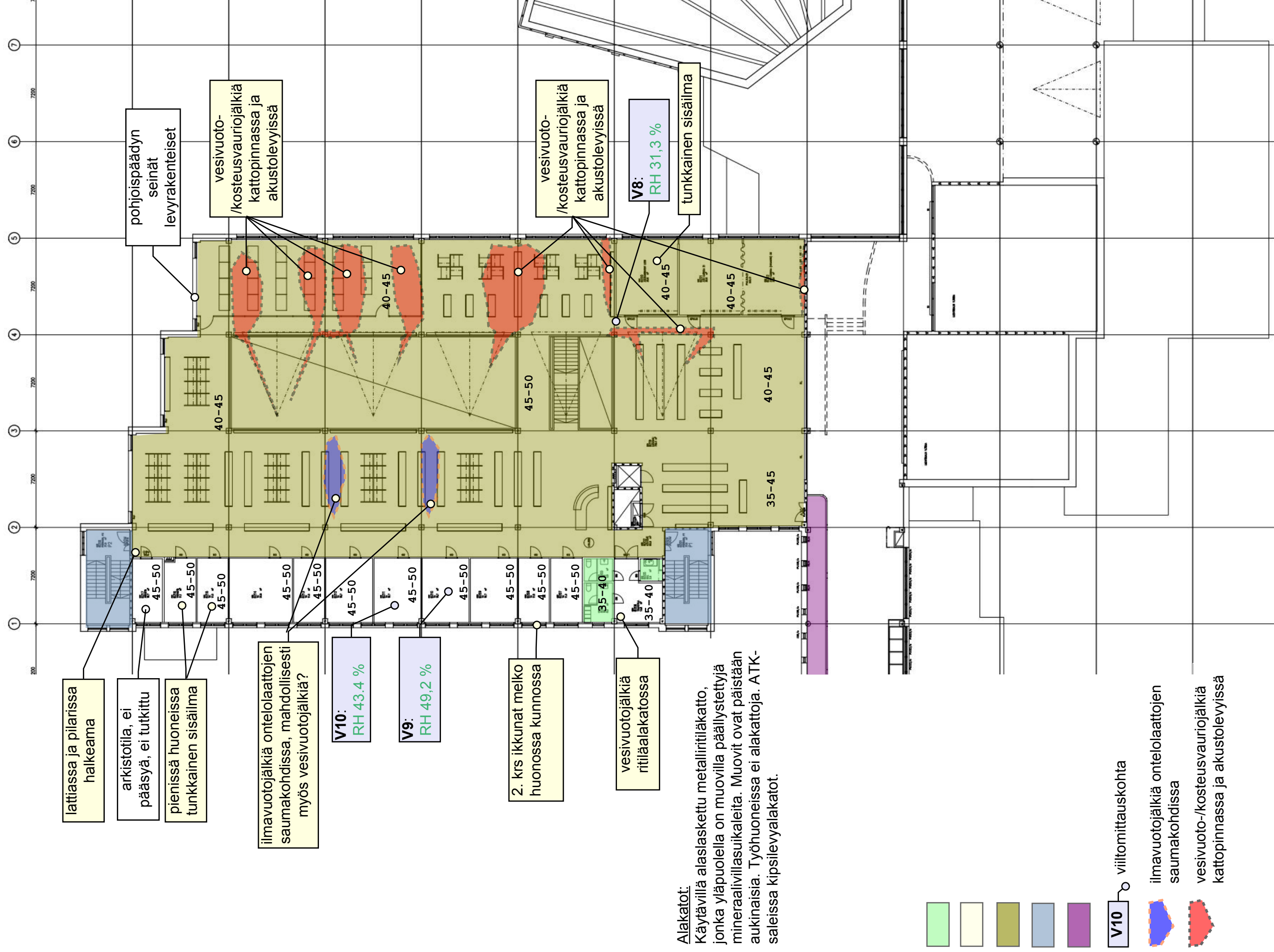
Katariina Laine, DI

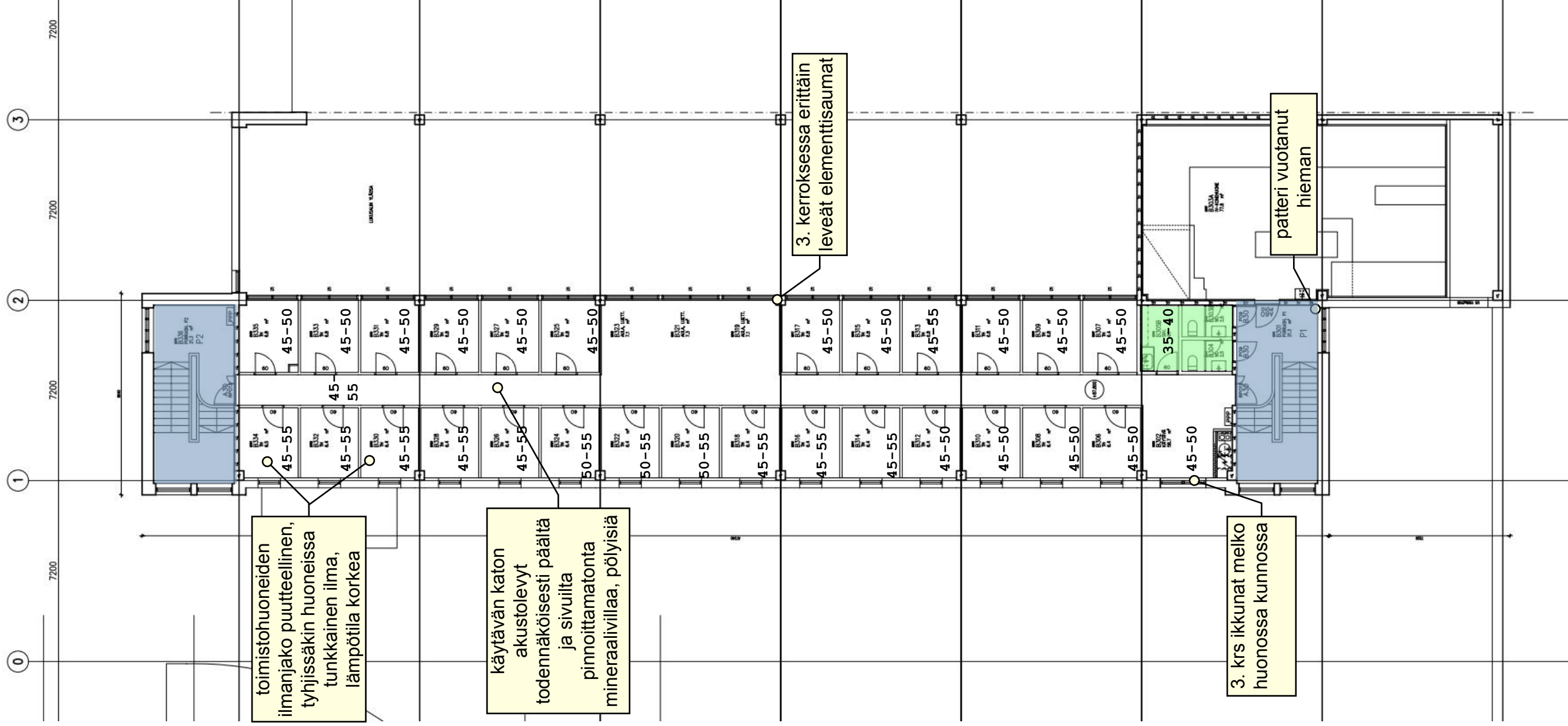
Liitteet

1. Kosteusmittaukset ja havainnot ja tutkimuspaikat, pohjakuvat
2. Rakenneavaukset, näytteenotot ja seurantamittaukset, pohjakuvat
3. Materiaalinäytteiden mikrobianalyyysivastaukset, Mikrobioni Oy
4. Pölyn koostumuksen analyyysivastaus, Mikrofokus Oy
5. Tutkimuksissa käytetyt menetelmät







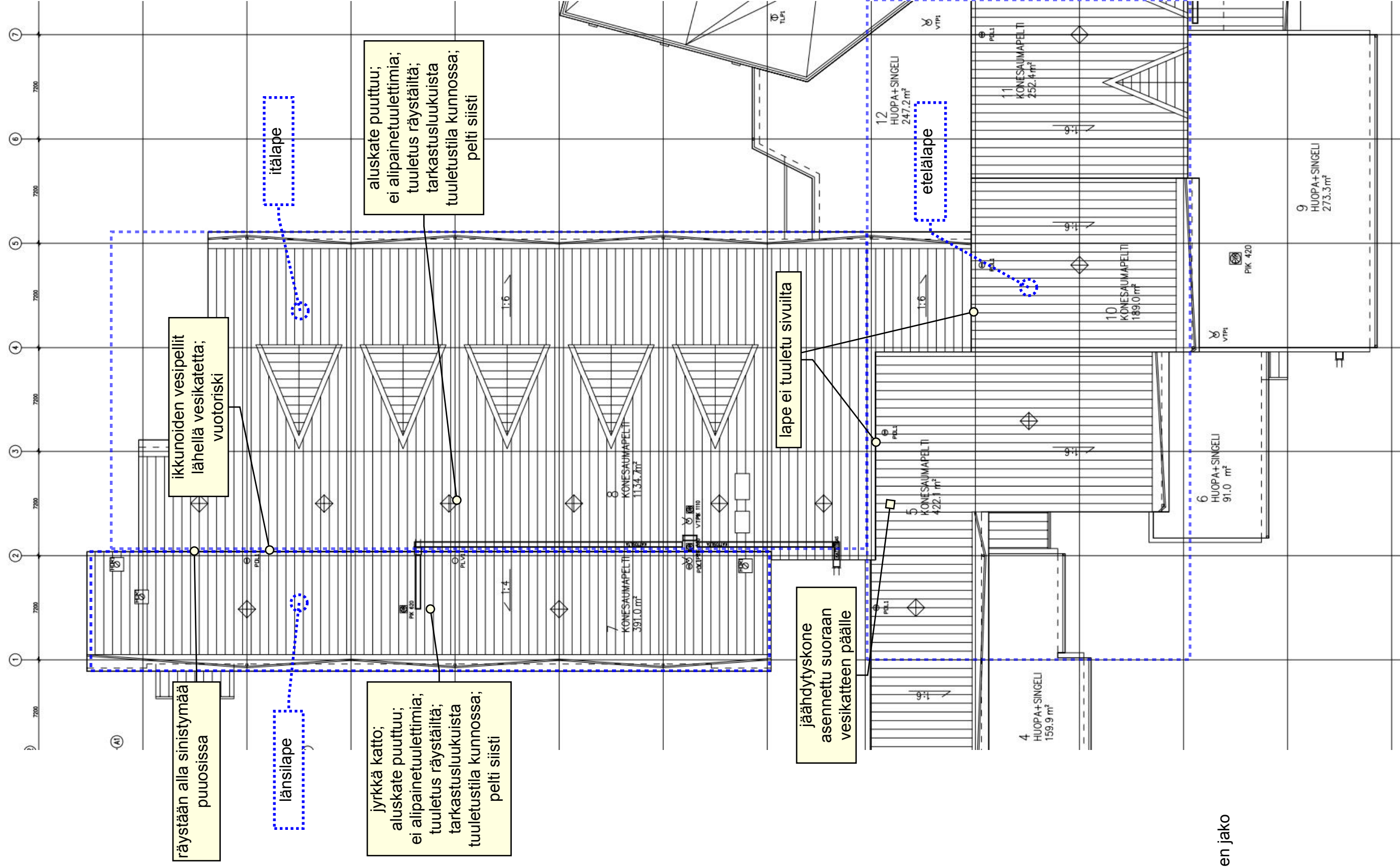


45-55 pintakosteuslukema

muovimatto

kvartsivinyyllaatta 250 x 250

mosaiikkibetoni porraskäytävissä



kattolappeiden jako



Alakatot:

Käytävillä alaslaskettu metalliritiläkatto, jonka yläpuolella on muovilla päällystettyjä mineraalivillasuikaleita. Muovit ovat päistään aukinaisia. Työhuoneissa ei alakattoja. Luentosaleissa kipsilevyalakatot.

Ra 1.6b, M4, ei vauriota seinän alaosassa

Ra 1.6a, M5, seinärakenne kunnossa, mutta hs puuttuu

HP1 huonepölynäyte hyllyjen päältä

B113

log TP23
RH+T

log 14
Pa

log 3
CO2

Ra 1.8c,
kuten Ra
1.8a

Ra 1.11, M8,
ulkoseinän alaosaa
kunnossa

HP2
huonepölynäyte
kaappien päältä

Ra 1.8a,
lattialaatoituksen alla
lieviä vaurioita
liimakerroksessa

Ra 1.10, kosteusvaurio
ulkoseinärakenteessa

KAVI4
Pa

Kirjastosali

Ra 1.8b, kuten
Ra 1.8a

Ra 1.7, M6, M7,
kuten Ra 1.8a

seinän alaosaa
levyrakenteinen

Ra 1.9, lievä vaurio
ulkoseinärakenteessa,
epätiivis rakenne

Ra 1.3,
seinälattialiitok-
sessa pystyrako

HP5
huonepölynäyte
tasopinnoilta

Asennusluukun
tarkastus, ok

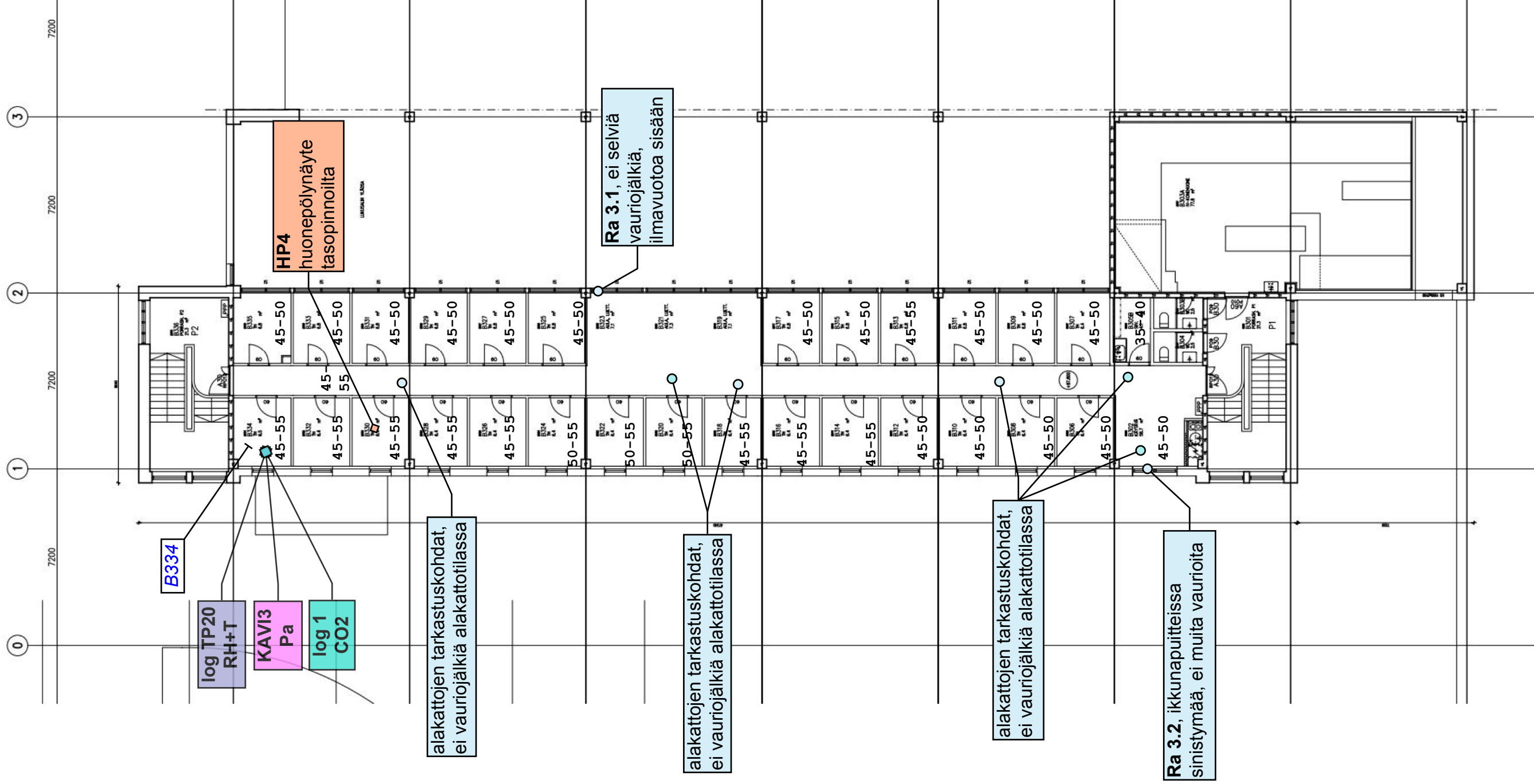
B113

HP1 huonepölynäyte

Ra 1.1, Mx rakenneavauskohta ja
mikrobinäyttekoodi (Mx)

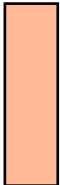
log
RH+T

log
Pa

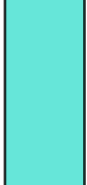


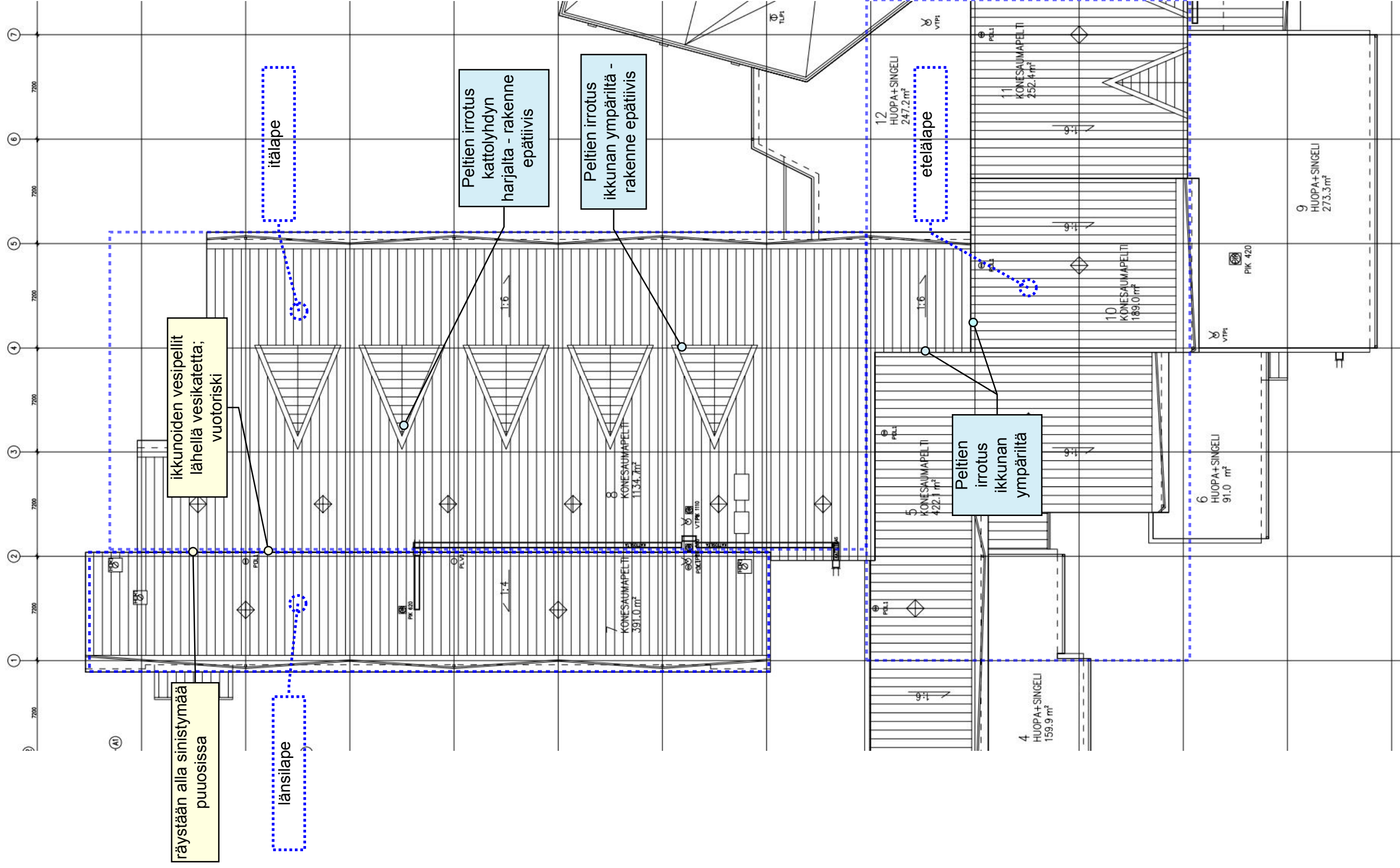
tilanumero

B334



Ra 3.1,
Mx





Miia Pitkäranta
Vahanen Oy
Linnoitustie 5
02600 Espoo

TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Lapin Yliopisto, B-siipi, rakennusnumero 303941

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Miia Pitkäranta, Vahanen Oy, 29.5.2013. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 31.5.2013 ja viljelty 31.5.2013.

ANALYYSIT:

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä laimennossarjamenetelmällä käyttäen pintaviljelytekniikkaa (viite: Asumisterveysopas 2009). Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi (viite: Asumisterveysopas 2009). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin sädesienet.

TULOKSEN TULKINTA:

Asumisterveysohjeen mukaan sieni-itiöpitoisuus yli 10 000 pesäkkeen muodostavaa yksikköä (pmy)/g viittaa sienikasvuun (homeet ja/tai hiivat) näytteessä. Bakteeripitoisuus yli 100 000 pmy/g ja sädesienipitoisuus yli 500 pmy/g viittaavat bakteeri- ja/tai sädesienikasvuun näytteessä. Pitoisuuksien ohella tulkinnassa otetaan huomioon myös ns. kosteusvaurioindikaattorisukujen tai -lajien esiintyminen.

MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmän määritysraja on 45 pmy/g.

YHTEENVETO TULOKSISTA:

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

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	M1, lasivilla, Ra 1.1, LS2, lattia us. nurkassa	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M2, sasmox-levy, Ra 1.1, LS3, lattia us. nurkassa	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M3, lasivilla, Ra 1,5 , kirjasto 1. krs, ulkoseinän eristetila	pieni homepitoisuus, bakteeripitoisuus alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M4, tasoite + maali, Ra 1.6, kirjasto 1. krs, päätyseinän nurkka (sisäpuolella), jalkalistan takaa	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M5, puu, Ra 1.6a, kirjasto 1. krs, päätyseinä, runkopuun sisäpinta	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M6, liima + tasoite, Ra 1.7, kirjasto 1. krs, lattia, kv-laatan alta laatan keskiosalta	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M7, liima + tasoite, Ra 1.7, kirjasto 1. krs, lattia, kv-laatan alta laatan reunaosalta	pieni homepitoisuus, bakteeripitoisuus alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M8, lasivilla, Ra 1.11, B110, ulkoseinän eristetila, seinän alaosa	pieni homepitoisuus, bakteeripitoisuus alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M9, lasivilla, Ra 2.1, B214, ulkoseinän eristetila, ikkunan oikea alanurkka	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M10, puu, Ra 2.1, B214, ikkunan pystykarmin sisäpinta	homepitoisuus alle määritysrajan, pieni bakteeripitoisuus	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M11, lasivilla, Ra 2.3, kirjasto, kattolyhdyn alanurkka	pieni homepitoisuus, bakteereissa sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M12, EK-kipsilevyn takapahvi, Ra 2.3, kirjasto, kattolyhdyn alanurkka	suuret home- ja bakteeripitoisuudet, myös indikaattorimikrobeita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M13, betoni, tasoite, Ra 2.4, aulakäytävä 2. krs, ulkoseinän alaosa halkeaman ympäriltä	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	M14, tasoite, maali, Ra 2.5, kirjasto 2. krs, alakattopinta B221 tenttiakvaarion edustalta	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa

	M15, kvartsivinyylilaatta, Ra 2.9, B210, lattia	home- ja bakteeripitoisuudet alle määrittäysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
--	---	---	--------------------------------

Lisätietoja:

Näytteissä 1, 2, 5, 6, 9, 13, 14 ja 15 ei todettu mikrobeita, joten näytteistä otettiin teippinäytteet suoraan mikroskooppisen tarkasteluun. Tarkastelussa ei todettu itiöitä eikä rihmastoja.

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

Kuopiossa, 14.6.2013

Teija Meklin

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen home, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut homeet helposti alleen

< mr = alle määrittäysrajan

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

Nayte: M1, lasivilla, Ra 1.1, LS2, lattia us. nurkassa (tutkimustunnus: RM130575)

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

Nayte: M2, sasmox-levy, Ra 1.1, LS3, lattia us. nurkassa (tutkimustunnus: RM130576)

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

Nayte: M3, lasivilla, Ra 1,5 , kirjasto 1. krs, ulkoseinän eristetila (tutkimustunnus: RM130577)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	460	<mr	Kokonaispitoisuus	<mr
Penicillium sp.	460			

Nayte: M4, tasoite + maali, Ra 1.6, kirjasto 1. krs, päätyseinän nurkka (sisäpuolella), jalkalistan takaa (tutkimustunnus: RM130578)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/g)	(pmy/g)		(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	45
			muut bakteerit	45
			*sädesienet	<mr

Nayte: M5, puu, Ra 1.6a, kirjasto 1. krs, päätyseinä, runkopuun sisäpinta (tutkimustunnus: RM130579)

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

Nayte: M6, liima + tasoite, Ra 1.7, kirjasto 1. krs, lattia, kv-laatan alta laatan keskiosalta (tutkimustunnus: RM130580)

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

Nayte: M7, liima + tasoite, Ra 1.7, kirjasto 1. krs, lattia, kv-laatan alta laatan reunaosalta (tutkimustunnus: RM130581)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/g)	Pitoisuus (pmy/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	1800	Kokonaispitoisuus	<mr
Aspergillus sp.		1800		

Nayte: M8, lasivilla, Ra 1.11, B110, ulkoseinän eristetila, seinän alaosa (tutkimustunnus: RM130582)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/g)	Pitoisuus (pmy/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	2700	Kokonaispitoisuus	<mr
Cladosporium sp.		2300		
Penicillium sp.		460		

Nayte: M9, lasivilla, Ra 2.1, B214, ulkoseinän eristetila, ikkunan oikea alanurkka (tutkimustunnus: RM130583)

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

Nayte: M10, puu, Ra 2.1, B214, ikkunan pystykarmin sisäpinta (tutkimustunnus: RM130584)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/g)	Pitoisuus (pmy/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	1400
			muut bakteerit	1400
			*sädesienet	<mr

Nayte: M11, lasivilla, Ra 2.3, kirjasto, kattolyhdyn alanurkka (tutkimustunnus: RM130585)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/g)	Pitoisuus (pmy/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/g)
Kokonaispitoisuus	910	1800	Kokonaispitoisuus	910
Penicillium sp.	460	1800	muut bakteerit	<mr
steriilit	460		*sädesienet	910

Nayte: M12, EK-kipsilevyn takapahvi, Ra 2.3, kirjasto, kattolyhdyn alanurkka (tutkimustunnus: RM130586)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/g)	Pitoisuus (pmy/g)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/g)
Kokonaispitoisuus	450000	200000	Kokonaispitoisuus	400000
Penicillium sp.	450000	200000	muut bakteerit	390000
*Ulocladium sp.	+	4500	*sädesienet	10000

M2-alustalla Ulocladiumin pitoisuutta ei voitu määrittää sen kasvaessa pienemmissä laimennoksissa, jotka kasvoivat täynnä pesäkkeitä.

Nayte: M13, betoni, tasoite, Ra 2.4, aulakäytävä 2. krs, ulkoseinän alaosa halkeaman ympäriltä (tutkimustunnus: RM130587)

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

Nayte: M14, tasoite, maali, Ra 2.5, kirjasto 2. krs, alakattopinta B221 tenttiakvaarion edustalta (tutkimustunnus: RM130588)

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

Nayte: M15, kvartsivinyylilaatta, Ra 2.9, B210, lattia (tutkimustunnus: RM130589)

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

VIITTEET:

Asumisterveysohje. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1.

Asumisterveysopas. Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö ja Terveys-lehti 2009.

TUTKIMUS 13-10663

ANALYYSILAUSUNTO 11.6.2013

Vahanen Oy
Miia Pitkäranta
Rakennusfysikaaliset erikoisasiantuntijapalvelut
Linnoitustie 5
02600 ESPOO

PÖLYTUTKIMUS, PÖLYN KOOSTUMUS

Pyyhintänäytteenne 30.3.2013 / Lapin yliopisto, B-siipi, Yliopistonkatu 8, 96300 Rovaniemi

1. HP1 Kirjasto, yläpöly hyllyjen päältä
2. HP2 Työhuone 110, yläpöly kaappien päältä
3. HP3 Kirjaston lukusali, pöly tasopinnoilta
4. HP4 Tutkijanhuone 330, pöly tasopinnoilta
5. HP5 Luentosali LS2, pöly tasopinnoilta

Näytteiden todettiin koostuvan tavanomaisista huonepölyhiukkasista; hilsettä, tekstiili- ja paperikultujen osia, näytteissä 3 ja 4 lisäksi kiviaineshiukkasia. Näytteessä 3 todettiin lisäksi jonkin verran lasi- ja vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja. Näytteen 5 hiukkasmäärä todettiin melko pieneksi.

Näytteissä ei todettu asbestikuituja eikä homeitiöitä/rihmastoa.

Näytteet analysoitu elektronimikroskoopilla (SEM) ja röntgenmikroanalysaattorilla (SEM/EDS).
(Tilaaajan toimittamat näytteet.)

materiaalitutkimuslaboratorio
MIKROFOKUS Oy



Erik. tutkija Simo Lehtinen, FK

Noudatamme konsulttitoimen yhteisiä sopimusehtoja KSE 1995.

Liite 5. Tutkimusmenetelmät ja välineet

Kosteusmittaukset

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteus-ilmaisinta Gann Hydromette LB70 -mittapää ja UNI 1 -lukulaiteyhdistelmää. Pintakosteudenilmaisimien kohdistettiin suoraan mitattavaan rakenteen pintaan ja laitteistolla mitatut arvot luettiin mittapähän kytketyn lukulaitteen näytöstä. Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, missä samasta rakenteesta eri kohdista havaittuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakerrostumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut.

Puun ja mm. rappaus- ja laastipintojen kosteutta arvioitiin pintakosteudenosoittimen ja aistinvaraisen havainnoinnin lisäksi ns. piikkimittarilla (Tramex Compact Moisture Pin-Meter). Piikkimittarin toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, ja sen tulos on suuntaa-antava. Mittauksella voidaan kuitenkin luotettavasti tunnistaa selvästi kuiva ja selvästi märkä materiaali.

Lattioiden muovipäällysteiden alapuolinen suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HMP42 mittapäällä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää lattiapinnoitteen alle pinnoitteeseen tehdyn viillon kautta. Viilto tiivistettiin ja mittapään annettiin tasaantua noin 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41-lukulaitteella. Mittausten välissä mittapäiden annettiin tasaantua mitattavan tilan olosuhteisiin ennen uuden mittapisteen viiltoa. Tällä vältettiin mittausepätaarkkuus, joka olisi voinut syntyä, jos mittapää olisi siirretty edellisestä mittapistestä, josta olisi mitattu korkea kosteuspitoisuus, suoraan uuteen mittapisteseen. Mittapään mittaustarkkuus suhteellisen kosteuden osalta on noin ± 2 %. Käytetyt anturit kalibroidaan Vahanen Oy:ssä kahden kuukauden välein.

Rakenteiden eristetilojen suhteellinen kosteus ja lämpötila mitattiin Vaisala Oy:n HMP42 mittapäällä. Mittaus tehtiin asentamalla mittapää rakenneavauksen kautta n. 200 mm syvyydelle eristetilaan mahdollisimman kohtisuoraan rakenteen poikkileikkaukseen nähden. Mittapää tiivistettiin mahdollisuuksien mukaan rakenteeseen, ja sen annettiin tasaantua noin 15 min ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin HMI41-lukulaitteella. Tulokset ovat suuntaa-antavia, erityisesti isompien rakenneavausten kautta tehtyinä, sillä rakenteen olosuhteet pääsevät rakenteen avaamisen jälkeen josain määrin tasapainottumaan huoneilman olosuhteiden kanssa.

Rakenteen huokosilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittauksissa käytettiin Vaisala HM44-kosteusmittalaitteita, jotka koostuvat HMP44-kosteusmittaus-anturista ja HMI41-näyttölaitteesta. Maanvastaisen lattiarakenteen kosteusmittaus tehtiin porareikämittausmenetelmällä. Porauksen jälkeen mittausreiät puhdistettiin, putkitettiin ja



putket imuroitiin 28.5.2013. Mittapää asennettiin mittausreikiin putkituksen jälkeen ja putket tiivistettiin. Lukemat otettiin HMI41- lukulaitteella ja kirjattiin ylös 4.6.2013. Porareikä- ja viiltomittaus ovat tarkimmillaan noin +20 °C lämpötilassa.

Ilman liikkeet, ilmavuodot

Rakenteiden ilmapvirtausten suuntia tarkasteltiin Regin-merkkisavun avulla. Merkkisavu on valkoista paksua savua, jonka avulla havainnoidaan ilman virtauksia.

Rakenneavaukset

Rakenteiden kuntoa ja rakennetyyppejä tarkastettiin rakenneavauksista. Rakenneavauksista selvitettiin rakenteen toteutus, tehtiin aistinvaraisia havaintoja ja kosteusmittauksia rakenteen kuntoon liittyen, sekä otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten.

Mikrobianalyysit

Materiaalinäytteiden elinkykyisten mikrobien pitoisuudet määritettiin Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen ja -oppaan (STM 2003, 2009) mukaisin menetelmin laimennossarjaviljelyllä. Materiaalinäytteet analysoitiin Mikrobioni Oy:ssä.

Huonepölyanalyysit

Pölyn koostumuksen arvioimiseksi otettiin pintapölynäytteitä tilojen yläpölyistä. Pölyn koostumus analysoitiin Mikrofokus Oy:ssä elektronimikroskopinnilla.

Sisäilmaolosuhteiden seurantamittaukset

Painesuhteiden seurantamittaus toteutettiin jatkuvatoimisilla paine-eromittauksilla Dwyer Magnasense ja Tinytag Plus mittalaite – tiedonkerääjäyhdistelmällä noin kahden viikon mittausjaksolla.

Sisäilma hiilidioksidipitoisuutta mitattiin jatkuvatoimisilla Tinytag Plus- mittalaite-tiedonkerääjäyhdistelmällä noin kahden viikon mittausjaksolla.

Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaus tehtiin jatkuvatoimisilla Testo 174- mittalaite-tiedonkerääjäyhdistelmällä noin kahden viikon mittausjaksolla.

