

Tutkimusraportti WO-00743626

28.6.2019

Sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus

Kirkonkulman koulun piharakennus
Vanhanpappilantie 133
13300 Hämeenlinna





Tutkimuksen tilaaja

Hämeenlinnan kaupunki
Mika Metsäälho
PL 1000
13101 Hämeenlinna
Sähköposti: mika.metsaaho@hameenlinna.fi

Tutkimuskohde

Kiinteistön nimi:	Kirkonkulman koulun piharakennus
Kiinteistön osoite:	Vanhanpappilantie 133, 13300 Hämeenlinna
Rakennuksen tyyppi:	Koulurakennus (ent. asuinrakennus)
Tilavuus:	1989 m ³
Huoneistoala:	435 m ²
Valmistumisvuosi:	1954

Tutkimusajankohdat

27.3.2019	Esiselvityskäynti tutkimussuunnitelmaa varten
27.3.2019-10.4.2019	Olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset
10.4.2019-15.4.2019	Rakennetekniset tutkimukset, ilmanvaihdon tutkimukset ja viemärijärjestelmien tutkimukset
23.4.2019	Asbesti- ja haitta-ainekartoitus

Tutkimuksen tekijät

Kiwa Inspecta
Hautalankatu 31
33560 Tampere

Rakennetekniset tutkimukset, asbesti- ja haitta-ainekartoitus

Joni Nivala, asiantuntija, RI (AMK), RTA, vastuullinen tutkija
Puh. 050 410 4055
Sähköposti: joni.nivala@kiwa.com

Maija Ojala, tekninen asiantuntija, RI (AMK), RTA
Puh. 040 739 6325
Sähköposti: maija.ojala@kiwa.com

Jani Mikkola, tekninen asiantuntija, RI (AMK)
Puh. 040 769 9508
Sähköposti: jani.mikkola@kiwa.com

Hanna Vierinen, asiantuntija, Ins. (AMK), RKM
Puh. 050 596 8596
Sähköposti: hanna.vierinen@kiwa.com

Ilmanvaihdon tutkimukset, olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset

Jukka Lehtinen, LVI-asiantuntija, TkK
Puh. 050 303 2851
Sähköposti: jukka.lehtinen@kiwa.com



Viemärijärjestelmien tutkimukset

Tero Kontiainen, asiantuntija
Puh. 050 472 0042
Sähköposti: tero.kontiainen@kiwa.com

Liitteet

- Liite 1. Pohjapiirustukset, näytteenotto- ja tutkimuspaikat, 4 sivua
- Liite 2. Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit, Kiwalab MIK7747, 8 sivua
- Liite 3. Kuituanalyysi, Kiwalab KUI1246, 2 sivua
- Liite 4. Paine-ero- ja olosuhdeseurantakuvaajat, Kiwa Inspecta, 9 sivua
- Liite 5. Asbesti- ja haitta-ainekartoitus, Kiwa Inspecta
- Liite 6. Jätevesiviemäreiden toiminnallinen tutkimus, Kiwa Inspecta, 6 sivua

© Inspecta Oy

Inspecta Oy (Kiwa Inspecta) vastaa antamastaan lausunnosta konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 2013).

Mitään tämän raportin osaa ei saa muokata, jäljentää taikka julkaista missään muodossa tai millään tavoin ilman julkaisijan antamaa kirjallista lupaa.

Tämä raportti ei ole julkisesti saatavilla, vaan se on jaettu vain hankkeen tilaajalle. Raportin jakelu hankeryhmän ulkopuolella tapahtuu vain tilaajan toimesta ja vastuulla.

Inspecta Oy

PL 1000
00581 Helsinki
Puh. 010 521 600, asiakaspalvelu@inspecta.com

Pääkonttori

Sörnäistenkatu 2
00580 Helsinki
www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0





Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää rakenteiden sekä ilmanvaihto- ja viemärijärjestelmien toteutustapaa ja kuntoa, kartoittaa rakennuksen haitta-ainepitoiset materiaalit, arvioida sisäilmanlaatuun vaikuttavia tekijöitä sekä laatia altistumisolosuhteiden arviointi tehtyjen havaintojen perusteella.

Tutkimuksen kohteena on vuonna 1954 rakennettu Kirkonkulman koulun piharakennus, joka on muutettu alkuperäisestä asuinkäytöstä opetuskäyttöön. Rakennuksessa on kellarikerroksen lisäksi kaksi kerrosta ja ullakkokerros. Maanvaraiset alapohjat ovat lämmöneristettyjä tai -eristämättömiä kaksosibetonilaattoja. Ryömintätalallinen alapohja on betonirakenteinen ja eristetäyttöinen kotelolaatta. Maanvastaiset seinät ovat sisäpuolelta kosteus- ja lämmöneristettyjä betonirakenteita. Ulkoseinät ovat lämmöneristämättömiä massiivitiilirakenteita ja patterisyyvennysten kohdilta lämmöneristettyjä tiilirakenteita. Ikkunat ovat kaksipuitteisia puuikkunoita ja ulko-ovet ovat lasiaukollisia puuovia. Väliseinät ovat tiili- ja betonirakenteisia. Väli- ja yläpohjat ovat betonirakenteisia ja eristetäyttöisiä kotelolaattoja. Vesikattorakenteet ovat puuta ja vesikatteena on betonitiilikate. Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.

Rakenteissa on useita mahdollisesti sisäilmanlaatua heikentäviä tekijöitä ja useat rakennusosat ovat kosteusteknisiä riskirakenteita. Maanvastaisten alapohjien ja seinien suuri kosteusrasitus on aiheuttanut laajoja kosteusvaurioita niiden lämmöneristeisiin sekä alapohjien lattiamattopäällysteisiin rakenteiden ikääntyessä. Ryömintätalallisen alapohjan sekä väli- ja yläpohjan eristetäyttöihin ja muottipuura- kanteisiin on muodostunut paikallisia kosteus- ja mikrobivaurioita rakennusaikaisen ja rakennuksen käytön aikaisen kosteusrasituksen, mm. vesivuotojen vuoksi. Ulkoseinien patterisyyvennysten lämmöneristeisiin ja ryömintätilan vastaisen seinän lämmöneristeisiin on muodostunut paikallisia kosteusvaurioita pääasiassa ulkopuolisen säärasituksen vuoksi. Rakennuksen ilmanpitävyys on riskialtis, mikä voi heikentää sisäilmanlaatua. Rakenteissa on ilmapuotoreittejä, joiden kautta vaurioituneista materiaaleista ja alapohjan ryömintätalasta voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan sisätilojen alipaineisuuden vuoksi. Myös kellarikerroksen kosteusvaurioituneista lattiamattopäällysteistä voi päästä epäpuhtauksia sisäilmaan. Rakenteissa on paikallisia mineraalikuitulähteitä, joista voi irrota kuituja sisäilmaan.

Peruskorjauslaajuisia korjaustarpeita havaittiin useissa rakennusosissa. Maanvastaiset alapohjat tulisi uusida alapuolelta lämmöneristetyiksi rakenteiksi ja maanvastaiset seinät ulkopuolelta kosteus- ja lämmöneristetyiksi rakenteiksi. Ryömintätalallisten alapohjien sekä väli- ja yläpohjien eristetäytöt ja pinta-betonilaatat tulisi uusida. Ulkoseinät tulisi tiivistyskorjata tai vaihtoehtoisesti patterisyyvennysten eristehalkaisut uusida. Julkisivurappaukset, betonisokkelit ja -parvekkeet tulisi korjata lisätutkimusten tulosten perusteella. Ikkunat ja vesipellitykset tulisi uusida ja ulko-ovet kunnostaa tai uusida. Ryömintätilan vastaisen väliseinän sisäpuoliset kuorimuuraukset ja lämmöneristeet tulisi uusida. Osa kellarikerroksen väliseinistä tulisi uusida ja osa korjata pinnoitus- ja kapillaarikatkokorjauksin. Märkätilojen pintarakenteet tulisi uusida kokonaisuudessaan ja kuivien tilojen pintarakenteet osittain. Vesikatteet tulisi paikkaus- ja pinnoituskorjata ja vesikaton puurakenteiden vaurioalueet korjata. Ulkopuolista kosteudenhallintaa tulisi parantaa piha-alueiden sadevedenpoisto- ja salaojajärjestelmien asentamisen, massanvaihtojen ja maanpinnanmuokkausten sekä perusmuurien ulkopintojen kosteus- ja lämmöneristysten avulla.

Ilmanvaihtojärjestelmissä havaittiin suojaamatonta mineraalivillaa, josta voi irrota kuituja sisäilmaan. Ilmanvaihdolle pitäisi tehdä tasapainotus ja säätötoimenpiteitä.

Viemärijärjestelmissä havaittiin painumia, valurautaputkien korroosiota sekä halkeama. Viemärijärjestelmiin kohdistuu pikaisia korjaustarpeita.

Korjaustarpeita on useissa rakennusosissa sekä viemäri- ja ilmanvaihtojärjestelmissä, joten rakennuksen laajempi peruskorjaus alkaa olla ajankohtainen. Peruskorjauksen hankesuunnittelu on suositeltavaa käynnistää lähiaikoina.

Kokonaisuus huomioiden rakennuksen haitallinen altistumisolosuhde on todennäköinen.



Sisällysluettelo

1	Tutkimuksen tarkoitus	7
2	Kohteen yleiskuvaus	7
3	Lähtötiedot	7
4	Tutkimusmenetelmät	8
4.1	Suoritetut tutkimukset	8
4.2	Tutkimuskalusto	9
4.3	Laboratorioanalyysien mittausepävarmuus ja virhetarkastelu	9
4.4	Menetelmäkuvaukset ja viitearvot	10
4.4.1	Näytteenotto rakenteista	10
4.4.2	Kosteusmittaukset	10
4.4.3	Paine-eromittaukset	11
4.4.4	Merkkiainekokeet ja tiiveystarkastelut	12
4.4.5	Asbesti- ja haitta-ainekartoitus	12
4.4.6	Ilmavirtamittaukset	12
4.4.7	Sisäilman lämpötila- ja kosteusmittaukset	12
4.4.8	Sisäilman hiilidioksidipitoisuusmittaukset	13
4.4.9	Mikrobianalyysit materiaalinäytteistä	13
4.4.10	Kuituteippinäytteet	13
4.4.11	Jätevesiviemäreiden tutkimukset	14
5	Rakenneteknisten tutkimusten tulokset	15
5.1	Alapohjat	15
5.1.1	Rakenne	15
5.1.2	Havainnot ja mittaustulokset	16
5.1.3	Johtopäätökset	29
5.1.4	Toimenpide-ehdotukset	31
5.2	Maanvastaiset seinät	32
5.2.1	Rakenne	32
5.2.2	Havainnot ja mittaustulokset	33
5.2.3	Johtopäätökset	40
5.2.4	Toimenpide-ehdotukset	40
5.3	Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet	41
5.3.1	Rakenne	41
5.3.2	Havainnot ja mittaustulokset	42
5.3.3	Johtopäätökset	59
5.3.4	Toimenpide-ehdotukset	60
5.4	Välipohjat	61
5.4.1	Rakenne	61
5.4.2	Havainnot ja mittaustulokset	63
5.4.3	Johtopäätökset	72
5.4.4	Toimenpide-ehdotukset	73
5.5	Väliseinät	73
5.5.1	Rakenne	73
5.5.2	Havainnot ja mittaustulokset	74
5.5.3	Johtopäätökset	78
5.5.4	Toimenpide-ehdotukset	79
5.6	Pintarakenteet ja sisätilat	79
5.6.1	Rakenne	79



5.6.2	Havainnot ja mittaustulokset	79
5.6.3	Johtopäätökset	80
5.6.4	Toimenpide-ehdotukset	81
5.7	Yläpohjat ja vesikatot	81
5.7.1	Rakenne	81
5.7.2	Havainnot ja mittaustulokset	81
5.7.3	Johtopäätökset	87
5.7.4	Toimenpide-ehdotukset	88
5.8	Piha-alueet ja ulkopuolinen vedenpoisto	89
5.8.1	Rakenne	89
5.8.2	Havainnot ja mittaustulokset	89
5.8.3	Johtopäätökset	90
5.8.4	Toimenpide-ehdotukset	90
6	Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimusten tulokset	91
6.1	Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus	91
6.2	Havainnot ilmanvaihtokoneesta, TK01	92
6.3	Tilojen ilmanjako ja ilmamäärät	94
6.4	Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus	96
6.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	96
7	Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset	97
7.1	Paine-ero	97
7.1.1	Mittaustulokset	97
7.1.2	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	98
7.2	Sisäilman lämpötila, suhteellinen kosteus ja hiilidioksidipitoisuus	98
7.2.1	Mittaustulokset	98
7.2.2	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	98
7.3	Mineraalivillakuidut	100
7.3.1	Mittaustulokset	100
7.3.2	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	100
8	Viemärijärjestelmien tutkimusten tulokset	101
9	Altistumisolosuhteiden arviointi	102
10	Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä	103
10.1	Lisätutkimukset ja -selvitykset	103
10.2	Heti tehtävät ja huoltoluonteiset toimenpiteet	103
10.3	Käyttöä turvaavat toimenpiteet	103
10.4	Peruskorjauslaajuiset toimenpiteet	103
11	Päiväys ja allekirjoitukset	105



1 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää rakenteiden sekä ilmanvaihto- ja viemärijärjestelmien toteutus-tapaa ja kuntoa, kartoittaa rakennuksen haitta-ainepitoiset materiaalit, arvioida sisäilmanlaatuun vai-kuttavia tekijöitä sekä laatia altistumisolosuhteiden arviointi tehtyjen havaintojen perusteella. Tutkitta-vat rakennus- ja talotekniset järjestelmät sekä tutkimuksen osa-alueet ja laajuudet on määritetty yh-teistyössä tilaajan kanssa.

2 Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuksen kohteena on Kirkonkulman koulun piharakennus, joka on rakennettu vuonna 1954. Ra-kennus on alkuperäiseltä käyttötarkoitukseltaan asuinrakennus, joka on myöhemmin muutettu opetus-käyttöön. Rakennuksessa on kellarikerroksen lisäksi kaksi maanpäällistä kerrosta ja ullakkokerros.

Rakennuksen kantava runko on tiili- ja betonirakenteinen. Alapohjat ovat osittain maanvaraisia sekä ryömintätilallisia. Maanvaraiset alapohjat ovat lämmöneristettyjä tai lämmöneristämättömiä kaksoisbe-tonilaattoja. Ryömintätilallinen alapohja on betonirakenteinen ja eristetäyttöinen kotelolaatta. Maan-vastaiset seinät ovat betonirakenteista, joissa on sisäpuolinen kosteus- ja lämmöneristys sekä kuori-muraus. Ulkoseinät ovat enimmäkseen lämmöneristämättömiä massiivitiilirakenteita sekä patteri-syvennysten osalta lämmöneristettyjä tiilirakenteita. Ikkunat ovat kaksipuitteisia puuikkunoita ja ulko-ovet ovat lasiaukollisia puuovia. Väliseinät ovat tiili- ja betonirakenteisia. Väli- ja yläpohjat ovat betoni-rakenteisia ja eristetäyttöisiä kotelolaattoja. Vesikattorakenteet ovat puuta ja vesikatteena on betonitiili-kate.

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, joka on varustettu lämmön talteenotolla. Kellarikerroksen ilmanvaihto toimii painovoimaisesti.

3 Lähtötiedot

Tiedossa oleva korjaushistoria:

- Vesikatto uusittu vuonna 1993
- Ensimmäisen ja toisen kerroksen tilamuutokset ja ilmanvaihdon uusiminen 2010-luvulla

Käytössä oleva piirustusaineisto ja asiakirjat:

- Pohjapiirustukset vuodelta 2013
- Ensimmäisen ja toisen kerroksen IV-piirustuksia vuodelta 2012
- Kellarin LVV-piirustuksia vuodelta 1954



4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimukset perustuvat pääosin Ympäristöopas 2016, Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, toim. Pitkäranta Miia, Ympäristöministeriö 2016 esitettyihin ohjeisiin, menetelmiin ja käytäntöihin. Yleistarkastuksessa kiinnitettiin erityisesti huomioita mahdollisiin hajuihin sisäilmassa tai rakenteiden pinnoilla näkyviin vaurioihin. Rakennuksen ulkopuoli tarkastettiin myös silmämääräisesti, tarkoituksena selvittää mahdolliset vauriojäljet tai kosteusteknisesti riskialttiit rakennekohdat. Lisäksi sovelletaan mm. seuraavia julkaisuja ja asetuksia:

- Asumisterveysasetus (545/2015), 2015
- Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osat I, II, III ja IV, Valvira, 2016
- Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017), 2017
- Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017), 2017
- Sisäilmastoluokitus, 2018
- Suomen LVI-liitto SuLVI ry:n ilmanvaihtojärjestelmien kuntotutkimusohjeet (IVKT), 2016

4.1 Suoritetut tutkimukset

Esiselvityskäynti tutkimussuunnitelmaa varten, 27.3.2019

Kohteeseen tehtiin esiselvityskäynti, jonka yhteydessä rakennuksen ulkopuoliset osat sekä sisätilat tarkastettiin aistinvaraisesti ja kohteeseen tehtiin pistokoeluontoinen pintakosteuskartoitus, joka kohdistettiin erityisesti maanvastaisiin alapohjiin ja seiniin sekä märkätiloihin. Asiakirjatarkastelujen, pinta-kosteuskartoitustulosten sekä aistinvaraisten havaintojen perusteella laadittiin tutkimussuunnitelma varsinaisten tutkimusten toteuttamiseksi.

Olosuhde- ja epäpuhtausmittaukset, 8.-22.3.2019

Sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin neljässä mittauspisteessä. Mittaukset toteutettiin seurantamittauksina jatkuvatoimisilla mittalaitteilla viiden minuutin mittausaajuudella.

Sisäilman lämpötiloja, suhteellisia kosteuspitoisuuksia ja hiilidioksidipitoisuuksia mitattiin neljässä mittauspisteessä. Mittaukset toteutettiin seurantamittauksina jatkuvatoimisilla mittalaitteilla viiden minuutin mittausaajuudella.

Tasopinnoille kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä otettiin neljä näytettä ja tuloilmakanavien sisäpinnoilta kaksi näytettä kuituanalyysiin. Näytteet kerättiin tasopinnoille asennetuilta pölylaskeuma-alustoilta sekä tuloilmakanavien sisäpinnoilta geeliteippimenetelmällä.

Rakennetekniset tutkimukset, ilmanvaihtojärjestelmien tutkimukset, viemärijärjestelmien tutkimukset, 10.-15.4.2019

Kohteessa tehtiin varsinaiset rakennetekniset tutkimukset. Alapohjiin tehtiin kosteusmittauksia viiltomittausmenetelmällä. Alapohjiin, maanvastaisiin seiniin, ulkoseiniin, välipohjiin, väliseiniin ja yläpohjiin tehtiin rakenneavauksia piikkaamalla tai poraamalla aukkoja rakenteisiin. Rakennusmateriaaleista otettiin yhteensä 43 materiaalinäytettä mikrobialalyysiin. Rakenteiden ilmatiiveyttä tutkittiin aistinvaraisesti ja merkkiainekokein alipaineistamalla tutkittavat tilat tutkittavaan rakenteeseen nähden, syöttämällä merkkiainekaasua rakenteisiin ja tutkimalla merkkiainekaasun kulkeutumista rakenteiden läpi merkkiaineilmaisimella.



Kohteessa tehtiin ilmanvaihdon kuntotutkimukset, jossa selvitettiin ilmanvaihtolaitteiston kunto ja toimivuus sisäilmanlaadun näkökulmasta. Ilmanvaihdon tutkimusten yhteydessä arvioitiin eri tilojen ilmanvaihdon riittävyttä tilojen käyttötarkoitukseen nähden. Ilmanvaihtojärjestelmiä tutkittiin lähtötietojen perusteella sekä sisäpuolisesti mahdollisten epäpuhtauslähteiden, esimerkiksi mineraalivilkautilähteiden varalta. Tuloilmakanavien sisäpinnoilta otettiin kaksi geeliteippinäytettä mahdollisten mineraalivilkautilähteiden analysointia varten. Tilojen ilmamääriä mitattiin pistokoeluonteisesti, sekä verrattiin niitä suunnitteluarvoihin.

Jätevesiviemäreitä kuvattiin sisäpuolisesti TV-kameralla yhteensä 6 osuutta. Jätevesiviemärien tutkimuksista on laadittu erillinen tutkimusraportti, joka on tämän raportin liitteenä 6.

Rakennesaavaus-, mittaus- ja näytteenottokohdat on esitetty liitteenä 1 olevassa pohjapiirroksessa.

Asbesti- ja haitta-ainekartoitus, 23.4.2019

Kohteeseen tehtiin asbesti- ja haitta-ainekartoitus. Kartoituksen yhteydessä otettiin yhteensä 28 materiaalinäytettä asbestianalyysiin, 13 materiaalinäytettä PAH-analyysiin, kolme materiaalinäytettä lyijy-analyysiin ja kolme materiaalinäytettä PCB-analyysiin. Asbestikartoituksesta on laadittu erillinen kartoitusraportti, joka on tämän raportin liitteenä 5.

4.2 Tutkimuskalusto

Tutkimuksissa käytettiin seuraavaa mittauskalustoa:

- Kosteusmittaukset:
 - Pintakosteusmittaukset: Gann Hydrotect LG3 -mittalaite ja LB-71-pinta-anturi (kalibroitu 11/2018)
 - Rakennekosteusmittaukset: Vaisala HM-40 -mittalaite, HMP40S -mittapää (nro 1-4, kalibroitu 10/2018) ja HM42PROBE -mittapää (nro 5, kalibroitu 10/2018, nro 6-7 kalibroitu 02/2019)
- Merkkiainetutkimukset:
 - Sensistor XRS9012 -merkkiaineilmaisin
 - Typpi-vety-kaasuseos (Formier 5, N₂ 95 % / H₂ 5 %)
 - Retrotec DM32W -paine-eromittari (kalibroitu 02/2018)
 - Miran DL-P1 -paine-erologgeri (kalibroitu 06/2018)
- Paine-ero- ja olosuhdeseurannat
 - Miran DLS olosuhde- ja paine-erologgerit
- Ilmavirtamittaukset:
 - HK Instruments PHM-V1 -venttiilinsäätömittari
- Viemäri- ja salaojakuvaukset:
 - MiniCam SOLOPRO

4.3 Laboratorioanalyysien mittausepävarmuus ja virhetarkastelu

Kiwalab on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T270 (akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025). Pätevyysalueena on asumisterveysmikrobiologia ja asumisterveyskemian ja seuraavat menetelmät kuuluvat akkreditoinnin piiriin: ilmanäytteen mikrobianalyysi, materiaalinäytteen mikrobianalyysi laimennos- ja suoraviljelymenetelmällä, sisäilman VOC-analyysi, materiaalinäytteen VOC-analyysi sekä asbestianalyysi materiaalinäytteestä.



Laboratoriolla on jokaiselle menetelmälle omat säännöllisesti tehtävät laadunvarmistusmenettelyt, jotka on kuvattu laboratorion laadunhallintaohjeessa. Laboratorio myös osallistuu vuosittain kansallisille tai kansainvälisille vertailukierroksille. Mikrobiologian osalta vuosittaisen Asumisterveystutkimuksia tekevien laboratorioiden pätevyyskokeen järjestäjinä ovat toimineet THL:n Ympäristömikrobiologian yksikkö sekä Proffest SYKE. VOC- ja asbestinäytteiden osalta laboratorio on osallistunut Health and Safety Laboratory:n järjestämille Air PT – ja Asbestos in Materials Scheme (AIMS) -kierroksille. Syksyllä 2017 järjestettiin ensimmäisen kerran kansallinen vertailumittaus sisäilman VOC-määrittämisä tekeville laboratorioille. Järjestäjänä toimi Proffest SYKE ja asiantuntijalaboratoriona Työterveyslaitos.

Laboratorio arvioi menetelmiin liittyvää mittausepävarmuutta osana laadunvarmistusmenettelyjään. Näytetuloksia koskevat mittausepävarmuuslaskelmat saa laboratoriosta erikseen pyydettyä.

Rakennusmateriaalinäytteen suoraviljelymenetelmä on semikvantitatiivinen, ja tulos ilmoitetaan runsaussuhdeasteikolla. Tulokseen ei täten voida liittää laskennallista mittausepävarmuusarviota. Epävarmuutta tulokseen laboratoriossa aiheuttavat näytteen käsittely ja jakaminen maljoille sekä pesäkelaskennan epävarmuus (henkilöiden väliset estimaatit SFS-ENV ISO 13843 standardin mukaisesti). Pesäkelaskennan epävarmuus on 10 % luokkaa.

Rakennusmateriaalinäytteen asbestianalyysi on kvalitatiivinen menetelmä eikä tulokseen voida täten liittää laskennallista mittausepävarmuusarviota. Epävarmuutta on arvioitu validointiaineiston avulla ja sen perusteella laboratorion asbestianalyysiin voi sisältyä virhettä 0,4 %:ssa kaikista asbestin toteamistuloksista sekä 8 %:ssa kaikista mineraalilaatujen tunnistamistuloksista.

4.4 Menetelmäkuvaus ja viitearvot

4.4.1 Näytteenotto rakenteista

Mikrobinäytteet otettiin rakenneavauksista puhdistetuilla työvälineillä ja suojakäsineitä käyttäen. Rakenneavauksien tekovaiheessa huomioitiin mahdollinen kontaminaatioriski siten, että avauksen viimeistelyn suoritti mahdollisuuksien mukaan näytteenottaja. Työvälineet puhdistettiin jokaisen näytteenoton välillä. Näytteenotto kohdennettiin mikrobikasvuston kannalta riskialtimpaan kohtaan. On kuitenkin huomioitava, että mikrobikasvu rakennusmateriaaleissa ei ole tasaista, jolloin vaurioitunein osa ei välttämättä ole nähtävissä.

4.4.2 Kosteusmittaukset

Kenttätutkimuksissa käytettiin pintakosteudentunnistinta aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä. Pintakosteudentunnistimen mittapää kohdistettiin suoraan tutkittavan rakenteen pintaan ja laitteistolla havaitut arvot luettiin lukulaitteesta. Pintakosteuskartoitus on ainetta rikkomaton mittausmenetelmä, missä samasta rakenteesta saatuja vertailuarvoja verrataan keskenään tarkoituksena saada poikkeama-alueet esille. Pintakosteudentunnistimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon vaikuttavat kosteuden lisäksi useat tekijät, mm. suolakorroosumat ja teräkset sekä eri materiaalien koostumukset ja pintamateriaalit.

Pintakosteuskartoitus tehtiin pistokoeluoontoisesti ja se kohdistettiin erityisesti maanvastaisiin alapohjiin ja seiniin sekä märkätiloihin. Niille kohdille, joissa mittaustuloksissa havaittiin poikkeamia, tehtiin viiltokosteusmittauksia tuloksien varmistamiseksi. Viiltomittaukset tehtiin asentamalla rakennekosteusmittarin mittapää lattiapinnoitteen alle pinnoitteeseen tehdyn viillon kautta. Viillon ja mittapään liittymä tiivistettiin vesihöyrytiiviillä kitillä ja annettiin tasaantua vähintään 15 minuutin ajan, minkä jälkeen tulokset luettiin mittalaitteella. Viiltomittausmenetelmällä saadaan selville lattiapäällysteen ja betonin välisen ilmatilan suhteellinen kosteus.



Mittaustuloksia arvioitaessa apuna voidaan käyttää apuna seuraavia lähteitä:

- RT 14-10984, Betonin suhteellisen kosteuden mittaus
- Hyvät tutkimustavat betonirakenteiden lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin (Keinänen H., 2013)
- Ympäristöopas 2016, Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus (toim. Pitkäranta M. 2016)
- Asumisterveysasetuksen soveltamisohje (Valvira, 2016)
- Päällyste- ja pinnoitevalmistajien ohjeavrot

Yleisesti ottaen päällystämisen jälkeen kosteuspitoisuuden suoraan lattiapinnoitteen alapuolella ei suositella nousevan yli 85 RH-%.

Viiltomittauksissa mittapäiden annettiin tasaantua noin 15 minuuttia, mikä on riittävä tasaantumisaika käytetyllä mittapätyypillä. Sisäilman lämpötilan ja mitattavien rakenteiden välillä ei ollut merkittävää lämpötilaeroa, joten lämpöoloista johtuen mittauksiin ei tullut mittausepä-tarkkuutta. Mittalaitteet on kalibroitu valmistajan ohjeiden mukaisesti ja mittaukset tehtiin RT-ohjekortissa (RT 13-10984) kuvatuilla menetelmillä. Käytetty mittauslaitteisto, työmenetelmät ja mittausolosuhteet huomioiden saavutettiin todennäköisesti kokonaismittaustarkkuus ± 3 RH-%.

4.4.3 Paine-eromittaukset

Rakennuksen yli- tai alipaineisuus vaikuttaa mm. rakenteiden lävitse kulkeutuvien vuotoilmavirtausten suuntaan sekä kosteuden tiivistymisriskiin pinnoilla tai rakenteissa. Ilma pyrkii virtaamaan painesuhteiden vuoksi korkeammasta paineesta alhaisempaan. Ilmavirtojen mukana voi kulkeutua epäpuhtauksia, kuten hiukkasia ja mineraalivillakuituja, mikrobiperäisiä epäpuhtauksia, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, hajuja sekä radonia. Sisäilman ollessa voimakkaasti alipaineista ulkoilmaan nähden, saattaa näihin epätiiveyskohtiin muodostua hallitsemattomia vuotoilmavirtauksia, joiden mukana voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan. Tilojen voimakas alipaineisuus voi heikentää myös oleskeluviihtyvyyttä lisäämällä vedontunnetta.

Asumisterveysopas suosittelee rakennuksiin, joissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, 0...-2 Pa paine-eroa ulkoilmaan nähden (Asumisterveysopas, 2009, s. 64). Rakennusten ilmanpitävyys -teoksessa ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttaman paine-eron tavoitearvoksi ilmoitetaan 0 - 10 Pa alipaine (Rakennusten ilmanpitävyys, 2009), mihin viitataan myös 2018 voimaan tulleissa uuden rakennuksen suunnitteluohjeissa. Ympäristöministeriön asetuksen uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta (1009/2017) mukaan rakennuksen ulko- ja ulospuhallusilmavirrat on suunniteltava siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan alipaineisuuden syy tulee selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa, jos alipaineisuus on yli 15 Pa. Jos rakennus on ylipaineinen ulkoilmaan nähden ilmanvaihdon toiminnasta johtuen, tulee ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa. Hetkellinen, tuuliolosuhteista tai rakennuksen geometriasta aiheutuva ylipaineisuus on mahdollista, eikä se vaadi korjaustoimenpiteitä.

Paine-eromittaukset tehtiin neljässä tilassa, joista yksi oli kellarikerroksessa, kaksi ensimmäisessä ja yksi toisessa kerroksessa. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1 ja mittaustulokset (kuvaajat) liitteessä 4. Seurantamittarit (loggerit) mittasivat seurantajaksolla (14 vrk) tilojen sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa 5 minuutin välein.



4.4.4 Merkkiainekokeet ja tiiveystarkastelut

Liittymärakenteiden (seinä- ja lattialiitokset, ikkunaliittymät, yläpohjaliittymät, läpiviennit) tiiveyttä tarkasteltiin pistokoeluoontoisesti merkkiainemenetelmällä sekä aistinvaraisesti.

Tutkittavat tilat alipaineistettiin noin 7...10 Pascalin alipaineeseen tutkittaviin rakenteisiin nähden. Merkkiaineakaasua vapautettiin sisäkautta tutkittavaan rakenteeseen, jossa sen annettiin tasaantua. Tasaantumisaajan jälkeen rakenteiden ja läpivientien ilmatiiveyttä mitattiin sisäpuolelta merkkiaineilmäsimella, joka ilmoittaa, mikäli merkkiaineakaasua kulkeutuu rakenteesta sisätiloihin. Tyypillisimmät ilmauotoreitit valokuvattiin ja raportoitiin. Tarkastelu tehtiin pistokoeluoontoisesti siten, että rakenneliittymien tiiveydestä ja korjaustarpeesta saatiin riittävä kokonaiskuva. Merkkiainetutkimukset tehtiin RT-ohjekorttia (RT 14-11197 Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein) soveltaen.

4.4.5 Asbesti- ja haitta-ainekartoitus

Rakennukseen suoritettiin sisäpuolisten tilojen ja ulkovaipparakenteiden asbesti- ja haitta-ainekartoitus. Kartoituksen tutkimusmenetelmät ja tulokset on esitetty erillisessä asbesti- ja haitta-ainekartoitusraportissa, joka on tämän raportin liitteenä 5. Kartoituksen keskeisimmät havainnot on esitetty tässä raportissa.

4.4.6 Ilmavirtamittaukset

Tilojen ilmavirtojen suunnitelmienmukaisuutta tarkasteltiin mittaamalla kuuden tilan ilmamäärät. Mitattuja ilmamääriä verrattiin suunnitteluasiakirjojen suunnitteluarvoihin. Tarkastusmittauksien mittauspöytäkirja on kokonaisuudessaan kappaleessa 6.3. Suunnitelluista ilmamääristä voidaan poiketa ± 20 % huonekohtaisesti ja ± 10 % järjestelmäkohtaisesti.

4.4.7 Sisäilman lämpötila- ja kosteusmittaukset

Olosuhdemittauksissa tarkasteltiin sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta. Liian kuuma tai kylmä lämpötila ovat lähinnä viihtyvyyshaitta, mutta lämmin ilma voi myös lisätä tilojen käyttäjien väsymystä, sisäilman kuivuutta ja materiaaleista erittyviä yhdisteitä ja korostaa muista sisäilmahaitoista aiheutuvaa oireilua. Liian kylmä sisäilma tai merkittävä vetoisuus voivat olla viitteitä ilmavuodoista, huonosti tasapainotetusta ilmajaosta tilassa tai johtaa materiaalien vaurioitumisriskiin, jos materiaaleihin kertyy tiivistymäkosteutta.

Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila vaihtelevat vuodenaikojen mukaan. Alhaiset suhteellisen kosteuden mittauks tulokset ovat talvikaudelle tavanomaisia, mutta kuiva sisäilma voi aiheuttaa herkimille henkilöille limakalvojen, ihon ja silmien ärsytysoireita. Kuivaa sisäilmaa ei pidetä kuitenkaan terveyshaittana. Jos yksittäisen tilan lämpötila koetaan liian kuumaksi tai kylmäksi, tulee lämpötilan säätömahdollisuus tarkistaa ko. huoneen osalta.

Asumisterveysasetus (2018) antaa sisäilman lämpötilalle seuraavat toimenpiderajat: asunnoissa lämmityskaudella $+18...+26$ °C ja lämmityskauden ulkopuolella $+18...+32$ °C. Kouluissa, päiväkodeissa, vanhainkodeissa, palvelutaloissa ja vastaavissa tiloissa alin lämpötila saa olla $+20$ °C, sekä vanhainkodeissa ja palvelutaloissa ylin lämpötila lämmityskauden ulkopuolella $+30$ °C.

Sisäilmayhdistyksen Sisäilmaluokituksessa (2008) määritetään S3 sisäilmaluokan (tydyttävä taso) sisäilman lämpötilarajoiksi $20 - 22$ °C ja S2 sisäilmaluokan (hyvä taso) lämpötilarajoiksi $20,5 - 22,5$ °C lämmityskaudella.

Sisäilmaluokituksen (2008) S2 ja S3 sisäilmaluokassa ei ole asetettu alarajaa sisäilman suhteelliselle kosteudelle, mutta kosteuden tulee olla alle 60 %. Asumisterveysoppaan (2009) mukaan sisäilman suhteellisen kosteuden tulisi olla 20 – 60 %.



Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteuspitoisuutta mitattiin eri puolilla rakennusta. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1 ja mittausten tulokset (kuvaajat) on esitetty liitteessä 4. Mittarit asennettiin tiloissa noin 1,2 metrin korkeudelle. Seurantamittarit (loggerit) mittasivat seurantajaksolla (14 vrk) tilojen sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta 5 minuutin välein.

4.4.8 Sisäilman hiilidioksidipitoisuusmittaukset

Asumisterveysasetuksen (2015) mukaan sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 2 100 mg/m³ (1 150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on keskimäärin 400-450 ppm. Vuoden 2018 alusta voimaan tulleen Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta määrittää sisäilman hetkelliseksi suurimmaksi hiilidioksidipitoisuuden suunnitteluarvoksi 1450 mg/m³ (800 ppm) ulkoilmaa suuremman hiilidioksidipitoisuuden.

Taulukko 1. CO₂ pitoisuuden raja-arvoja (sisäilmastoluokitus 2018)

Kokonaispitoisuus		
700 ppm	yksilöllinen tavoitetaso	Sisäilmastoluokka S1
900 ppm	hyvä	Sisäilmastoluokka S2
1150 ppm	tydyttävä, ylärajan suunnittelu-arvo	Sisäilmastoluokka S3
1500 ppm	toimenpideraja	

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin eri puolilla rakennusta. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1 ja mittausten tulokset (kuvaajat) on esitetty liitteessä 5. Mittarit asennettiin tiloissa noin 1,2 metrin korkeudelle. Mittauksilla haluttiin selvittää, riittääkö tilojen ilmanvaihto käyttäjämääriin nähden. Seurantamittarit (loggerit) mittasivat seurantajaksolla (14 vrk) tilojen hiilidioksidipitoisuutta 5 minuutin välein.

4.4.9 Mikrobianalyysit materiaalinäytteistä

Tarkastuksien aikana mikrobien materiaalinäytteet otettiin Asumisterveysasetuksessa ja sen soveltamisohjeessa esitetyin menetelmin, suljettiin ilmatiiviiseen muovipussiin. Analyysit tehtiin suoraviijelymenetelmillä. Tarkemmat menetelmäkuvaukset laboratoriotutkimuksista on esitetty raportin liitteessä 2.

4.4.10 Kuituteippinäytteet

Kuitunäytteiden avulla varmistettiin, ettei sisäilmassa esiinny poikkeavaa määrää teollisia mineraalivilakuituja, jotka voivat heikentää sisäilmanlaatua. Pinnoille laskeutuneiden teollisten mineraalikuitujen määrää ja laatua tutkittiin geeliteippimenetelmällä. Kuitunäytteitä kerättiin puhtaille keräysalustoille kahden viikon aikana laskeutuneesta pölykertymästä sellaisista paikoista, jotka kuuluvat säännöllisen siivouksen piiriin. Lisäksi kuitunäytteitä kerättiin suoraan ilmanvaihdon tuloilmanakanavien sisäpinnoilta.

Tutkimuksen yhteydessä tehdyt kuitututkimukset toteutettiin BM-Dustlifter geeliteipeillä. BM-Dustlifter geeliteippinäytteistä analysoitiin epäorgaaniset mineraalikuidut valomikroskoopilla käyttämällä 100-kertaista suurennosta. Näytteistä laskettiin yli 20 mikrometrin pituiset teolliset mineraalikuidut koko teipin (14 cm²) pinta-alalta. Tulos ilmoitetaan mineraalikuituja kpl/cm². Näytteiden sisältämän muun pölymateriaalin ja orgaanisten kuitujen määrää on arvioitu asteikolla niukka, kohtalainen, runsas tai erittäin runsas.

Asumisterveysasetuksen (545/2015) mukaan kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneen pölyn teollisten mineraalikuitujen pitoisuudet 0,2 kpl/cm² tai enemmän edellyttävät toimenpiteisiin ryhtymistä.



Yleisimpiä toimenpiteitä kuitukertymän pienentämiseksi ovat kuitulähteiden selvittäminen ja poistaminen, ilmanvaihtokanavien puhdistaminen ja siivouksen tehostaminen.

Tuloilmakanavan pinnalta otetuille näytteille ei ole määritetty viitearvoa, mutta kuituja voi liikkua sisäilmassa aina kun niitä löytyy tuloilmakanavasta. Työterveyslaitoksen tekemissä työympäristöselvityksissä on toimistorakennuksien tuloilmakanavien keskimääräiseksi kuitupitoisuudeksi määritetty 10-30 kuitua/cm².

Kohteesta otettiin kuusi kuituteippinäytettä, joiden näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1. Laboratorioanalyysit tehtiin Kiwalab laboratoriossa Oulussa. Tarkemmat menetelmäkuvaukset laboratoriotutkimuksista on esitetty raportin liitteessä 3.

4.4.11 Jätevesiviemäreiden tutkimukset

Jätevesiviemäreitä kuvattiin sisäpuolisesti TV-kameralla yhteensä 6 osuutta. Kuvaukset tehtiin otanta- luonteisesti niiltä osin, kun järjestelmiä päästiin kuvaamaan lattiakaivoista, tarkastuskaivoista, ja puhdistusluukuista (ilman rakenteellisia purku- ja kaivutöitä tai nostotöitä).

Viemärien sisäpuolisella ns. TV-kuvauksella selvitetään otantana rakennuksen jätevesiviemärin siirtymät, takalaskut, puhdistustarpeet, liettymät, asennusvirheet ja verkostoon tunkeutuneet puun juuret. Kuvausten tulosten pohjalta arvioidaan tulevaisuudessa tukoksia ja tulvia aiheuttavat putken sisäpuoliset virheet, korjaus- ja puhdistustarpeet sekä korjausajankohdat. Jätevesipohjaviemärin sekä TV-kuvauksesta on laadittu erillinen kartoitusraportti, joka on tämän raportin liitteenä 6 ja kuvausten keskeisimmät havainnot on esitetty tässä raportissa.



5 Rakenneteknisten tutkimusten tulokset

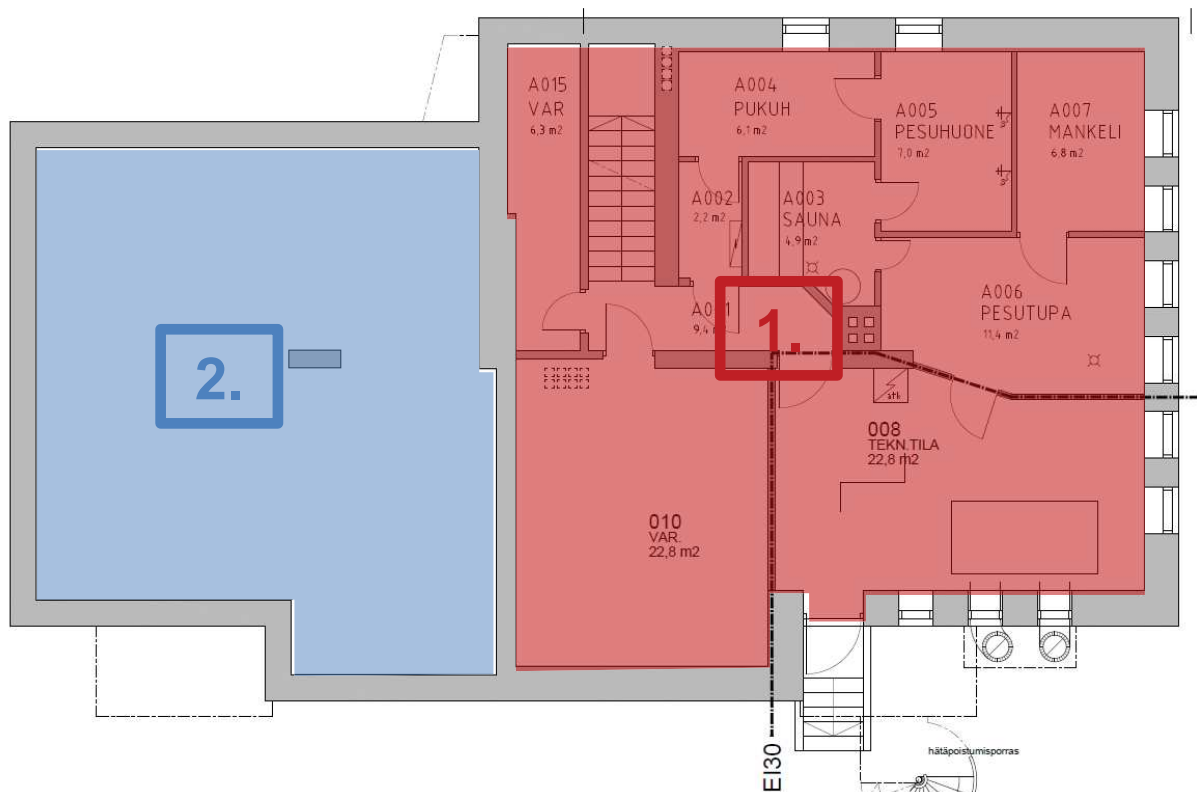
5.1 Alapohjat

5.1.1 Rakenne

Kellarikerroksessa alapohjat ovat maanvastaisia betonirakenteita ja ensimmäisessä kerroksessa alapohjat ovat ryömintätilallisia betonirakenteita. Alapohjarakenteet ovat alkuperäiskuntoisia eikä niihin ole kohdistettu laajamittaisempia peruskorjaustoimenpiteitä valmistumisen jälkeen.

Kellarikerroksen maanvaraiset alapohjat ovat lämmöneristettyjä tai lämmöneristämättömiä kaksoisbetonilaattoja. Lämmöneristetyt kaksoislaatta-alapohjat koostuvat kantavasta tai maanvaraisesta pohjabetonilaatasta, vedeneristeestä sekä lastusementtilevyeristeestä ja pintabetonilaatasta. Lämmöneristämättömät kaksoislaatta-alapohjat koostuvat pohjabetonilaatasta, yläpuolisesta vedeneristeestä ja pintabetonilaatasta.

Ensimmäisen kerroksen ryömintätilalliset alapohjat ovat betonirakenteisia kotelolaattoja, joiden kotelorakenteissa on eristettyä. Kuivien tilojen kotelolaatta-alapohjat koostuvat betonirakenteisesta alalaatasta, betonipalkistosta ja purueristetytöstä sekä muottilaudoituksesta ja betonirakenteisesta ylälaatasta. Märkätilassa kotelolaatta-alapohja koostuu betonirakenteisesta alalaatasta, betonipalkistosta ja eristetytöstä sekä betonirakenteisesta ylälaatasta vedeneristekerroksineen ja pintabetonilaattoineen. Märkätilassa alapohjan eristettytönä on sekalaista rakennusjätettä, mm. betonin, laastin ja tiilen kappaleita sekä yksittäisiä puunkappaleita. Alapohjan ryömintätilaan ei ole kulkua rakennuksesta. Ryömintätilojen tuuletus on toteutettu painovoimaisesti perusmuurien tuuletusventtiilien avulla.



Kuva 1. Kellarikerroksen pohjapiirustus, johon on havainnollistettu eri alapohjarakennetyyppien sijainnit:

1. Maanvastaiset lämmöneristämättömät tai lämmöneristetyt kaksoislaatta-alapohjat (punainen) ja
2. Ryömintätilalliset kotelolaatta-alapohjat (sininen).



5.1.2 Havainnot ja mittaustulokset

Yleistarkastus

- Maanvaraiset alapohjat ovat maalipinnoitteisia tai muovimattopäällysteisiä.
- Maanvaraisten alapohjien maalipinnoitteet ovat paikoin lohkeilleet irti kosteusrasituksen vaikutuksesta.
- Maanvaraisiin alapohjiin liittyvien sisäovien puukarmeissa ja puurakenteisissa jalkalistoissa on kosteusrasitukseen viittaavia jälkiä.
- Maanvaraisen alapohjan ulko- ja väliseinäliittymissä on betonin kuivumiskutistumisesta aiheutuneita rakoja, joiden kautta alapohjien maatyöistä ja alapohjarakenteista on ilmayhteyksiä sisäilmaan.
- Kellarin käytävällä A001 sijaitsevan maanvaraisen alapohjan sulkuventtiilikaivon rakenteiden kautta alapohjan maatyöstä on ilmayhteyksiä sisäilmaan. Lisäksi kaivossa on alapohjan betoni-laattaa vasten asennettuja puurakenteita, jotka ovat alttiita kosteusvaurioille.
- Märkätilojen alapohjien alkuperäiset valurautakaivot ovat ylittäneet teknisen käyttöikänsä. Valurautakaivojen liittymät alapohjalaattoihin eivät ole vesitiiviitä.
- Ryömintätilalliset alapohjat ovat kuivien tilojen osalta linoleum- tai muovimattopäällysteisiä ja märkätilojen osalta laatoitettuja.
- Alapohjan ryömintätilassa on rakennusjätettä ja muuta orgaanista materiaalia, johon on muodostunut kosteus- ja mikrobivaurioita.
- Ryömintätilan betonirakenteissa on kosteusrasitukseen viittaavia kalkkihärmejä.
- Ryömintätilassa havaittiin lämmöneristämättömiä putkia.
- Ryömintätilassa havaittiin haljennut alkuperäiskuntoinen valurautaviemäriputki, jonka lähistöllä on viemärivuotojälkiä ryömintätilan maatyön pinnalla sekä ryömintätilan perusmuurin pinnalla. Myös alapohjalaatan alapinnassa havaittiin paikallinen vuotojälkialue, joka voi olla aiheutunut vesi- tai viemärivuodosta.
- Ryömintätilan tuuletus on toteutettu painovoimaisesti perusmuurissa sijaitsevien tuuletussäleikköjen ja -venttiilien avulla. Ryömintätilan vastaiseen seinään on lisätty ilmanvaihdonkanava, joka on todennäköisesti liitetty rakennuksen alkuperäisen painovoimaisen ilmanvaihdon kanavistoon. Ryömintätilasta voi olla ilmayhteyksiä sisäilmaan rakennuksen alkuperäisen painovoimaisen ilmanvaihdonkanaviston kautta.



Kuva 2. Yleiskuva maalipintaista maanvaraisesta alapohjasta kellarin käytävältä A001. Alapohjarakenteessa kulkevia putkilinjoja on lisätty tai uusittu



Kuva 3. Yleiskuva muovimattopäällysteisestä maanvaraisesta alapohjasta kellarin teknisestä tilasta A008.



Kuva 4. Maanvaraisen alapohjan ulko- ja väliseinäliittymissä on betonin kuivumiskutistumisesta aiheutuneita rakoja.



Kuva 5. Kellarin käytävällä A001 sijaitsevan maanvaraisen alapohjan sulkuventtiilikaivon rakenteiden kautta alapohjan maataytöstä on ilmayhteyksiä sisäilmaan. Lisäksi kaivossa on puurakenteita, jotka ovat alttiita kosteusvaurioille.



Kuva 6. Maanvaraisiin alapohjiin liittyvissä puurakenteissa jalkalistoissa ja ovenkarmeissa on kosteusrasituksen viittaavia jälkiä. Pesuhuoneen A005 oven puukarmien alaosassa havaittiin lahovaurioita.



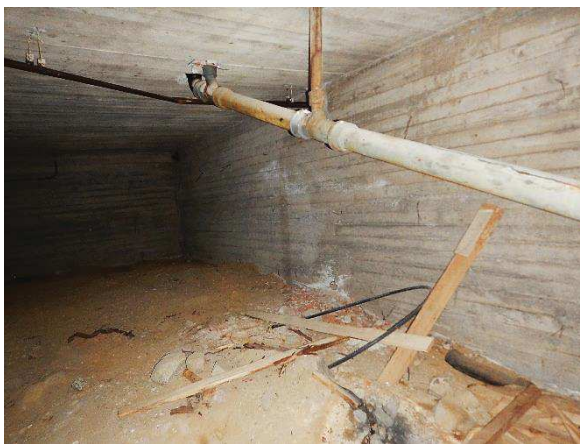
Kuva 7. Alapohjien lattiakaivot ovat alkuperäisiä valurautakaivoja, jotka ovat ylittäneet teknisen käyttöikänsä. Valurautakaivojen liittymät alapohjalaattoihin eivät ole vesitiiviitä.



Kuva 8. Yleiskuva ryömintätalallisen alapohjan linoleum- ja muovimattopäällysteistä eteistilasta A111.



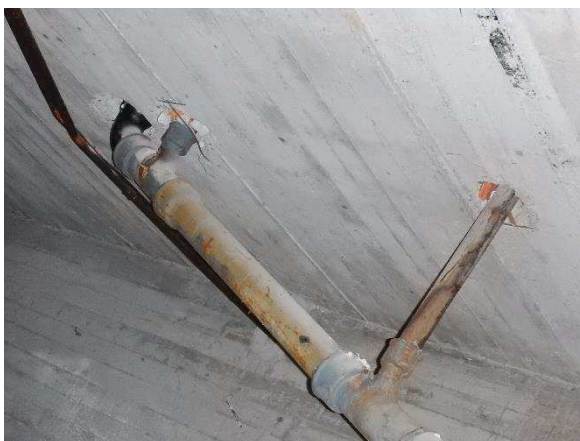
Kuva 9. Yleiskuva ryömintätalallisen alapohjan lattialaattapäällysteestä kylpyhuoneesta A116.



Kuva 10. Ryömintätallassa on rakennusjätettä ja muuta orgaanista materiaalia, johon on muodostunut kosteus- ja mikrobivaurioita.



Kuva 11. Ryömintätalran betonirakenteissa on kosteusrasituksen viittaavia kalkkihärmejä.



Kuva 12. Alapohjan betonilaatassa on talotekniikkaläpivientejä, joiden tiivistyksissä on puutteita.



Kuva 13. Ryömintätallassa kulkeva alkuperäinen viemäriputki on haljennut. Viemäriputken lähistöllä on vuotojälkiä perusmuurissa ja maataytössä.



Kuva 14. Alapohjalaatan alapinnalla on mahdollisia vesi- tai viemärivuotoon viittaavia kosteusjälkiä.



Kuva 15. Osa ryömintätilan kautta johdetuista putkista on lämmöneristämättömiä.



Kuva 16. Ryömintätilan tuuletus on toteutettu perusmuurissa sijaitsevien tuuletussäleikköjen avulla (kuvassa taustalla). Ryömintätilan vastaiseen seinään on lisätty ilmanvaihtoventtiili, joka on todennäköisesti liitetty rakennuksen alkuperäiseen painovoimaisen ilmanvaihdon kanavistoon.

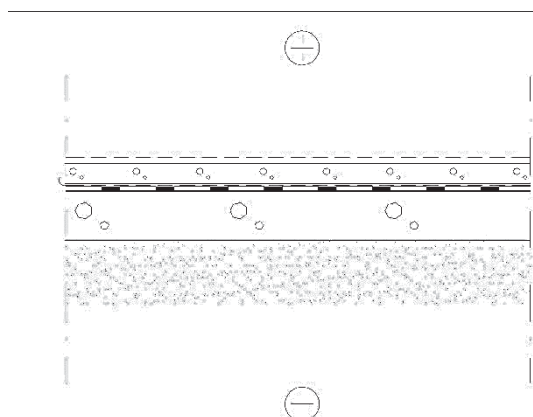


Kuva 17. Kellarin varastotilan (sähköpääkeskuksen) A010 ilmanvaihto on liitetty todennäköisesti samaan painovoimaisen ilmanvaihdon kanavistoon ryömintätilan ilmanvaihdon kanssa. Kuvassa oleva mineraalivillateinen kanava on johdettu seinän läpi ryömintätilaan (ks. edellinen kuva).



Rakenneavaus AP1, maanvarainen alapohja, A007 mankeli

Rakenne



- Maalipinnoite
- Pintabetonilaatta, n. 35 mm
- Tervapaperi
- Bitumisively, n. 1-2 mm
- Betoni, n. 85 mm
- Maatäyttö/perusmaa (hiekkasora)

Kuva 18. Rakenneleikkaus, rakenneavaus AP1, maanvarainen alapohja, A007 mankeli.

Havainnot

- Alapohjarakenteena on lämmöneristämätön kaksoisbetonilaatta. Rakenne koostuu maalatusta pintabetonilaatasta, tervapaperista, bitumisivelystä ja pohjalaatasta. Alapohjan alapuolinen maa-aines on hiekaista sora.
- Maa-aines oli rakenneavauskohdalla kostea.
- Alapohjalaatan maalipinnoite on lohkeillut irti.
- Betoniraudoitteessa havaittiin korroosiota rakenneavauskohdalla.
- Väliseinä tukeutuu pohjalaattaan. Väliseinän ja pohjalaatan välissä on bitumisively.
- Bitumisively ja tervapaperi ovat PAH-yhdisteiden suhteen vaarallista jätettä (ks. liite 5, asbesti- ja haitta-ainekartoitus).
- Alapohjan tervapaperista otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysissä viitteitä mikrobivauriosta.



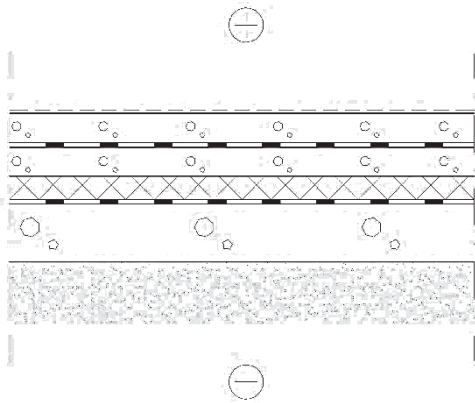
Kuva 19. Alapohjarakenteena on lämmöneristämätön kaksoisbetonilaatta. Alapohjalaatan maalipinnoite on lohkeillut irti. Alapohjan alapuolinen maa-aines on hiekkaista soraa, joka oli rakenneavauskohdalla kosteaa. Betonirauδοitteessa havaittiin korroosiota.



Kuva 20. Väliseinä tukeutuu pohjalaataan. Väliseinän ja pohjalaatan välissä on bitumisively. Alapohjan tervapaperit ja bitumisivelyt ovat PAH-yhdisteiden suhteen vaarallista jätettä. Tervapaperista otetussa näytteessä havaittiin mikrobialalyysissä viitteitä mikrobivauriosta.

Rakenneavaus AP2, maanvarainen alapohja, A006 pesutupa

Rakenne



- Maalipinnoite
- Pintabetonilaatta, n. 50 mm
- Bitumisively, n. 1 mm
- Betonilaatta, n. 50 mm
- Lastusementtilevy, n. 40 mm
- Bitumisively, n. 2 mm
- Betonilaatta, n. 100 mm
- Maatäyttö/perusmaa (hiekkä)

Kuva 21. Rakenneleikkaus, rakenneavaus AP2, maanvarainen alapohja, A006 pesutupa.

Havainnot

- Alapohjarakenteena on lämmöneristetty kaksoisbetonilaatta, jonka yläpinnassa on vedeneristetty pintabetonilaattarakenne. Rakenne koostuu maalatusta pintabetonilaatasta, bitumisivelystä, ylemmästä betonilaatasta, lastusementtilevyeristeestä, bitumisivelystä ja pohjabetonilaatasta. Alapohjan alapuolinen maa-aines on hiekkaa.
- Maa-aines oli rakenneavauskohdalla kosteaa.
- Lastusementtilevyeristeestä otetussa näytteessä havaittiin mikrobialalyysissä viitteitä mikrobivauriosta.



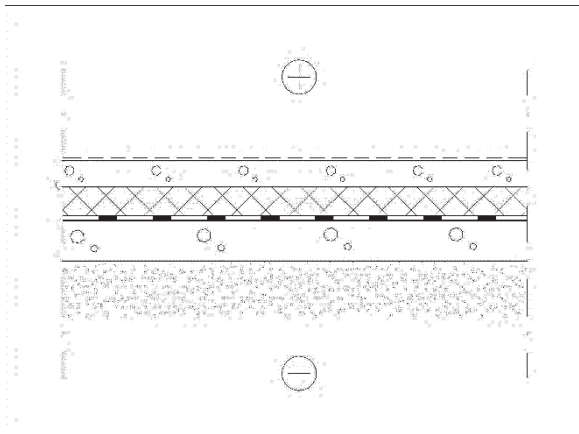
Kuva 22. Alapohjarakenteena on lämmöneristetty kaksoisbetonilaatta, jonka yläpinnassa on vedeneristetty pintabetonilaattarakenne. Maa-aines oli rakenneavauskohdalla kostea.



Kuva 23. Lastusementtilevyeristeestä otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysissä viitteitä mikrobivauriosta.

Rakenneavaus AP3, maanvarainen alapohja, A015 varasto

Rakenne



Kuva 24. Rakenneleikkaus, rakenneavaus AP3, huone A015.

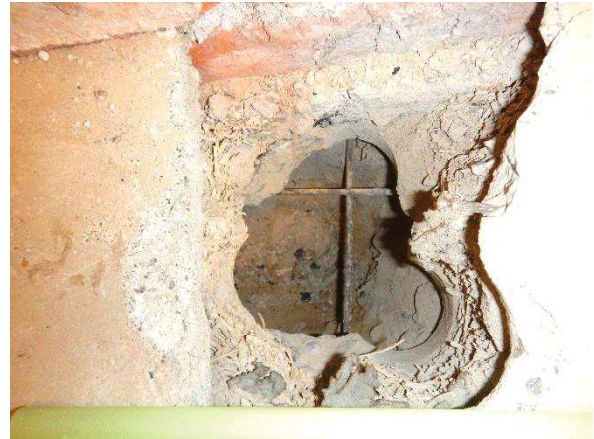
- Pintabetonilaatta, n. 45 mm
- Tervapaperi
- Lastusementtilevy, n. 50 mm
- Bitumisively, n. 1-2 mm
- Betonilaatta, n. 70 mm
- Maatäyttö/perusmaa (hiekkä)

Havainnot

- Alapohjarakenteena on lämmöneristetty kaksoisbetonilaatta. Rakenne koostuu pintabetonilaatasta, tervapaperista, lastusementtilevyeristeestä, bitumisivelystä ja pohjalaatasta. Alapohjan alapuolinen maa-aines on hiekkaa.
- Väliseinä tukeutuu pohjalaataan. Väliseinän ja pohjalaatan välissä on bitumisively.
- Maa-aines oli rakenneavauskohdalla kuivaa.
- Lastusementtilevyeristeestä otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.



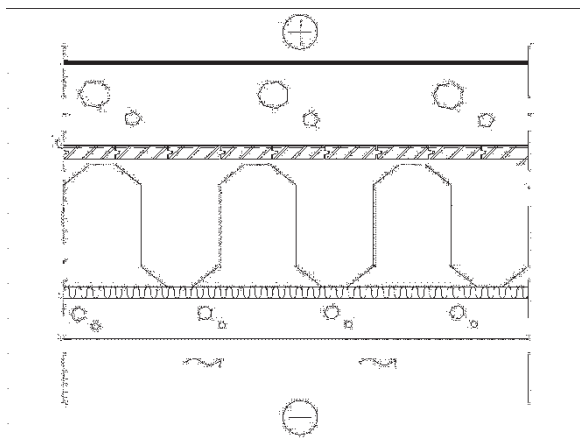
Kuva 25. Alapohjarakenteena on lämmöneristetty kaksoisbetonilaatta. Väliseinä tukeutuu pohjalaattaan. Väliseinän ja pohjalaatan välissä on bitumisively.



Kuva 26. Maa-aines oli rakenneavauskohdalla kuivaa. Lastusementtilevyeristeestä otetussa näytteessä havaittiin mikrobialalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.

Rakenneavaus AP4, ryömintätalallinen alapohja, A113 luokka

Rakenne



- Lattiamatto (linoleum) ja kiinnitysliima, n. 3 mm
- Tasoite, n. 3 mm
- Betonilaatta (ylälaatta), n. 140 mm
- Tervapaperi
- Muottilaudoitus, n. 25mm
- Purueriste ja betonipalkisto, n. 220 mm
- Paperipäällysteinen lasivilla, n. 20 mm
- Betonilaatta (alalaatta), vahvuus ei tiedossa
- Ryömintätala

Kuva 27. Rakenneleikkaus, rakenneavaus AP4, ryömintätalallinen alapohja, A113 luokka.

Havainnot

- Alapohja on kotelolaattarakenteinen ja ryömintätalallinen. Rakenne koostuu ylälaatasta, tervapaperista, muottilaudoituksesta, purueristeestä ja betonipalkistosta, paperipäällysteisestä lasivillaeristeestä, alalaatasta ja alapuolisesta ryömintätalasta.
- Tervapaperista ja lasivillamatosta otetuissa näytteissä havaittiin mikrobialalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivaurioista.



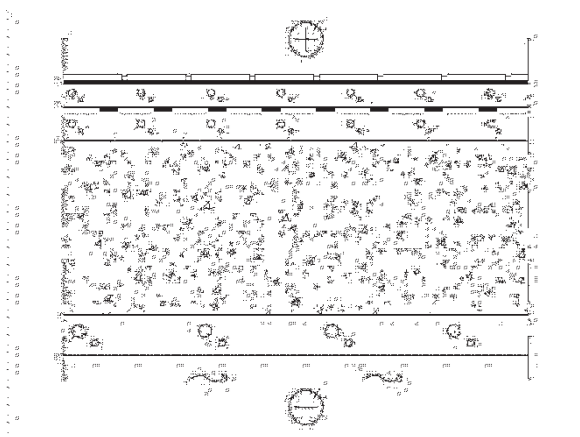
Kuva 28. Alapohja on kotelolaattarakenteinen ja ryömintätilallinen.



Kuva 29. Tervapaperista ja lasivillamatosta otetuissa näytteissä havaittiin mikrobianalyyseissä heikkoja viitteitä mikrobivaurioista.

Rakenneavaus AP5, ryömintätilallinen alapohja, A116 kylpyhuone

Rakenne



- Lattialaatoitus, kiinnitys- ja saumauslaastit-laasti, n. 10 mm
- Pintabetonilaatta, n. 40 mm
- Bitumikermi ja -sively n. 10 mm
- Betonilaatta (ylälaatta), n. 30-70mm
- Eristetäyttö (tiilen, betonin, muurauslaastin palasia ja puunkappaleita), n. 300-340 mm
- Betonilaatta (alalaatta), vahvuus ei tiedossa
- Ryömintätila

Kuva 30. Rakenneleikkaus, rakenneavaus AP5, ryömintätilallinen alapohja, A116 kylpyhuone.

Havainnot

- Alapohja on kotelolaattarakenteinen ja ryömintätilallinen. Kotelolaatan yläpinnassa on vedeneristetty pintabetonilaatta. Rakenne koostuu pintalaatasta ja vedeneristeestä, ylälaatasta, eristetäytöstä ja betonipalkistosta sekä alalaatasta ja sen alapuolisesta ryömintätilasta.
- Eristetäyttömateriaalina on käytetty rakennusjätettä, mm. betonin, muurauslaastin palasia ja puunkappaleita.
- Bitumikermi ja -sively sisältää asbestia (ks. liite 5, asbesti- ja haitta-ainekartoitus).
- Eristetäyttömateriaalista otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyyseissä vahvoja viitteitä mikrobivauriosta.



Kuva 31. Alapohja on kotelolaattarakenteinen ja ryömintätalallinen. Kotelolaatan yläpinnassa on vedeneristetty pintabetonilaatta. Eristettyinä on rakennusjätettä, mm. betonin, muurauslaastin palasia ja puunkappaleita.



Kuva 32. Bitumikermi ja -sively sisältää asbestia. Eristettyä materiaalia otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyyysissä vahvoja viitteitä mikrobivauriosta.

Kosteusmittaukset

Maanvaraisiin ja ryömintätalallisiin alapohjiin tehtiin pintakosteuskartoitus. Maanvaraisissa alapohjissa havaittiin kohonneita pintakosteusarvoja märkätilassa A005 suihkujen vaikutusalueilla sekä muovimatopäälysteisissä kuivissa tiloissa A008 ja A010 yksittäisillä alueilla. Lisäksi väliseinien vierustoilla havaittiin paikoin lievästi kohonneita pintakosteusarvoja. Ryömintätalallisissa alapohjissa ei havaittu kohonneita pintakosteusarvoja. Pintakosteuskartoituksen havainnot on merkitty yksityiskohtaisemmin tämän raportin liitteenä 1 oleviin pohjapiirustuksiin.

Maanvaraisiin alapohjiin tehtiin kuusi kosteusmittausta viiltomittausmenetelmällä. Viiltomittausten tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa ja niiden havainnot alla olevissa kuvissa. Mittauspisteiden sijainnit on merkitty tämän raportin liitteenä 1 oleviin pohjapiirustuksiin.

Taulukko 2. Maanvaraisten alapohjien viiltomittausten tulokset.

Mittauspiste ja sijainti	Mittauskohde	Mittapää (nro)	Lämpötila T (°C)	Suhteellinen kosteus RH (%)	Absoluuttinen kosteus abs. (g/m ³)	Tuloksen tulkinta (tavanomainen / kohonnut / kostea / märkä)
VM1, A010 Varasto	Alapohja	5	16,2	92,1	12,7	Märkä
	Sisäilma	3	16,4	33,9	4,8	-
VM2, A010 Varasto	Alapohja	7	16,0	71,1	9,7	Tavanomainen
	Sisäilma	3	16,4	33,9	4,8	-
VM3, A008 Tekn. tila	Alapohja	6	15,7	87,9	11,8	Märkä
	Sisäilma	2	15,1	27,1	3,5	-
VM4, A008 Tekn. tila	Alapohja	7	15,2	55,9	7,3	Tavanomainen
	Sisäilma	2	14,8	29,3	3,7	-
VM5, A008 Tekn. tila	Alapohja	6	14,8	92,6	11,8	Märkä
	Sisäilma	3	14,3	31,5	3,9	-
VM6, A008 Tekn. tila	Alapohja	5	15,2	84,4	11,0	Kostea
	Sisäilma	2	15,2	30,5	4,0	-



Alapohjista mitattiin paikoin poikkeavia kosteuspitoisuuksia muovimattopäällysteiden alta. Poikkeavat kosteuspitoisuudet sijoituivat välille 84-93 %.

Lattiapäällysteen alapuolisen suhteellisen kosteuspitoisuuden ei suositella nousevan päällystämisen jälkeen yli 85 % kosteuspitoisuuteen. Kyseistä kosteuspitoisuutta pidetään useimpien lattiamattopäällysteiden kriittisenä kosteuspitoisuutena, jonka ylittyessä lattiamattojen ja kiinnitysliimojen vauriomekanismit voivat käynnistyä alkalisen kosteuden vaikutuksesta.

Lattiapäällysteiden kiinnitysliimoissa ja lattiatasoiteissa havaittiin aistinvaraisesti arvioituna viitteitä kosteusvaurioitumismekanismien käynnistymisestä alueilla, joilla kosteuspitoisuudet olivat poikkeavia.



Kuva 33. Viiltomittaus VM1. Muovimaton kiinnitysliimassa ja lattiatasoiteessa on kosteuden aiheuttamaa pehmentymistä.



Kuva 34. Viiltomittaus VM2. Muovimaton kiinnitysliimassa ja lattiatasoiteessa ei havaittu aistinvaraisesti arvioituna viitteitä vaurioitumisesta.



Kuva 35. Viiltomittaus VM3. Muovimaton kiinnitysliimassa ja lattiatasoiteessa on kosteuden aiheuttamaa pehmentymistä.



Kuva 36. Viiltomittaus VM4. Muovimaton kiinnitysliimassa ja lattiatasoiteessa ei havaittu aistinvaraisesti arvioituna viitteitä vaurioitumisesta.



Kuva 37. Viiltomittaus VM5. Muovimaton kiinnitysliimassa ja lattiatasoiteessa on kosteuden aiheuttamaa pehmentymistä.



Kuva 38. Viiltomittaus VM6. Muovimaton kiinnitysliimassa ja lattiatasoiteessa on lievää kosteuden aiheuttamaa pehmentymistä.

Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Alapohjista otettiin yhdeksän materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteenottokohdat on merkitty tämän raportin liitteenä 1 oleviin pohjapiirustuksiin. Seuraavassa taulukossa on esitetty materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulosten tulkinnat.

Taulukko 3. Alapohjien materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
M5	Tervapaperi	AP1, maanvarainen alapohja	A007, mankelihuone	Viite vauriosta
M6	Lastusementtilevy	AP3, maanvarainen alapohja	A015, varasto	Heikko viite vauriosta
M7	Tervapaperi	AP3, maanvarainen alapohja	A015, varasto	Ei viitettä vauriosta
M8	Lastusementtilevy	AP2, maanvarainen alapohja	A006, pesutupa	Viite vauriosta
M9	Tervapaperi	AP4, ryömintätilainen alapohja	A113, luokka	Heikko viite vauriosta
M10	Muottilaudoitus	AP4, ryömintätilainen alapohja	A113, luokka	Ei viitettä vauriosta
M11	Lasivilla, paperipäällysteinen	AP4, ryömintätilainen alapohja	A113, luokka	Heikko viite vauriosta
M12	Purueriste	AP4, ryömintätilainen alapohja	A113, luokka	Ei viitettä vauriosta
M13	Eristetty (tiili, muurauslaasti, betoni, puu)	AP5, ryömintätilainen alapohja	A116, kylpyhuone	Vahva viite vauriosta

Maanvaraisten alapohjien paperi- ja eristemateriaaleista otetuista neljästä näytteestä kolmessa havaittiin viitteitä tai heikkoja viitteitä mikrobivaurioista.

Ryömintätilallisten alapohjien paperi-, muottilaudoitus- ja eristemateriaaleista otetuista viidestä näytteestä kolmessa havaittiin vahvoja tai heikkoja viitteitä mikrobivaurioista.

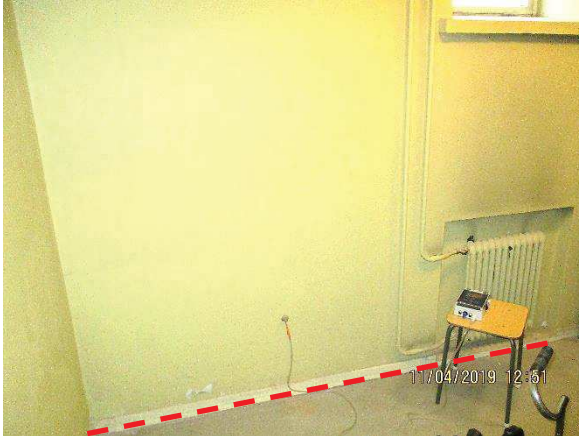


Merkkiainekokeet ja tiiveystarkastelut

Maanvaraisten alapohjien tiiveyttä ja mahdollisia ilmavuotoreittejä tutkittiin pistokoeluoontoisesti merkkiainekokein sekä aistinvaraisesti arvioimalla. Merkkiainekokeita suoritettiin kellarikerroksen pukuhuoneen A004 lämmöneristettyyn kaksoislaatta-alapohjaan (MAK1) ja kellarikerroksen mankelihuoneen A007 lämmöneristämättömään kaksoislaatta-alapohjaan (MAK2) sekä ensimmäisen kerroksen vaatehuoneen A117 kotelolaatta-alapohjaan (MAK3).

Tyypillisimmät epätiiveyskohdat on esitetty seuraavissa valokuvissa.

Maanvaraiset alapohjat



Kuva 39. Merkkiainekoe MAK1, maanvarainen lämmöneristetty kaksoislaatta-alapohja, pukuhuone A004. Alapohjan eristetilasta havaittiin merkittävää ilmavuotoa alapohjan liittymissä maanvastaiseen seinään ja väliseinään.



Kuva 40. Merkkiainekoe MAK2, maanvarainen lämmöneristämätön kaksoislaatta-alapohja, mankelihuone A007. Alapohjan maataytöstä havaittiin merkittävää ilmavuotoa maanvastaisten seinien liittymissä sekä alapohjalaatan halkeamakohtassa. Alapohjan seinäliittymässä on rako.



Kuva 41. Merkkiainekoe MAK2. Alapohjan ja väliseinän rakenneliittymässä on rako, jonka kautta havaittiin merkittävää ilmavuotoa sisäilmaan.



Kuva 42. Merkkiainekoe MAK2. Alapohjarakenteen pintabetoni on paikoin halkeillut, minkä takia rakenne on epätiivis. Maanvastaisen ulkoseinän ja alapohjan liittymässä on rako.



Ryömintätilalliset alapohjat



Kuva 43. Merkkiainekoe MAK3, ryömintätilallinen kotelolaatta-alapohja, vaatehuone A117. Alapohjan eristetilasta havaittiin merkittävää ilmavuotoa alapohjan ulko- ja väliseinäliittymien sekä putkiläpiviennin kohdilla.



Kuva 44. Merkkiainekoe MAK3. Alapohjan ulkoseinäliittymässä on rako, jonka kautta havaittiin merkittävää ilmavuotoa sisäilmaan. Patteriputkiläpiviennit ovat epätiivitä ja niiden kohdilta havaittiin pistemäistä ilmavuotoa sisäilmaan.

5.1.3 Johtopäätökset

Maanvaraiset alapohjat

Kellarikerroksen maanvaraiset alapohjat ovat alkuperäisiä lämmöneristettyjä tai lämmöneristämättömiä kaksoisbetonilaattoja. Maanvaraiset alapohjat ovat enimmäkseen muovimattopäällysteisiä tai maalipinnoitteisia. Lämmöneristetyt kaksoislaatta-alapohjat koostuvat pohjabetonilaatasta, vedeneristeestä sekä lastusementtilevyeristeestä, tervapaperista ja pintabetonilaatasta. Lämmöneristämättömät kaksoislaatta-alapohjat koostuvat pohjabetonilaatasta, vedeneristeestä, tervapaperista ja pintabetonilaatasta. Maanvaraiset alapohjat ovat alkuperäiskuntoisia eikä niihin ole kohdistettu laajamittaisempia korjaustoimenpiteitä valmistumisen jälkeen.

Lämmöneristetyt ja -eristämättömät maanvaraiset kaksoislaatta-alapohjat ovat olleet rakennuksen rakentamisaikana yleisesti käytössä olleita ja suositeltuja rakenteita, mutta nykyisin ne luokitellaan kosteusteknisiksi riskirakenteiksi. Alapohjien lämmöneristeisiin ja pintamateriaaleihin voi muodostua vaurioita alapohjien läpi pääsevästä ulkopuolisesta kosteusrasituksesta tai rakennuksen sisäpuolisesta kosteusrasituksesta. Tutkimustulosten perusteella alapohjien vaurioitumisriskit ovat osittain toteutuneet. Alapohjista mitattiin paikallisesti poikkeavia pintakosteusarvoja ja kohonneita kosteuspitoisuuksia muovimattopäällysteisiltä alueilta. Myös märkätilojen kohdilta mitattiin kohonneita pintakosteusarvoja. Alapohjien tervapapereista ja lastusementtilevyistä otetuista neljästä materiaalinäytteestä kolmessa havaittiin mikrobianalyysissä eriaistaisia viitteitä mikrobivaurioista. Muovimattopäällysteisissä maanvaraisissa alapohjissa havaittiin aistinvaraisia viitteitä muovimattopäällysteiden, kiinnitysliimojen ja lattiatasoitteiden kosteusvaurioitumisesta alueilla, joilla kosteuspitoisuudet olivat poikkeavia.

Alapohjien orgaaniset paperi- ja eristemateriaalit sekä vesihöyrytiivit muovimattopäällysteet ovat vaurioituneet laaja-alaisesti pitkäaikaisen kosteusrasituksen vaikutuksesta. Alapohjien alustäytöt on toteutettu hienoainespitoisilla maa-aineksilla, joten ne eivät muodosta kapillaarikatkerrosta alapohjalaattojen alle. Rakennuksen ympärillä ei ole myöskään toimivaa salaojajärjestelmää. Tällöin maaperän kosteudesta aiheutuu maanvastaisiin alapohjiin ja perustusrakenteisiin suurta kosteusrasitusta. Maanvaraisten kaksoislaatta-alapohjien alkuperäiset bitumipohjaiset vedeneristesivelyt on suunniteltu estä-



mään maaperän kosteuden siirtymistä pohjalaatoista yläpuolisiin rakennekerroksiin. Alapohjien bitumisivelyt ovat osittain menettäneet vedeneristyskykynsä mm. teknisen käyttöiän ylittymisen, alapohjalaattojen halkeilun ja alapohjiin tehtyjen putkitöiden vuoksi. Vedeneristeisiin muodostuneet vuodot mahdollistavat kosteuden siirtymisen pohjalaatoista ylempiin rakennekerroksiin. Lisäksi maaperän kosteus voi siirtyä pohjalaatan yläpuolisiin rakennekerroksiin välillisesti kantavien seinärakenteiden kautta. Myös rakennusaikainen kosteus sekä rakennuksen käytön aikaiset vuoto- ja pesuvedet ovat voineet kastella kaksoislaattarakenteita.

Alapohjien tervapapereissa ja lämmöneristeissä havaittiin mikrobivaurioita ja lisäksi alapohjien bitumisivelyt sekä tervapaperit sisältävät PAH-yhdisteitä. Alapohjarakenteet sekä niiden liittymät eivät ole ilmatiiviitä. Merkittävimpiä ilmavuotokohtia ovat etenkin alapohjien ulko- ja väliseinäliittymät sekä alapohjien halkeamakohtat. Rakenteiden epätiiviyyskohtiin voi muodostua hallitsemattomia ilmapirtauksia sisätiloihin, kun sisätilat ovat alipaineisia ulkoilmaan nähden ja rakenteiden välille muodostuu paineroja. Ilmapirtaukset voivat kuljettaa sisäilmaan epäpuhtauksia alapohjien mikrobivaurioituneista materiaaleista, PAH-yhdisteistä sisältävistä materiaaleista ja alapohjien maatäytöistä.

Ryömintätilaiset alapohjat

Ensimmäisen kerroksen ryömintätilalliset alapohjat ovat alkuperäisiä betonirakenteisia kotelolaattoja, jotka ovat kuivien tilojen osalta linoleum- tai muovimattopäällysteisiä ja märkätilojen osalta laatoitettuja. Kuivien tilojen kotelolaatta-alapohjat koostuvat betonirakenteisesta alalaatasta, betonipalkistosta ja purueristetäytöstä sekä muottilaudoituksesta ja betonirakenteisesta ylälaatasta. Märkätilassa kotelolaatta-alapohja koostuu betonirakenteisesta alalaatasta, betonipalkistosta ja eristetäytöstä sekä betonirakenteisesta ylälaatasta, jossa on vedeneristekerros ja pintabetonilaatta. Märkätilassa alapohjan eristetäyttönä on sekalaista rakennusjätettä, mm. betonin, laastin ja tiilen kappaleita sekä yksittäisiä puunkappaleita. Alapohjan ryömintätilaan ei ole kulkua rakennuksesta. Ryömintätilojen tuuletus on toteutettu painovoimaisesti perusmuurien tuuletusventtiilien avulla. Ryömintätilalliset alapohjat ovat alkuperäiskuntoisia eikä niihin ole kohdistettu laajamittaisempia korjaustoimenpiteitä valmistumisen jälkeen.

Kotelolaattarakenteiset alapohjat ovat olleet niiden rakennusaikaan yleisesti käytössä olleita ja suosittuja rakenteita, mutta nykyisin ne luokitellaan kosteusteknisiksi riskirakenteiksi. Tutkimustulosten perusteella alapohjien vaurioitumisriskit ovat osittain toteutuneet. Alapohjien tervapaperi-, muottilaudoitus- ja eristemateriaaleista otetuista viidestä materiaalinäytteestä kolmessa havaittiin mikrobi-analyseissä eriasteisia viitteitä mikrobivaurioista.

Alapohjien kotelorakenteiden orgaaniset eristetäyttömateriaalit sekä muottilaudoitukset ovat vaurioituneet paikallisesti pitkäaikaisen kosteusrasituksen vaikutuksesta. Kotelolaatta-alapohjiin on voinut kohdistua sisäpuolista kosteusrasitusta esimerkiksi rakennusaikaisen kosteuden, rakennuksen käytön aikanaisten vesivuotojen tai aiemmin käytettyjen runsaiden siivousvesien vaikutuksesta. Lisäksi alapohjien reuna-alueilla kosteuden tiivistyminen kylmäsiltojen lähistöille on voinut aiheuttaa vaurioita. Ryömintätilan puutteellinen tuuletus on saattanut lisätä alapohjien kosteusrasitusta.

Alapohjarakenteiden sisällä kulkevat alkuperäiset valurautaviemärit valurautalattiakaivoineen ovat teknisen käyttöikänsä päässä ja aiheuttavat vuotoriskin (ks. luku 8, viemärijärjestelmien tutkimusten tulokset sekä liite 6, jätevesiviemäreiden toiminnallinen tutkimus). Viemäriputkiston vuodoista esimerkiksi viemäriputkien halkeamakohtilla on voinut aiheutua paikallisia kosteusvaurioita alapohjarakenteisiin. Mahdollisten viemärivuotojen aiheuttamien vaurioiden paikallistaminen on kuitenkin hankalaa ennen rakenteiden purkutöitä. Kaksoislaatta-alapohjien eristetäytöt ovat kosteutta sitovia, jolloin pienemmistä putkivuodoista ei välttämättä muodostu näkyviä kosteusjälkiä rakenteen pinoille.



Ryömintätilan pohjalla on rakennusjätettä ja muuta orgaanista materiaalia, johon on muodostunut kosteus- ja mikrobivaurioita. Myös perusmuurien betonirakenteiden pinnoilla on yksittäisiä rakennusaikaisia muottilaudoituksia, jotka ovat voineet kosteusvaurioitua. Ryömintätilan maapohjassa ja betonirakenteissa on mahdollisia viemärivuodosta peräisin olevia epäpuhtauksia. Ryömintätilan tuuletus on toteutettu painovoimaisesti perusmuurissa sijaitsevien tuuletussäleikköjen ja -venttiilien avulla. Ryömintätilan vastaiseen seinään on lisätty ilmanvaihtokanava, joka on todennäköisesti liitetty rakennuksen alkuperäisen painovoimaisen ilmanvaihdon kanavistoon.

Kotelolaattarakenteissa alapohjissa havaittiin mikrobivaurioituneita materiaaleja. Alapohjarakenteet sekä niiden liittymät eivät ole ilmatiiviitä. Merkittävimpiä ilmavuotokohtia ovat etenkin alapohjien ulko- ja väliseinäliittymät sekä talotekniikkaläpiviennit. Ryömintätilaan jälkikäteen lisätty ilmanvaihtokanava on todennäköisesti liitetty rakennuksen alkuperäisen painovoimaisen ilmanvaihdon kanavistoon, jolloin ryömintätilasta voi olla ilmayhteyksiä sisäilmaan. Rakenteiden epätiiviyyskohtiin ja vanhoihin painovoimaisen ilmanvaihdon kanaviin voi muodostua hallitsemattomia ilmavirtauksia sisätiloihin, kun sisätilat ovat alipaineisia ulkoilmaan nähden ja rakenteiden välille muodostuu paine-eroja. Ilmavirtaukset voivat kuljettaa sisäilmaan epäpuhtauksia alapohjien mikrobivaurioituneista materiaaleista sekä ryömintätilasta. Viemäriputkien halkeamien ja muiden vuotokohtien kautta voi kulkeutua viemäriperäisiä epäpuhtauksia ja hajuja sisäilmaan.

Alapohjien bitumikermi ja -sivelyt märkätilojen kohdilla sisältävät asbestia. Asbestipitoisesta vedeneristeestä ei aiheudu vaaraa, mikäli vedeneriste säilyy ehjänä rakenteen sisässä.

5.1.4 Toimenpide-ehdotukset

Maanvaraiset alapohjat

Maanvaraiset kaksoislaatta-alapohjat tulee uusien kosteusteknisesti toimiviksi, alapuolelta solumuovieristeellä lämmöneristetyiksi betonirakenteiksi. Lisäksi alapohjiin kohdistuvaa kosteusrasitusta tulee pienentää piha-alueiden ja ulkopuolisten vedenpoistojärjestelmien korjausten avulla (esitetty tarkemmin luvussa 5.6, piha-alueet ja ulkopuolinen vedenpoisto). Korjauksilla saavutetaan arviolta noin 30-40 vuoden käyttöikä.

Vanhat alapohjarakenteet puretaan, alustäyttömaat vaihdetaan kapillaarikatkokiviaineisiin ja vanha rakenne korvataan uudella alapuolelta lämmöneristetyllä betonilaatalla. Lämmöneristekerroksena tulee käyttää esimerkiksi polystyreenieristettä, joka muodostaa riittävän diffuusiokatkon rakenteeseen. Alapohjalaatan ulko- ja väliseinäliittymät sekä läpiviennit tiivistetään. Uusina päällystemateriaaleina on suositeltavaa käyttää kosteusrasitusta kestäviä ja vesihöyryä läpäiseviä pintamateriaaleja, esimerkiksi keraamisia tai kiviaineisia laatoituksia. Vedeneristeiden ja tervapapereiden PAH-yhdistepitoisuudet tulee huomioida rakenteisiin kohdistuvissa purku- ja korjaustoissa.

Ryömintätilalliset alapohjat

Ryömintätilalliset kotelolaatta-alapohjat korjataan uusimalla laatan eristetäyttömateriaalit ja pintalaatat sekä puhdistamalla ja alipaineistamalla alapohjatilat. Korjauksilla saavutetaan arviolta noin 30 vuoden käyttöikä.

Kotelolaatta-alapohjien ylälaatat, muottilaudoitukset ja eristetäyttömateriaalit puretaan. Alalaattojen ja palkkien sisäpuoliset pinnat puhdistetaan mekaanisesti. Alapohjien kotelorakenteisiin asennetaan uudet kosteusrasitusta kestävät eristetäyttömateriaalit ja alapohjiin valetaan uudet pintabetonilaatat. Eristeenä voidaan käyttää esimerkiksi kevytsoraa, vaahtolasia, solumuovipohjaisia eristeitä tai muita kosteusrasitusta sietäviä materiaaleja. Käytettävän eristemateriaalin tulee olla puhdasta ja kuivaa. Ala-



pohjan ulko- ja väliseinäliittymät sekä läpiviennit tiivistetään ja niiden tiiveys varmistetaan merkkiainekokein. Märkätilojen vedeneristeiden asbestipitoisuus tulee huomioida rakenteisiin kohdistuvissa purku- ja korjaustöissä.

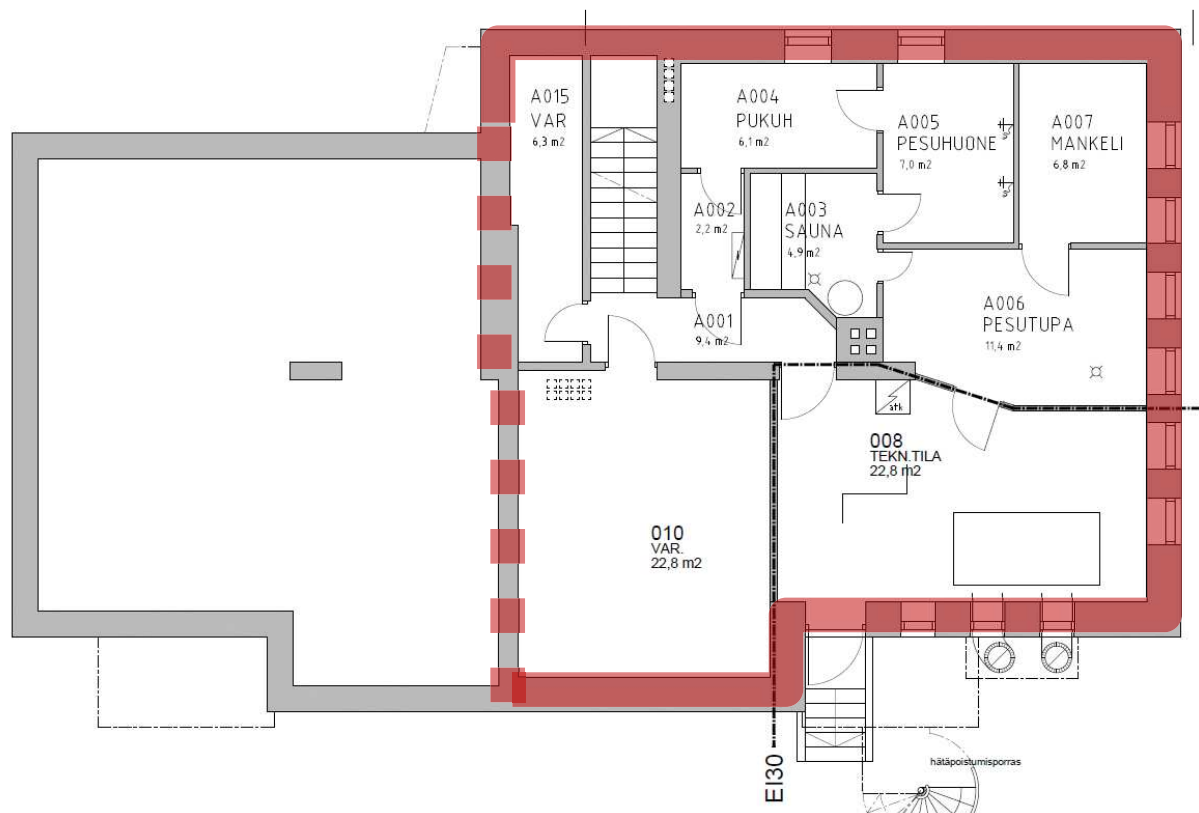
Ryömintätila siivotaan ja tilasta poistetaan kaikki kosteusvaurioalttiit sekä kosteus- ja mikrobivaurioituneet materiaalit, esimerkiksi vanhat muottilaudoitukset ja muu rakennusjäte. Ryömintätilojen maapohjat lämmöneristetään esimerkiksi solumuovieristelevyillä tai kevytsoralla. Alapohjatilojen tuulettuminen ja alipaineistaminen toteutetaan koneellisesti. Alipaineistuksen toimivuus varmistetaan paine-eroseurantamittauksin.

5.2 Maanvastaiset seinät

5.2.1 Rakenne

Maanvastaiset seinät ovat sisäpuolelta kosteus- ja lämmöneristettyjä betonirakenteita. Maanvastainen seinä koostuu betonirakenteisesta perusmuurista, jonka sisäpinnassa on bitumipohjainen vedeneristeseively, paperipäällysteinen lasivillaeriste ja sisäpuolinen tiilimuuraus (kuorimuuraus). Kuorimuurauksen sisäpinta on tilasta riippuen joko tasoitettu ja maalattu tai puhtaaksimuurattu ja maalattu. Maanvastaisen seinien rakenteet ovat alkuperäiskuntoisia eikä niihin ole kohdistettu laajamittaisempia korjaustoimenpiteitä valmistumisen jälkeen.

Ryömintätilaan rajoittuva väliseinä on osittain maanvastaisten seinien kaltainen (ks. luku 5.5 väliseinät).



Kuva 45. Kellarikerroksen pohjapiirustus, johon on havainnollistettu sisäpuolisella kosteus- ja lämmöneristyksellä sekä kuorimuurauksella varustetut maanvastaiset seinät punaisella korostusvärillä. Katkoviivalla on merkitty ryömintätilaan rajoittuva väliseinä, joka on osittain maanvastaisten seinien kaltainen (ks. luku 5.5 väliseinät).



5.2.2 Havainnot ja mittaustulokset

Yleistarkastus

- Sade- ja sulamisvedet pääsevät kerääntymään rakennuksen vierustoille sekä kulkeutumaan rakennukseen päin, mikä lisää merkittävästi maanvastaisiin rakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta (ks. luku 5.6, piha-alueet ja ulkopuolinen vedenpoisto).
 - Maanpintojen kallistukset rakennuksesta poispäin ovat vähäisiä ja etenkin ylärinteen puolella maanpinnat viettävät paikoin kohti rakennusta.
 - Syöksytorvien alapuolisissa loiskekupeissa ja vesikouruissa on likakertymää ja kourujen kallistukset ovat vähäisiä.
- Ikkunoiden vesipellitysten kallistukset ovat vähäisiä ja vesipellitysten liittymät seiniin ovat epätiivitä, jolloin sade- ja sulamisvedet voivat päästä kulkeutumaan pellityksiltä seinärakenteisiin.
- Paikoin maanpinta on hyvin lähellä ikkunoiden alareunoja, jolloin kosteus voi päästä ikkunarakenteiden ja vesipellitysten liitoksista seinärakenteisiin.
- Perusmuurien ulkopinnoissa ei ole vedeneristystä.
- Seinien sisäkuorten maalipinnoitteet lehteilevät paikoin irti kosteusrasituksen vaikutuksesta.
- Seinien sisäkuorissa on runsaasti epätiiviyshohtia. Puhtaaksimuurattujen sisäkuorten rakenneliittymissä ja muuraussaumissa on halkeamia ja reikiä kauttaaltaan eri puolilla rakenteita. Pinnoltaan tasoitetuissa kuorimuurauksissa on yksittäisiä halkeamia suorilla seinäosuuksilla sekä ikkunapenkien ja ikkunoiden liittymissä. Seinien sisäkuorissa on epätiiviyshohtia myös putkiläpivientien ja alkuperäisten painovoimaisen ilmanvaihdon luukkuventtiilien kohdilla.



Kuva 46. Maanpinta kallistaa rakennuksen suuntaan etenkin ylärinteen puolella.



Kuva 47. Syöksytorvien alapuolisissa loiskekupeissa ja vesikouruissa on likakertymää ja kourujen kallistukset ovat vähäisiä.



Kuva 48. Paikoin maanpinta on hyvin lähellä ikkunoiden alareunoja. Ikkunoiden vesipellitusten kallistukset ovat vähäisiä ja pellitysten liitokset seiniin ovat epätiivitä.



Kuva 49. Perusmuurien ulkopinnoissa ei ole vedeneristystä.



Kuva 50. Maanvastaisten seinien kuorimuurausten maalipinnoitteet lehteilevät irti.



Kuva 51. Pinnoiltaan tasoitetuissa ja maalatuissa kuorimuurauksissa on yksittäisiä halkeamia.



Kuva 52. Puhtaaksimuurattujen sisäkuorten liittymissä ja muuraussaumissa on monin paikoin halkeamia ja reikiä.



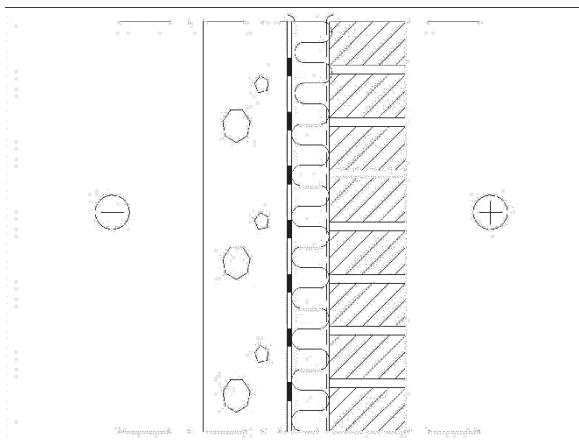
Kuva 53. Seinien sisäkuorissa on epätiivitä putkiläpivientejä.



Kuva 54. Seinien sisäkuorissa on epätiiviyyskohtia ilmanvaihdon luukkuventtiilien kohdilla.

Rakenneavaus US1, maanvastainen ulkoseinä, A007 mankeli

Rakenne



- Maalipinnoite
- Tiilimuuraus, n. 130 mm
- Paperipäällysteinen lasivilla, n. 65 mm
- Bitumisively, n. 2 mm
- Betoni, vahvuus yli 100 mm (kokonaisvahvuus ei tiedossa, koska rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)

Kuva 55. Rakenneleikkaus, rakenneavaus US1, maanvastainen ulkoseinä, A007 mankeli.

Havainnot

- Maanvastainen seinä on sisäpuolelta kosteus- ja lämmöneristetty betonirakenne. Seinärakenne koostuu betonirakenteisesta perusmuurista sekä sisäpuolisesta bitumisivelystä, paperipäällysteisestä lasivillaeristeestä ja sisäpinnan tiilimuurauksesta.
- Sisäkuorimuuraus on monin paikoin epätiivis ja siinä on halkeamia sekä reikiä.
- Bitumisively on rakenneavauskohdalla yhtenäinen ja tiivis.
- Bitumisively on PAH-yhdisteiden suhteen vaarallista jätettä (ks. liite 5, asbesti- ja haitta-ainekartotus).
- Paperipäällysteisestä lasivillasta otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.



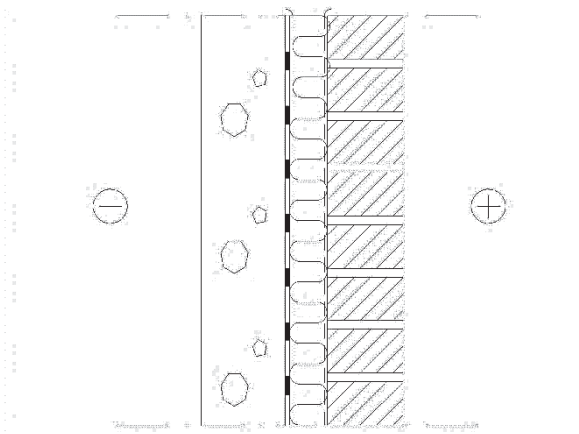
Kuva 56. Maanvastainen seinä on sisäpuolelta kosteus- ja lämmöneristetty betonirakenne. Sisäkuorimuurauksessa on halkeamia ja reikiä. Bitumisively on yhtenäinen ja tiivis.



Kuva 57. Bitumisively on PAH-yhdisteiden suhteen vaarallista jätettä. Paperipäällysteisestä lasivillasta otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.

Rakenneavaus US2, maanvastainen ulkoseinä, A006 pesutupa

Rakenne



- Maalipinnoite ja seinätasoite, n. 15 mm
- Tiilimuuraus, n. 135 mm
- Paperipäällysteinen lasivilla, n. 65 mm
- Bitumisively, n. 2 mm
- Betoni, vahvuus yli 120 mm (kokonaisvahvuus ei tiedossa, koska rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)

Kuva 58. Rakenneleikkaus, rakenneavaus US2, maanvastainen ulkoseinä, A006 pesutupa.

Havainnot

- Maanvastainen seinä on sisäpuolelta kosteus- ja lämmöneristetty betonirakenne. Seinärakenne koostuu betonirakenteisesta perusmuurista sekä sisäpuolisesta bitumisivelystä, paperipäällysteisestä lasivillaeristeestä ja sisäpinnan tiilimuurauksesta.
- Sisäkuorimuurauksessa on halkeamia.
- Bitumisively on irronnut alustastaan. Bitumisivelyn ja perusmuurin välissä on kalkkihärmettä.
- Paperipäällysteisestä lasivillasta otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.



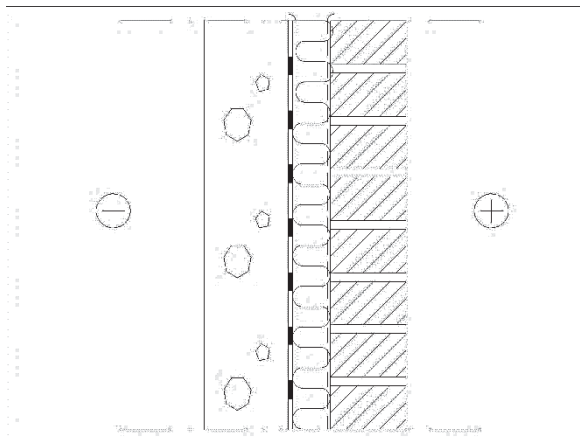
Kuva 59. Maanvastainen seinä on sisäpuolelta kosteus- ja lämmöneristetty betonirakenne. Sisäkuorimuurauksessa on halkeamia.



Kuva 60. Bitumisively on irronnut alustastaan. Bitumisivelyn ja perusmuurin välissä on kalkkihärmettä. Paperipäällysteisestä lasivillasta otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.

Rakenneavaus US3, maanvastainen ulkoseinä, A010 varasto

Rakenne



- Maalipinnoite
- Tiilimuuraus, n. 130 mm
- Paperipäällysteinen lasivilla, n. 65 mm
- Bitumisively, n. 1-2 mm
- Betoni, vahvuus yli 100 mm (kokonaisvahvuus ei tiedossa, koska rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)

Kuva 61. Rakenneleikkaus, rakenneavaus US3, maanvastainen ulkoseinä, A010 varasto.

Havainnot

- Maanvastainen seinä on sisäpuolelta kosteus- ja lämmöneristetty betonirakenne. Seinärakenne koostuu betonirakenteisesta perusmuurista sekä sisäpuolisesta bitumisivelystä, paperipäällysteisestä lasivillaeristeestä ja sisäpinnan tiilimuurauksesta.
- Sisäkuorimuuraus on monin paikoin epätiivis ja siinä on halkeamia sekä reikiä.
- Bitumisively on rakenneavauskohdalla yhtenäinen ja tiivis.



Kuva 62. Maanvastainen seinä on sisäpuolelta kosteus- ja lämmöneristetty betonirakenne. Sisäkuorimuurauksessa on halkeamia ja reikiä.



Kuva 63. Bitumisively on yhtenäinen ja tiivis.

Kosteusmittaukset

Maanvastaisiin seiniin tehtiin pintakosteuskartoitus. Maanvastaisen seinän alaosaan havaittiin kohonneita pintakosteusarvoja pukuhuoneessa A004. Pintakosteuskartoituksen havainnot on merkitty yksityiskohtaisemmin tämän raportin liitteenä 1 oleviin pohjapiirustuksiin.

Sisäpuolisella kuorimuurauksella ja lämmöneristeellä varustettujen maanvastaisten seinien pintakosteuskartoitukseen aiheutuu epävarmuutta rakenteen kerroksellisuudesta ja pinnan epätasaisuudesta. Poikkeavia pintakosteusarvoja ei ole mahdollista havainnoida täysin luotettavasti kerroksellisesta rakenteesta, mikä tulee huomioida tulosten tulkinnassa.

Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Maanvastaisten seinien lämmöneristeistä otettiin kolme materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteenottokohdat on merkitty tämän raportin liitteenä 1 oleviin pohjapiirustuksiin. Seuraavassa taulukossa on esitetty materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulosten tulkinnat.

Taulukko 4. Maanvastaisten seinien materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
M1	Lasivilla, paperipäällysteinen	US1, maanvastainen ulkoseinä	A007, mankelihuone	Heikko viite vauriosta
M2	Lasivilla, paperipäällysteinen	US3, maanvastainen ulkoseinä	A010, varasto	Ei viitettä vauriosta
M14	Lasivilla, paperipäällysteinen	US2, maanvastainen ulkoseinä	A006, pesutupa	Heikko viite vauriosta

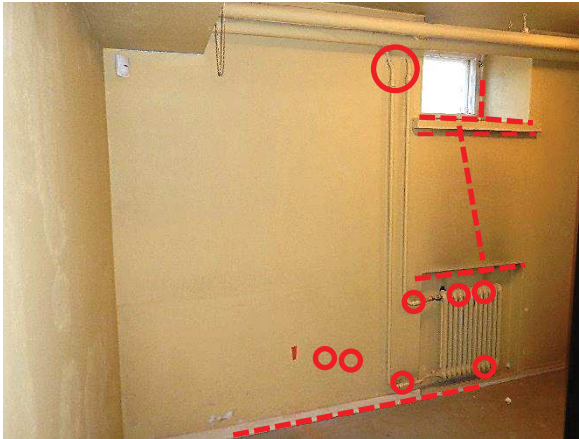
Maanvastaisten seinien lämmöneristeistä otetuista kolmesta näytteestä kahdessa havaittiin heikkoja viitteitä mikrobivaurioista.



Merkkiainekokeet ja tiiveystarkastelut

Maanvastaisten seinien tiiveyttä ja mahdollisia ilmavuotoreittejä tutkittiin pistokoeluntuotoisesti merkkiainekokein sekä aistinvaraisesti arvioimalla. Merkkiainekokeita suoritettiin kellarikerroksen pukuhuoneen A004 maanvastaiseen seinään (MAK4) ja mankelihuoneen A007 maanvastaiseen seinään (MAK5).

Tyypillisimmät epätiivelyskohdat on esitetty seuraavissa valokuuvissa.



Kuva 64. Merkkiainekoe MAK4, maanvastainen seinä, pukuhuone A004. Seinän eristetilasta havaittiin merkittävää ilmavuotoa alapohjaliittymässä, ikkunaliittymässä ja ikkunapenkin liittymässä sekä sisäkuoren halkeamissa. Pistemäisiä ilmavuotoja havaittiin lämmityspatterin ja patteriputkien kiinnikekohdissa sekä putkiläpivienneissä.



Kuva 65. Merkkiainekoe MAK5, maanvastainen seinä, mankelihuone A007. Seinän sisäkuoren muuraus-saumoista havaittiin merkittäviä ja säännöllisesti toistuvia ilmavuotoreittejä. Myös seinän alapohjaliittymässä havaittiin merkittävää ilmavuotoa liittymässä olevan raon kautta.



Kuva 66. Merkkiainekoe MAK5. Seinän sisäkuorten muuraussaumoissa on halkeamia ja reikiä ja seinän alapohjaliittymässä on rako. Epätiivelyskohdista havaittiin merkittävää ilmavuotoa sisäilmaan.



5.2.3 Johtopäätökset

Maanvastaiset seinät ovat sisäpuolelta kosteus- ja lämmöneristettyjä betonirakenteita, jotka koostuvat betonirakenteisesta perusmuurista, sisäpinnan vedeneristesivelistä, paperipäälysteisestä lasivillaeristeestä ja sisäpuolisesta tiilirakenteisesta kuorimuurauksesta. Maanvastaisten seinien rakenteet ovat alkuperäiskuntoisia eikä niihin ole kohdistettu laajamittaisempia korjaustoimenpiteitä valmistumisen jälkeen.

Sisäpuolelta kosteus- ja lämmöneristetyt maanvastaiset seinät ovat olleet niiden rakennusaikana yleisesti käytössä olleita ja suositeltuja rakenteita, mutta nykyisin ne luokitellaan kosteusteknisiksi riskirakenteiksi. Seinien lämmöneristeisiin voi muodostua vaurioita perusmuurin läpi pääsevistä ulkopuolisesta kosteusrasituksesta tai rakennuksen sisäpuolisesta kosteusrasituksesta. Maanvastaisten seinien vaurioitumisriskit ovat tutkimustulosten perusteella osittain toteutuneet. Maanvastaisten seinistä mitattiin paikallisesti poikkeavia pintakosteusarvoja ja seinien lämmöneristeistä otetuista kolmesta materiaalinäytteestä kahdessa havaittiin mikrobianalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivaurioitumisesta.

Maanvastaisten seinien sisäpuoliset eristemateriaalit ovat vaurioituneet paikallisesti, koska rakenteisiin on kohdistunut pitkäaikaisesti voimakasta kosteusrasitusta. Rakennuksen ympärillä ei ole toimivaa salaojajärjestelmää ja pintavesien poisohjaus on puutteellista. Rakennusta ympäröivä maanpinta kallistaa paikoitellen rakennuksen suuntaan, jolloin pintavesiä ohjautuu vedeneristämättä perusmuurien vierustoille. Lisäksi sade- ja sulamisvedet ovat voineet päästä myös matalalle sijoittuvien ikkunoiden ja epätiivien sekä puutteellisesti kallistettujen vesipellitusten kautta seinärakenteisiin. Perusmuurien ulkopinnoissa ei ole vedeneristystä, joten perusmuurien sisäpinnan vedeneristesively on toiminut ainoana vedeneristerakenteena ulkopuolista kosteusrasitusta vastaan. Alkuperäisen vedeneristeen kosteuseristysominaisuudet ovat heikentyneet teknisen käyttöiän ylittymisen sekä vedeneristeen irtolun seurauksena, mikä on mahdollistanut seinän sisäpuolisen lämmöneristysten vaurioitumisen ajan kuluessa. Lisäksi sisäilman kosteus on voinut tietyissä lämpö- ja kosteusolosuhteissa tiivistyä perusmuurin vedeneristeen sisäpintaan tai vanhojen painovoimaisen ilmanvaihdon venttiilien lähistöille, mistä on saattanut aiheutua paikallisia vaurioita.

Maanvastaisten seinien lämmöneristeissä havaittiin mikrobivaurioita ja seinien bitumisivelyt ovat PAH-yhdisteiden suhteen vaarallista jätettä. Maanvastaisten seinien eristekerroksista todettiin runsaasti ilmavuotoreittejä sisätiloihin. Merkittävimpiä ilmavuotoreittejä havaittiin seinien alapohja- ja ikkunaliittymissä, ikkunapenkki- ja ikkunaliittymissä ja sisäkuorten halkeamakohtissa. Lisäksi puhtaaksimurattujen seinien muuraussaumoihin havaittiin merkittäviä ilmavuotoreittejä kauttaaltaan ympäri rakenteita. Seinien lämmityspatterien ja patteriputkien kiinnikekohdissa sekä putkiläpivienneissä havaittiin pistemäisempiä ilmavuotoreittejä. Rakenteiden epätiiviyyskohtiin voi muodostua hallitsemattomia ilmavirtauksia sisätiloihin, kun sisätilat ovat alipaineisia ulkoilmaan nähden ja rakenteiden välille muodostuu paine-eroja. Ilmavirtaukset voivat kuljettaa sisäilmaan epäpuhtauksia maanvastaisten seinien mikrobivaurioituneista tai PAH-yhdistepitoisista materiaaleista.

5.2.4 Toimenpide-ehdotukset

Maanvastaiset seinät tulee uusien kosteusteknisesti toimiviksi, ulkopuolelta kosteus- ja lämmöneristetyiksi rakenteiksi. Lisäksi seiniin kohdistuvaa kosteusrasitusta tulee pienentää piha-alueiden ja ulkopuolisten vedenpoistojärjestelmien korjausten avulla (esitetty tarkemmin luvussa 5.6, piha-alueet ja ulkopuolinen vedenpoisto). Korjauksilla saavutetaan arviolta noin 20-30 vuoden käyttöikä.

Maanvastaisten seinien sisäpuoliset kuorimuuraukset kosteus- ja lämmöneristysrakenteineen puretaan. Perusmuurien ulkopintoihin asennetaan lämmön- ja kosteuseristysrakenteet, esimerkiksi solumuovieristeet ja perusmuurilevyt. Seinien sisäpintoihin tehdään ilmatiiviit sisäkuorirakenteet kosteusra-



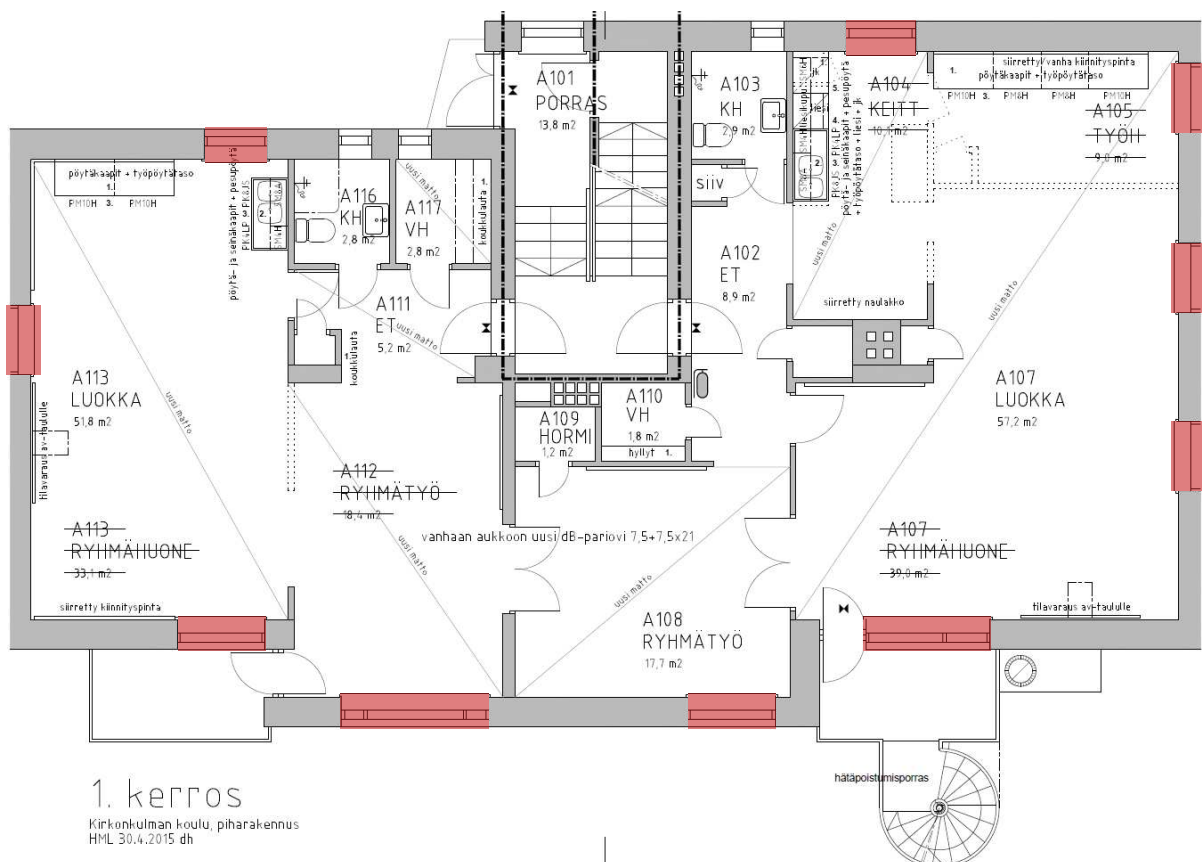
situsta kestävillä ja vesihöyryä läpäisevillä materiaaleilla. Sisäkuorirakenteina voidaan käyttää esimerkiksi silikaattilevyjä, kevytsoraharkkoja tai kevytbetoniharkkoja. Vedeneristeiden PAH-yhdistepitoisuudet tulee huomioida rakenteisiin kohdistuvissa purku- ja korjaustoissa.

5.3 Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

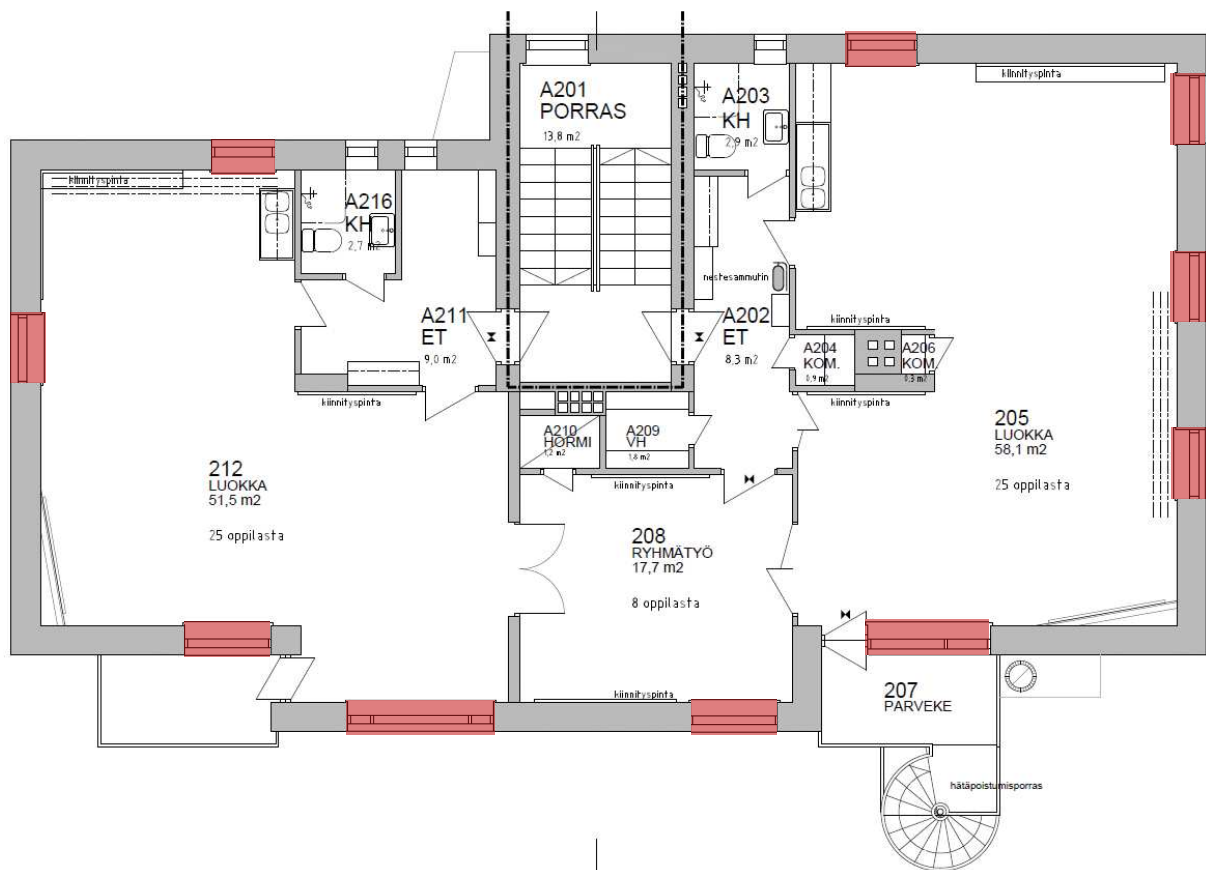
5.3.1 Rakenne

Maanpinnan yläpuoliset ulkoseinät ovat pääsääntöisesti lämmöneristämättömiä massiivitiilirakenteita. Lämmityspatterisyyten kohdilla seinissä on eristehalkaisu, joka on toteutettu paperipäälysteisellä lasivillalla ja alumiinipaperilla. Julkisivut ovat rapattuja ja maalipintaisia. Seinien sisäpinnat ovat tasoitettuja ja maalattuja. Sokkelit ovat betonirakenteisia ja kivirouhepinnoitteisia. Sokkeleissa ei havaittu erillistä lämmöneristehalkaisua.

Ikkunat ovat alkuperäisiä puuikkunoita. Ulko-ovet ovat alkuperäisiä lasiaukollisia puurakenteisia ovia.



Kuva 67. Ensimmäisen kerroksen pohjapiirustus, johon on havainnollistettu patterisyyten lämmöneristetyt seinärakenteet punaisella korostusvärillä. Muilta osin ulkoseinät ovat lämmöneristämättömiä massiivitiilirakenteita.



Kuva 68. Toisen kerroksen pohjapiirustus, johon on havainnollistettu patterisyyvennysten lämmöneristetyt seinärakenteet punaisella korostusvärillä. Muilta osin ulkoseinät ovat lämmöneristämättömiä massiivitiilirakenteita.

5.3.2 Havainnot ja mittaustulokset

Yleistarkastus

- Julkisivurappauksen maalipinnoitteet ovat kuluneita.
- Julkisivurappauksessa on yksittäisiä halkeamia ja paikallisia rapautumavaurioita etenkin ulkoseinän ja sokkelin liittymän lähistöllä.
- Julkisivurappauksessa on maalipinnoitevaurioita ja kosteusrasitukseen viittaavia kalkkihärmejä. Vaurio- ja kosteusjäljet sijoittuvat ulkoseinien ja sokkelien liittymiin, ikkunoiden vesipellitusten alapuolille, räystäiden alapuolille sekä märkätilojen kohdille.
- Seinien sisäpuoliset maalipinnoitteet lehteilevät paikoin irti todennäköisesti kosteusrasituksen vaikutuksesta.
- Ulkoseinien sisäkuorissa on halkeamia patterisyyvennyksen kohdilla.
- Ulkoseiniin on jätetty rakennuksen alkuperäisen painovoimaisen ilmanvaihdon luukkuventtiilit paikoilleen.
- Ikkunat ovat alkuperäisiä puuikkunoita. Ikkunoiden yleiskunto on heikko. Ikkunoiden sisä- ja ulkopuitteiden puuosissa on maalipinnoitevaurioita ja lahovaurioita. Ikkunat ovat epätiivitä. Ikkunatiivisteet ovat monin paikoin irronneet ja ikkunat ovat käynneiltään puutteellisia.
- Ikkunoiden vesipellitusten kallistukset ovat vähäisiä ja vesipellitusten liittymät seiniin ovat epätiivitä. Vesipellitusten kallistukset ja pellitysten kiinnitystapa ovat puutteellisia nykyosuutuksiin verraten. Sade- ja sulamisvedet voivat päästä pellityksiltä seinärakenteiden sisään.



- Ulko-ovet ovat alkuperäisiä lasiaukollisia, puurakenteisia ulko-ovia, jotka ovat tyydyttävässä kunnossa. Ulko-ovien puurakenteissa on maalipinnoitevaurioita ja ovet ovat epätiivitä.
- Betonirakenteisten parvekelaattojen alapinnoissa on laatan läpi päässeeseen kosteuden aiheuttamia maalipinnoitevaurio- ja kalkkihärmejä. Parvekelaattojen sisäiset vedeneristekermit eivät ole enää tiiviitä. Lisäksi parvekelaattojen alapinnoissa on betoniraudoitteiden korroosiovaurioista aiheutuneita betonin halkeamia ja lohkeamia.



Kuva 69. Yleiskuva julkisivusta. Julkisivurappauksessa on maalipinnoitevaurioita ja kosteusrasitukseen viittaavia kalkkihärmejä. Vaurio- ja kosteusjäljet erottuvat muusta julkisivusta selvästi ja ne sijoittuvat etenkin ikkunoiden ja räystäiden alapuolelle sekä märkätilojen kohdille.



Kuva 70. Julkisivurappauksen vaurio- ja kosteusjälkiä räystään alapuolella ja märkätilan kohdalla.



Kuva 71. Julkisivurappauksen vaurio- ja kosteusjälkiä ulkoseinän ja sokkelin liittymässä, ikkunoiden alapuolella ja märkätilan kohdalla.



Kuva 72. Julkisivurappauksen kosteusjälkiä räystään alapuolella ja kosteusjälkiä vesikaton puurakenteissa.



Kuva 73. Julkisivurappauksessa on paikallisia rapautumavaurioita ja halkeamia.



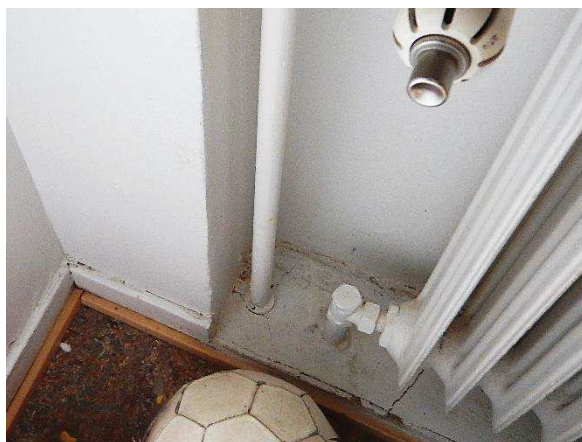
Kuva 74. Julkisivurappaus on lohjennut ja parvekekai-
teen kiinnityskohdalta. Kaikeen kiinnitys ulkoseinään
on heikentynyt.



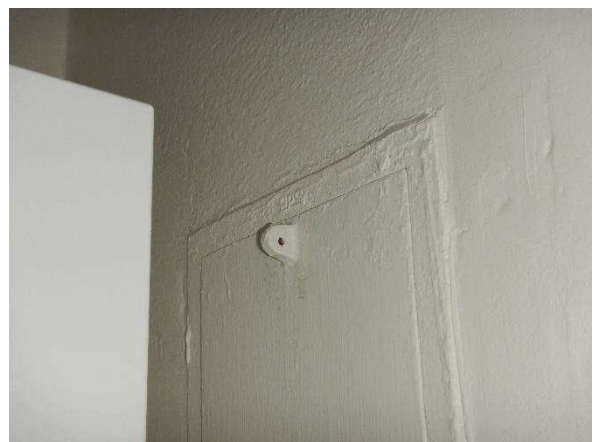
Kuva 75. Julkisivurappauksessa on halkeamalinja ik-
kunan yläpuolella.



Kuva 76. Seinien sisäpuoliset maalipinnoitteet lehteile-
vät paikoin irti todennäköisesti kosteusrasituksen vai-
kutuksesta. Kuva luokan A107 ikkunasmyygistä raken-
nuksen ulkonurkan lähistöltä.



Kuva 77. Ulkoseinien sisäkuorissa on halkeamia pat-
terisyyvennysten kohdilla. Kuva luokasta A107.



Kuva 78. Ulkoseiniin on jätetty rakennuksen alkuperäi-
sen painovoimaisen ilmanvaihdon luukkuventtiilit pai-
koilleen. Kuva luokan A107 luukkuventtiilistä.



Kuva 79. Ikkunat ovat alkuperäisiä puuikkunoita, joiden yleiskunto on heikko.



Kuva 80. Ikkunoiden puuosissa on runsaasti maalipinnoite- ja lahovaurioita.



Kuva 81. Ikkunat ovat epätiivitä. Ikkunatiivisteet ovat paikoin irtoilleet. Ikkunatiivisteet ovat monin paikoin irronneet ja ikkunat ovat käynneiltään puutteellisia.



Kuva 82. Maalipinnoite- ja lahovaurioita ikkunan ulkopuitteen puuosissa.



Kuva 83. Ikkunoiden vesipellitysten kallistukset ovat vähäisiä ja vesipellitysten liittymät seiniin ovat epätiivitä. Vesipellitysten kallistukset ja pellitysten kiinnitystapa ovat puutteellisia nykysuosituksiin verraten.



Kuva 84. Pääsisäänkäynnin ulko-ovi on alkuperäinen lasiaukollinen puuovi. Sisäänkäyntiovien yleiskunto on tyydyttävä. Ovien puurakenteissa on maalipinnoitevaurioita ja ovet ovat epätiivitä.



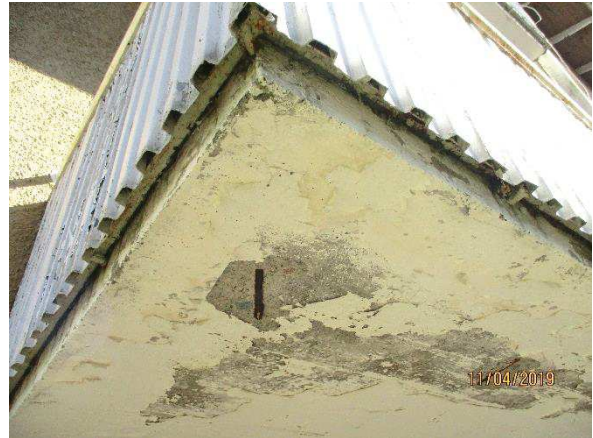
Kuva 85. Parvekeovet ovat alkuperäisiä, kaksilehtisiä ja lasiaukollisia puuovia.



Kuva 86. Parvekeovet ovat tyydyttävässä kunnossa. Häätäpoistumistienä toimivan parvekeoven ulomman ovilehden alkuperäinen lukitusmekanismi on korvattu salpalukituksella.



Kuva 87. Betonirakenteisten parvekelaattojen alapinnoissa on laatan läpi päässeeseen kosteuden aiheuttamia maalipinnoitevaurio- ja kalkkihärmejä.

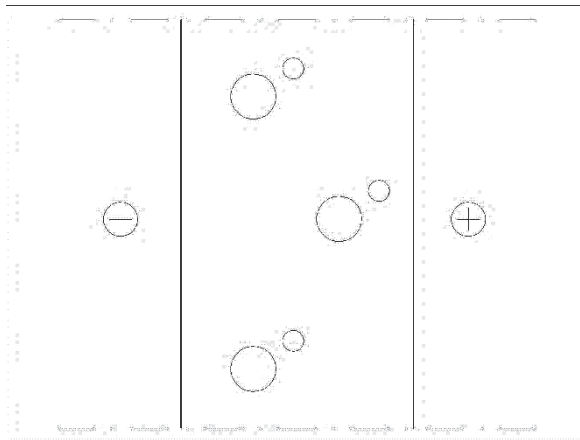


Kuva 88. Parvekelaattojen alapinnoissa on betoni-raudoitteiden korroosiovaurioista aiheutuneita betonin halkeamia ja lohkeamia.



Rakenneavaus US4, sokkeli, A113 luokka

Rakenne



- Kivirouhepinnoite, n. 15 mm
- Betoni, vahvuus yli 210 mm (kokonaisvahvuus ei tiedossa, koska rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)

Kuva 89. Rakenneleikkaus US4, sokkeli, A113 luokka.

Havainnot

- Sokkeli on betonirakenteinen ja kivirouhepinnoitteinen.
- Kivirouhepinnoitteen seassa havaittiin yksittäisiä puunkappaleita.

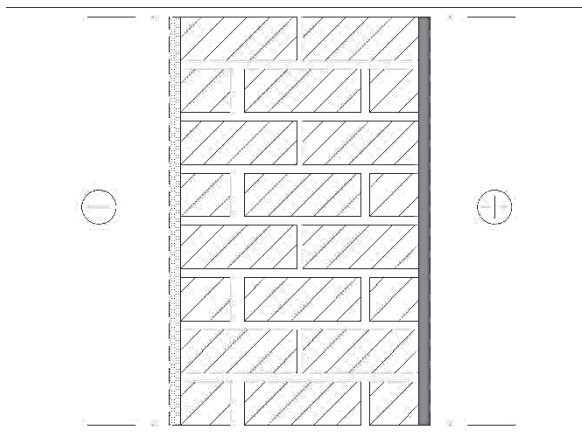


Kuva 90. Sokkeli on betonirakenteinen ja kivirouhepinnoitteinen. Kivirouhepinnoitteen seassa havaittiin yksittäisiä puunkappaleita.



Rakenneavaus US5, ulkoseinä, A107 luokka

Rakenne



- Maalipinnoite ja julkisivurappaus n. 15 mm
- Tiilimuuraus, vahvuus yli 310 mm (kokonaisvahvuus ei tiedossa, koska rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)

Kuva 91. Rakenneleikkaus, rakenneavaus US5, ulkoseinä, A107 luokka

Havainnot

- Ulkoseinä on massiivitiilirakenteinen ja julkisivultaan rapattu sekä maalattu.
- Seinärakenteessa ei havaittu erillistä lämmöneristekerrosta.

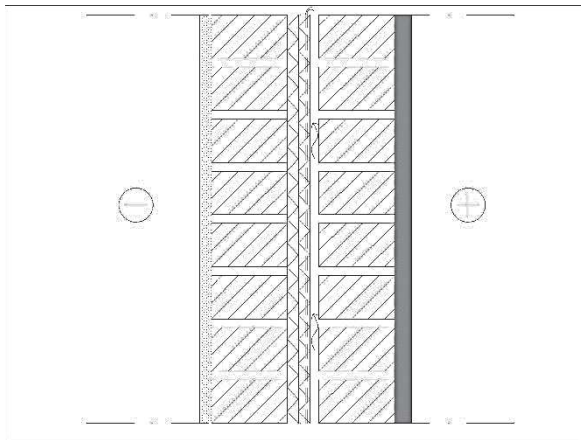


Kuva 92. Ulkoseinä on massiivitiilirakenteinen ja julkisivultaan rapattu sekä maalattu. Seinärakenteessa ei havaittu erillistä lämmöneristekerrosta. Rakenneavaus toteutettiin ulkokautta.



Rakenneavaus US6, ulkoseinän patterisyyvennys, A113 luokka

Rakenne



- Maalipinnoite ja seinätasoite n. 30 mm
- Tiilimuuraus, n. 120 mm
- Ilmaväli, n. 10-15 mm
- Alumiinipaperi
- Paperipäällysteinen lasivilla, n. 20 mm
- Paperipäällysteinen lasivilla, n. 20 mm
- Tiilimuuraus, vahvuus ei tiedossa (rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)
- Julkisivurappaus ja maalipinnoite

Kuva 93. Rakenneleikkaus, rakenneavaus US6, ulkoseinän patterisyyvennys, A113 luokka.

Havainnot

- Ulkoseinä on patterisyyvennyksen kohdalla sisä- ja ulkokuoriltaan tiilirakenteinen ja lasivillaeristeen.
- Sisäpuolisen tiilimuurauksen ja lämmöneristeen välissä on työteknisistä syistä muodostunut ilmaväli.



Kuva 94. Ulkoseinä on patterisyyvennyksen kohdalla sisä- ja ulkokuoriltaan tiilirakenteinen ja lasivillaeristeen. Sisäpuolisen tiilimuurauksen ja lämmöneristeen välissä on työteknisistä syistä muodostunut ilmaväli.

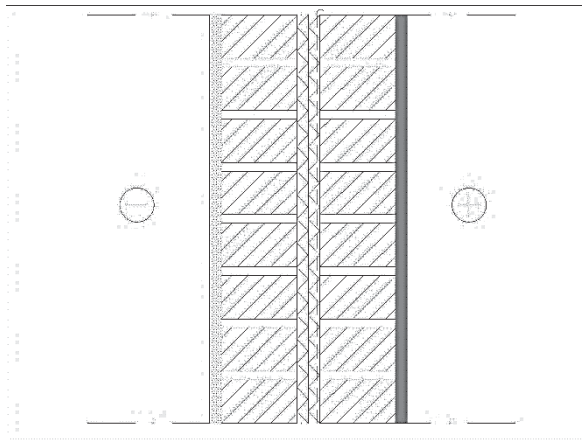


Kuva 95. Lämmöneristeenä on paperipäällysteinen lasivillaeriste.



Rakenneavaus US7, ulkoseinän patterisyyvennys, A107 luokka

Rakenne



- Maalipinnoite ja seinätasoite, n. 20 mm
- Tiilimuuraus n. 120 mm
- Alumiinipaperi
- Paperipäällysteinen lasivilla, n. 20 mm
- Paperipäällysteinen lasivilla, n. 20 mm
- Tiilimuuraus, vahvuus ei tiedossa (rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)
- Julkisivurappaus ja maalipinnoite

Kuva 96. Rakenneleikkaus, rakenneavaus US7, ulkoseinän patterisyyvennys, A107 luokka.

Havainnot

- Ulkoseinä on patterisyyvennyksen kohdalla sisä- ja ulkokuoriltaan tiilirakenteinen ja lasivillaeristeinen.
- Alumiinipaperissa ja lasivillaeristeen päällyspaperissa havaittiin kosteuden aiheuttamia värimuutoksia.
- Alumiinipaperista otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.
- Paperipäällysteisestä lasivillasta otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysin suoramikroskopoinnissa mahdollisia kuolleeseen mikrobikasvustoon viittaavia rakenteita.
- Lasivillaeristeen paperipäällyste sisältää PAH-yhdisteitä lähes vaarallisen jätteen raja-arvon suuruisen määrän (ks. liite 5, asbesti- ja haitta-ainekartoitus).



Kuva 97. Ulkoseinä on patterisyyvennyksen kohdalla sisä- ja ulkokuoriltaan tiilirakenteinen ja lasivillaeristeinen. Paperipäällysteisestä lasivillasta otetussa näytteessä havaittiin suoramikroskopoinnissa mahdollisia kuolleeseen mikrobikasvustoon viittaavia rakenteita.

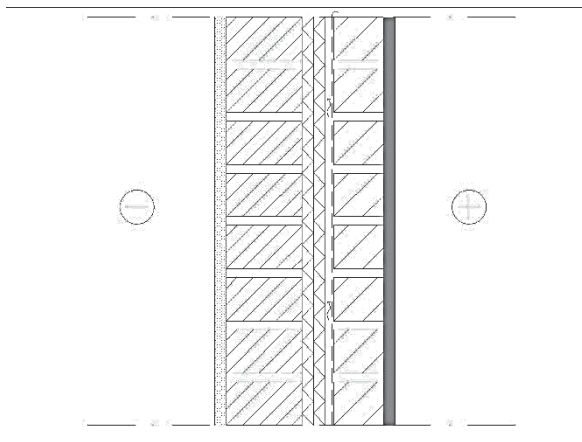


Kuva 98. Alumiinipaperissa ja lasivillaeristeen päällyspaperissa havaittiin kosteuden aiheuttamia värimuutoksia. Alumiinipaperista otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.



Rakenneavaus US8, ulkoseinän patterisyyvennys A205 luokka ja US11, luokka A212,

Rakenne



- Maalipinnoite ja seinätasoite, n. 20 mm
- Tiilimuuraus, n. 80 mm
- Ilmaväli, n. 5-10 mm
- Alumiinipaperi
- Paperipäälysteinen lasivilla, n. 20 mm
- Paperipäälysteinen lasivilla, n. 20 mm
- Tiilimuuraus, vahvuus ei tiedossa (rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)
- Julkisivurappaus ja maalipinnoite

Kuva 99. Rakenneleikkaus, rakenneavaus US8, ulkoseinän patterisyyvennys A205 luokka

Havainnot

- Ulkoseinä on patterisyyvennyksen kohdalla sisä- ja ulkokuoriltaan tiilirakenteinen ja lasivillaeristeinen.
- Lasivillaeristeen päällyspaperissa havaittiin kosteuden aiheuttamia värimuutoksia.
- Paperipäälysteisestä lasivillasta otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.



Kuva 100. Ulkoseinä on patterisyyvennyksen kohdalla sisä- ja ulkokuoriltaan tiilirakenteinen ja lasivillaeristeinen. Paperipäälysteisestä lasivillasta otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.

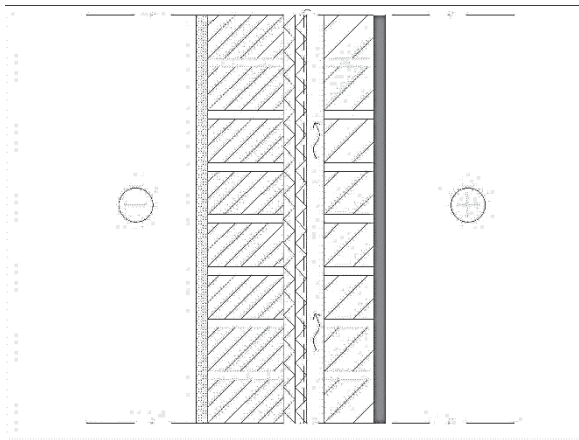


Kuva 101. Lasivillaeristeen päällyspaperissa havaittiin kosteuden aiheuttamia värimuutoksia.



Rakenneavaus US9, ulkoseinän patterisyyvennys, A208 ryhmätyö

Rakenne



- Maalipinnoite ja seinätasoite, n. 20 mm
- Tiilimuuraus, n. 80 mm
- Ilmaväli, n. 30 mm
- Alumiinipaperi
- Paperipäällysteinen lasivilla, n. 20 mm
- Paperipäällysteinen lasivilla, n. 20 mm
- Tiilimuuraus, vahvuus ei tiedossa (rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)
- Julkisivurappaus ja maalipinnoite

Kuva 102. Rakenneleikkaus, rakenneavaus US9, ulkoseinän patterisyyvennys, A208 ryhmätyö.

Havainnot

- Ulkoseinä on patterisyyvennyksen kohdalla sisä- ja ulkokuoriltaan tiilirakenteinen ja lasivillaeristeen.
- Sisäpuolisen tiilimuurauksen ja lämmöneristeen välissä on työteknisistä syistä muodostunut ilmaväli.
- Alumiinipaperissa ja paperipäällysteisessä lasivillassa havaittiin kosteuden aiheuttamia värimuutoksia.
- Alumiinipaperista sekä paperipäällysteisestä lasivillasta otetuissa näytteissä havaittiin mikrobianaalysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.



Kuva 103. Ulkoseinä on patterisyyvennyksen kohdalla sisä- ja ulkokuoriltaan tiilirakenteinen ja lasivillaeristeen. Sisäpuolisen tiilimuurauksen ja lämmöneristeen välissä on työteknisistä syistä muodostunut ilmaväli.



Kuva 104. Alumiinipaperissa havaittiin kosteuden aiheuttamia värimuutoksia ja alumiinipaperista otetussa näytteessä havaittiin mikrobianaalysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.



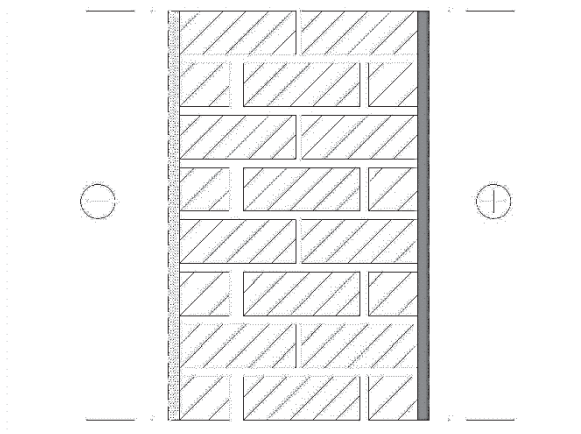
Kuva 105. Paperipäälysteisessä lasivillassa havaittiin kosteuden aiheuttamia värimuutoksia ja eristeestä otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyyssissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.



Kuva 106. Lasivillaeristeessä havaittiin värimuutoksia.

Rakenneavaus US10, ulkoseinä, A211 eteinen

Rakenne



Kuva 107. Rakenneleikkaus, rakenneavaus US10, ulkoseinä, A211 eteinen.

- Maalipinnoite ja seinätasoite, n. 30 mm
- Tiilimuuraus, vahvuus yli 240 mm (kokonaisvahvuus ei tiedossa, koska rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)
- Julkisivurappaus ja maalipinnoite

Havainnot

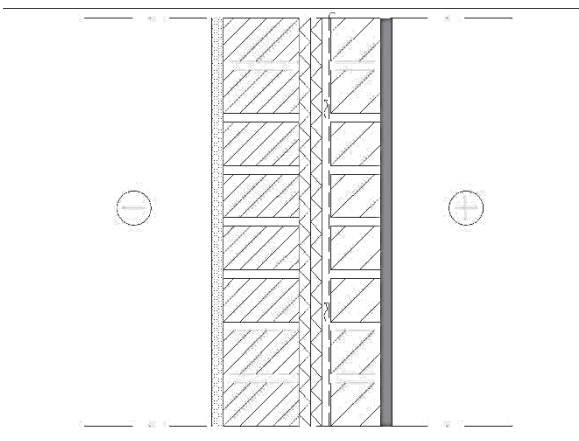
- Ulkoseinä on massiivitiilirakenteinen.
- Seinärakenteessa ei havaittu erillistä lämmöneristekerrosta.



Kuva 108. Ulkoseinä on massiivitiilirakenteinen. Seinärakenteessa ei havaittu erillistä lämmöneristekerrosta.

Rakenneavaus US11, ulkoseinän patterisyyvennys, A212 luokka

Rakenne



- Maalipinnoite ja seinätasoite, n. 20 mm
- Tiilimuuraus, n. 90 mm
- Ilmaväli, n. 10 mm
- Paperipäällysteinen lasivilla, n. 20 mm
- Paperipäällysteinen lasivilla, n. 20 mm
- Tiilimuuraus, vahvuus ei tiedossa (rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)
- Julkisivurappaus ja maalipinnoite

Kuva 109. Rakenneleikkaus, rakenneavaus US11, ulkoseinän patterisyyvennys, A212 luokka.

Havainnot

- Ulkoseinä on patterisyyvennyksen kohdalla sisä- ja ulkokuoriltaan tiilirakenteinen ja lasivillaeristeinen.
- Sisäpuolisen tiilimuurausten ja lämmöneristeen välissä on työteknisistä syistä muodostunut ilmaväli.
- Paperipäällysteisestä lasivillasta otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.



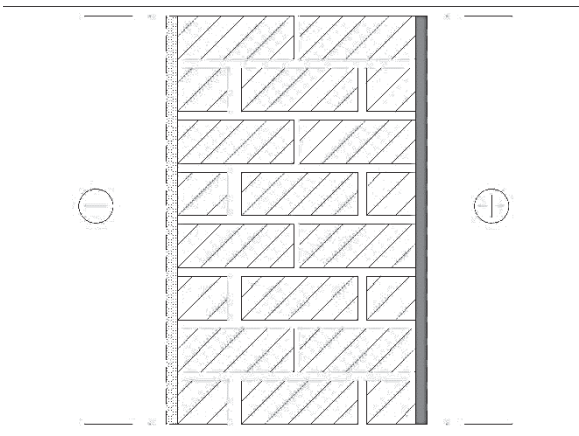
Kuva 110. Ulkoseinä on patterisvennyksen kohdalla sisä- ja ulkokuoriltaan tiilirakenteinen ja lasivillaeristeen. Sisäpuolisen tiilimuurauksen ja lämmöneristeen välissä on työteknisistä syistä muodostunut ilmaväli.



Kuva 111. Paperipäällysteisestä lasivillasta otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.

Rakenneavaus US12, ulkoseinä, A212 luokka

Rakenne



Kuva 112. Rakenneleikkaus, Rakenneavaus US12, ulkoseinä, A212 luokka.

Havainnot

- Ulkoseinä on massiivitiilirakenteinen.
- Seinärakenteessa ei havaittu erillistä lämmöneristekerrosta.

- Maalipinnoite ja seinätasoite n. 20 mm
- Tiilimuuraus, vahvuus yli 300 mm (kokonaisvahvuus ei tiedossa, koska rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)
- Julkisivurappaus ja maalipinnoite



Kuva 113. Ulkoseinä on massiivitiilirakenteinen.



Kuva 114. Rakenteessa ei havaittu erillistä lämmöneristekerrosta.

Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Ulkoseinistä otettiin kymmenen materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteenottokohdat ovat merkitty tämän raportin liitteessä 1 oleviin pohjapiirustuksiin. Seuraavassa taulukossa on esitetty materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulosten tulkinnat.

Taulukko 5. Ulkoseinien materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
M15	Alumiinipaperi	US6, ulkoseinän patterisyyvennys	A113, luokka	Ei viitettä vauriosta
M16	Lasivilla, paperipäällysteinen	US6, ulkoseinän patterisyyvennys	A113, luokka	Ei viitettä vauriosta
M17	Alumiinipaperi	US7, ulkoseinän patterisyyvennys	A107, luokka	Heikko viite vauriosta
M18	Lasivilla, paperipäällysteinen	US7, ulkoseinän patterisyyvennys	A107, luokka	Ei viitettä vauriosta *)
M19	Alumiinipaperi	US8, ulkoseinän patterisyyvennys	A205, luokka	Ei viitettä vauriosta
M20	Lasivilla, paperipäällysteinen	US8, ulkoseinän patterisyyvennys	A205, luokka	Heikko viite vauriosta
M21	Alumiinipaperi	US9, ulkoseinän patterisyyvennys	A208, ryhmätyö	Heikko viite vauriosta
M22	Lasivilla, paperipäällysteinen	US9, ulkoseinän patterisyyvennys	A208, ryhmätyö	Heikko viite vauriosta
M23	Alumiinipaperi	US11, ulkoseinän patterisyyvennys	A212, luokka	Ei viitettä vauriosta
M24	Lasivilla, paperipäällysteinen	US11, ulkoseinän patterisyyvennys	A212, luokka	Heikko viite vauriosta

*) Näytteen suoramikroskopoinnissa havaittiin sienikasvustoon viittaavia rakenteita, mutta lajistoa ei pystytty määrittämään. Kyseessä saattaa olla kuollut kasvusto.

Ulkoseinien patterisyyvennysten lasivillaeristeistä ja alumiinipapereista otetuista kymmenestä näytteestä viidessä havaittiin heikkoja viitteitä mikrobivauriosta. Lisäksi yhdessä eristenäytteessä havaittiin mahdolliseen kuolleeseen mikrobikasvustoon viittaavia rakenteita.



Merkkiainekokeet ja tiiveystarkastelut

Ulkoseinien tiiveyttä ja mahdollisia ilmavuotoreittejä tutkittiin pistokoeluontoisesti merkkiainekokein sekä aistinvaraisesti arvioimalla. Merkkiainekokeita suoritettiin ryhmätyöhuoneen A108 ulkoseinään (MAK6) ja vaatehuoneen A117 ulkoseinään (MAK7).

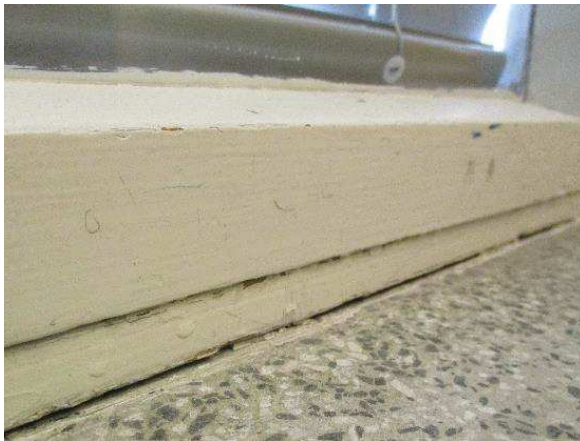
Tyypillisimmät epätiivelyskohdat on esitetty seuraavissa valokuuvissa.



Kuva 115. Merkkiainekoe MAK6, ulkoseinä, ryhmätyöhuone A108. Patterisyyvennyksen eristehalkaisusta havaittiin merkittävää ilmavuotoa välipohja- ja ikkunaliittymistä, ikkunapenkin liittymistä sekä halkeamakohtista. Pistemäisiä ilmavuotoja havaittiin lämmityspatterin kiinnikekohdissa.



Kuva 116. Merkkiainekoe MAK6, ulkoseinä, ryhmätyöhuone A108. Patterisyyvennyksen sisäkuoressa on halkeamia, joista havaittiin merkittävää ilmavuotoa.



Kuva 117. Merkkiainekoe MAK6, ulkoseinä, ryhmätyöhuone A108. Ikkunan ja ikkunapenkin liittymässä on rako, joista havaittiin merkittävää ilmavuotoa.



Kuva 118. Merkkiainekoe MAK6, ulkoseinä, ryhmätyöhuone A108. Lämmityspatterin kiinnikkeiden kohdilla havaittiin pistemäisiä ilmavuotoja.



Kuva 119. Merkkiainekoe MAK7, ulkoseinä, vaatehuone A117. Massiivitiilirakenteisesta ulkoseinästä havaittiin merkittävää ilmavuotoa ryömintätillaisen alapohjan liittymässä. Pistemäisiä ilmavuotoja lämmityspatterin kiinnikekohdissa sekä seinän sisäpinnan paikkauskohdissa (vanhoissa läpivienti- ja kiinnikekohdissa tms.)



Kuva 120. Merkkiainekoe MAK7, ulkoseinä, vaatehuone A117. Lämmityspatterin kiinnikkeiden kohdilla havaittiin pistemäisiä ilmavuotoja.



Kuva 121. Merkkiainekoe MAK7, ulkoseinä, vaatehuone A117. Ulkoseinän ja ryömintätilallisen alapohjan liittymässä havaittiin merkittävää ilmapuottoa.



Kuva 122. Merkkiainekoe MAK7, ulkoseinä, vaatehuone A117. Ulkoseinässä havaittiin pistemäisiä ilmapuotokohtia sisäpinnan paikkauskohdissa (vanhoissa läpivienti- ja kiinnikekohdissa tms.).

5.3.3 Johtopäätökset

Julkisivut

Julkisivut ovat rapattuja ja maalipintaisia tiilirakenteita. Julkisivurappauksessa on maalipinnoitevaurioita, paikallisia rapautumavaurioita ja halkeamia, joiden kautta pääsee kosteutta julkisivurappauksiin, julkisivumuurauksiin ja niiden taustarakenteisiin. Julkisivurappausten kunnon ja korjaustarpeiden selvittämiseksi on syytä tehdä lisätutkimuksia.

Ulkoseinät ja sokkelit

Maanpinnan yläpuoliset ulkoseinät ovat pääsääntöisesti lämmöneristämättömiä massiivitiilirakenteita. Lämmityspatterisyyennysten kohdilla seinissä on paperipäälysteisellä lasivillalla ja alumiinipaperilla toteutettu eristehalkaisu. Julkisivut ovat rapattuja ja maalipintaisia. Seinien sisäpinnat ovat tasoitettuja ja maalattuja. Sokkelit ovat betonirakenteisia ja kivirouhepinnoitteisia. Sokkeleissa ei havaittu erillistä lämmöneristekerrosta. Ulkoseinät ja sokkelit ovat alkuperäiskuntoisia eikä niihin ole kohdistettu laajamittaisempia korjaustoimenpiteitä valmistumisen jälkeen.

Massiivitiilirakenteiset ulkoseinät eivät ole herkkiä vaurioitumaan. Paikallisia vaurioita niihin voivat kuitenkin aiheuttaa julkisivurakenteiden läpi pääsevä ulkopuolinen kosteus sekä mahdollisille viille seinäpinnoille tiivistyvä sisäpuolinen kosteus. Massiivitiiliseinien sisäpinnoissa havaittiin yksittäisiä ja paikallisia pinnoitevaurioita, jotka ovat todennäköisesti aiheutuneet julkisivurakenteiden vesitiiviyspuutteista sekä ulkopuolisesta kosteus- ja säärasituksesta. Julkisivurappauksessa sekä ikkunoiden vesipellitusten liittymissä on paikallisia vuotokohtia, joista kosteus voi päästä seinärakenteeseen. Sade- ja sulamisvedet ovat päässeet paikallisesti kastelemaan massiivitiiliseinärakenteita.

Lämmityspatterisyyennysten eristehalkaisulla varustetut tiiliseinät ovat kosteusteknisiä riskirakenteita, koska eristehalkaisuihin voi muodostua herkästi vaurioita julkisivurakenteiden läpi pääsevän kosteuden vaikutuksesta. Tutkimustulosten perusteella eristehalkaisuihin on muodostunut paikallisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Lasivillaeristeiden paperipäälysteissä havaittiin näkyviä kosteusjälkiä, jotka viittaavat eristemateriaalien kastumiseen rakennuksen elinkaaren aikana. Lasivillaeristeistä ja alumiinipapereista otetuista kymmenestä materiaalinäytteestä viidessä havaittiin mikrobianalyyseissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta. Lisäksi yhdessä lasivillaeristenäytteessä havaittiin mahdolliseen kuolleetseen



mikrobikasvustoon viittaavia rakenteita. Patterisyyennysten eristehalkaisujen kosteusvauriot ovat aiheutuneet julkisivurakenteiden vesitiiviyspuutteiden sekä ulkopuolisen kosteus- ja säärasituksen vaikutuksesta. Sade- ja sulamisvedet ovat päässeet kastelemaan lämmöneristehalkaisuja julkisivumuurausten läpi.

Ulkoseinien patterisyyennysten eristehalkaisuissa havaittiin paikallisia mikrobivaurioita ja lämmöneristeen tervapaperin havaittiin sisältävän PAH-yhdisteitä. Patterisyyennysten eristehalkaisuista todettiin runsaasti ilmavuotoreittejä sisätiloihin. Merkittäviä ilmavuotoreittejä havaittiin ala- ja välipohjaliittymissä, ikkunaliittymissä, ikkunapenkkirakenteissa sekä sisäkuorten halkeamissa. Lisäksi ulkoseinien paikkauskohdissa ja patterikiinnikkeiden kohdilla todettiin pistemäisiä ilmavuotoreittejä. Mikrobivaurioituneista ja PAH-yhdisteitä sisältävistä materiaaleista voi kulkeutua ilmavuotoreittien kautta epäpuhtauksia sisäilmaan sisätilojen alipaineisuuden vuoksi. Massiivitiiliseinien sisäpuolisissa pintarakenteissa havaittiin yksittäisiä paikallisia vaurioalueita. Myös massiivitiiliseinien sisäpintojen vauriot voivat lisätä paikallisesti epäpuhtauksien määrää sisäilmassa.

Betonirakenteissa sokkeleissa ei havaittu erillistä eristehalkaisua, jolloin sokkeleihin ei liity merkittävää kosteusvaurioitumisriskiä. Rakennuksen pintavedenpoiston puutteet ja salaojajärjestelmien puuttuminen lisäävät merkittävästi betonisokkeleihin kohdistuvaa kosteusrasitusta. Sokkelien betonirakenteissa ei havaittu merkittäviä näkyviä vauriojälkiä. Sokkelien betonirakenteiden kunnon ja korjaustarpeiden selvittämiseksi on syytä tehdä lisätutkimuksia.

Ikkunat ja ulko-ovet

Ikkunat ovat alkuperäisiä kaksipuitteisia puuikkunoita. Ikkunoiden yleiskunto on heikko. Ikkunoiden puuosissa on runsaasti maalipinnoite- ja lahovaurioita. Ikkunat ovat epätiivittä, koska ikkunatiivisteet ovat irtoilleet ja ikkunat ovat käynneiltään puutteellisia. Ikkunoiden vesipellitusten kallistukset ovat nykysuositukseen nähden puutteellisia, jolloin sadevedet kulkeutuvat ulkoseinärakenteisiin. Lisäksi ikkunapellitusten ja ulkoseinien liitoksissa on vuotokohtia, joista kosteus voi päästä kastelemaan seinärakenteita.

Ulko-ovet ovat alkuperäisiä lasiaukollisia puuovia, joiden yleiskunto on tyydyttävä. Ulko-ovien puurakenteissa on maalipinnoitevaurioita ja ovet ovat epätiivittä.

Parvekkeet

Betonirakenteisten parvekelaattojen alapinnoissa on laatan läpi päässeeseen kosteuden aiheuttamia maalipinnoitevaurio- ja kalkkihärmejä, jotka ovat aiheutuneet todennäköisesti laattojen vedeneristeisiin muodostuneista vuotokohdista. Lisäksi parvekelaattojen alapinnoissa on betoniraidoitteiden korroosiovaurioista aiheutuneita betonin halkeamia ja lohkeamia. Parvekkeiden kantavien betonirakenteiden kunnon ja korjaustarpeiden selvittämiseksi on syytä tehdä lisätutkimuksia.

5.3.4 Toimenpide-ehdotukset

Julkisivut

Julkisivurappausten kunnon selvittämiseksi suositellaan rappausten kuntotutkimusta. Julkisivurappausten alustavina korjaustapavaihtoehtoina ovat rappausten paikkaus- ja pinnoituskorjaukset tai vaihtoehtoisesti rappausten uusiminen. Julkisivua tulee suojata kosteusrasitukselta pitämällä rappauspinta ehjänä ja maalipinta kunnossa.



Ulkoseinät ja sokkelit

Ulkoseinät voidaan korjata joko sisäpuolisten tiivistyskorjausten tai patterisyvennysten uusivien korjausten avulla. Korjaustavat eroavat toisistaan laajuuden ja tavoiteltavan käyttöiän osalta. Sisäpuolisilla tiivistyskorjauksilla saavutetaan arviolta noin 5-15 vuoden käyttöikä ja patterisyvennysten uusimisella saavutetaan arviolta noin 20-30 vuoden käyttöikä.

Ulkoseinärakenteet voidaan korjata sisäpuolisten tiivistyskorjausten avulla. Korjausvaihtoehdossa eristehalkaisut kapseloidaan rakenteeseen, jotta epäpuhtaudet eivät kulkeutuisi sisäilmaan. Myös massiivitiilirakenteiden ulkoseinien sisäpintojen vaurioituneet tasoiheet ja maalipinnoitteet uusitaan paikallisten vaurioalueiden poistamiseksi. Ulkoseinien sisäkuorten epätiiviyyskohdat kartoitetaan kokonaisuudessaan ja havaitut epätiiviyyskohdat tiivistetään. Tiivistyskorjausten toimivuutta on suositeltavaa varmistaa laadunvarmistuskokein korjaustöiden aikana ja sekä säännöllisesti korjaustöiden jälkeen esimerkiksi merkkiainemenetelmällä. Korjausvaihtoehtoon sisältyy riski tiivistyskorjausten käyttöiän ylittymisestä ja tiivistysten toimivuuden heikentymisestä rakennuksen jäljellä olevan elinkaaren aikana, jolloin eristehalkaisujen epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan on jälleen mahdollista.

Vaihtoehtoisesti ulkoseinät voidaan korjata purkamalla patterisyvennysten sisäpuolen kuorimuuraukset ja uusimalla lämmöneristemateriaalit. Lisäksi massiivitiilirakenteiden ulkoseinien sisäpintojen vaurioituneet tasoiheet ja maalipinnoitteet uusitaan paikallisten vaurioalueiden poistamiseksi. Korjausvaihtoehdossa vaurioituneet materiaalit poistetaan rakenteesta ja rakenteen kosteusteknistä toimintaa parannetaan merkittävästi. Massiivitiilirakenteiden ulkoseinien sisäpintojen vaurioituneet tasoiheet ja maalipinnoitteet on suositeltavaa uusien korjausten yhteydessä paikallisten vaurioalueiden poistamiseksi. Ulkoseinien sisäkuorten epätiiviyyskohdat kartoitetaan kokonaisuudessaan ja havaitut epätiiviyyskohdat tiivistetään. Lämmöneristeiden tervapapereiden PAH-yhdistepitoisuudet tulee huomioida myös rakenteisiin kohdistuvissa purku- ja korjaustöissä.

Sokkelien korjaustarve ja kunto on suositeltavaa selvittää betonirakenteiden kuntotutkimuksen avulla.

Ikkunat ja ulko-ovet

Ikkunat ja niiden vesipellitykset tulee uusien ulkoseinien ja julkisivujen korjausten yhteydessä. Ikkunoiden vesipellitysten ja ikkunaliittymien tiivistäminen on suositeltavaa, mikäli niiden uusimiseen ei ryhdytä lähiaikoina.

Rakennuksen ulko-ovet tulee uusien tai kunnostaa perusteellisesti.

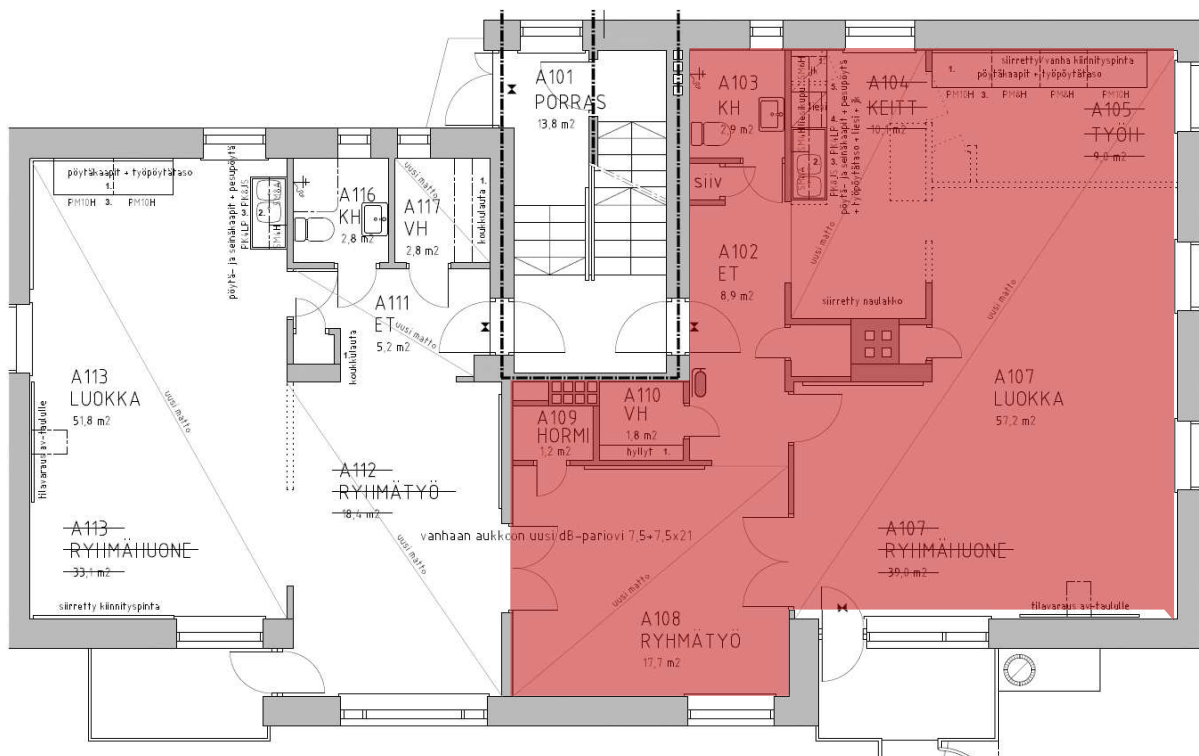
Parvekkeet

Parvekkeiden kunto on suositeltavaa selvittää betonirakenteiden kuntotutkimuksen avulla. Korjaustavat ja -laajuudet määräytyvät kuntotutkimustulosten perusteella.

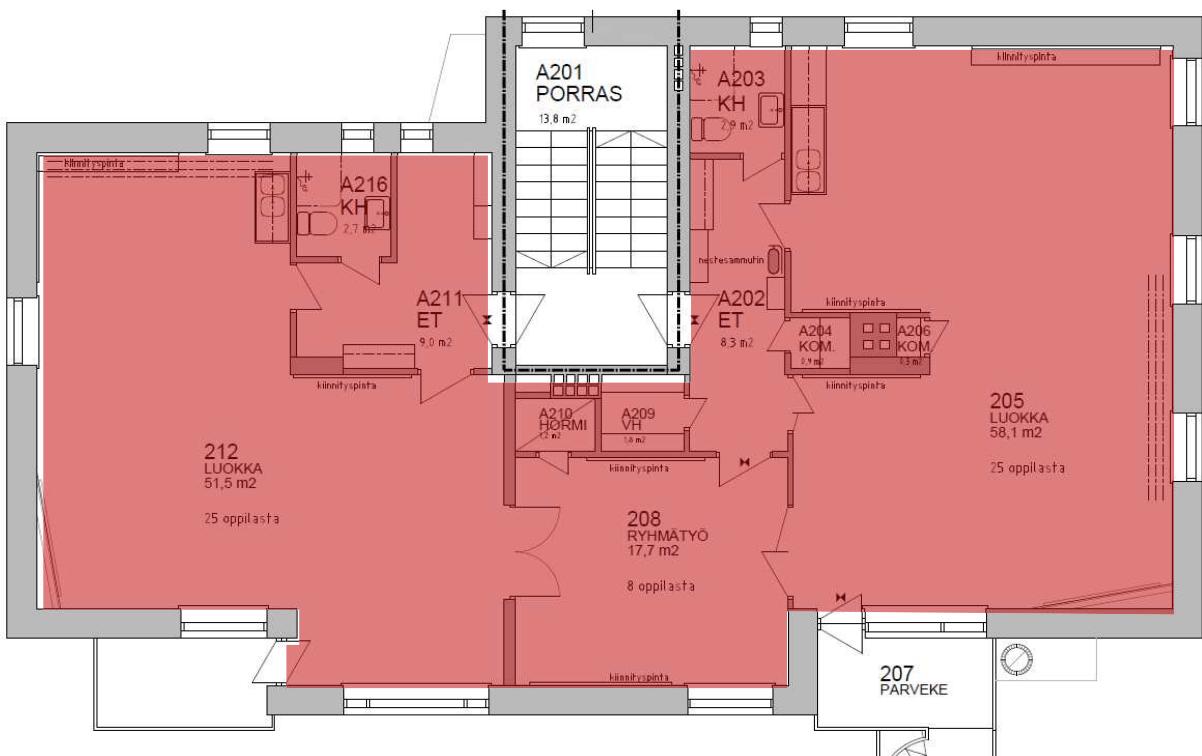
5.4 Välipohjat

5.4.1 Rakenne

Välipohjat ovat betonirakenteisia kotelolaattarakenteita, joiden kotelorakenteissa on eristetäyttö. Kuvien tilojen kotelolaattarakenteiset välipohjat koostuvat betonirakenteisesta alalaatasta, betonipalkistosta ja purueristetäytöstä sekä muottilaudoituksesta ja betonirakenteisesta ylälaatasta. Märkätilojen kotelolaattavälipohjat koostuvat betonirakenteisesta alalaatasta, betonipalkistosta ja eristetäytöstä sekä betonirakenteisesta ylälaatasta vedeneristekerroksineen ja pintabetonilaattoineen. Märkätiloissa välipohjan eristetäyttönä on sekalaista rakennusjätettä, mm. betonin, laastin ja tiilen kappaleita sekä yksittäisiä puunkappaleita.



Kuva 123. Ensimmäisen kerroksen pohjapiirustus, johon on havainnollistettu kotelolaattaväliä pohjat punaisella korostusvärillä.



Kuva 124. Toisen kerroksen pohjapiirustus, johon on havainnollistettu kotelolaattaväliä pohjat punaisella korostusvärillä.



5.4.2 Havainnot ja mittaustulokset

Yleistarkastus

- Välipohjat ovat kuivien tilojen osalta linoleum- tai muovimattopäällysteisiä. Märkätilojen osalta välipohjat ovat laatoitettuja.
- Välipohjien ulkoseinäliittymissä on rakoja ja välipohjissa on epätiivittä putkiläpivientejä, joiden kautta välipohjien kotelorakenteista on ilmayhteyksiä sisäilmaan.
- Välipohjien lattiakaivot ovat alkuperäisiä valurautakaivoja, jotka ovat ylittäneet teknisen käyttöikänsä. Lattiakaivoissa on käytetty korokerenkaita, joiden liittyvät lattiakaivoihin eivät ole vesitiiviitä.



Kuva 125. Yleiskuva välipohjan linoleum- ja muovimattopäällysteistä eteistilassa A202 ja vaatehuoneessa A209.



Kuva 126. Yleiskuva välipohjan lattialaattapäällysteestä kylpyhuoneesta A103.



Kuva 127. Välipohjien lattiakaivot ovat alkuperäisiä valurautakaivoja, jotka ovat ylittäneet teknisen käyttöikänsä. Muovisen korokerenkaan liittymä valurautakaivoon ei ole vesitiivis. Kaivo oli tarkastushetkellä kuiva. Kuva kylpyhuoneesta A216.



Kuva 128. Korokerenkaan liittymä valurautakaivoon ei ole vesitiivis. Kuva kylpyhuoneesta A203.



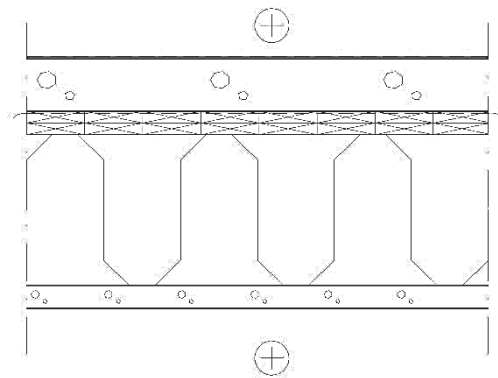
Kuva 129. Välipohjien ulkoseinäliittymissä on rakoja.
Kuva luokkatilasta A212.



Kuva 130. Välipohjissa on epätiivitä putkiläpivientejä
Kuva vaatehuoneesta A117.

Rakenneavaus VP1, välipohja, A108 ryhmätyö

Rakenne



- Lattiamatto (linoleum), kiinnitysliima ja lattiatasoite, n. 5 mm
- Betonilaatta (ylälaatta), n. 90 mm
- Tervapaperi
- Muottilaudoitus, n. 25 mm
- Muottilaudoitus, n. 25 mm
- Purueriste, n. 260 mm ja betonipalkisto
- Betonilaatta (alalaatta), vahvuus ei tiedossa (rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)

Kuva 131. Rakenneleikkaus, rakenneavaus VP1, välipohja, A108 ryhmätyö.

Havainnot

- Välipohja on kotelolaattarakenteinen. Rakenne koostuu betonirakenteisesta ylälaatasta, tervapaperista ja muottilaudoituksista, purueristeestä ja betonipalkistosta sekä betonirakenteisesta alalaatasta.
- Tervapaperista otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.



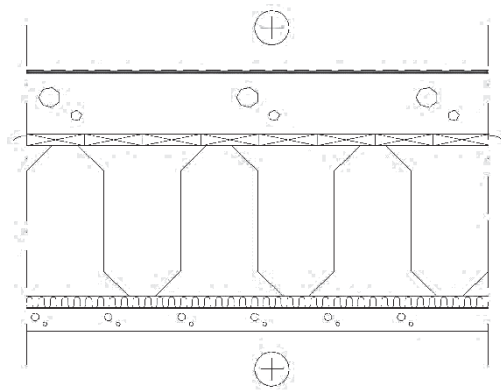
Kuva 132. Välipohja on kotelolaattarakenteinen.



Kuva 133. Tervapaperista otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalysissä heikkoja viitteitä mikrobi-vauriosta.

Rakenneavaus VP2, välipohja, A107 luokka

Rakenne



- Lattiamatto (linoleum), kiinnitysliima ja lattiatasoite, n. 5 mm
- Betonilaatta (ylälaatta), n. 105 mm
- Tervapaperi
- Muottilaudoitus, n. 25 mm
- Purueriste, n. 260 mm ja betonipalkisto
- Paperipäällysteinen lasivilla, n. 20 mm
- Betonilaatta (alalaatta), vahvuus ei tiedossa (rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)

Kuva 134. Rakenneleikkaus rakenneavaus VP2, välipohja, A107 luokka.

Havainnot

- Välipohja on kotelolaattarakenteinen. Rakenne koostuu betonirakenteisesta ylälaatasta, tervapaperista ja muottilaudoituksista, purueristeestä ja betonipalkistosta, paperipäällysteisestä lasivillaeristeestä sekä betonirakenteisesta alalaatasta.
- Tervapaperista ja purueristeestä otetuissa näytteissä havaittiin mikrobianalyyseissä heikkoja viitteitä mikrobivaurioista.



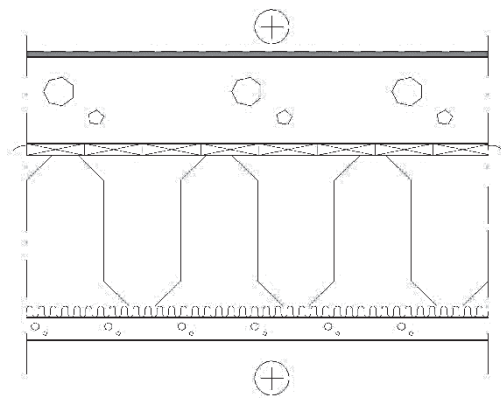
Kuva 135. Välipohja on kotelolaattarakenteinen. Tervapaperista otetussa näytteessä havaittiin mikrobi-analyysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.



Kuva 136. Purueristeestä otetussa näytteessä havaittiin mikrobianalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivauriosta.

Rakenneavaus VP3, välipohja, A205 luokka

Rakenne



- Lattiamatto (linoleum), kiinnitysliima ja lattiatasoite, n. 10 mm
- Betonilaatta (ylälaatta), n. 150 mm
- Tervapaperi
- Muottilaudoitukset, n. 25 mm
- Purueriste, n. 210 mm ja betonipalkisto,
- Betonilaatta (alalaatta), vahvuus ei tiedossa (rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)

Kuva 137. Rakenneleikkaus, rakenneavaus VP3, välipohja, A205 luokka

Havainnot

- Välipohja on kotelolaattarakenteinen. Rakenne koostuu betonirakenteisesta ylälaatasta, tervapaperista ja muottilaudoituksista, purueristeestä ja betonipalkistosta sekä betonirakenteisesta alalaatasta.
- Alalaatan yläpinnassa havaittiin laastin- ja tiilenpalasia.



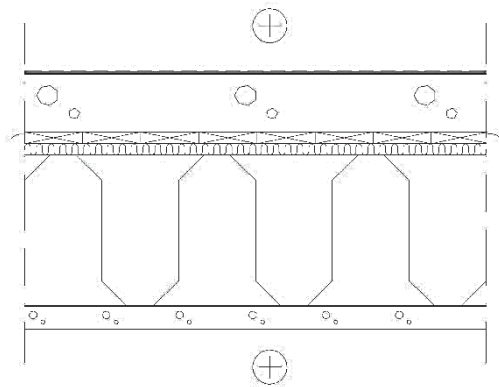
Kuva 138. Välipohja on kotelolaattarakenteinen.



Kuva 139. Alalaatan yläpinnassa havaittiin laastin- ja tiilenpalasia.

Rakenneavaus VP4, välipohja, A212 luokka,

Rakenne



- Lattiamatto (linoleum), kiinnitysliima ja lattiatasoite, n. 3 mm
- Betonilaatta (ylälaatta), n. 100 mm
- Tervapaperi
- Muottilaudoitus, n. 20 mm
- Paperipäällysteinen lasivilla, n. 20 mm
- Purueriste n. 220 mm ja betonipalkisto, n. 280 mm
- Betonilaatta (alalaatta), vahvuus ei tiedossa (rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)

Kuva 140. Rakenneleikkaus, rakenneavaus VP4, välipohja, A212 luokka.

Havainnot

- Välipohja on kotelolaattarakenteinen. Rakenne koostuu betonirakenteisesta ylälaatasta, tervapaperista, muottilaudoituksesta, paperipäällysteisestä lasivillaeristeestä, purueristeestä ja betonipalkistosta sekä betonirakenteisesta alalaatasta.
- Muottilaudoituksessa havaittiin lahovaurioita ja näkyvää mikrobikasvustoa.
- Lasivillassa havaittiin kosteusvauriojälkiä.



Kuva 141. Välipohja on kotelolaattarakenteinen. Lasi-villassa havaittiin kosteusvauriojälkiä.



Kuva 142. Muottilaudoituksessa havaittiin lahovauri-oita ja näkyvää mikrobikasvustoa.



Kuva 143. Lahovaurioitunutta välipohjan muottilaudoi-tusta.

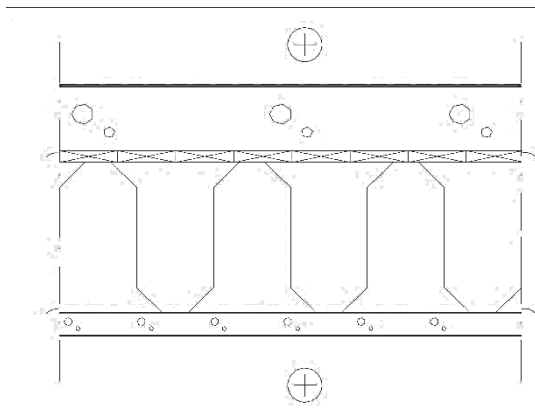


Kuva 144. Välipohjan betonipalkin korkeudeksi mitat-tiin noin 280 mm.



Rakenneavaus VP5, välipohja, A211 eteinen

Rakenne



- Lattiamatto (linoleum), kiinnitysliima ja lattiatasoite, n. 4 mm
- Betonilaatta (ylälaatta), n. 110 mm
- Tervapaperi
- Muottilaudoitus, n. 25 mm
- Purueriste, n. 260 mm ja betonipalkisto
- Rakennuspahvi, n. 2 mm
- Betonilaatta (alalaatta), vahvuus ei tiedossa (rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)

Kuva 145. Rakenneleikkaus, rakenneavaus VP5, välipohja, A211 eteinen.

Havainnot

- Välipohja on kotelolaattarakenteinen. Rakenne koostuu betonirakenteisesta ylälaatasta, tervapaperista, muottilaudoituksesta, purueristeestä ja betonipalkistosta, rakennuspahvista sekä betonirakenteisesta alalaatasta.
- Uudemman lattiatasoiheen alla havaittiin jäämiä vanhan lattiapäällysteen kiinnitysliimasta.
- Tervapaperista ja purueristeestä otetuissa näytteissä havaittiin mikrobialalyseissä viitteitä mikrobivaurioista ja muottilaudoituksesta otetussa näytteessä havaittiin mikrobialalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivaurioista.



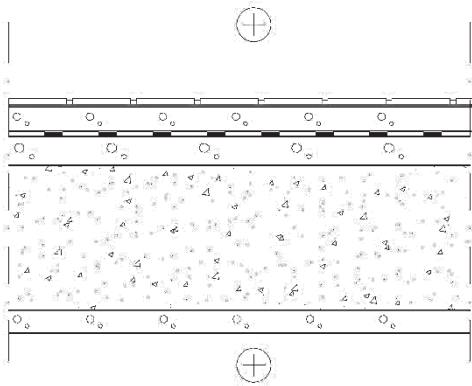
Kuva 146. Välipohja on kotelolaattarakenteinen. Uudemman lattiatasoiheen alla havaittiin jäämiä vanhan lattiapäällysteen kiinnitysliimasta.



Kuva 147. Tervapaperista ja purueristeestä otetuissa näytteissä havaittiin mikrobialalyseissä viitteitä mikrobivaurioista ja muottilaudoituksesta otetussa näytteessä havaittiin mikrobialalyysissä heikkoja viitteitä mikrobivaurioista.

Rakenneavaus VP6, välipohja, A216 kylpyhuone

Rakenne



- Lattialaatoitus, kiinnitys- ja saumauslaastit-laasti, n. 10 mm
- Pintabetonilaatta, n. 40 mm
- Bitumikermi ja -sively n. 10 mm
- Betonilaatta (ylälaatta), n. 50 mm
- Eristetäyttö (tiilen, betonin, muurauslaastin palasia ja puunkappaleita), n. 250 mm
- Betonilaatta (alalaatta), vahvuus ei tiedossa (rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)

Kuva 148. Rakenneleikkaus, Rakenneavaus VP6, välipohja, A216 kylpyhuone.

Havainnot

- Välipohja on kotelolaattarakenteinen. Kotelolaatan yläpinnassa on vedeneristetty pintabetonilaatta. Välipohjarakenne koostuu pintalaatasta ja vedeneristeestä, ylälaatasta, eristetäytöstä ja betonipalkistosta sekä alalaatasta ja sen alapuolisesta ryömintätilasta.
- Eristetäyttömateriaalina on käytetty rakennusjätettä, mm. betonin, muurauslaastin palasia ja puunkappaleita.
- Pintalaatan bitumikermi ja -sively sisältää asbestia (ks. liite 5, asbesti- ja haitta-ainekartoitus).
- Eristetäyttömateriaalista otetussa näytteessä havaittiin mikrobialyysissä vahvoja viitteitä mikrobivauriosta.



Kuva 149. Välipohja on kotelolaattarakenteinen. Kotelolaatan yläpinnassa on vedeneristetty pintabetonilaatta.



Kuva 150. Pintalaatan bitumikermi ja -sively sisältää asbestia. Eristetäyttömateriaalista otetussa näytteessä havaittiin mikrobialyysissä vahvoja viitteitä mikrobivauriosta.



Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Välipohjista otettiin 16 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteenottokohdat on merkitty tämän raportin liitteenä 1 oleviin pohjapiirustuksiin. Seuraavassa taulukossa on esitetty materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulosten tulkinnat.

Taulukko 6. Välipohjien materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
M25	Tervapaperi	VP1, välipohja	A108, ryhmätyö	Heikko viite vauriosta
M26	Muottilaudoitus	VP1, välipohja	A108, ryhmätyö	Ei viitettä vauriosta
M27	Purueriste	VP1, välipohja	A108, ryhmätyö	Ei viitettä vauriosta
M28	Tervapaperi	VP2, välipohja	A107, luokka	Heikko viite vauriosta
M29	Muottilaudoitus	VP2, välipohja	A107, luokka	Ei viitettä vauriosta
M30	Purueriste	VP2, välipohja	A107, luokka	Heikko viite vauriosta
M31	Lasivilla, paperipäällysteinen	VP2, välipohja	A107, luokka	Ei viitettä vauriosta
M32	Muottilaudoitus	VP3, välipohja	A205, luokka	Ei viitettä vauriosta
M33	Purueriste	VP3, välipohja	A205, luokka	Ei viitettä vauriosta
M34	Muottilaudoitus	VP4, välipohja	A212, luokka	Ei viitettä vauriosta
M35	Purueriste	VP4, välipohja	A212, luokka	Ei viitettä vauriosta
M36	Lasivilla, paperipäällysteinen	VP4, välipohja	A212, luokka	Ei viitettä vauriosta
M37	Tervapaperi	VP5, välipohja	A211, eteinen	Viite vauriosta
M38	Muottilaudoitus	VP5, välipohja	A211, eteinen	Heikko viite vauriosta
M39	Purueriste	VP5, välipohja	A211, eteinen	Viite vauriosta
M40	Eristetty (tiili, muurauslaasti, betoni, puu)	VP6, välipohja	A216, kylpyhuone	Vahva viite vauriosta

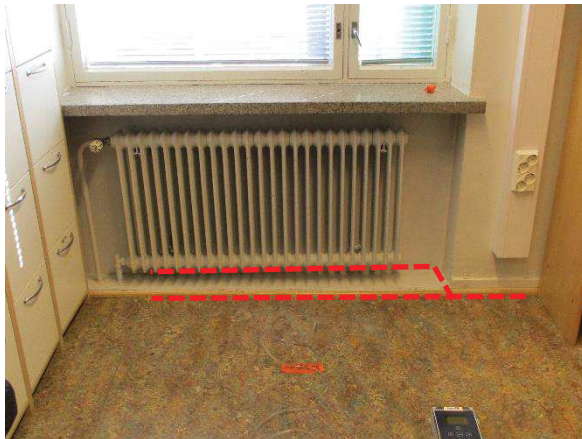
Välipohjien tervapapereista, muottilaudoituksista ja eristemateriaaleista otetuista yhteensä kuudesta näytteestä seitsemässä havaittiin eriaisteisia viitteitä mikrobivaurioista.



Merkkiainekokeet ja tiiveystarkastelut

Välipohjien tiiveyttä ja mahdollisia ilmavuotoreittejä tutkittiin pistokoeluoontoisesti merkkiainekokein sekä aistinvaraisesti arvioimalla. Merkkiainekoe suoritettiin ryhmätyöhuoneen A108 välipohjaan (MAK8).

Tyypillisimmät epätiiveyskohdat on esitetty seuraavissa valokuvissa.



Kuva 151. Merkkiainekoe MAK8, välipohja, ryhmätyöhuone A108. Välipohjan ulkoseinäliittymässä havaittiin merkittävää ilmavuotoa välipohjan eristetilasta.



Kuva 152. Merkkiainekoe MAK8, välipohja, ryhmätyöhuone A108. Ulkoseinäliittymässä on rako, josta havaittiin ilmavuotoa välipohjan eristetilasta.

5.4.3 Johtopäätökset

Välipohjat ovat eristetäytöllä varustettuja betonirakenteisia kotelolaattoja. Kuivien tilojen kotelolaattarakenteiset välipohjat koostuvat betonirakenteisesta alalaatasta, betonipalkistosta ja purueristetäytöstä sekä muottilaudoituksesta ja betonirakenteisesta ylälaatasta. Märkätilojen kotelolaattavälipohjat koostuvat betonirakenteisesta alalaatasta, betonipalkistosta ja eristetäytöstä sekä betonirakenteisesta ylälaatasta, jossa on vedeneristekerros ja pintalaatta. Märkätiloissa välipohjan eristetäyttönä on seka-laista rakennusjätettä, mm. betonin, laastin ja tiilen kappaleita sekä yksittäisiä puunkappaleita.

Kotelolaattarakenteiset välipohjat ovat olleet niiden rakennusaikaan yleisesti käytössä olleita ja suositeltuja rakenteita, mutta nykyisin ne luokitellaan kosteusteknisiksi riskirakenteiksi. Vastaavanlaisten välipohjarakennetyyppien lämmöneristeisiin ja rakenteisiin jätettyihin muottilaudoituksiin voi muodostua herkästi kosteus- tai mikrobivaurioita rakennusaikaisen kosteusrasituksen tai jonkin muun rakennuksen käytön aikaisen sisäpuolisen kosteusrasituksen vaikutuksesta. Tutkimustulosten perusteella välipohjien vaurioitumisriskit ovat osittain toteutuneet. Välipohjien tervapapereista, muottilaudoituksista ja eristemateriaaleista otetuista yhteensä kuudestatoista materiaalinäytteestä seitsemässä havaittiin mikrobianalyseissä eriaisteisia viitteitä mikrobivaurioista.

Välipohjien kotelorakenteiden orgaaniset eristetäyttömateriaalit sekä muottilaudoitukset ovat vaurioituneet paikallisesti pitkäaikaisen kosteusrasituksen vaikutuksesta. Kotelolaattavälipohjiin on voinut kohdistua sisäpuolista kosteusrasitusta esimerkiksi rakennusaikaisen kosteuden, rakennuksen käytön aikana vesivuotojen tai aiemmin käytettyjen runsaiden siivousvesien vaikutuksesta. Välipohjien reunalueilla myös kosteuden tiivistyminen kylmäsiltojen lähistöille on voinut aiheuttaa vaurioita.

Välipohjarakenteiden sisällä kulkevat alkuperäiset valurautaviemärit valurautalattiakaivoineen ovat teknisen käyttöikänsä päässä ja aiheuttavat vuotoriskin (ks. luku 8, viemärijärjestelmien tutkimusten tulokset sekä liite 6, jätevesiviemäreiden toiminnallinen tutkimus). Viemäriputkiston vuodoista esimerkiksi



viemäriputkien halkeamakohtilla on voinut aiheutua paikallisia kosteusvaurioita. Mahdollisten viemäri-
vuotojen aiheuttamien vaurioiden paikallistaminen on kuitenkin hankalaa ennen rakenteiden purku-
töitä. Kotelolaattavälipohjien eristetäytöt ovat kosteutta sitovia, jolloin pienemmistä putkivuodoista ei
välttämättä muodostu näkyviä kosteusjälkiä rakenteen pinnoille.

Kotelolaattarakenteisissa välipohjissa on mikrobivaurioituneita materiaaleja ja materiaaleista on il-
mayhteyksiä sisäilmaan. Merkittävimpiä ilmavuotokohtia ovat etenkin välipohjien ulkoseinäliittymät
sekä talotekniikkaläpiviennit. Mikrobivaurioituneista materiaaleista voi kulkeutua ilmavuotoreittien
kautta epäpuhtauksia sisäilmaan sisätilojen alipaineisuuden vuoksi. Viemäriputkien halkeamien ja mui-
den vuotokohtien kautta voi kulkeutua viemäriperäisiä epäpuhtauksia ja hajuja sisäilmaan.

Välipohjien bitumikermi- ja -sivelyt märkätilojen kohdilla sisältävät asbestia. Asbestipitoisesta vedene-
risteestä ei aiheudu vaaraa, mikäli vedeneriste säilyy ehjänä rakenteen sisässä.

5.4.4 Toimenpide-ehdotukset

Kotelolaattarakenteiset välipohjat voidaan korjata uusimalla laatan eristetäyttömateriaalit ja pintalaatat.
Korjauksilla saavutetaan arviolta noin 30-40 vuoden käyttöikä.

Kotelolaattavälipohjien ylälaatat, muottilaudoitukset ja eristetäyttömateriaalit puretaan. Alalaattojen ja
palkkien sisäpuoliset pinnat puhdistetaan mekaanisesti. Alapohjien kotelorakenteisiin asennetaan uu-
det eristetäyttömateriaalit ja välipohjiin valetaan uudet pintabetonilaatat. Eristeenä voidaan käyttää esi-
merkiksi kevytsoraa, vaahtolasia, solumuovipohjaisia eristeitä tai muita kosteusrasitusta sietäviä mate-
riaaleja. Käytettävän eristemateriaalin tulee olla puhdasta ja kuivaa. Välipohjien ulko- ja väliseinäliittymät
sekä läpiviennit tiivistetään ja niiden tiiveys varmistetaan merkkiainekokein.

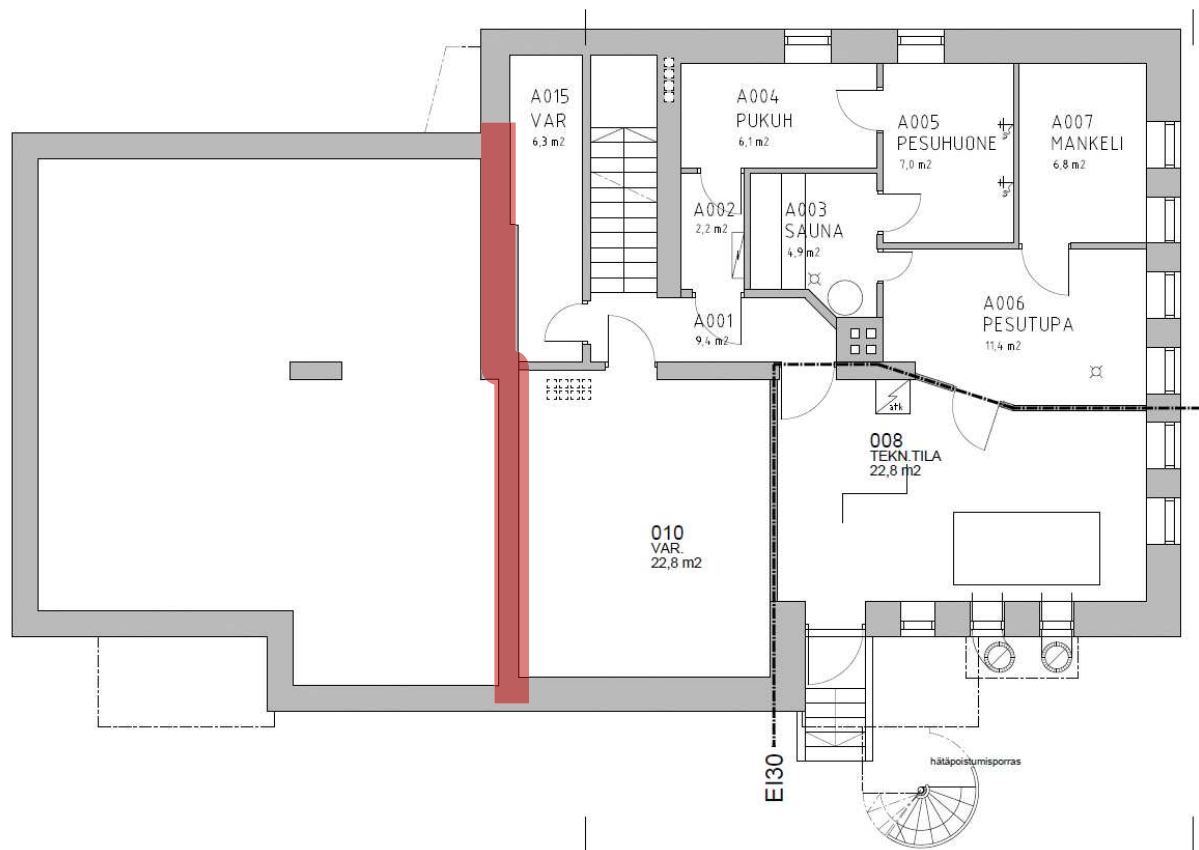
Märkätilojen vedeneristeiden asbestipitoisuus tulee huomioida rakenteisiin kohdistuvissa purku- ja kor-
jaustoissa.

5.5 Väliseinät

5.5.1 Rakenne

Väliseinät ovat tiili- ja betonirakenteisia sekä pinnoiltaan tasoitettuja ja maalattuja tai tasoitettuja ja laa-
toitettuja.

Ryömintätilaan rajoittuva väliseinä on tiili- ja betonirakenteinen ja seinän lämmöneristeenä on raken-
nuspahvi sekä puukuitulevy. Sisäpinnaltaan seinä on puhtaaksimuurattu ja maalattu tiiliseinä. Ryömin-
tätilaan rajoittuva seinä on lämmöneristettä lukuun ottamatta maanvastaisten seinien kaltainen.



Kuva 153. Kellarikerroksen pohjapiirustus, johon on havainnollistettu ryömintätilaan rajoittuva väliseinän sijainti punaisella korostusvärillä.

5.5.2 Havainnot ja mittaustulokset

Yleistarkastus

- Väliseinät ovat pinnoiltaan tasoitettuja ja maalattuja tai tasoitettuja ja laatoitettuja.
- Ryömintätilan vastaisen seinän sisäkuori on puhtaaksimuurattu ja maalipintainen.
- Kellarin väliseinien alaosissa havaittiin paikallisia kosteusrasituksesta aiheutuneita pintarakenteiden vaurioita.
- Ryömintätilan vastaisessa seinässä on epätiivittä putkiläpivientejä, joiden kautta ryömintätilasta on ilmayhteyksiä sisäilmaan.
- Ryömintätilan vastaisen seinän sisäpinnan kuorimuurauksen laastisaumoissa on halkeamia ja reikiä, joiden kautta seinän eristetilasta on ilmayhteyksiä sisäilmaan.



Kuva 154. Yleiskuva kellarin aulatilan A001 väliseinistä.



Kuva 155. Yleiskuva toisen kerroksen eteistilan A202 väliseinistä.



Kuva 156. Kellarin pukuhuoneen A004 väliseinän alaosassa on kosteusrasituksesta aiheutuneita maalipinnoite- ja tasoitevaurioita.



Kuva 157. Kellarin teknisen tilan A008 väliseinän alaosan seinätasoite ja lattiamaton ylösnoston kiinnitysliima on hieman pehmentynyt kosteuden vaikutuksesta.



Kuva 158. Ryömintätilan vastaisen seinän sisäkuori on puhtaaksimuurattu ja maalattu. Seinässä on epätiivitä putkiläpivientejä. Vanhimpien putkien putkieristeen ovat asbestipitoisia. Kuva varastotilasta A015.

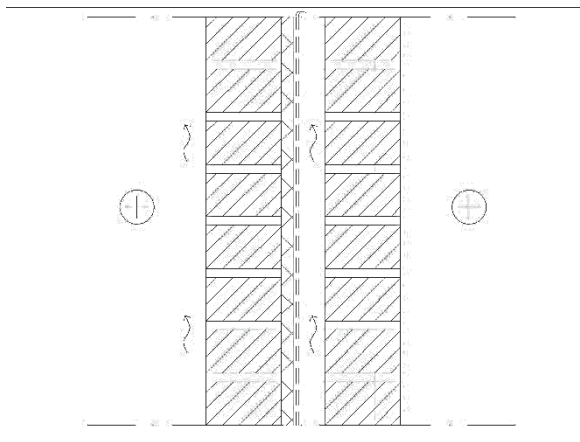


Kuva 159. Ryömintätilan vastaisen seinän sisäkuoren laastisaumoissa on halkeamia sekä reikiä. Kuva varastotilasta A015.



Rakenneavaus VS1, ryömintätilaan rajoittuva väliseinä, A015 varasto

Rakenne



- Maalipinnoite
- Tiilimuuraus, n. 120 mm
- Ilmaväli, n. 45 mm
- Rakennuspahvi, n. 10 mm
- Rakennuspahvi, n. 10 mm
- Puukuitulevy, n. 20-25 mm
- Tiilimuuraus, n. 130 mm (rakenneavauskohdalla) / Bitumisively, n. 1-2 mm ja betoni, n. 150 mm (muualla rakenteessa)
- Ryömintätila

Kuva 160. Rakenneleikkaus, rakenneavaus VS1, ryömintätilaan rajoittuva väliseinä, A015 varasto.

Havainnot

- Ryömintätilaan rajoittuva seinä on rakenneavauskohdalla sisä- ja ulkokuoriltaan tiilirakenteinen ja lämmöneristeenä on rakennuspahvi sekä puukuitulevy.
- Rakenneavauskohdalla on todennäköisesti ollut ryömintätilan kulkuaukko, joka on myöhemmin ummistettu. Rakenneavauskohdalla oleva rakenne eroaa ympäröivästä seinärakenteesta.
- Rakenneavauskohdan ympärillä ryömintätilaan rajoittuva väliseinä koostuu betonirakenteesta ulkokuoresta, sisäpinnan bitumisivelystä, puukuitulevy- ja rakennuspahvieristeistä sekä sisäkuorena olevasta tiilimuurauksesta.
- Rakennuspahvista otetussa näytteessä havaittiin mikrobialalyysin suoramikroskopoinnissa mahdollisia kuolleeseen mikrobikasvustoon viittaavia rakenteita.



Kuva 161. Ryömintätilaan rajoittuva seinä on rakenneavauskohdalla sisä- ja ulkokuoriltaan tiilirakenteinen ja lämmöneristeenä on rakennuspahvi sekä puukuitulevy. Rakenneavauskohdalla oleva rakenne eroaa ympäröivästä seinärakenteesta, koska kohdalla on todennäköisesti ollut ryömintätilan kulkuaukko.



Kuva 162. Rakennuspahvista otetussa näytteessä havaittiin suoramikroskopoinnissa mahdollisia kuolleeseen mikrobikasvustoon viittaavia rakenteita.



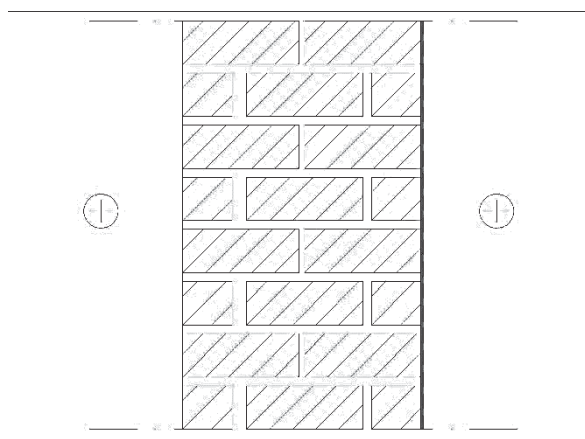
Kuva 163. Rakenneavauskohdan ympärillä oleva seinärakenne ryömintätilan puolelta kuvattuna. Ympäröivä seinärakenne eroaa rakenneavauskohdan rakenteesta. Ulkokuori on betonirakenteinen ja sen sisätilojen puoleisessa pinnassa on bitumisively.



Kuva 164. Rakenneavauskohdan ympärillä ryömintätilaan rajoittuva väliseinä koostuu betonirakenteisesta ulkokuoresta, sisäpinnan bitumisivelestä, puukuitulevy- ja rakennuspahviversteistä sekä sisäkuorena olevasta tiilimuurauksesta.

Rakenneavaus VS2, väliseinä, A117 vaatehuone

Rakenne



- Maalipinnoite
- Seinätasoite, n. 20 mm
- Tiilimuuraus, vahvuus yli 260 mm (kokonaisvahvuus ei ole tiedossa, koska rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)
- Seinätasoite, (kokonaisvahvuus ei ole tiedossa, koska rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)
- Maalipinnoite

Kuva 165. Rakenneleikkaus, rakenneavaus VS2, väliseinä, A117 vaatehuone.

Havainnot

- Porrashuoneeseen rajoittuva väliseinä on tiilirakenteinen.
- Väliseinä rakenteessa ei havaittu rakenneavauskohdalla eristehalkaisua.



Kuva 166. Väliseinä on tiilirakenteinen. Väliseinä-
kenteessä ei havaittu rakenneavauskohdalla eriste-
halkaisua.

Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Ryömintätilaan rajoittuvasta väliseinästä otettiin kaksi materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteenot-
tokohdat on merkitty tämän raportin liitteinä 1 oleviin pohjapiirustuksiin. Seuraavassa taulukossa on
esitetty materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulosten tulkinnat.

Taulukko 7. Väliseinä- ja väliseinäkanteiden materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
M3	Puukuitulevy	VS1, ryömintätilaan ra- joittuva väliseinä	A015, varasto	Ei viitettä vauriosta
M4	Pahvi	VS1, ryömintätilaan ra- joittuva väliseinä	A015, varasto	Ei viitettä vauriosta *)

*) Näytteen suoramikroskooppinnissa havaittiin sienikasvustoon viittaavia rakenteita, mutta lajistoa ei pystytty mää-
rittämään. Kyseessä saattaa olla kuollut kasvusto.

Ryömintätilaan rajoittuvan väliseinän eristemateriaalista ja rakennuspahvista otetuissa näytteissä ei
havaittu viitteitä vaurioista. Rakennuspahvista otetussa näytteessä havaittiin kuitenkin mahdolliseen
kuolleeseen mikrobikasvustoon viittaavia rakenteita.

5.5.3 Johtopäätökset

Väliseinät ovat tiili- ja betonirakenteisia sekä pinnoiltaan tasoitettuja ja maalattuja tai tasoitettuja ja laa-
toitettuja. Kellarikerroksen väliseinien alaosissa havaittiin yksittäisiä ja paikallisia kosteusrasituksen
aiheuttamia pintarakenteiden vaurioita. Ensimmäisen ja toisen kerroksen väliseinissä ei havaittu mer-
kittäviä vaurioita.

Ryömintätilaan rajoittuva väliseinä on tiili- ja betonirakenteinen ja seinän lämmöneristeenä on raken-
nuspahvi sekä puukuitulevy. Sisäpinnaltaan seinä on puhtaaksimuurattu ja maalattu tiiliseinä. Ryömin-
tätilaan rajoittuva seinä on lämmöneristetty lukuun ottamatta maanvastaisten seinien kaltainen, joten
seinärakenteeseen liittyy myös vastaavanlaisia vaurioitumisriskejä. Seinän lämmöneristeet voivat vau-
rioitua ulkopuolisen kosteusrasituksen, esimerkiksi ryömintätilan kosteuden tai maaperän kosteuden
vaikutuksesta. Ryömintätilaan rajoittuvan väliseinän eristemateriaaleita otetussa näytteessä ei havaittu
viitteitä vauriosta, mutta rakennuspahvista otetussa näytteessä havaittiin mahdolliseen kuolleeseen
mikrobikasvustoon viittaavia rakenteita. Seinän vedeneristeenä on todennäköisesti käytetty vastaavaa
PAH-yhdisteitä sisältävää vedeneristettä kuin maanvastaisissa seinissä. Ryömintätilaan rajoittuvan



väliseinän lämmöneristeissä saattaa olla paikallisia kosteusvaurioita, joiden paikallistaminen edellyttäisi sisäpuolisen kuorimuurauksen laajempia purkutöitä. Seinän sisäpuolisen kuorimuurauksen laastisaumoissa on halkeamia ja reikiä, ja lisäksi seinässä on epätiivittä putkiläpivientejä, joiden kautta seinän eristetilasta sekä alapohjan ryömintätilasta on ilmayhteyksiä sisäilmaan. Ilmavuotoreittien kautta väliseinärakenteesta ja alapohjan ryömintätilasta voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan.

5.5.4 Toimenpide-ehdotukset

Kellarikerrosten maanvaraisiin alapohjiin tukeutuvat kevyet väliseinät joudutaan uusimaan alapohjien uusimisen yhteydessä. Kellarikerroksen kantavien väliseinien kosteusvaurioituneet pintamateriaalit uusitaan hyvin kosteutta kestäville ja vesihöyryä läpäisevillä pinnoitteilla. Kosteusrasitettujen kantavien väliseinien alaosiin voidaan harkita kapillaarikatkojen asentamista esimerkiksi injektointimenetelmällä.

Ryömintätilaan rajoittuvat seinät tulee uusida muuttamalla kosteusteknisesti toimiviksi purkamalla sisäpuoliset kuorimuuraukset lämmöneristeineen ja korvaamalla ne uusilla, kosteusrasitusta kestäville eristemateriaaleilla. Eristeenä voidaan käyttää esimerkiksi solumuovieristeitä ja sisäkuorirakenteina voidaan käyttää esimerkiksi silikaattilevyjä, kevytsoraharkkoja tai kevytbetoniharkkoja. Vedeneristeiden mahdolliset PAH-yhdistepitoisuudet tulee huomioida rakenteisiin kohdistuvissa purku- ja korjaustöissä.

Korjauksilla saavutettava käyttöikä on arviolta noin 20-30 vuotta.

5.6 Pintarakenteet ja sisätilat

5.6.1 Rakenne

Kellarikerroksen kuivien tilojen ja märkätilojen pintarakenteet ovat lähes alkuperäiskuntoisia. Yksittäisten tilojen pintamateriaaleja on uusittu 2010-luvulla tehtyjen tilamuutosten yhteydessä. Kellarikerroksessa lattiapinnat ovat maalattuja tai muovimattopäällysteisiä ja seinäpinnat ovat maalattuja sekä osittain tasoitettuja. Katot ovat maalattuja.

Ensimmäisen ja toisen kerroksen kuivien tilojen pintamateriaalit ovat pääasiassa 2010-luvulla uusittuja. Märkätilojen pintarakenteet ovat ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa peräisin arviolta 1980- tai 1990-luvulta. Lattiapinnat ovat kuivissa tiloissa linoleum- tai muovimattopäällysteisiä ja seinät sekä katot ovat tasoitettuja ja maalattuja. Vesipisteiden taustaseinät ovat laatoitettuja. Märkätiloissa lattia- ja seinäpinnat ovat laatoitettuja ja katot ovat tasoitettuja sekä maalattuja.

5.6.2 Havainnot ja mittaustulokset

Yleistarkastus

- Kellarikerroksen pintarakenteet ovat lähes alkuperäiskuntoisia ja niiden yleiskunto on heikko. Tiloihin on kosteusrasituksesta aiheutuneita vauriojälkiä.
- Ensimmäisen ja toisen kerroksen pintarakenteiden yleiskunto on kuivien tilojen osalta hyvä ja märkätilojen osalta tyydyttävä. Etenkin ulkoseinien pintarakenteissa on pienimuotoisia paikallisia kosteusvauriojälkiä.
- Märkätilojen lattia- ja seinäpinnoilla ei ole nykysuositusten mukaisia vedeneristeitä.
- Märkätilojen lattiakaivot ovat alkuperäisiä valurautakaivoja, jotka ovat ylittäneet teknisen käyttöikänsä. Lattiakaivot eivät ole vesitiiviitä lattialiittymien sekä käytettyjen korokerenkaiden osalta.
- Ensimmäisen kerroksen vaatehuoneessa A117 sekä tilan läheisyydessä esiintyy mikrobiperäistä hajua, joka on todennäköisesti peräisin rakenteista.



Kuva 167. Yleiskuva kellarin pesutuvan A006 pintamateriaaleista. Pintarakenteet ovat lähes alkuperäiskuntoisia ja niiden yleiskunto on heikko. Pintamateriaaleissa on kosteusvauriojälkiä.



Kuva 168. Yleiskuva kellarin pesuhuoneen A005 pintamateriaaleista. Pintarakenteet ovat lähes alkuperäiskuntoisia ja niiden yleiskunto on heikko. Pintamateriaaleissa on kosteusvauriojälkiä.



Kuva 169. Yleiskuva toisen kerroksen luokkatilan A212 pintamateriaaleista. Pintarakenteet ovat pääosin 2010-luvulla uusittuja ja niiden yleiskunto on hyvä. Etenkin ulkoseinien pintarakenteissa on pienimuotoisia paikallisia kosteusvauriojälkiä.



Kuva 170. Yleiskuva ensimmäisen kerroksen kylpyhuoneen A116 pintamateriaaleista. Pintarakenteet ovat peräisin 1980- tai 1990-luvulta ja niiden yleiskunto on tyydyttävä.

Kosteusmittaukset

Märkätiloihin tehtiin pintakosteuskartoitus. Kellarikerroksen märkätilassa A005 havaittiin kohonneita pintakosteusarvoja suihkun vaikutusalueella. Ensimmäisen ja toisen kerroksen märkätiloissa ei havaittu kohonneita pintakosteusarvoja.

5.6.3 Johtopäätökset

Kellarikerroksen kuivien tilojen pintarakenteet ovat lähes alkuperäiskuntosia ja niiden yleiskunto on heikko. Tiloissa on kosteusvauriojälkiä ja kosteusvaurioituneita pintamateriaaleja. Ylempien kerroksien kuivien tilojen pintamateriaalit ovat pääasiassa 2010-luvulla uusittuja ja niiden yleiskunto on hyvä, mutta pintarakenteissa havaittiin pienimuotoisia kosteusvauriojälkiä.



Kellarikerroksen märkätilojen pintarakenteet ovat lähes alkuperäiskuntoisia ja niiden yleiskunto on heikko. Kellarin märkätiloissa on kosteusvauriojälkiä ja kosteusvaurioituneita pintamateriaaleja. Ylempien kerrosten märkätilojen pintarakenteet peräisin arviolta 1980- tai 1990-luvulta ja niiden yleiskunto on tyydyttävä. Kellarin ja ylempien kerrosten märkätiloissa ei ole nykysuositusten mukaisia vedeneristeitä. Lisäksi märkätilojen alkuperäiset valurautalattiakaivot eivät ole vesitiiviitä niiden lattialiittymien sekä käytettyjen korokerenkaiden osalta. Nykyisten suositusten mukaisten vedeneristeiden puuttuminen sekä lattiakaivojen vesitiiviyspuutteet lisää rakenteiden kosteusvaurioitumisriskiä.

Pintarakenteiden kuntoa heikentävät paikalliset kosteusvauriot etenkin rakennuksen kellarikerroksessa. Kosteusvaurioituneet pintamateriaalit voivat lisätä epäpuhtauksien määrää sisäilmassa.

5.6.4 Toimenpide-ehdotukset

Kellarikerroksen ja ylempien kerrosten märkätilojen pintarakenteet on suositeltavaa uusida kokonaisuudessaan.

Kellarikerroksen kuivien tilojen pintarakenteet tulee uusida eri rakennusosien korjaustöiden yhteydessä. Ensimmäisen ja toisen kerroksen kuivien tilojen pintarakenteisiin ei kohdistu niiden kunnan puolesta laajempia korjaustarpeita, mutta pintarakenteita joudutaan uusimaan rakenneteknisten korjausten yhteydessä. Vähintään kosteusvaurioituneet pintamateriaalit tulee uusida.

5.7 Yläpohjat ja vesikatot

5.7.1 Rakenne

Yläpohjat ovat betonirakenteisia ja purueristetäytteisiä kotelolaattarakenteita. Kotelolaattayläpohjat koostuvat betonirakenteisesta alalaatasta, betonipalkistosta ja purueristetäytöstä sekä muottilaudoituksesta ja betonirakenteisesta ylälaatasta. Porrashuoneen kohdalla yläpohjarakenteena on korkkieristeen kaksoisbetonilaatta. Yläpohjatilan tuuletus tapahtuu räystäillä sijaitsevien tuuletusrakojen avulla. Yläpohjarakenteet ovat alkuperäiskuntoisia eikä niihin ole kohdistettu merkittäviä korjaustoimenpiteitä niiden rakentamisajankohdan jälkeen.

Vesikatto on muodoltaan harjakattainen. Vesikattorakenteet ovat puuta ja vesikatteenä on betonitiilikate, joka on varustettu aluskatteella. Vesikaton sadevedenpoisto on toteutettu räystäillä sijaitsevien sadevesikourujen ja syöksytorvien avulla. Vesikate on uusittu vuonna 1993 ja vesikaton turvavarusteet on uusittu todennäköisesti 2010-luvulla.

5.7.2 Havainnot ja mittaustulokset

Yleistarkastus

- Yläpohjatilan tuuletus on toteutettu räystäillä sijaitsevien tuuletusrakojen avulla. Silmämaisesti arvioituna tuuletusrakojen pinta-ala on riittävä. Paikoin tuuletusraot ovat kuitenkin kapeita.
- Yläpohjalaatassa ja vesikaton puurakenteissa on vanhojen vesikattovuotojen aiheuttamia kosteusvauriojälkiä. Pääosa kosteusjäljistä sijoittuu putki- ja hormiläpivientien lähistöille.
- Vesikattorakenteina on osittain käytetty muottipuutavaraa.
- Yksittäisillä alueilla vesikaton puurakenteissa on paikallisia ja silmin havaittavia mikrobikasvustoja.
- Viemärin tuuletusputket ovat yläpohjatilassa lämmöneristämättömiä.
- Porrashuoneen yläpohjan korkkieristeet ovat paikoin näkyvissä.
- Yläpohjalaatassa on puutteellisesti tiivistettyjä talotekniikkaläpivientejä.
- Vuonna 1993 uusitun betonitiilikatteen yleiskunto on tyydyttävä. Tiilikatteiden pinnat ovat paikoin kuluneita.
- Vesikaton turvavarusteet ovat hyväkuntoisia.



- Vesikatteella on havu- ja lehtimassaa sekä muuta likakertymää etenkin rakennuksen vierustalla sijaitsevien puiden lähistöllä.
- Vesikatteen alusrakenteiden tuulettuminen on heikkoa. Harvalaudoituksin toteutettu tuuletusväli on kapea ja harjalla sijaitsevat tuuletusraot ovat kapeita sekä likakertymästä tukkeutuneita.
- Vesikatolla on vanhoja epätiivitä läpivientipellityksiä.
- Vesikatolla on vanhoja lämmitys- ja tuuletushormeja, joihin ei ole asennettu sääsuojia. Hormien vesipellityksissä on paikallisia ruostevaurioita ja pellityksissä on vettä kerääviä painaumuksia. Hormeihin asennetut lintuverkot ovat paikoin rikkoutuneet. Hormien betonirakenteissa on teräskorroosio- ja rapautumavaurioita.
- Sadevesikouruissa ja syöksytorvissa on maalipinnoite- ja korroosiovaurioita.



Kuva 171. Yleiskuva, yläpohjatila. Yläpohjatilan tuuletus on toteutettu räystäällä sijaitsevien tuuletusrakojen avulla. Yläpohjalaatan pinnalla on kosteusjälkiä.



Kuva 172. Kosteusjälkiä vesikaton puurakenteissa. Vesikattorakenteina on osittain käytetty muottipuutava- ra.



Kuva 173. Kosteusjälkiä vesikaton puurakenteissa hormin lähistöllä.



Kuva 174. Kosteusjälkiä vesikaton puurakenteissa.



Kuva 175. Näkyvää mikrobikasvustoa vesikaton puurakenteissa.



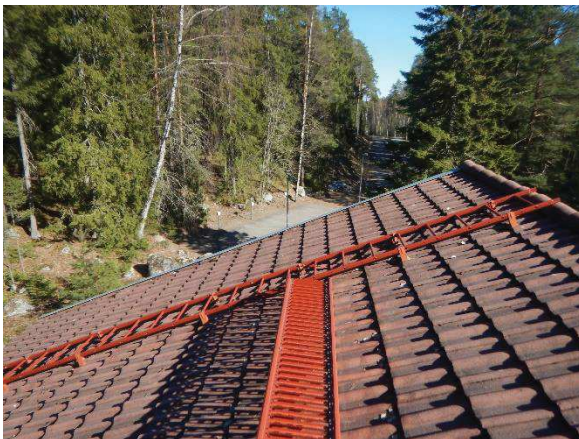
Kuva 176. Lämmöneristämätön tuuletusviemäri yläpohjatilassa.



Kuva 177. Porrashuoneen yläpohjan korkkieristeet ovat paikoin näkyvissä.



Kuva 178. Puutteellisesti tiivistetty sähköjohtoläpivienti yläpohjalaatassa hormitilassa A210.



Kuva 179. Yleiskuva, vesikatto. Vuonna 1993 uusitun betonitiilikatteen yleiskunto on tyydyttävä. Vesikaton turvavarusteet ovat hyväkuntoisia.



Kuva 180. Tiilikatteiden pinnat ovat paikoin kuluneita. Vesikatteella on likakertymää etenkin rakennuksen vierustalla sijaitsevien puiden lähistöllä.



Kuva 181. Vesikatteen alapuolinen tuuletusväli on kapea.



Kuva 183. Harjalla sijaitsevat tuuletusraot ovat kapeita ja ne ovat tukkeutuneet likakertymästä.



Kuva 182. Epätiivis käytöstä poistetun läpivientipellit, jossa on tiivistysmassapaikkauksia.



Kuva 184. Ruostevaurioita ja vettä kerääviä painaumia hormin vesipellitöyksessä. Hormissa ei ole sääsuojaa.



Kuva 185. Ruostevaurioita ja painanteita hormin vesipellitöyksessä. Hormissa ei ole sääsuojaa.



Kuva 186. Rikkoutunut hormin lintuverkko sekä teräskorroosio- ja rapautumavaurioita hormin betonirakenteissa. Hormissa ei ole sääsuojaa.



Kuva 187. Sadevesikouruissa ja syöksytorvissa on maalipinnoite- ja korroosiovaurioita.



Kuva 188. Vesikattovuodosta aiheutuneita kosteusjälkiä vesikaton puurakenteissa räystään alapinnalla.

Materiaalinäytteiden mikrobianalyysit

Yläpohjasta otettiin kolme materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Näytteenottokohdat on merkitty tämän raportin liitteenä 1 oleviin pohjapiirustuksiin. Seuraavassa taulukossa on esitetty materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulosten tulkinnat.

Taulukko 8. Yläpohjan materiaalinäytteiden mikrobianalyysien tulokset.

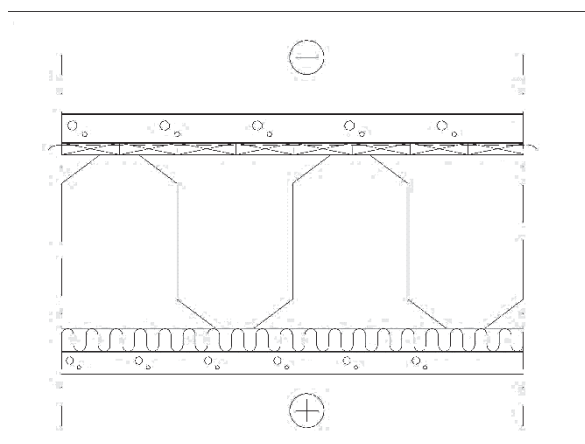
Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
M41	Muottilaudoitus	YP2, yläpohja	Ullakko	Ei viitettä vauriosta
M42	Lasivilla, paperipäällysteinen	YP2, yläpohja	Ullakko	Heikko viite vauriosta
M43	Purueriste	YP2, yläpohja	Ullakko	Heikko viite vauriosta

Yläpohjarakenteen muottilaudoituksista ja eristemateriaaleista otetuista kolmesta näytteestä kahdessa eristenäytteessä havaittiin heikkoja viitteitä mikrobivaurioista.



Rakenneavaus YP1, yläpohja, ullakko (A208 ryhmätyö)

Rakenne



- Betonilaatta (ylälaatta), n. 45 mm
- Tervapaperi
- Muottilaudoitus, n. 25 mm
- Purueriste, n. 280 mm ja betonipalkisto
- Paperipäällysteinen lasivillaeriste, n. 40 mm
- Betonilaatta (alalaatta), vahvuus ei tiedossa (rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)

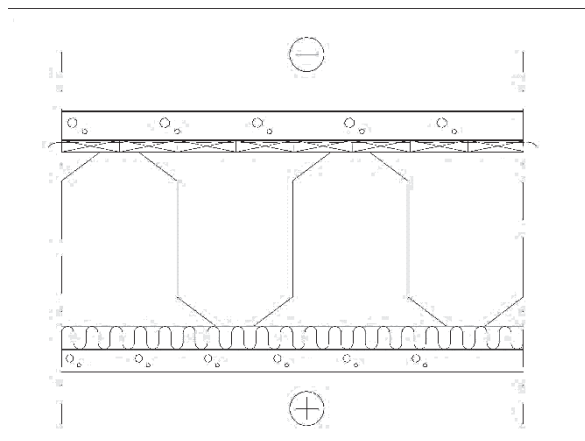
Kuva 189. Rakenneleikkaus, rakenneavaus YP1, yläpohja, ullakko (A208 ryhmätyö).

Havainnot

- Muottilaudoituksessa havaittiin lahovaurioita.

Rakenneavaus YP2, yläpohja, ullakko (A205 luokka)

Rakenne



- Betonilaatta (ylälaatta), n. 85 mm
- Tervapaperi
- Muottilaudoitus, n. 20 mm
- Purueriste, n. 320 mm ja betonipalkisto
- Paperipäällysteinen lasivillaeriste, n. 40 mm
- Betonilaatta (alalaatta), vahvuus ei tiedossa (rakenneavausta ei ulotettu rakenteen läpi)

Kuva 190. Rakenneleikkaus, rakenneavaus YP2, yläpohja, ullakko (A205 luokka).

Havainnot

- Muottilaudoituksessa havaittiin pitkälle edenneitä lahovaurioita.
- Purueristeessä ja lasivillaeristeen päällyspaperissa havaittiin kosteuden aiheuttamia värimuutoksia.
- Purueristeestä ja paperipäällysteisestä lasivillasta ja otetuissa näytteissä havaittiin mikrobianalyyseissä heikkoja viitteitä mikrobivaurioista.



Kuva 191. Yläpohja on kotelolaattarakenteinen ja puueristeinen.



Kuva 192. Muottilaudoituksessa havaittiin pitkälle edenneitä lahovaurioita.



Kuva 193. Purueristeessä on kosteuden aiheuttamia värimuutoksia. Purueristeestä otetussa näytteessä havaittiin mikrobialyysissä heikkoja viitteitä mikrobivaurioista.



Kuva 194. Lasivillaaersteen päällyspaperissa on kosteuden aiheuttamia värimuutoksia. Paperipäällysteisestä lasivillasta otetussa näytteessä havaittiin mikrobialyysissä heikkoja viitteitä mikrobivaurioista.

5.7.3 Johtopäätökset

Yläpohjat ovat betonirakenteisia ja purueristetäytteisiä kotelolaattarakenteita. Kotelolaattayläpohjat koostuvat betonirakenteisesta alalaatasta, betonipalkistosta ja purueristetäytöstä sekä muottilaudoituksesta ja betonirakenteisesta ylälaatasta. Porrashuoneen kohdalla yläpohjarakenteena on korkieristeen kaksoisbetonilaatta. Yläpohjatilan tuuletus tapahtuu räystäillä sijaitsevien tuuletusrakojen avulla.

Kotelolaattayläpohjat ovat olleet niiden rakennusaikaan yleisesti käytössä olleita ja suositeltuja rakenteita, mutta nykyisin ne luokitellaan kosteusteknisiksi riskirakenteiksi. Yläpohjien lämmöneristeisiin ja muottilaudoituksiin voi muodostua herkästi kosteus- tai mikrobivaurioita kosteusrasituksen vaikutuksesta. Tutkimustulosten perusteella yläpohjien vaurioitumisriskit ovat osittain toteutuneet. Yläpohjalaa-
tan yläpinnalla on vesikattovuotojen aiheuttamia kosteusjälkiä etenkin putki- ja hormiläpivientien lähistöllä. Tehdyissä rakenneavauksissa yläpohjan muottilaudoituksissa havaittiin lahovaurioita ja eristemateriaaleissa havaittiin kosteuden aiheuttamia värimuutoksia. Yläpohjan muottilaudoituksista ja eristemateriaaleista otetuista kolmesta näytteestä kahdessa eristenäytteessä havaittiin heikkoja viitteitä mikrobivaurioista. Yläpohjien kotelorakenteiden orgaaniset eristetäyttömateriaalit sekä muottilaudoituk-



set ovat vaurioituneet paikallisesti pitkäaikaisen kosteusrasituksen vaikutuksesta. Kotelolaattayläpohjaan on voinut kohdistua sisäpuolista kosteusrasitusta esimerkiksi rakennusaikaisen kosteuden tai vesikattovuotojen vaikutuksesta. Reuna-alueilla myös kosteuden tiivistyminen kylmäsiltojen lähistöille on voinut vaurioittaa rakenteita.

Porrashuoneen kohdalla sijaitsevan kaksoislaattayläpohjan korkkieristeet ovat kosteusvaurioalttiita. Niihin on voinut muodostua kosteusvaurioita rakennusaikaisen kosteusrasituksen tai vesikattovuotojen aiheuttaman kosteusrasituksen vuoksi.

Vesikatto on muodoltaan harjakattainen. Vesikattorakenteet ovat puuta ja vesikatteenä on betonitiilikate, joka on varustettu aluskatteella. Vesikaton sadevedenpoisto on toteutettu räystäällä sijaitsevien sadevesikourujen ja syöksytorvien avulla.

Vuonna 1993 uusitun betonitiilikatteen yleiskunto on tyydyttävä ja sillä on vielä käyttöikää jäljellä. Vesikatteen kuntoa heikentävät tiilikatteen pinnan kuluminen ja sammaloituminen sekä vesikaton epätiivit läpivientipellitykset. Vesikaton puurakenteissa on vesikattovuotojen aiheuttamia kosteusvauriojälkiä etenkin putki- ja hormiläpivientien lähistöillä. Yksittäisillä alueilla puurakenteissa on paikallisia näkyviä mikrobikasvustoja. Vesikatteen alusrakenteiden tuulettuminen on heikkoa, mikä voi aiheuttaa vaurioita vesikaton puurakenteisiin ajan kuluessa. Sadevesikourut ja syöksytorvet alkavat olla teknisen käyttökänsä päässä ja niihin on muodostunut maalipinnoite- ja korroosiovaurioita. Vesikatolla on vanhoja lämmitys- ja tuuletushormeja, joihin ei ole asennettu sääsuojia. Sade- ja sulamisvedet pääsevät kastelemaan ja vaurioittamaan nykyisin käytöstä poistettuja hormoneja. Hormien betonirakenteisiin on muodostunut teräskorroosio- ja rapautumavaurioita.

Yläpohja- ja vesikattorakenteissa on mikrobivaurioituneita materiaaleja ja materiaaleista on ilmayhteyksiä sisäilmaan etenkin yläpohjan epätiivien talotekniikkaläpivientien kautta. Mikrobivaurioituista materiaaleista voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan sisätilojen alipaineisuuden vuoksi.

5.7.4 Toimenpide-ehdotukset

Yläpohjat

Kotelolaattayläpohjat voidaan korjata uusimalla laatan eristetäyttömateriaalit ja pintalaatat. Korjauksilla saavutetaan arviolta noin 30-40 vuoden käyttöikä.

Kotelolaattayläpohjien ylälaatat, muottilaudoitukset ja eristetäyttömateriaalit puretaan. Alalaattojen yläpinnat ja palkit puhdistetaan mekaanisesti. Yläpohjalaattoihin asennetaan uusi höyrynsulkurakenne ja lämmöneristeet sekä valetaan tarvittaessa uusi pintabetonilaatta. Lämmöneristeinä tulee käyttää kosteusrasitusta kestäviä materiaaleja. Yläpohjien ulko- ja väliseinäliittymät sekä läpiviennit tiivistetään ja niiden tiiveys varmistetaan merkkiainekokein. Yläpohjatiloihin sijaitsevat tuuletusviemäriputket on suositeltavaa lämmöneristää.

Porrashuoneen kaksoislaattayläpohja on suositeltavaa korjata korvaamalla rakenteen korkkieristeet muilla, paremmin kosteusrasitusta kestäville eristemateriaaleilla.

Vesikatot

Vesikattorakenteiden käyttöikää voidaan jatkaa arviolta noin 10-15 vuodella paikkaus- ja pinnoituskorjausten (impregnoitinkäsittelyn) sekä vesikattovarusteiden osittaisen uusimisen avulla.

Tiilikatteet katselmoidaan vaurioituneiden tiilien varalta ja havaitut rikkoutuneet tiilet vaihdetaan. Sadevesikourut ja syöksytorvet uusitaan sekä vanhat epätiivit ja vaurioituneet läpivientipellitykset uusitaan. Tiilikatteiden tuulettumista tehostetaan avartamalla harjalla sijaitsevia tuuletusrakojen sekä poistamalla likakertymät tuuletusvälistä. Tiilikatteet pestään ja puhdistetaan mekaanisesti, jonka jälkeen katteisiin



tehdään impregnoitinkäsittely. Vesikatoilla sijaitseviin hormeihin on suositeltavaa asentaa sääsuojat. Vesikaton puurakenteet katselmoidaan mahdollisten kosteus- ja mikrobivaurioiden varalta. Paikalliset kosteus- ja mikrobivauriot korjataan poistamalla vaurioalueet puurakenteista mekaanisesti tai uudemalla puurakenteet vaurioalueilta.

5.8 Piha-alueet ja ulkopuolinen vedenpoisto

5.8.1 Rakenne

Piha-alueet ovat kulku- ja oleskelualueiden osalta sorapäälysteisiä ja viheralueet ovat nurmipintaisia. Piha-alueen pintavedenpoisto on toteutettu maanpintojen kallistusten avulla. Vesikattojen sadevedenpoisto on toteutettu sadevesikourujen ja syöksytorvien sekä loiskekuppien ja -kourujen avulla piha-alueille. Rakennuksen ympärillä ei ole salaojajärjestelmää.

5.8.2 Havainnot ja mittaustulokset

Yleistarkastus

- Sade- ja sulamisvedet pääsevät kerääntymään rakennuksen vierustoille sekä kulkeutumaan rakennukseen päin. Rakennus sijoittuu rinteeseen. Maanpintojen kallistukset rakennuksen ympärillä ovat vähäisiä ja etenkin ylärinteen puolella rakennusta ympäröivät maanpinnat viettävät rakennukseen päin.
- Vesikattojen sadevedet pääsevät kerääntymään rakennuksen vierustoille. Syöksytorvien alapuolelle asennettujen loiskekourujen kallistukset ovat vähäisiä ja kouruissa on runsaasti sammal- ja likakertymää.
- Paikoin maanpinta on hyvin lähellä ikkunoiden alareunoja, jolloin kosteus voi ikkunaliittymistä seinärakenteisiin.
- Perusmuurien ulkopinnoilla ei ole vedeneristystä.
- Rakennuksen ympärillä ei ole toimivaa salaojajärjestelmää.



Kuva 195. Maanpintojen kallistukset rakennuksesta poispäin ovat vähäisiä. Paikoin maanpinta on hyvin lähellä ikkunoiden alareunoja.



Kuva 196. Etenkin ylärinteen puolella rakennusta ympäröivät maanpinnat viettävät rakennukseen päin.



Kuva 197. Syöksytorvien alapuolilla on loiskekupit ja -kourut. Perusmuurien ulkopinnoilla ei ole vedeneristystä.



Kuva 198. Loiskekourujen kallistukset ovat vähäisiä ja kouruissa on runsaasti sammal- ja likakertymää.

5.8.3 Johtopäätökset

Piha-alueet ovat kulku- ja oleskelualueiden osalta sorapäälysteisiä ja viheralueet ovat nurmipintaisia. Piha-alueen pintavedenpoisto on toteutettu maanpintojen kallistusten avulla. Vesikattojen sadevedenpoisto on toteutettu sadevesikourujen ja syöksytorvien sekä loiskekuppien ja -kourujen avulla piha-alueille. Rakennuksen ympärillä ei ole salaojajärjestelmää.

Piha-alueiden ja vesikattojen sadevedenpoiston toimimattomuus ja salaojajärjestelmien puuttuminen lisäävät merkittävästi maanvastaisten rakenteiden ja sokkelien kosteusrasitusta. Rakennus sijoittuu loivaan rinteeseen, jolloin maanpintojen kallistukset rakennuksesta poispäin ovat vähäisiä ja etenkin ylärinteen puolella maanpinnat viettävät rakennukseen päin. Sade- ja sulamisvedet voivat kulkeutua kohti rakennusta ja kerääntyä rakennuksen vierustoille. Vesikattojen sadevedet pääsevät kerääntymään rakennuksen vierustoille, koska syöksytorvien alapuolisten loiskekourujen kallistukset ovat vähäisiä ja kouruissa on sammal- ja likakertymää. Rakennuksen ympärillä ei ole salaojajärjestelmää, mikä lisää merkittävästi maanvastaisiin rakenteisiin kohdistuvaa kosteuskuormaa.

5.8.4 Toimenpide-ehdotukset

Maanvastaisten rakenteiden kosteusrasitusta tulee pienentää salaojituksen ja pintavedenpoiston parantamisen avulla, mikä edellyttää piha-alueiden laajempia maankaivutöitä. Rakennuksen ympärille tulee asentaa toimivat sadevedenpoisto- ja salaojajärjestelmät. Perusmuurien ulkopinnat tulee kosteus- ja lämmöneristää kauttaaltaan. Maanpinnat rakennuksen vierustalla tulee muotoilla riittävästi rakennuksesta poispäin viettäviksi ja maa-ainekset rakennuksen vierustoilla tulee vaihtaa vettä läpäiseviksi ja nykysuositusten mukaisiksi.

Mikäli laajamittaisempiin korjauksiin ei ryhdytä lähiaikoina, on vesikattojen sadevedenpoistoa suositeltavaa tehostaa nopeammalla aikataululla puhdistamalla vesikatteen, sadevesikourut, syöksytorvet ja loiskekourut sekä parantamalla loiskekourujen kallistuksia.



6 Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimusten tulokset

6.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Rakennuksessa on koneellinen tulo- poistoilmanvaihtojärjestelmä ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa. Kellarikerroksen ilmanvaihto toimii painovoimaisesti. Yleisilmanvaihdesta vastaa ilmanvaihtokone TK01, joka sijaitsee rakennuksen kellarin ilmanvaihtokonehuoneessa. Lisäksi katolla oleva Fläkt Woods STEF -huippuimuri TK01-PF02 vastaa likaisten tilojen poistoilmanvaihdesta.

Ilmanvaihtokoneen täyden tehon käyntiajat ovat päivittäin klo 6:00 - 18:00, minkä ulkopuolella ilmanvaihtoa käytetään osittaisella teholla. Likaisten tilojen huippuimuri on jatkuvassa käytössä.

Ilmanvaihtokonetta ohjataan, valvotaan ja säädetään rakennusautomaatiojärjestelmän (Fidelix) välityksellä. RAU-järjestelmä on hyväkuntoinen ja sen käyttöliittymä on selkeä, eikä siihen kohdistu korjaustoimenpiteitä.

Tutkimusaikana ilmanvaihto oli normaalissa toiminnassa, eikä tutkimusten yhteydessä havaittu viallisia tai kiinni olevia palopeltejä.



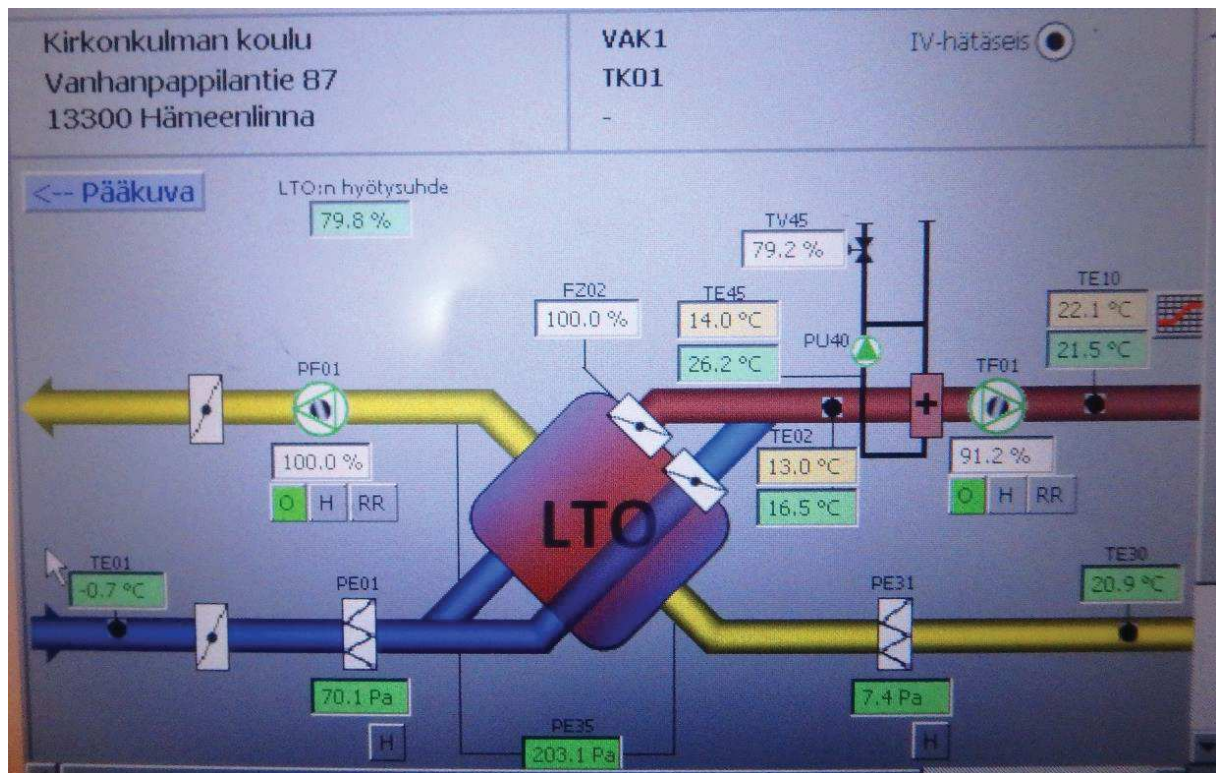
Kuva 199. Yleiskuva ilmanvaihtokoneesta TK01.



Kuva 200. Huippuimuri TK1-PF02 vesikatolla.



6.2 Havainnot ilmanvaihtokoneesta, TK01



Kuva 201. Ilmanvaihtokoneen TK01 toimintakaavio. Näkymä Fidelix-järjestelmän näytöltä.

Tulo- poistoilmanvaihtokone TK01 on vuonna 2013 uusittu Recair ATC 3-osainen palakone. Ilmavaihtokone on varustettu ristivirtaustyyppisellä lämmön talteenottojärjestelmällä. Sen puhaltimet ovat suoravetoisia kammio puhaltimia, ja niitä ohjataan taajuusmuuttajilla.

Tuloilmakoneen raitisilmanotto tulee rakennuksen eteläseinällä sijaitsevan kammion kautta. Ulkoilmakammion säleikkö on varustettu lumisiepparilla, joka estää lumen kulkeutumista ilmanvaihtokoneen sisään. Ulkoilmakammiossa ei ollut puhdistusluukkuja, eikä sitä siis pysty puhdistamaan rikkomatta sen rakenteita.

Ilmanvaihtokoneiden tuloilman suodattimet ovat luokan F7 pussisuodattimia ja poistosuodattimet luokan F5 pussisuodattimia. Suodattimia valvotaan paine-eromittauksen perusteella, ja niiden vaihtoväli on ollut merkintöjen perusteella noin kerran vuodessa. Suodattimet eivät olleet tarkastushetkellä likaantuneita, ja ne oli kirjanpidon mukaan vaihdettu edellisen kerran helmikuussa 2019. Suodattimien kiinnitysosat olivat tiiviit, eikä niissä havaittu ohivuotoja. Ilmavaihtokoneen tarkastusluukkujen tiivisteissä havaittiin merkkejä lievista ilmavuodoista. Tuloilmakammion rakenteissa havaittiin suojaamattomaa mineraalivillaa, josta saattaa irrota kuituja tuloilman mukaan. Tuloilmakammioon oli myös asennettu Varionix-ionisaattori ilmanpuhdistimeksi.

Ilmavaihtokoneesta kuului sen käydessä voimakas häiriöääni. Puhaltimien tärinänvaimentimet olivat kunnossa, eikä selkeätä lähdettä äänilähteelle havaittu. Mahdollinen syy äänelle voi olla myös tuloilmakammioon asennetun ionisaattorin kiinnitykset.



Kuva 202. Ilmanvaihtokoneen ulkoilmasäleikköä ei ole varustettu puhdistusluukulla.



Kuva 203. Ilmanvaihtokoneen tarkastusluukuissa havaittiin merkkejä ohivuodoista.



Kuva 204. Tuloilman F7-luokan pussisuodattimet olivat tarkastushetkellä puhtaita.



Kuva 205. Ilmanvaihtokoneen sisälle oli kertynyt hyönteisiä, jotka tulisi puhdistaa seuraavan suodatinvaihdon yhteydessä.



Kuva 206. Puhallinkammio ja puhaltimen siivet ovat puhtaita.



Kuva 207. Lämmön talteenottokenno on puhdas, ja se on varustettu viemäroinnillä.



Kuva 208. Tuloilmakammiossa havaittiin reikälevyn takana suojaamatonta mineraalivillaa äänenvaimenninmateriaalina.



Kuva 209. Tuloilmakammioon asennettu Varionix-ioni-ionisaattori.

6.3 Tilojen ilmanjako ja ilmamäärät

Ensimmäisen ja toisen kerroksen tilojen ilmamäärien mitattavuutta ja suunnitelmanmukaisuutta tarkasteltiin pistokoemittauksin kuudessa tilassa. Mittaukset tehtiin tilojen käyttöaikaan normaalin ilmanvaihdon käytön aikana. Tutkituissa tiloissa oli käytössä sekoittava ilmanjakotapa ja tuloilman päätelaitteina toimii pääasiassa Climecon NOP-mallin kattohajottajat. Tuloilmamääriä mitattiin huonekohtaisesti ilmanvaihtokanavien PRA-säätölaitteista. Kellarikerroksen ilmanvaihto toimii painovoimaisesti, ja näissä tiloissa mittauksia ei tehty.

Mittauspöytäkirja on kokonaisuudessaan alapuolella. Ilmamääriä on verrattu ilmanvaihtosuunnitelmissa esitettyihin ilmamääriin, sekä osin vuoden 2012 Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 pinta-alaperustaisiin ohjearvoihin.

Taulukko 9. Pistokoemittauksen tilakohtaiset kokonaisilmamäärät. Ilmamäärät on mitattu huppumittari PHM V1 –mittarilla paine-erosta. Yli ± 20 % poikkeamat suunnitteluarvoista on merkitty vahvennetulla.

Tila	TULOILMA							POISTOILMA						
	Venttiili	Koko	Paine-ero [Pa]	K-arvo	Mittattu [l/s]	Suunniteltu [l/s]	Ero %	Venttiili	Koko	Paine-ero [Pa]	As. / K-arvo	Mittattu [l/s]	Suunniteltu [l/s]	Ero %
A113 Ryhmähuone	PRA	200	91,8	13,1	126	99 *	+27	PRA	250	17,9	52,6	223	-	-
A112 Ryhmätyö	PRA	160	65,2	10,6	86	55 *	+56							
A107 Ryhmähuone	PRA	250	9,2	52,8	161	144 *	+12	PRA	250	21,6	52,8	246	-	-
A212 Luokka	PRA	200	57,4	17,5	133	210	+16	PRA (WC)	250	35,3	42,9	255	210	+21
	PRA	200	40,3	17,5	111									
A211 Eteinen	PRA	160	1,7	22,9	31	30	+3	KSO	160-	105	-3 / 3,12	32	30	+7
A208 Ryhmätyö	PRA	200	38,9	11,4	71	70	+1	PRA	160	57,3	9,0	68	70	-3

(* Ensimmäisen kerroksen tilojen suunniteltuja ilmamääriä ei ole merkittynä suunnitelmissa. Suunnitteluarvot on mitoitettu RakMK 2012 opetustiloja koskevan ohjeistuksen mukaan $3(\text{dm}^3/\text{s})/\text{m}^2$.



Mittausten aikana havaittiin, että ilmanjakoa ei ole säädetty päätelaitekohtaisesti. Huonekohtaisesti ilmanjako toimii kanavien PRA-säätölaitteiden ansiosta, mutta kattohajottajien säätöasennot oli säädetty maksimiasentoonsa. Tällöin ilmaa ei virtaa kaikista huoneeseen asennetuista päätelaitteista tasaisesti, vaan suurin osa luokkatilan tuloilmasta saattaa tulla vain yhden kattohajottajan kautta. Tasapainottamalla päätelaitteiden säädöt toimisi ilmanjako huoneessa paremmin, ja välttyttäisiin esim. vedon tunteelta joissain luokkatilan osassa.



Kuva 210. Luokkatilojen ilmanjako on toteutettu NOP-kattohajottajilla



Kuva 211. Kattohajottajien säädöt olivat maksimiasennossa, jolloin ilmanjako ei ole huoneissa tasapainossa.



Kuva 212. Ilmavirtojen säädöt on tehty PRA-säätö- ja mittauslaitteilla.



Kuva 213. Poistoilmaventtiilit ovat KSO-mallisia lautasventtiileitä.



6.4 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus



Kuva 214. Tuloilman kanavistossa ei havaittu näkyvää likaa tai pölyä.



Kuva 215. Myös tuloilman runkokanava oli puhdas.



Kuva 216. Kellarikerroksen painovoimaisen ilmanvaihdon päätelaitteet ja rakenneaineiset ilmanakanavat ovat likaisia.



Kuva 217. Tuloilman päätelaitteet olivat puhtaita.

6.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokone TK01 ja huippuimuri TK01-PF02 ovat teknisesti toimivia ja niillä on jatkuvassa käytössä n.10 vuotta käyttöikää jäljellä. Ilmanvaihtokoneiden ulkoilmasäleikköön suositellaan asennettavaksi puhdistusluukku, joka mahdollistaa huolto- ja puhdistustyöt myös sen osalta. TK01:n luukkujen ohivuotokohtat tulisi tiivistää, ja puhdistaa koneeseen kertyneet hyönteiset huollon yhteydessä. Koneen häiriöäänen lähde tulisi myös selvittää. Tuloilmakammiossa havaittiin suojaamatonta mineraalivillaa, joka tulisi kapseloida.

Koulun tuloilmamäärät olivat mitatuissa tiloissa pääsääntöisesti suunniteltujen arvojen mukaisia. Ensimmäisen kerroksen tiloista ei ollut suunnitelmia lähtötietoina, mutta ilmavirrat ovat pinta-alan nähdessä riittäviä.

Ilmanvaihtokanavissa ja päätelaitteissa ei ollut tarkastushetkellä likaa tai pölykertymiä.



7 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset

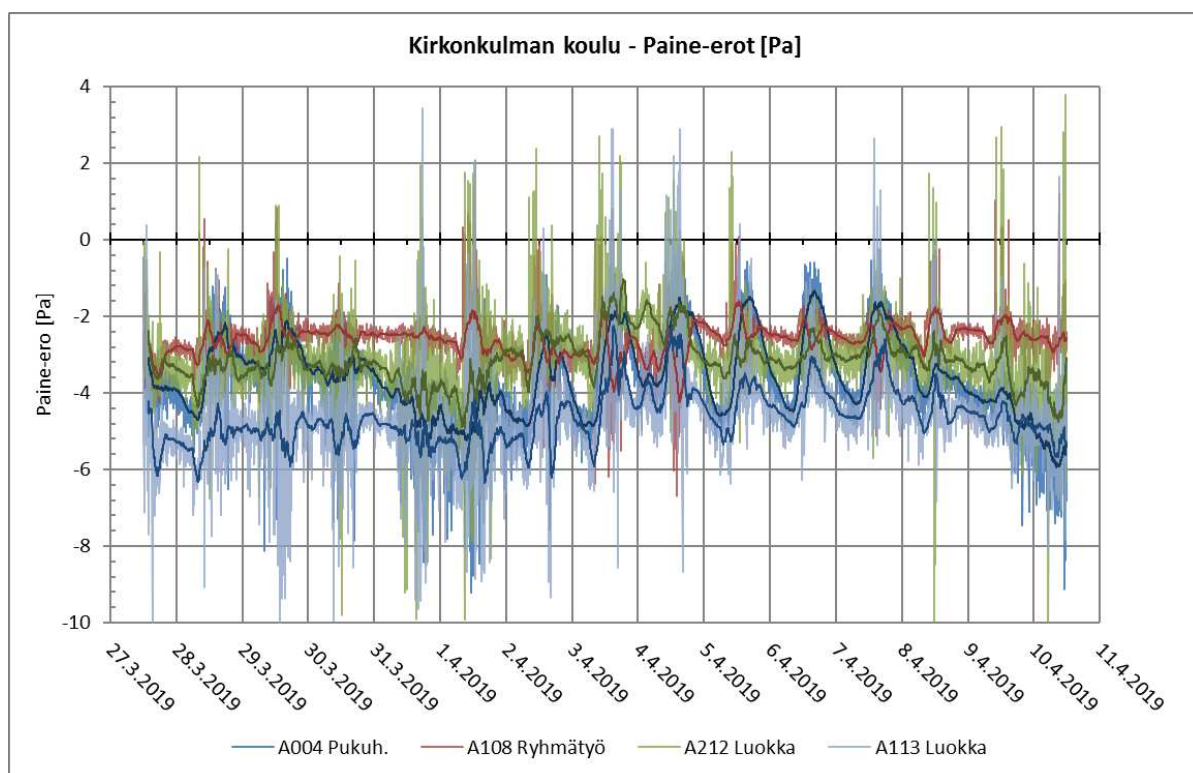
7.1 Paine-ero

7.1.1 Mittaustulokset

Ulkovaipan yli vallitsevaa paine-eroa mitattiin neljästä rakennuksen tilasta. Paine-eroseurantojen ääriarvot ja keskiarvot on esitetty alla olevassa taulukossa ja tarkemmat seurantatulokset on esitetty liitteessä 4. Tuloksissa negatiiviset arvot tarkoittavat sisätilan olevan alipaineinen ulkoilmaan nähden.

Taulukko 10. Paine-eroseurantamittausten minimi-, maksimi- ja keskiarvot.

Tila	Minimi (Pa)	Maksimi (Pa)	Keskiarvo (Pa)
A004 Pukuhuone	-9,2	-0,2	-3,6
A108 Ryhmätyö	-6,7	1,4	-2,6
A113 Luokka	-10,4	3,4	-4,7
A212 Luokka	-11,0	3,8	-3,1



Kuva 218. Yhteenveto tilojen ja ulkoilman välisestä paine-erosta seurantajaksolta. Mittaustulosten kuvaajat on esitetty yksityiskohtaisemmin liitteessä 4.

Paine-eron seurantamittausten perusteella sisätilat ovat ulkoilmaan nähden pääsääntöisesti -8... 0 Pa alipaineisia, jolloin ilmaa virtaa rakennuksen ulkovaipan ilmapuoreiteistä ulkoa sisään. Ilmanvaihdon aikaohjelmilla ei ole mittausten perusteella merkittävää vaikutusta paine-eroon.

Paine-eroihin tiloissa vaikuttaa ilmanvaihdon toiminnan lisäksi mm. osastoivien ovien avaaminen ja sulkeminen, sekä sääolosuhteet kuten tuulen voimakkuus ja suunta. Mittausjakson aikana ulkoilman



lämpötila on vaihdellut $-7...+13^{\circ}\text{C}$ välillä, millä on myös vaikutusta ulkovaipan ylitse olevan paine-eron muodostumiseen.

7.1.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Sisä- ja ulkoilman väliset paine-erot olivat seurantajaksolla osin voimakkaasti alipaineisia ja niissä esiintyi merkittävää vaihtelua.

Sisätilojen alipaineisessa tilanteessa tiloihin virtaa korvausilmaa hallitsemattomia ilmavuotoreittejä pitkin ulkoseinä-, ylä- ja alapohjarakenteista tai toisista tiloista. Ilmavuototutkimuksissa havaittiin runsaasti ilmavuotokohtia kosteusvaurioituneiden rakenteiden liitoksista, kuten ulkoseinä- ja alapohjarakenteista. Lisäksi rakennusosissa havaittiin mikrobivaurioituneita materiaaleja. Kun sisätilat ovat alipaineisia ulkoilmaan nähden, ilmavirtauksia kulkeutuu rakenteiden ja läpivientien kautta. Ilmavirtojen mukana kulkeutuvat myös epäpuhtaudet mikrobivaurioituneista rakennusmateriaaleista.

Rakennuksen ilmanvaihto tulisi käsitellä kokonaisuutena paine-erojen vaikutukset huomioiden. Ilmanvaihto tulisi säätää siten, että tiloihin ei synny pitkäkestoisia voimakkaita ali- tai ylipaineisia jaksoja. Lisäksi rakenteet tulisi olla tiiviitä ja korvausilma tulla tiloihin tarpeen mukaan hallittuja reittejä pitkin tuuloilmajärjestelmästä. Rakenteiden korjaamista ja tiiveyttä on tarkasteltu kunkin rakennusosan kohdalla.

7.2 Sisäilman lämpötila, suhteellinen kosteus ja hiilidioksidipitoisuus

7.2.1 Mittaustulokset

Sisäilman olosuhteita mitattiin neljässä tilassa. Hiilidioksidipitoisuuden, lämpötilan ja suhteellisen kosteuspitoisuuden ääriarvot ja keskiarvot on esitetty alla olevassa taulukossa. Tarkemmat seuranta-mittausten tulokset on esitetty liitteen 4 kuvaajissa.

Taulukko 15. Tilojen lämpötila-, kosteus ja hiilidioksidiseurantamittausten minimi-, maksimi- ja keskiarvot.

Tila	Lämpötila ($^{\circ}\text{C}$)			Suhteellinen kosteus (RH %)			CO ₂ (ppm)	
	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Maksimi	Keskiarvo
A107 Luokka	19,5	22,9	20,2	18,1	34,9	24,8	940	485
A113 Luokka	19,0	20,9	19,6	17,4	35,3	24,8	971	509
A205 Luokka	19,4	21,9	20,1	17,9	34,9	24,8	874	462
A212 Luokka	18,2	21,1	19,0	17,8	37,3	26,0	966	463

7.2.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Lämpötila

Ulkoilman lämpötila vaihteli mittausjaksolla $-7...+13^{\circ}\text{C}$ välillä. Lämpötilojen tulkinnassa voidaan näin ollen noudattaa lämmityskauden lämpötilarajoja, jolloin lämpötilan tulisi pysyä Sisäilmastoluokituksen 2018 luokan S1 mukaan pääasiassa $20^{\circ}\text{C}...23^{\circ}\text{C}$ välillä.

Tuloksista havaitaan, että lämpötilat ovat pysytelleet hieman alarajan alapuolella erityisesti käyttöaikojen ulkopuolella. Tilojen käytön aikana lämpötila nousee nopeasti yli 20°C lämpötilaan. Lämpötilan asetusarvoa voisi hieman korottaa, jotta tiloissa olisi riittävän lämmin heti käytön alkaessa aamuisin.



Suhteellinen kosteus

Sisäilman suhteellisen kosteuden arvot vaihtelivat välillä 17 % ... 37 %. Ilmanvaihdon kautta huoneisiin tulevan tuloilman suhteellinen kosteus pienenee, kun tuloilmaa lämmitetään. Viileä ulkoilma sisältää lähtökohtaisesti hyvin vähän kosteutta, jolloin tuloilman suhteellinen kosteus laskee lämmitessään hyvinkin pieneksi. Sisäilman suhteellinen kosteus laskee lämmityskaudella hyvin alhaiseksi. Tilojen lämpötilan alentamisella voi osin vaikuttaa huoneilman kosteuteen siten, että suhteellinen kosteus kasvaa, kun huoneilma on viileämpää.

Asumisterveysasetuksessa sisäilman suhteelliselle kosteudelle ei ole annettu toimenpiderajoja. Se voi pakkashuippujen aikana laskea hyvinkin alhaiseksi. Sisäilman suhteellinen kosteus oli tarkasteluajan jaksolla tavanomainen kaikissa mittapisteissä vuodenaikaan nähden. Mahdollista paikallista sisäilman kostutusta käytettäessä ilman suhteellisen kosteuden tulee olla alle 60 %, eikä kostutus saa aiheuttaa kosteus- ja mikrobivaurioiden riskiä. Ilmaa kostutettaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, etteivät kostutuslaitteet lisää ilman epäpuhtauksia.

Hiilidioksidipitoisuus

Tarkastelujaksolla hiilidioksidipitoisuus oli korkeimmillaan Luokassa A113, jossa se oli käytön aikana 971 ppm.

Sisäilmastoluokan S2 hiilidioksidipitoisuuslisä saa olla 550 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus (n. 450 ppm). Pitoisuutta tarkastellaan tunnin liukuvan keskiarvon avulla. Sisätilojen pääasiallinen hiilidioksidin lähde on ihmisten uloshengitysilma. Hiilidioksidipitoisuuden määrään vaikuttavia tekijöitä ovat ilmanvaihdon toiminta sekä tilassa oleskelevien henkilöiden määrä suhteessa tilan kokoon.

Sisäilman olosuhteet pysyivät mittausjaksolla hyvällä tasolla, eikä raja-arvojen ylityksiä tapahtunut.



7.3 Mineraalivillakuidut

7.3.1 Mittaustulokset

Tilojen tasopinnoilta otettiin yhteensä neljä kuitunäytettä mahdollisten sisäympäristössä olevien mineraalivillakuitujen havaitsemiseksi. Kuitunäytteet otettiin kahden viikon pölykertymästä (27.3.- 10.4.2019). Pölylaskeumanäytteiden lisäksi otettiin kaksi näytettä tuloilmakanavan sisäpinnasta. Näytteenottokohdat on merkitty tämän raportin liitteenä 1 olevaan pohjapiirustukseen. Kuituanalyysit suoritettiin Kiwa-lab-laboratoriossa Oulussa. Analyysimenetelmät, tulokset ja suositusarvot on esitetty kokonaisuudessaan tämän raportin liitteenä 3 olevassa analyysivastauksessa. Kuituanalyysin tulosten yhteenveto on esitetty alla olevassa taulukossa.

Taulukko 20. Kuituanalyysien tulokset (Kiwalab KUI1267) Määrittäysraja 0,1 kpl/cm², pölykertymä 27.3-10.4.2019.

Näyte	Näytteenottopaikka	Mineraalivilla-kuituja kpl/cm ²	Muun pölymateriaalin määrä
K1	A113, luokka, hylly (kork. 1,8 m)	0,2	Niukasti hienoa pölyä, niukasti orgaanisia kuituja
K2	A205, luokka, työpöytä (kork. 0,9 m)	1,4	Kohtalaisesti hienoa pölyä, niukasti orgaanisia kuituja
K3	A205, luokka, työpöytä (kork. 0,9 m)	0,4	Niukasti hienoa pölyä, niukasti - kohtalaisesti orgaanisia kuituja
K4	A212, luokka, työpöytä (kork. 0,9 m)	0,5	Niukasti hienoa pölyä, niukasti orgaanisia kuituja
K5	A113, luokka, tuloilmakanavan sisäpinta	1,6	Niukasti hienoa pölyä, niukasti orgaanisia kuituja ja siitepölyä
K6	A113, luokka, tuloilmakanavan sisäpinta	2,3	Niukasti hienoa pölyä, niukasti orgaanisia kuituja ja siitepölyä

Asumisterveysasetuksen mukaan kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneen pölyn teollisten mineraalivillakuitujen pitoisuudet 0,2 kuitua/cm² edellyttävät toimenpiteisiin ryhtymistä. Kaikissa neljässä kuitunäytteessä havaittiin Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ylittäviä kuitupitoisuuksia.

7.3.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksessa havaittiin teollisten mineraalivillakuitujen lähteitä mm. ilmanvaihtokoneessa ja kellarikerroksen painovoimaisen ilmanvaihdon laitteissa sekä paikoin rikkoutuneissa kattojen akustiikkalevyissä ja putkieristeissä. Kaikissa tasopintojen pölylaskeumasta otetuissa kuitunäytteessä havaittiin poikkeavia kuitupitoisuuksia. Sisäilman kuitupitoisuudet ovat kohonneet eri puolilla rakennusta.



Kuva 219. Suojaamatonta mineraalivillaa putkieristeissä.



Kuva 220. Mineraalivillaa katon akustiikkalevyissä.



Teollisten mineraalikuitujen lähteet tulee kartoittaa kokonaisuudessaan rakenteiden ja ilmanvaihtojärjestelmien osalta. Havaitut kuitulähteet tulee joko poistaa tai kapseloida, jonka jälkeen tilat ja ilmanvaihtokanavat tulee puhdistaa tehostetusti. Siivous tulee ulottaa myös niille pinnoille, jotka eivät kuulu normaalin siivouksen piiriin niiden sijainnista tai korkeusasemasta johtuen. Sisäilmaan kulkeutuvat mineraalivillaeristeistä irtoavat kuidut ovat yleensä niin kookkaita ja painavia, että ne laskeutuvat tasopinnoille melko nopeasti. Laskeutuneet kuidut voivat kuitenkin ilmavirtausten tai mekaanisen kosketuksen vaikutuksesta nousta jälleen sisäilmaan. Sen vuoksi kuitujen poistaminen tasopinnoilta ja sisäilmasta vaatii tehostettua siivousta pidempään, kun kuitulähteet on poistettu. Yhdellä isolla kertasiivouksella ei välttämättä saada kaikkia kuituja poistettua.

8 Viemärijärjestelmien tutkimusten tulokset

Jätevesiviemäreitä kuvattiin sisäpuolisesti TV-kameralla yhteensä 6 osuutta. Erillinen viemäritutkimusraportti on tämän raportin liitteenä 6.

Kiinteistön jätevesiviemärit on asennettu kuvatuin osin valurautaviemäristä ja muoviviemäristä muhvi-liitoksia.

Kuvatuista jätevesipohjaviemäristä havaittiin viemäriosuudella painumia, joihin pääsee kasaantumaan irtojätettä. Jätevesipohjaviemäri kuvattiin tuuletusviemärin kautta, koska kaivoja ei ole esillä. Jätevesipohjaviemärin toiminnallinen kunto on kuvauksen perusteella hyvällä tasolla. Suosittelemme tonttivilmäriille tehtäväksi seurantakuvausta vuonna 2024. Kaivojen esiin kaivamista suositellaan tehtäväksi huoltotöiden helpottamiseksi.

Jätevesituuletusviemäreiden kuvauksissa havaittiin runsasta korroosiota sekä kertymää. T1 oli tuossa irtoilleen korroosion vuoksi. Tuuletusviemäreiden toiminnallinen kunto on kuvatuin osin heikko. Tuuletusviemärit on suositeltavaa uusida kokonaisvaltaisesti viimeistään vuoteen 2021 mennessä.

Jätevesihaaraviemäreitä kuvattiin pesualtaiden poistoputken kautta. Kuvatuissa haaraputkissa havaittiin kertymää ja rasvalietettä, sekä viemärin halkeama. Haaraviemärit on suositeltavaa uusida kokonaisvaltaisesti pikaisella aikataululla.



9 Altistumisolosuhteiden arviointi

Tiloihin laadittiin altistumisolosuhteiden arviointi Työterveyslaitoksen ohjeistuksen (Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen, 2017) mukaisesti.

Ohjeistuksessa on esitetty altistumisolosuhteiden arviointiperusteet. Haitallinen altistumisolosuhde arvioidaan asteikolla 1-4 (epätodennäköinen / mahdollinen / todennäköinen / erittäin todennäköinen). Altistumisolosuhteiden arviointi perustuu teknisen kokonaisuuden hallintaan, jossa huomioidaan rakennus- ja talotekniikan sekä rakennuksesta peräisin olevien epäpuhtauslähteiden vaikutus sisäilmaston laatuun. Altistumisen arvioinnin osa alueet ovat:

1. Mikrobivaurioiden laajuus rakenteessa,
2. Ilmayhteys epäpuhtauslähteestä sisäilmaan ja rakennuksen paine-erot,
3. Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilmaston laatuun ja
4. Rakennuksesta peräisin olevat epäpuhtaudet.

Mikrobivaurioiden laajuus rakenteessa

Rakennuksessa todettiin laaja-alaisia kosteus- ja mikrobivaurioita maanvaraisissa alapohjissa ja maanvastaisissa seinissä sekä paikallisia kosteus- ja mikrobivaurioita ryömintätilallisissa alapohjissa, ryömintätilan vastaisissa väliseinissä, ulkoseinien lämmityspatterisyyksissä sekä väli- ja yläpohjissa. Kyseisissä rakenteissa on peruskorjauslaajuisia korjaustarpeita.

Ilmayhteys epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot

Alapohjien, maanvastaisten seinien, ulkoseinien, välipohjien, väliseinien ja yläpohjien vaurioituneista rakenteista on säännöllisiä ilmavuotoreittejä sisäilmaan. Alapohjan ryömintätilasta on mahdollisia ilmayhteyksiä sisäilmaan. Sisä- ja ulkoilman väliset paine-erot eivät ole täysin hallinnassa. Sisätilat ovat ajoittain ulkoilmaan nähden alipaineisia. Rakennuksen ilmanpitävyys on riskialtis ja voi heikentää sisäilmanlaatua. Tiloissa esiintyy paikoin mikrobiperäistä hajua, joka kulkeutuu sisäilmaan todennäköisesti kosteus- ja mikrobivaurioituneista rakenteista.

Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilmaston laatuun

Ilmanvaihtokoneen äänenvaimentimissa havaittiin mineraalivillakuitulähteitä, joista voi irrota kuituja sisäilmaan.

Rakennuksesta peräisin olevat epäpuhtaudet

Kellarikerroksen kosteusvaurioituneista lattiamattopäällysteistä voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan. Ilmanvaihtojärjestelmistä ja rakenteista paikallistettiin teollisten mineraalikuitujen lähteitä, joista voi irrota kuituja sisäilmaan. Kaikkien tasopintojen pölykertymästä otettujen kuitunäytteiden tulokset olivat poikkeavia ja myös tuloilmakanavien kuitunäytteiden tulokset olivat kohonneita.

Tavanomaisesta poikkeavan altistumisolosuhteen todennäköisyys

Kokonaisuus huomioiden rakennuksen haitallinen altistumisolosuhde on todennäköinen.

Toimenpide-ehdotukset

Rakennuksesta suositellaan käynnistettäväksi hankesuunnittelu, jossa huomioidaan kuntotutkimustulokset, tulevien korjausten laajuus ja tilojen jatkokäyttö, jolloin rakennuksen korjaussuunnittelu ja korjaukset voidaan toteuttaa oikeassa ja tarpeellisessa laajuudessa.



Mikäli tilat halutaan pitää käytössä peruskorjaukseen asti, on syytä ryhtyä toimenpiteisiin haitallisten altistumisolosuhteiden pienentämiseksi. Ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa voidaan toteuttaa tilojen käyttöä turvaavat ala-, väli- ja yläpohjien sekä ulkoseinien tiivistyskorjaukset sekä ilmanvaihdon säätö- ja tasapainottamiskorjaukset. Mikäli kellaritiloissa ei oleskella säännöllisesti, voidaan käyttöä turvaavana toimenpiteenä harkita myös kellaritilojen osastointia ja alipaineistamista.

10 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

10.1 Lisätutkimukset ja -selvitykset

Seuraavat lisätutkimukset ja -selvitykset on suositeltavaa toteuttaa rakennus- ja talotekniikan kunnon tarkemmaksi arvioimiseksi:

- Julkisivurappausten, sokkelien ja parvekkeiden kuntotutkimus
- Viemärikaivojen paikallistaminen ja esiin kaivaminen
- Tonttiviläydyksien seurantatutkimukset

10.2 Heti tehtävät ja huoltoluonteiset toimenpiteet

Seuraavat toimenpiteet on suositeltavaa toteuttaa mahdollisimman nopealla aikataululla:

- Vesikatteiden, sadevesikourujen, syöksytorvien ja loiskekourujen puhdistaminen
- Loiskekourujen kallistuskorjaukset tarvittavilta osin

10.3 Käyttöä turvaavat toimenpiteet

Seuraavia korjaustoimenpiteitä suositellaan tehtäväksi nopeammalla aikataululla, mikäli laajamittaisempiin korjauksiin ei ryhdytä lähivuosina:

- Ikkunoiden vesipellitusten ja ikkunaliittymien tiivistäminen
- Kosteusvaurioituneiden pintamateriaalien uusiminen tarvittavilta osin
- Ilmanvaihdon kuitulähteiden kapselointikorjaukset
- Ensimmäisen ja toisen kerroksen ala-, väli- ja yläpohjien sekä ulkoseinien tiivistyskorjaukset sekä ilmanvaihdon säätö- ja tasapainottamiskorjaukset
- Kellaritilojen osastointi ja alipaineistus tarvittaessa
- Vanhojen painovoimaisen ilmanvaihdon ilmareittien ummistaminen 1. ja 2. kerroksessa

10.4 Peruskorjauslaajuiset toimenpiteet

Rakennuksen peruskorjaus on ajankohtainen lähivuosina. Korjaustarpeita kohdistuu seuraaviin rakennusosiin ja teknisiin järjestelmiin:

Alapohjat

- Maanvaraisten kaksoislaatta-alapohjien uusiminen alapuolelta lämmöneristetyiksi rakenteiksi
- Ryömintätilallisten kotelolaatta-alapohjien eristetäyttöjen ja pintalaattojen uusiminen sekä ryömintätilan siivous ja alipaineistus

Maanvastaiset seinät

- Maanvastaisten seinien uusiminen ulkopuolelta kosteus- ja lämmöneristetyiksi rakenteiksi



Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

- Julkisivurappausten paikkaus- ja pinnoituskorjaukset tai vaihtoehtoisesti julkisivurappausten uusiminen; korjaustavat tarkentuvat kuntotutkimustulosten perusteella
- Ulkoseinien sisäpuoliset tiivistyskorjaukset tai ulkoseinien patterisyvennysten eristehalkaisujen uusiminen
- Ikkunoiden ja vesipellitysten uusiminen
- Ulko-ovien uusiminen tai vaihtoehtoisesti ulko-ovien perusteellinen kunnostuskorjaus
- Betonisokkelien ja -parvekkeiden korjaukset kuntotutkimustulosten perusteella

Välipohjat

- Kotelolaattavälipohjien eristetäyttöjen ja pintalaattojen uusiminen

Väliseinät

- Kellarikerroksen kevyiden väliseinien uusiminen alapohjien uusimisen yhteydessä
- Kellarikerroksen kantavien väliseinien alaosien pintarakenteiden korjaukset ja kapillaarikatkoinjektointikorjaukset
- Ryömintätilan vastaisen seinän sisäkuorimuurauksen ja lämmöneristysten uusiminen

Pintarakenteet

- Märkätilojen pintarakenteiden uusiminen
- Kellarikerroksen kuivien tilojen pintarakenteiden uusiminen kokonaisuudessaan ja ylempien kerrosten pintarakenteiden uusiminen tarvittavilta osin rakenneteknisten korjausten yhteydessä

Yläpohjat ja vesikatot

- Kotelolaattayläpohjan ja porrashuoneen kaksoislaattayläpohjan lämmöneristeiden uusiminen sekä tarvittaessa pintabetonilaattojen uusiminen
- Vesikatteiden paikkaus- ja pinnoituskorjaukset, vesikattovarusteiden osittainen uusiminen ja vesikaton puurakenteiden vaurioalueiden korjaukset

Piha-alueet ja ulkopuolinen vedenpoisto

- Sadevedenpoisto- ja salaojajärjestelmien asentaminen sekä piha-alueiden massanvaihdot
- Piha-alueiden pintavedenpoiston parantaminen
- Perusmuurien ulkopintojen kosteus- ja lämmöneristysten asentaminen

Ilmanvaihtojärjestelmät

- Kellarikerroksen ilmanvaihdon saneeraus tilojen käyttötarkoituksen muuttuessa

Viemärijärjestelmät

- Jätevesihaaraviemärien ja tuuletusviemäreiden uusiminen



11 Päiväys ja allekirjoitukset

Tampereella 28.6.2019

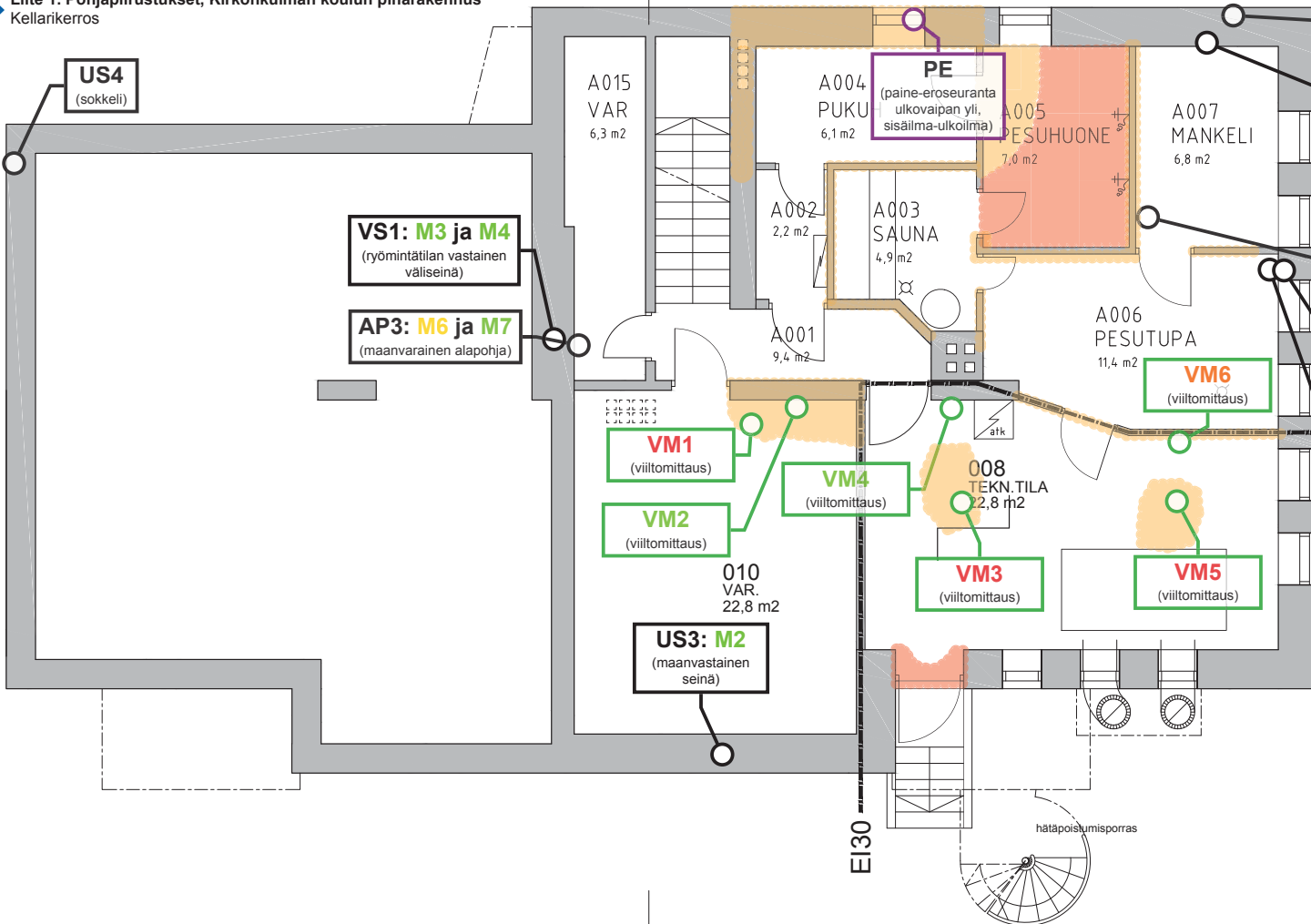
Joni Nivala, RI (AMK), RTA
Asiantuntija

Jukka Lehtinen, TkK
LVI-asiantuntija

Raportin tarkastanut:

Maija Ojala RI (AMK), RTA
Tekninen asiantuntija

Liite 1. Pohjapiirustukset, Kirkonkulman koulun piharakennus
Kellarikerros



Rakenneavaukset ja materiaalinäytteiden laboratorioanalyysit:
- AP / US / VP / VS / YP = rakenneavaus
- M = mikrobianalyysi
(ei viitettä vauriosta / heikko viite vauriosta / viite vauriosta / vahva viite vauriosta)

Kosteusmittaukset:
- VM = viilomittaus (tavanomainen / kohonnut / kostea / märkä)

Pintakosteuskartoitukset:
- Lievästi kohonneita pintakosteusarvoja
- Merkittävästi kohonneita pintakosteusarvoja

Olosuhte- ja epäpuhtausmittaukset:
- PE = paine-eroseuranta
- OS = sisäilman olosuhteseuranta (lämpötila, kosteus, hiilidioksidipitoisuus)
- K = kultunäyte tasopinnan pölylaskeumasta (tavanomainen / poikkeava) tai kultunäyte tuloilmakanavan sisäpinnasta

Tunnus	Lukumäärä	Muutos	Päiväys
C	teknisen tilan palo-osastointi	p.r.	22.3.2013
B	(kiinnityspinnat)	p.r.	23.1.2013
A	palo-osastointi ja poistumisteiden merkivalot lisätty	p.r.	9.1.2013

40 - 111 - 1	TYÖPIIRUSTUS
MUUTOSTYÖ	

Kirkonkulman koulu
Vanhanpappilantie 87
Hämeenlinnan kaupunki
LINNAN TILAPALVELUT
PL 84, 13101 Hämeenlinna, (03) 6211
HML 9.7.2012 RA Pekka Rintanen

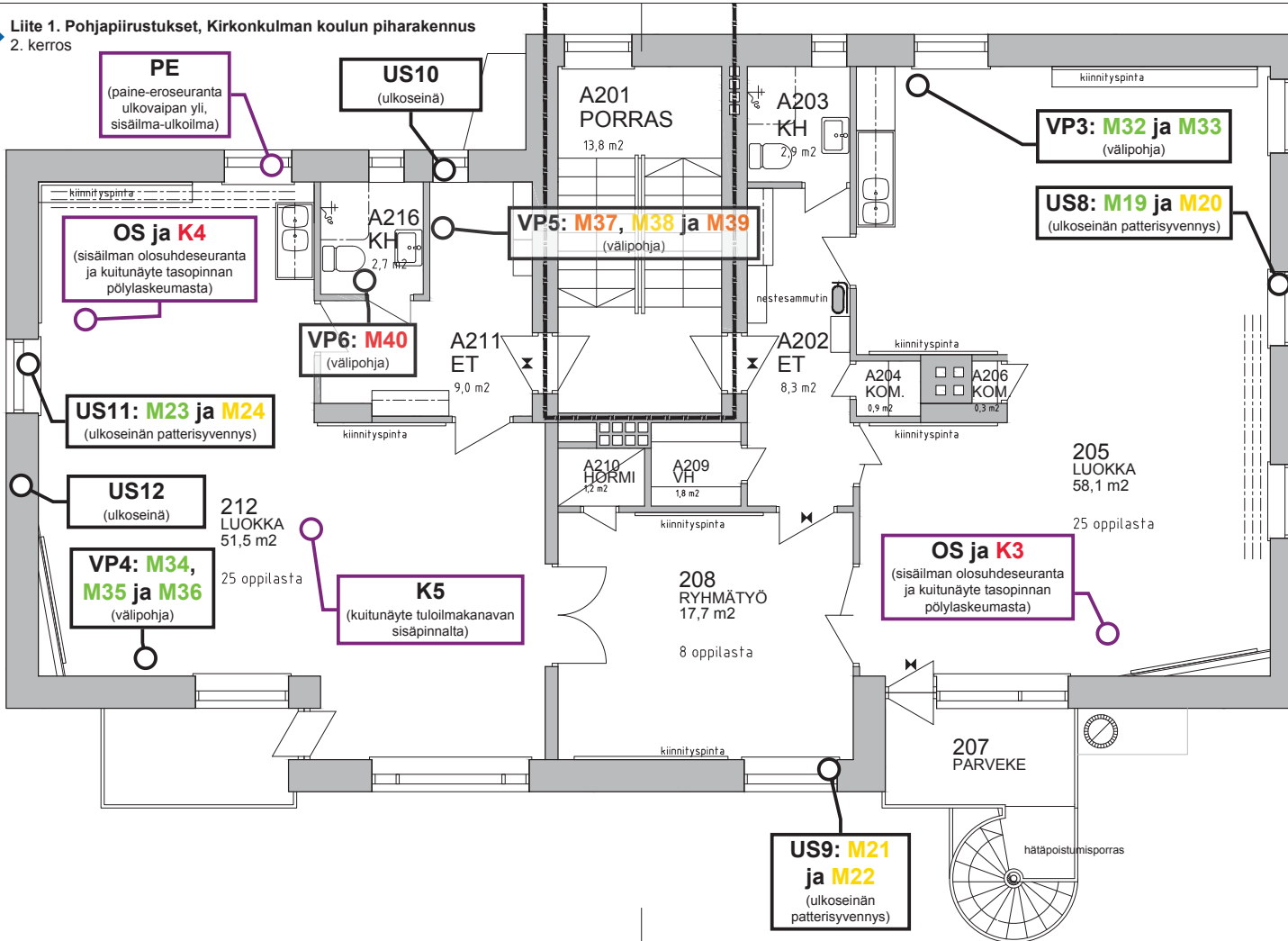
PIHARAKENNUS
kellari
Kirkonkulman piharakennus_B0002_pohjapiirustukset.dwg
1/50

ARK F0 001 C

1. kerros



Liite 1. Pohjapiirustukset, Kirkonkulman koulun piharakennus
2. kerros



Rakennevauriukset ja materiaalinäytteiden laboratorioanalyysit:

- AP / US / VP / VS / YP = rakenneavaus
- M = mikrobianalyysi
- (ei viitettä vauriosta / heikko viite vauriosta / viite vauriosta / vahva viite vauriosta)

Kosteusmittaukset:

- VM = viilittömyys (tavanomainen / kohonnut / kostea / märkä)

Pintakosteuskartoitukset:

- Lievästi kohonneita pintakosteusarvoja
- Merkittävästi kohonneita pintakosteusarvoja

Olosuhte- ja epäpuhtausmittaukset:

- PE = paine-eroseuranta
- OS = sisäilman olosuhdeseuranta (lämpötila, kosteus, hiilidioksidipitoisuus)
- K = kuitunäyte tasopinnan pölylaskeumasta (tavanomainen / poikkeava) tai kuitunäyte tuloilmakanavan sisäpinnasta

Tunniste	Lukumäärä	Muutos	Päiväys
C	tekniikan tilan palo-osastointi	p.r.	22.3.2013
B	kiinnityspinnat	p.r.	23.1.2013
A	palo-osastointi ja poistumisteiden merkivalot lisätty	p.r.	9.1.2013

40 - 111 - 1

MUUTOSTYÖ

TYÖPIIRUSTUS

Kirkonkulman koulu
Vanhanpappilantie 87

PIHARAKENNUS
2. kerros

1/50

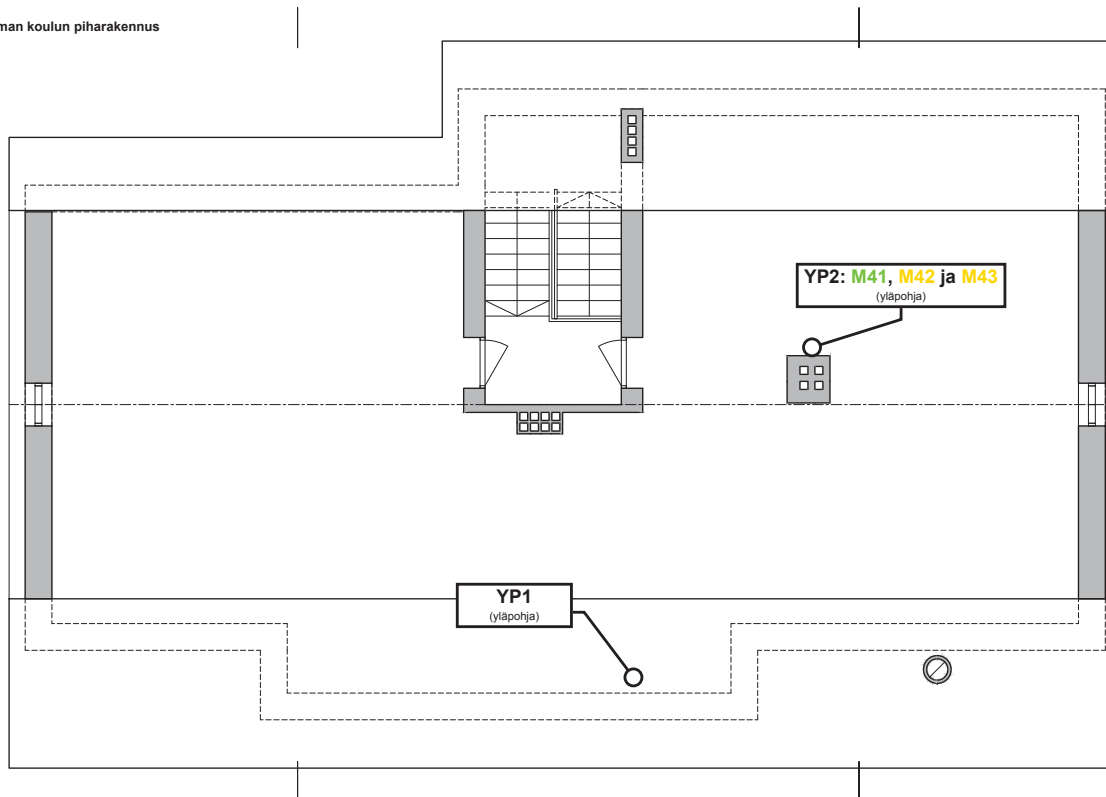
Hämeenlinnan kaupunki
LINNAN TILAPALVELUT
PL 84, 13101 Hämeenlinna, (03) 6211

Kirkonkulman piharakennus_B0002_pohjapiirustukset.dwg

HML 9.7.2012 RA Pekka Rintanen

ARK F0 003

C



- Rakenneseaukset ja materiaalinäytteiden laboratorioanalyysit:**
 - AP / US / VP / VS / YP = rakenneseaus
 - M = mikrobianalyysi
 (ei viitettä vauriosta / heikko viite vauriosta / viite vauriosta / vahva viite vauriosta)
- Kosteusmittaukset:**
 - VM = viilomittaus (tavanomainen / kohonnut / kostea / märkä)
- Pintakosteuskartoitukset:**
 - Lievästi kohonneita pintakosteusarvoja
 - Merkittävästi kohonneita pintakosteusarvoja
- Olosuhte- ja epäpuhtausmittaukset:**
 - PE = paine-erosuuranta
 - OS = sisälman olosuhteseuranta (lämpötila, kosteus, hiilidioksidipitoisuus)
 - K = kutsunäyte tasopinnan pölylaskeumasta (tavanomainen / poikkeava) tai kutsunäyte tulolimakavan sisäpinnasta

40 - 111 - 1	TYÖPIIRUSTUS
MUUTOSTYÖ	
Kirkonkulman koulu Vanhanpappilantie 87	PIHARAKENNUS ullakko 1/50
Hämeenlinnan kaupunki LINNAN TILAPALVELUT PL 84, 13101 Hämeenlinna, (03) 6211	...40-111-0001_20_Kirkonkulman koulu Piharakennus_ARK Kirkonkulman piharakennus_00002_ullakko.dwg
HML 31.1.2013	ARK F0 006



Tilaaaja:	Hämeenlinnan kaupunki
Yhteyshenkilö:	Mika Metsäalho c/o Joni Nivala ja Maija Ojala, Kiwa Inspecta
Kohde:	Kirkonkulman koulu, piharakennus, Hämeenlinna
Työmääräin:	WO-00743626
Näytteenottaja:	Joni Nivala, Jani Mikkola, Maija Ojala ja Hanna Vierinen, Kiwa Inspecta
Näytteenottopäivä:	11.4. (näytteet M1-M7) ja 13.4.2019 (näytteet M8-M43)
Näytteet vastaanotettu:	15.4. (näytteet M1-M7) ja 17.4.2019 (näytteet M8-M43)

Analyysit:

Materiaalinäyte analysoidaan asumisterveysasetuksen mukaisen ohjeistuksen viljelymenetelmällä, jossa materiaalia siirretään suoraan kasvualustalle. Näytealustat pidetään +25°C:ssa 7-14 vrk ajan, ja mikrobit tunnistetaan pesäkeulkonäön ja valomikroskoopissa havaittujen rakenteiden perusteella. Mikrobimäärät ilmoitetaan muodossa pmy (cfu)/ malja, joka tarkoittaa pesäkkeen muodostavia yksiköitä maljalla. Laboratoriokohtaiset mittausepävarmuusestimaatit tutkituille näytteille toimitetaan erikseen niin pyydettyäessä. Tulosten tulkinta ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.

Näytealustat:

Homeet Rose Bengal -agar (Hagem-agar) / 2 % Mallasuuteagar (M2-agar) / Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)

Bakteerit Tryptoni-hiivauute-glukoosiagar (THG-agar)

Tulos ilmoitetaan suhteellisella asteikolla.

- ei kasvua

+ niukka kasvu, alle 20 pmy/malja

++ kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/malja

+++ runsas kasvu, 50-200 pmy/malja

++++ erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/malja

Näytteet:

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta
M1	Lasivilla, paperipäällysteinen	US1, maanvastainen ulkoseinä	A007, mankelihuone	Heikko viite vauriosta
M2	Lasivilla, paperipäällysteinen	US3, maanvastainen ulkoseinä	A010, varasto	Ei viitettä vauriosta
M3	Puukuitulevy	VS1, ryömintätilaan rajoittuva väliseinä	A015, varasto	Ei viitettä vauriosta
M4	Pahvi	VS1, ryömintätilaan rajoittuva väliseinä	A015, varasto	Ei viitettä vauriosta *)
M5	Tervapaperi	AP1, maanvarainen alapohja	A007, mankelihuone	Viite vauriosta
M6	Lastusementtilevy	AP3, maanvarainen alapohja	A015, varasto	Heikko viite vauriosta
M7	Tervapaperi	AP3, maanvarainen alapohja	A015, varasto	Ei viitettä vauriosta
M8	Lastusementtilevy	AP2, maanvarainen alapohja	A006, pesutupa	Viite vauriosta

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab

Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
 Puh. 010 521 600
 kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab



M9	Tervapaperi	AP4, ryömintätalallinen alapohja	A113, luokka	Heikko viite vauriosta
M10	Muottilaudoitus	AP4, ryömintätalallinen alapohja	A113, luokka	Ei viitettä vauriosta
M11	Lasivilla, paperipäälysteinen	AP4, ryömintätalallinen alapohja	A113, luokka	Heikko viite vauriosta
M12	Purueriste	AP4, ryömintätalallinen alapohja	A113, luokka	Ei viitettä vauriosta
M13	Eristetty (tiili, muurauslaasti, betoni, puu)	AP5, ryömintätalallinen alapohja	A116, kylpyhuone	Vahva viite vauriosta
M14	Lasivilla, paperipäälysteinen	US2, maanvastainen ulkoseinä	A006, pesutupa	Heikko viite vauriosta
M15	Alumiinipaperi	US6, ulkoseinän patterisyvennys	A113, luokka	Ei viitettä vauriosta
M16	Lasivilla, paperipäälysteinen	US6, ulkoseinän patterisyvennys	A113, luokka	Ei viitettä vauriosta
M17	Alumiinipaperi	US7, ulkoseinän patterisyvennys	A107, luokka	Heikko viite vauriosta
M18	Lasivilla, paperipäälysteinen	US7, ulkoseinän patterisyvennys	A107, luokka	Ei viitettä vauriosta *)
M19	Alumiinipaperi	US8, ulkoseinän patterisyvennys	A205, luokka	Ei viitettä vauriosta
M20	Lasivilla, paperipäälysteinen	US8, ulkoseinän patterisyvennys	A205, luokka	Heikko viite vauriosta
M21	Alumiinipaperi	US9, ulkoseinän patterisyvennys	A208, ryhmätyö	Heikko viite vauriosta
M22	Lasivilla, paperipäälysteinen	US9, ulkoseinän patterisyvennys	A208, ryhmätyö	Heikko viite vauriosta
M23	Alumiinipaperi	US11, ulkoseinän patterisyvennys	A212, luokka	Ei viitettä vauriosta
M24	Lasivilla, paperipäälysteinen	US11, ulkoseinän patterisyvennys	A212, luokka	Heikko viite vauriosta
M25	Tervapaperi	VP1, välipohja	A108, ryhmätyö	Heikko viite vauriosta
M26	Muottilaudoitus	VP1, välipohja	A108, ryhmätyö	Ei viitettä vauriosta
M27	Purueriste	VP1, välipohja	A108, ryhmätyö	Ei viitettä vauriosta
M28	Tervapaperi	VP2, välipohja	A107, luokka	Heikko viite vauriosta
M29	Muottilaudoitus	VP2, välipohja	A107, luokka	Ei viitettä vauriosta
M30	Purueriste	VP2, välipohja	A107, luokka	Heikko viite vauriosta
M31	Lasivilla, paperipäälysteinen	VP2, välipohja	A107, luokka	Ei viitettä vauriosta

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab

Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
 Puh. 010 521 600
 kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab



M32	Muottilaudoitus	VP3, välipohja	A205, luokka	Ei viitettä vauriosta
M33	Purueriste	VP3, välipohja	A205, luokka	Ei viitettä vauriosta
M34	Muottilaudoitus	VP4, välipohja	A212, luokka	Ei viitettä vauriosta
M35	Purueriste	VP4, välipohja	A212, luokka	Ei viitettä vauriosta
M36	Lasivilla, paperipäällysteinen	VP4, välipohja	A212, luokka	Ei viitettä vauriosta
M37	Tervapaperi	VP5, välipohja	A211, eteinen	Viite vauriosta
M38	Muottilaudoitus	VP5, välipohja	A211, eteinen	Heikko viite vauriosta
M39	Purueriste	VP5, välipohja	A211, eteinen	Viite vauriosta
M40	Eristetty (tili, muurauslaasti, betoni, puu)	VP6, välipohja	A216, kylpyhuone	Vahva viite vauriosta
M41	Muottilaudoitus	YP2, yläpohja	Ullakko	Ei viitettä vauriosta
M42	Lasivilla, paperipäällysteinen	YP2, yläpohja	Ullakko	Heikko viite vauriosta
M43	Purueriste	YP2, yläpohja	Ullakko	Heikko viite vauriosta
Näytteisiin liittyvät kommentit: *) Näytteen suoramikroskopoinnissa havaittiin sienikasvustoon viittaavia rakenteita, mutta lajistoa ei pystytty määrittämään. Kyseessä saattaa olla kuollut kasvusto.				

Tulokset:

Näyte	Sieni-itiöt pmy Hagem-agar	Sieni-itiöt pmy M2-agar	Sieni-itiöt pmy DG18-agar	Bakteerit pmy THG-agar
M1	Yhteensä + Cladosporium + Phoma* 1 + Penicillium + steriilit sienet +	Yhteensä + A. versicolor* 4 + Penicillium +	Yhteensä + A. versicolor* 2 + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 1 + muut bakteerit +
M2	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä -	Yhteensä +
M3	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + A. versicolor* 1 +	Yhteensä +

määritysraja 1 pmy, A = Aspergillus, * = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobin merkitys toistaiseksi avoin

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab

Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
 Puh. 010 521 600
 kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab



Näyte	Sieni-itiöt pmy Hagem-agar	Sieni-itiöt pmy M2-agar	Sieni-itiöt pmy DG18-agar	Bakteerit pmy THG-agar
M4	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä +
M5	Yhteensä ++ A. versicolor* 8 + Penicillium ++	Yhteensä ++ A. versicolor* 8 + Penicillium ++	Yhteensä ++ A. versicolor* 16 + Penicillium ++	Yhteensä + aktinobakteerit* 7 + muut bakteerit +
M6	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium + steriilit sienet +	Yhteensä + A. versicolor* 2 + Penicillium + steriilit sienet +	Yhteensä ++ A. versicolor* 9 + Penicillium +	Yhteensä +
M7	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + A. versicolor* 1 + Penicillium +	Yhteensä -
M8	Yhteensä ++ Mucor° + Penicillium ++	Yhteensä ++ Mucor° + Penicillium ++	Yhteensä ++ Mucor° + Penicillium ++	Yhteensä +++ aktinobakteerit* 6 + muut bakteerit +++
M9	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 7 + muut bakteerit +
M10	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + Cladosporium +	Yhteensä +
M11	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä -	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 5 + muut bakteerit +
M12	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -
M13	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++
M14	Yhteensä + A. versicolor* 3 + Penicillium +	Yhteensä + A. versicolor* 2 + Penicillium +	Yhteensä + A. restricti* 2 + A. versicolor* 2 + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 8 + muut bakteerit +
M15	Yhteensä + Penicillium + steriilit sienet +	Yhteensä + Cladosporium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä +
M16	Yhteensä -	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä +

määrittäjä 1 pmy, A = Aspergillus, * = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobin merkitys toistaiseksi avoin

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.



Näyte	Sieni-itiöt pmy Hagem-agar	Sieni-itiöt pmy M2-agar	Sieni-itiöt pmy DG18-agar	Bakteerit pmy THG-agar
M17	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + aktinobakteerit* 5 + muut bakteerit +
M18	Yhteensä + Mucor° + Penicillium +	Yhteensä + Mucor° +	Yhteensä + Mucor° + Penicillium +	Yhteensä +
M19	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + Cladosporium +	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 1 + muut bakteerit +
M20	Yhteensä + Penicillium + steriilit sienet +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 5 + muut bakteerit +
M21	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + Rhizopus° +	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 15 + muut bakteerit +
M22	Yhteensä + Cladosporium + Geotrichum + Penicillium + steriilit sienet +	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 3 + muut bakteerit +
M23	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium + steriilit sienet +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Cladosporium + Eurotium* 1 +	Yhteensä + aktinobakteerit* 1 + muut bakteerit +
M24	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + aktinobakteerit* 5 + muut bakteerit +
M25	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 5 + muut bakteerit +
M26	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä +
M27	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä +

määrittäjä 1 pmy, A = Aspergillus, * = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobin merkitys toistaiseksi avoin

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.



Näyte	Sieni-itiöt pmy Hagem-agar	Sieni-itiöt pmy M2-agar	Sieni-itiöt pmy DG18-agar	Bakteerit pmy THG-agar
M28	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + A. niger° + Penicillium + Rhizopus° +	Yhteensä + A. niger° + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 10 + muut bakteerit +
M29	Yhteensä + A. versicolor* 1 + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 1 + muut bakteerit +
M30	Yhteensä + A. versicolor* 1 + Penicillium +	Yhteensä + A. ustus* 1 + Penicillium +	Yhteensä + A. versicolor* 3 + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 2 + muut bakteerit +
M31	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Rhizopus° +	Yhteensä + aktinobakteerit* 1 + muut bakteerit +
M32	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä +
M33	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + aktinobakteerit* 1 + muut bakteerit +
M34	Yhteensä + A. versicolor* 1 + Penicillium +	Yhteensä + A. versicolor* 1 +	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä +
M35	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium + vaaleat hiivat +	Yhteensä -	Yhteensä +
M36	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä -	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 2 + muut bakteerit +
M37	Yhteensä ++ Penicillium ++	Yhteensä + A. ustus* 2 + A. versicolor* 1 + Penicillium +	Yhteensä ++ A. ustus* 2 + A. versicolor* 1 + Penicillium ++	Yhteensä +++ aktinobakteerit* 44 ++ muut bakteerit +
M38	Yhteensä + A. versicolor* 2 + Penicillium +	Yhteensä + A. versicolor* 1 + Penicillium + steriilit sienet +	Yhteensä + A. versicolor* 5 + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 6 + muut bakteerit +

määritysraja 1 pmy, A = Aspergillus, * = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobin merkitys toistaiseksi avoin

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.



Näyte	Sieni-itiöt pmy Hagem-agar	Sieni-itiöt pmy M2-agar	Sieni-itiöt pmy DG18-agar	Bakteerit pmy THG-agar
M39	Yhteensä + A. versicolor* 1 + Penicillium +	Yhteensä ++ A. ustus* 4 + Penicillium +	Yhteensä ++ A. ustus* 2 + Penicillium ++	Yhteensä ++ aktinobakteerit* 16 + muut bakteerit +
M40	Yhteensä ++++ A. ustus* 40 ++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ A. ustus* 31 ++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ A. ustus* +++ Penicillium ++++	Yhteensä ++++ aktinobakteerit* ++++
M41	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -
M42	Yhteensä + Penicillium + steriilit sienet +	Yhteensä + A. fumigatus* 1 + Cladosporium +	Yhteensä + Alternaria + A. restricti* 10 + Cladosporium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 1 + muut bakteerit +
M43	Yhteensä + Cladosporium + Sporothrix +	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium + steriilit sienet +	Yhteensä ++ A. restricti* 14 + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 1 + muut bakteerit +

määritysraja 1 pmy, A = Aspergillus, * = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobin merkitys toistaiseksi avoin

Kiwalab

Minna Lilja
 Asiantuntija, FM

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab

Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
 Puh. 010 521 600
 kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab



LIITE: Materiaalinäytetulojen arviointi

1. TULOSTEN TULKINTA

Rakennusmateriaalin mikrobianalyysin tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, jos näytteen sieni-itiöpitoisuus on runsas (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (Taulukko 1). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen näytteessä on normaalia. Usean eri indikaattorimikrobin esiintyminen näytteessä pieninä pitoisuuksina voi viitata vanhaan kuivuneeseen kasvustoon tai sieni-itiöiden kertymiseen materiaalin pinnalle ajan myötä. Jos viljelytulos on alle määrittämissä tai näytteessä esiintyy vain muutamia pesäkkeitä, näytteestä tehdään suoramikroskoopiin kuolleen, kuivuneen kasvuston havaitsemiseksi. Suoramikroskoopiin voidaan tehdä luotettavasti vain kovista materiaaleista.

Näytteen erittäin runsas bakteeripitoisuus voi johtua myös materiaalin likaisuudesta, joten ainoastaan bakteeripitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta. Suoraan maaperän tai ulkoilman kanssa kosketuksissa oleviin materiaaleihin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia mikrobeja, mikä tulee huomioida tulosten merkitystä arvioitaessa.

Mikrobikasvustot ovat yleensä epätasaisesti jakautuneita, joten yksi näyte antaa tiedon vain kyseisen näytteenottopaikan mikrobimäärästä ja -lajistosta. Näytetuloksesta ei voida vetää suoraa johtopäätöstä tilojen sisäilmaongelmaan tai käyttäjien oireisiin. Tulosten merkitys sisäilmaongelmien kannalta arvioituna riippuu tiloissa vietettävästä ajasta, ilmanvaihdon toimivuudesta, vaurioituneen pinta-alan laajuudesta sekä siitä, missä määrin mikrobien itiöt ja niiden aineenvaihduntatuotteet kulkeutuvat sisäilmaan rakenteiden kautta.

Taulukko 1. Esimerkkejä mikrobilajeista (Valvira 2016).

Kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja	<i>Acremonium</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>A. restricti</i> , <i>A. ustus</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>Chaetomium</i> , <i>Eurotium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Geomyces</i> , <i>Oidiodendron</i> , <i>Paecilomyces</i> , <i>Phialophora</i> , <i>Scopulariopsis</i> , <i>Stachybotrys</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Tritirachium</i> , <i>Ulocladium</i> , <i>Wallemia</i> , aktinobakteerit
Tavanomaisia mikrobeja	<i>Aspergillus</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Penicillium</i> , hiivat, steriilit sienet

A= *Aspergillus*

2. KIRJALLISUUS

Hänninen M., Kirsi M., Kujanpää L., Lindroos O., Rautiala S. ja Reiman M. (2014) Rakennusmateriaalinäytteen mikrobimääritys suoraviljelymenetelmällä. Sisäilmastoseminaari 2014, SIY raportti 32. ss. 359-362.

Pessi A-M. ja Jalkanen K. (2018) Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveys tutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveystieteen Kustannus Oy. ISBN 978-952-9637-61-4.

Reiman M. ja Kujanpää L. (2005) Suoraviljelymenetelmän käytettävyys materiaalinäytteiden mikrobikokeissa. Sisäilmastoseminaari 2005, SIY raportti 23. ss. 255-258.

Valvira, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV, ohje 8/2016.

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab

Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
 Puh. 010 521 600
 kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab

Tilaaaja:	Hämeenlinnan kaupunki, Mika Metsäalho
Yhteyshenkilö:	Joni Nivala, Kiwa Inspecta
Kohde:	Kirkonkulman koulu, piharakennus, Hämeenlinna
Työmääräin:	WO-00743626
Näytteenottaja:	Joni Nivala
Näytteenottopäivä:	10.4.2019
Näytteet vastaanotettu:	26.4.2019

Tutkimusmenetelmä

BM-Dustlifter geeliteippinäytteistä analysoidaan epäorgaaniset mineraalivillakuidut valomikroskoopilla käyttämällä 100-kertaista suurennosta. Näytteistä lasketaan yli 20 mikrometrin pituiset teolliset mineraalivillakuidut koko teipin (14 cm²) pinta-alalta. Tulos ilmoitetaan mineraalivillakuituja kpl/cm². Näytteiden sisältämän muun polymateriaalin ja orgaanisten kuitujen määrää arvioidaan asteikolla niukka, kohtalainen, runsas tai erittäin runsas.

Määrittäysraja 0,1 kpl/cm², pöykertymäaika näytteet 1-4 2 vko ja näytteet 5-6 ei tiedossa.

Tulokset:

Näyte	Näytteenottoaikka	Mineraalivillakuituja kpl/cm ²	Muun polymateriaalin määrä
K1.	A113, luokka, hylly (kork. 1,8 m)	0,2	Niukasti hienoa pölyä, niukasti orgaanisia kuituja
K2.	A107, luokka, työpöytä (kork. 0,9 m)	1,4	Kohtalaisesti hienoa pölyä, niukasti orgaanisia kuituja
K3.	A205, luokka, työpöytä (kork. 0,9 m)	0,4	Niukasti hienoa pölyä, niukasti - kohtalaisesti orgaanisia kuituja
K4.	A212, luokka, työpöytä (kork. 0,9 m)	0,5	Niukasti hienoa pölyä, niukasti orgaanisia kuituja
K5.	A212, luokka, tuloilmakanavan sisäpinta	1,6	Niukasti hienoa pölyä, niukasti orgaanisia kuituja ja siitepölyä
K6.	A113, luokka, tuloilmakanavan sisäpinta	2,3	Niukasti hienoa pölyä, niukasti orgaanisia kuituja ja siitepölyä

Kiwalab



Seppo Suoperä
 Geologi, FM

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Kiwalab

Myyntimiehenkuja 4, 90410 Oulu
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa
 Puh. 010 521 600
 kiwalab@kiwa.com

Inspecta Oy

PL1000
 00581 Helsinki
 www.inspecta.fi

Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab

LIITE: Kuitututkimusnäytteiden tulosten arviointi

1. TULOSTEN TULKINTA

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015) mukaan kahden viikon aikana pinoille laskeutuneen pölyn teollisten mineraalikuitujen pitoisuudet 0,2 kpl/cm² tai enemmän edellyttävät toimenpiteisiin ryhtymistä. Yleisimpiä toimenpiteitä kuitukertymän pienentämiseksi ovat kuitulähteiden selvittäminen ja poistaminen, ilmanvaihtokanavien puhdistaminen ja siivouksen tehostaminen.

Tuloilmakanavan pinnalta otetuille näytteille ei ole määritetty viitearvoa, mutta kuituja voi liikkua sisäilmassa aina kun niitä löytyy tuloilmakanavasta.

2. KUITUJEN ESIINTYVYYS JA NIIDEN AIHEUTTAMAT OIREET

Teollisia villakuituja esiintyy rakennusten sisäilmassa vähän verrattuna muihin sisäilman hiukkasiin. Suurin osa sisäilman kuiduista on orgaanisia kuituja, joiden lähteitä ovat esimerkiksi paperituotteet, vaatteet ja sisustustekstiilit. Tavallisimmat sisäilman epäorgaaniset kuitulähteet ovat huonetilojen äänenvaimennusmateriaaleina toimivat osittain pinnoittamattomat akustiikkalevyt ja ilmanvaihtokanavien rikkoutuneet tai vanhentuneet äänenvaimentimet. Villaeristeitä voi olla myös tuloilmakanavien pääte-elimissä ja ilmanvaihtokoneessa.

Epäorgaaniset eli teolliset lasi- ja mineraalivillakuidut aiheuttavat tyypillisesti ylähengitysteiden, silmien ja ihon ärsytystä sekä äänenkäyttöongelmia. Vähäisetkin kuitumäärät voivat aiheuttaa ja lisätä oireilua etenkin muiden sisäilman laatuun liittyvien tekijöiden kanssa. Harvoin siivotuilla pinnoilla kuidut alkavat kerääntyä ja tilojen käyttäjät voivat altistua niille kuitupölyn lähtiessä liikkeelle ilmavirtauksien tai mekaanisen kosketuksen vuoksi. Usein toistuvalla siivouksella voidaan hallita työskentelypintojen kuitumaisia epäpuhtauksia, mutta suositeltavaa on ensisijaisesti korjata tai poistaa kuitulähde.

3. KIRJALLISUUS

Lappalainen S., Riala R., Tossavainen A., Salonen H., Teikari M., Salmi K., Korhonen P. A. ja Reijula K., Mineraalikuidut sisäilmahaittana. Sisäilmastoseminaari 2003, SIY raportti 19. ss. 299-302.

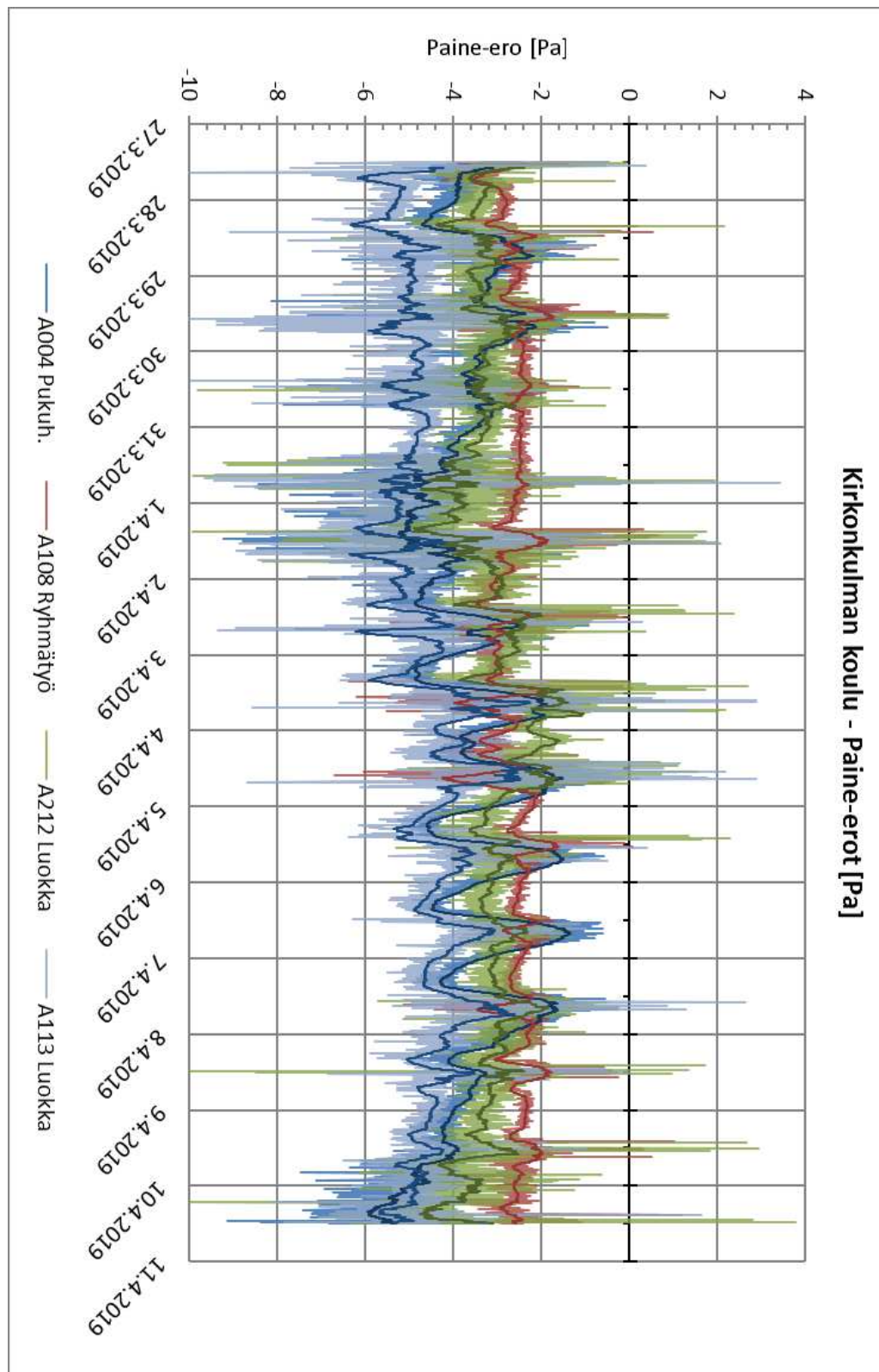
Kovanen K., Heimonen I., Laamanen J., Riala R., Harju R., Tuovila H., Kämppe R., Sääntti J., Tuomi T., Salo S-P., Voutilainen R. ja Tossavainen A. (2006) Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt, Altistuminen, mittaaminen ja tuotetestaus. VTT Tiedotteita 2360.

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

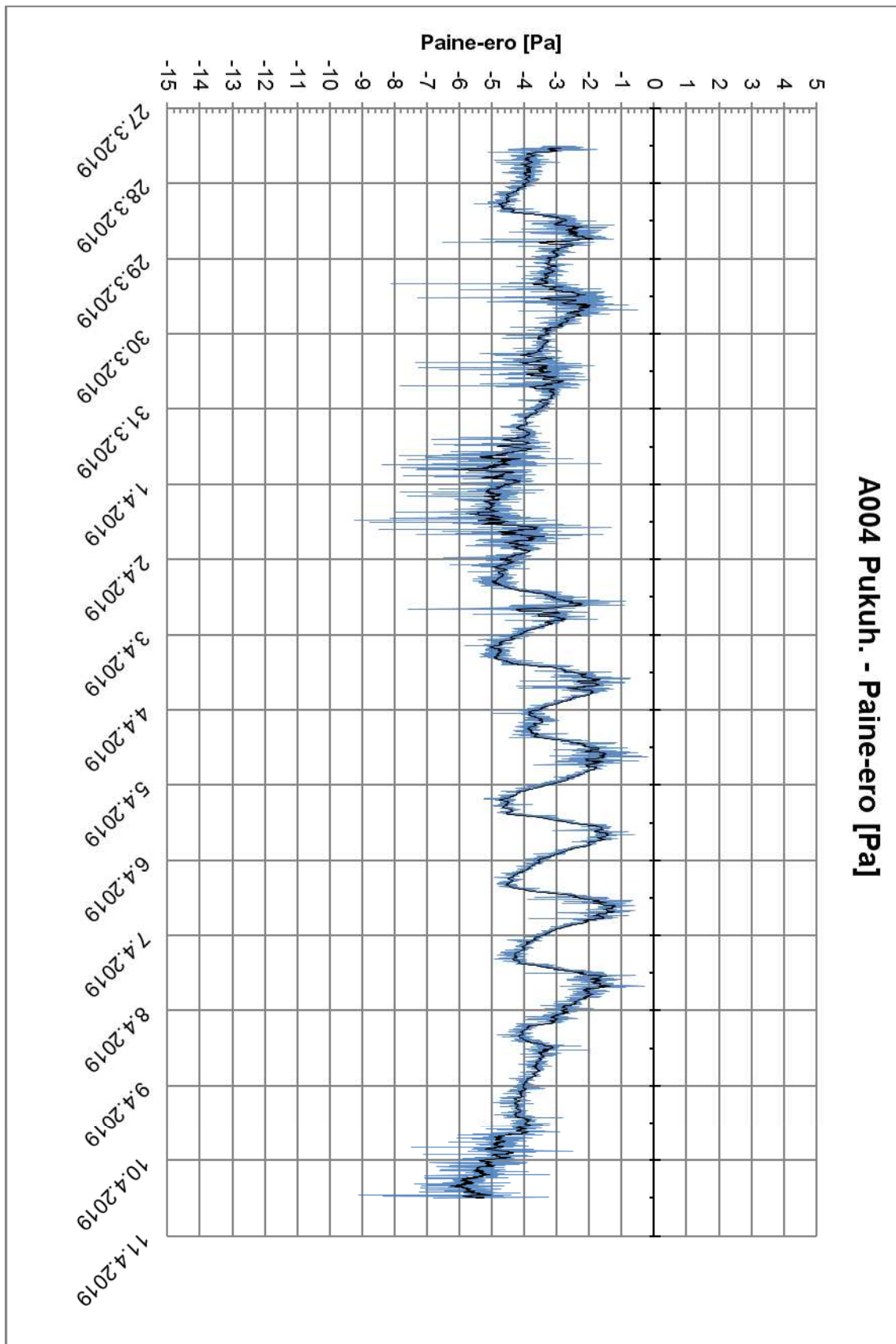
Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.



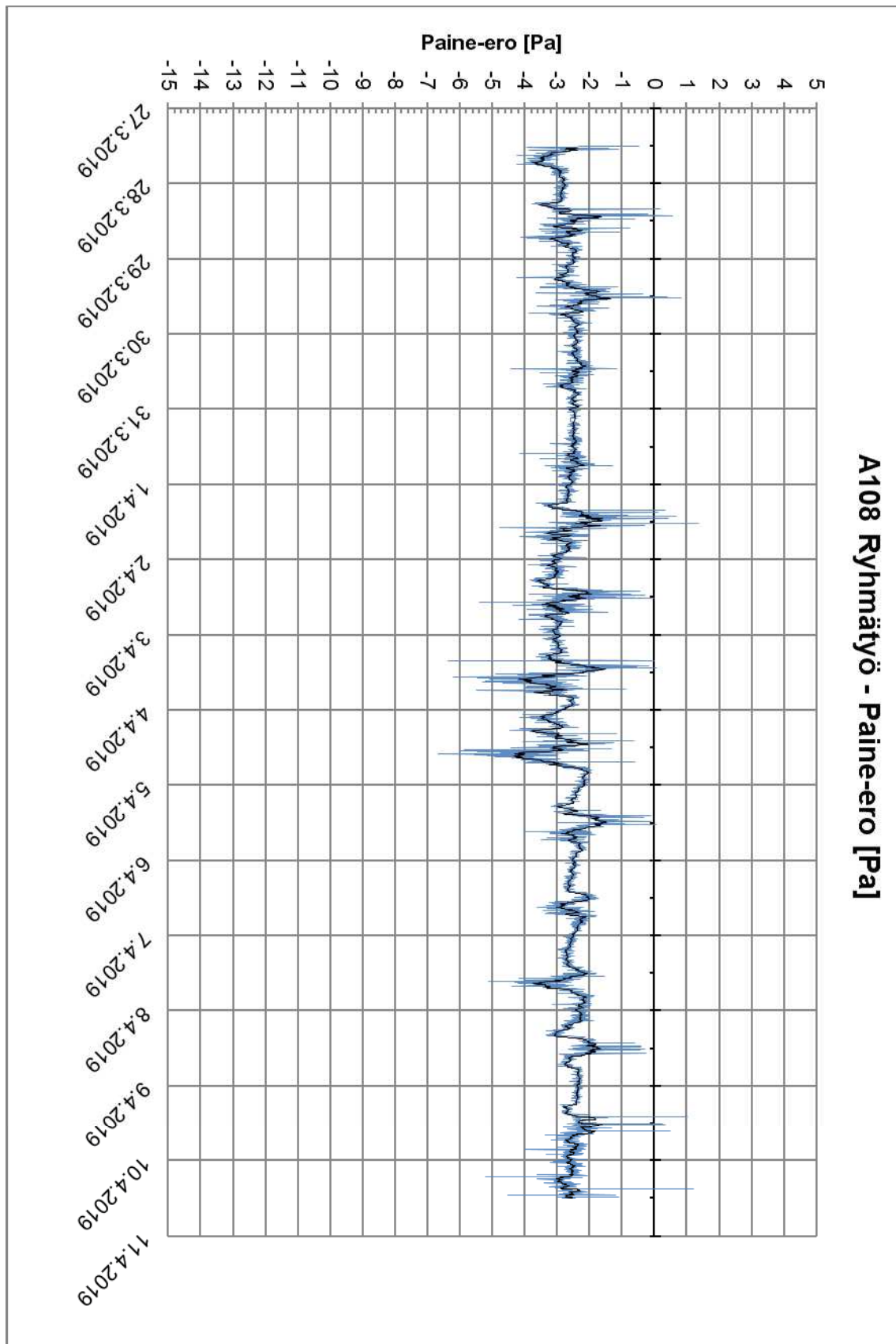
LIITE 4. Paine-ero- ja olosuhdeseurantakuvaajat



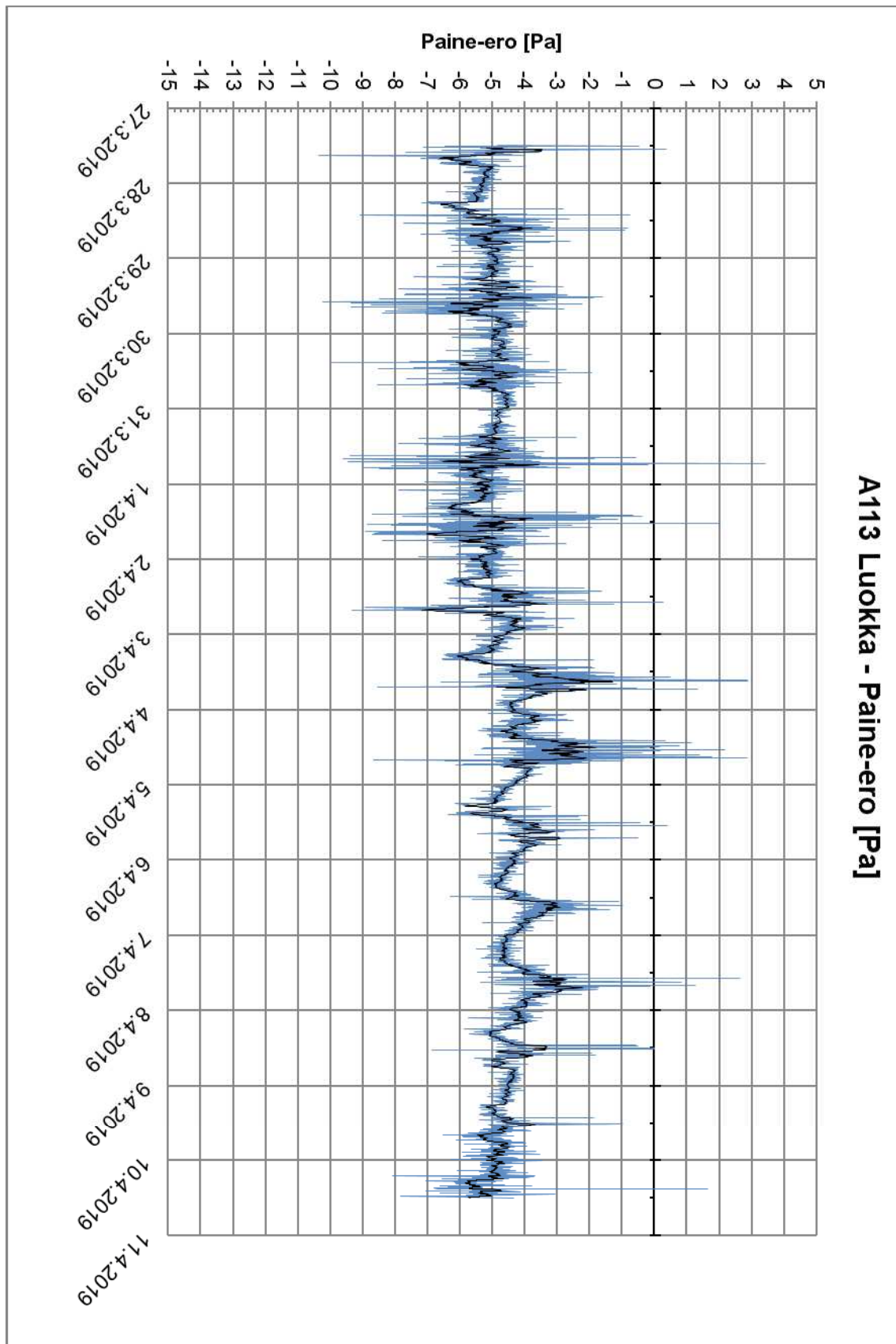
Kuvaaja 1. Tilojen paine-erokuvaajat seurantajaksolta.



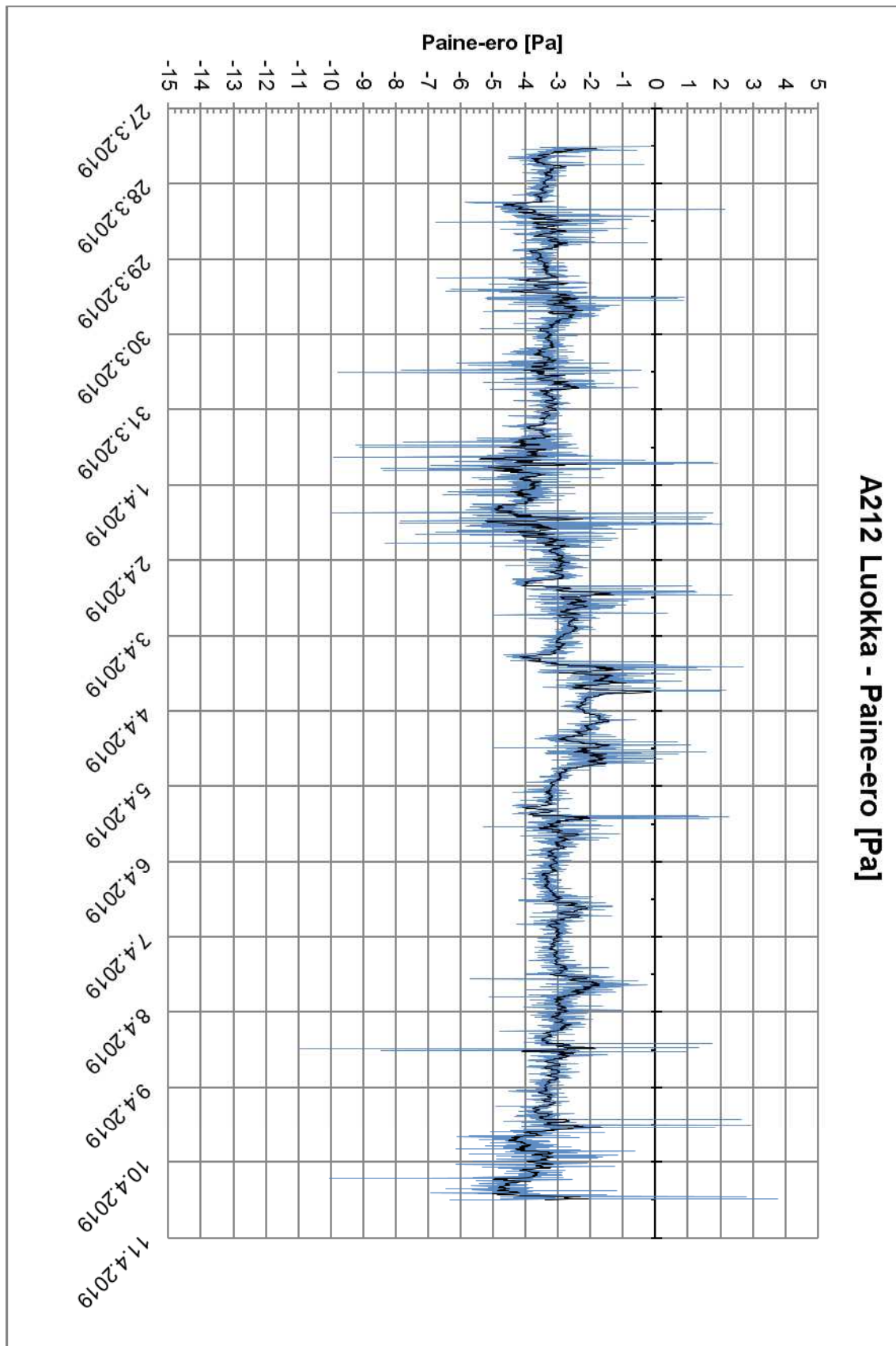
Kuvaaja 2. Pukuhuoneen A004 paine-eron kuvaaja seurantajaksolta.



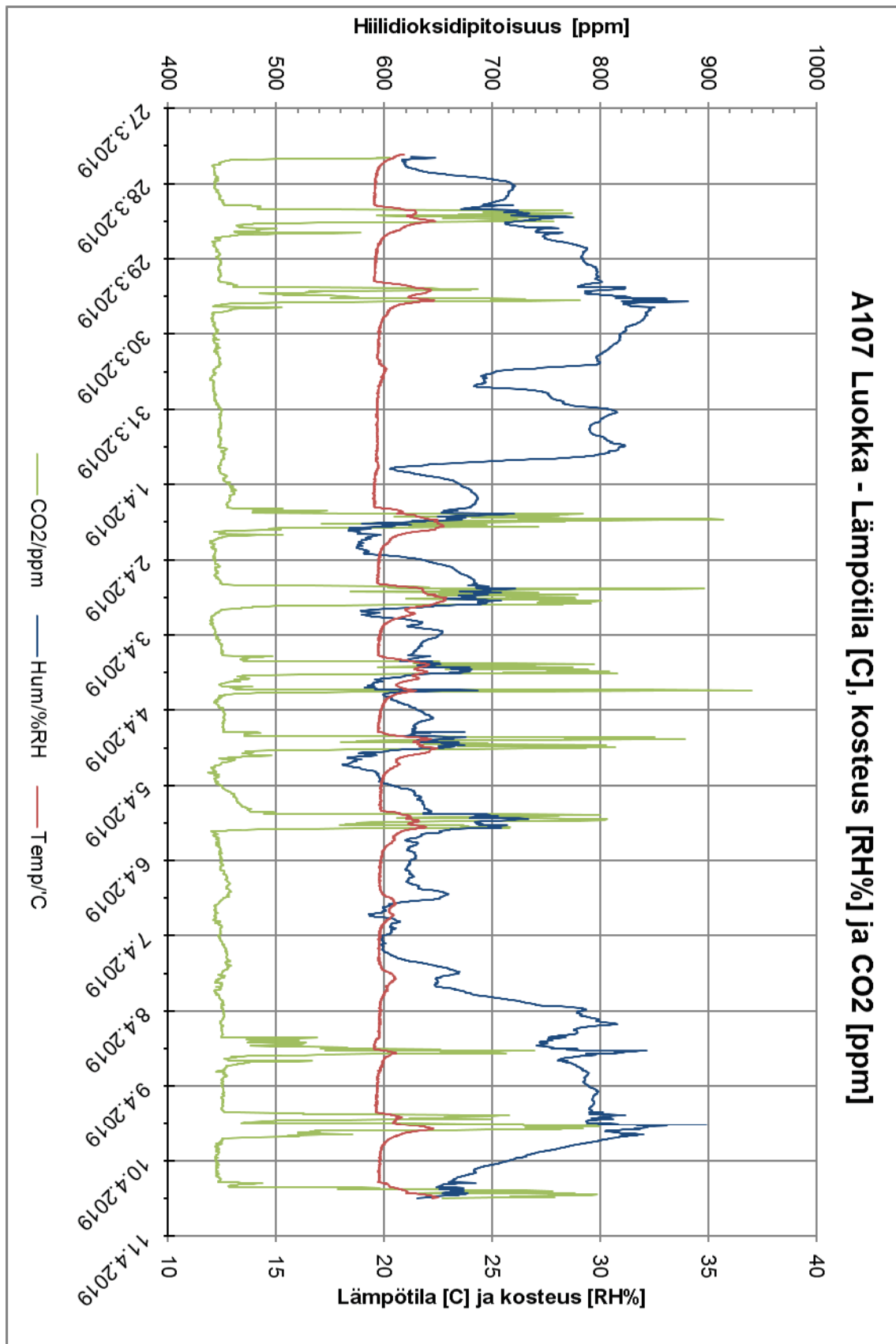
Kuvaaja 3. Ryhmätyöhuoneen A108 paine-eron kuvaaja seurantajaksolta.



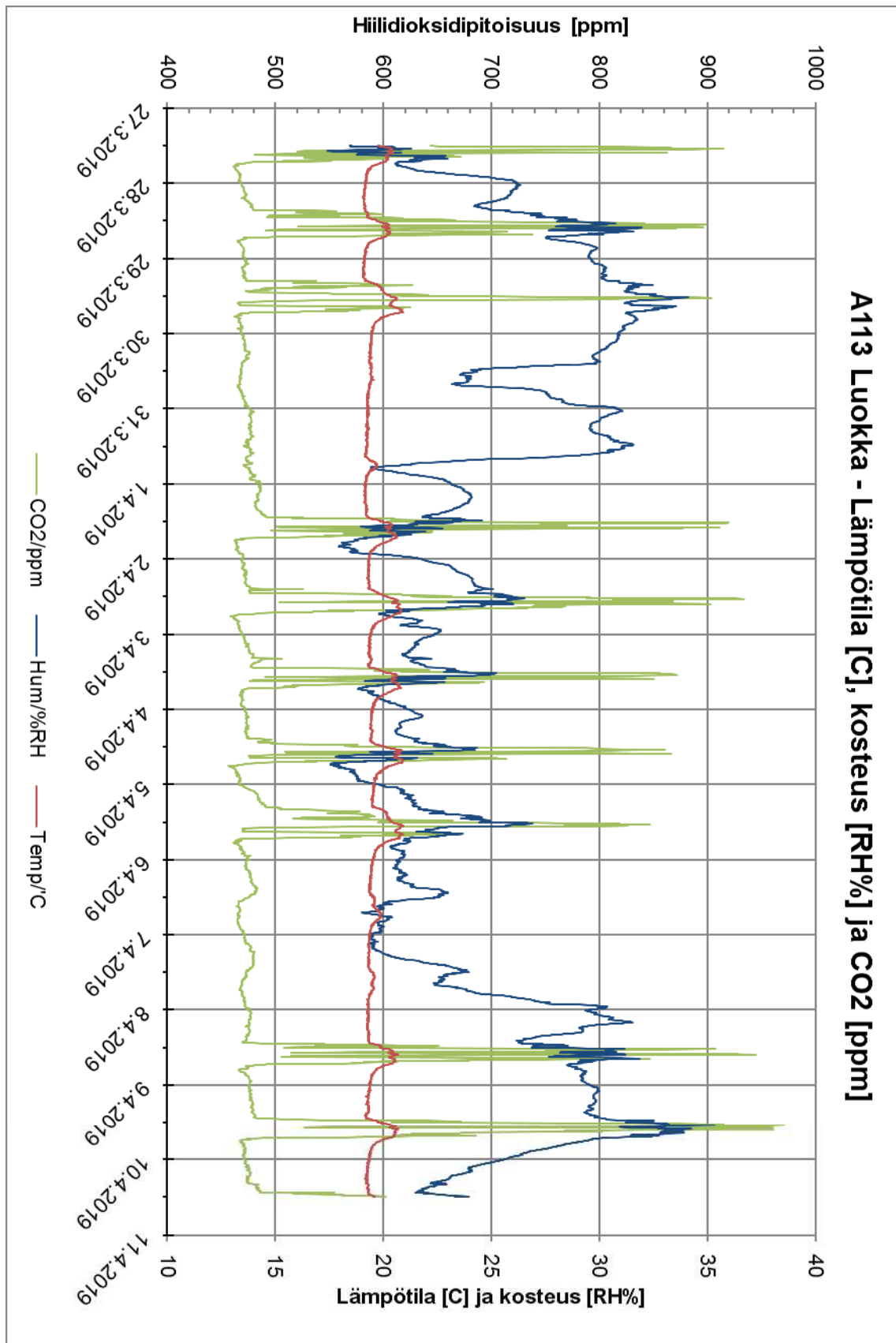
Kuvaaja 4. Luokan A113 paine-eron kuvaaja seurantajaksolta.



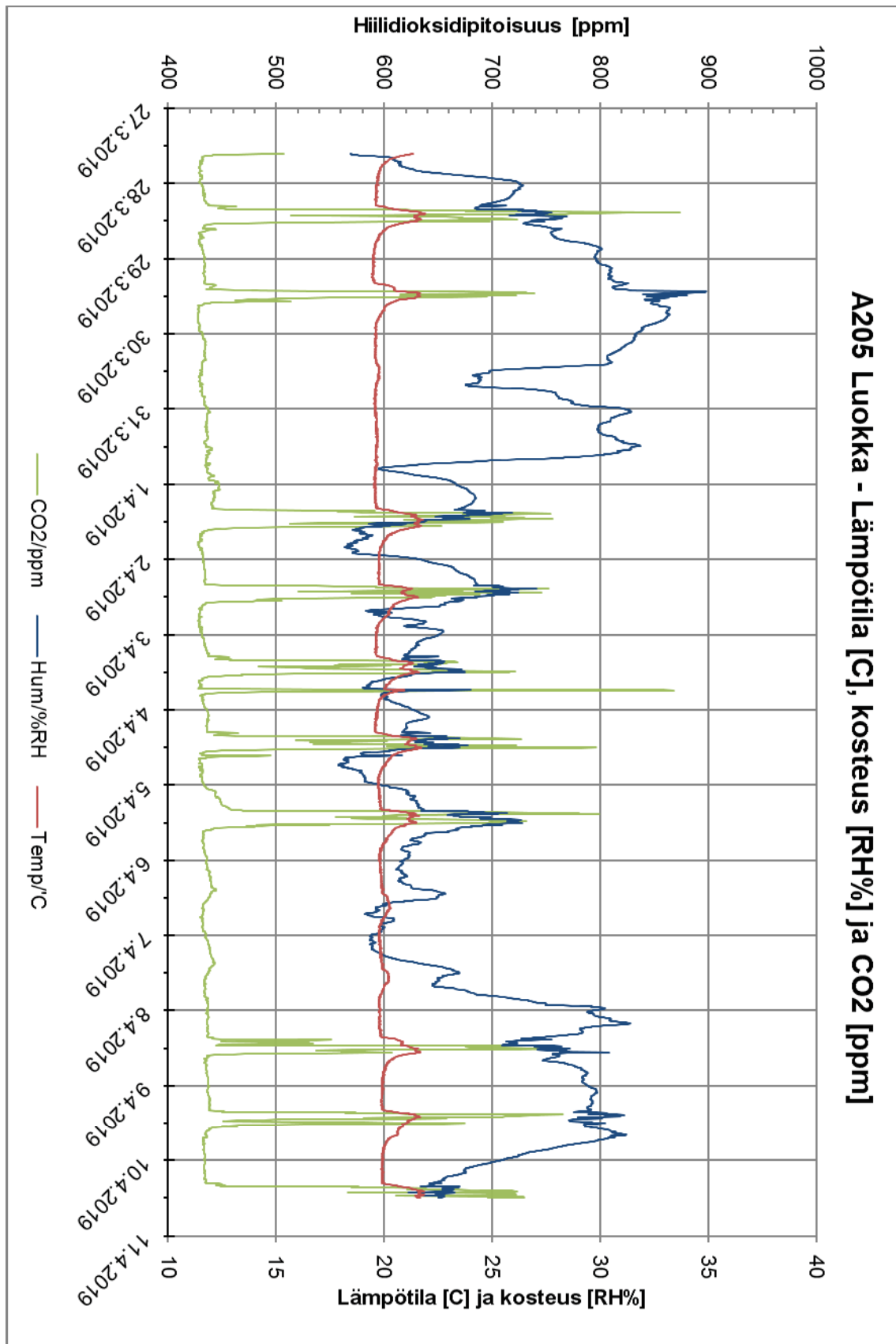
Kuvaaja 5. Luokan A212 paine-eron kuvaaja seurantajaksolta.



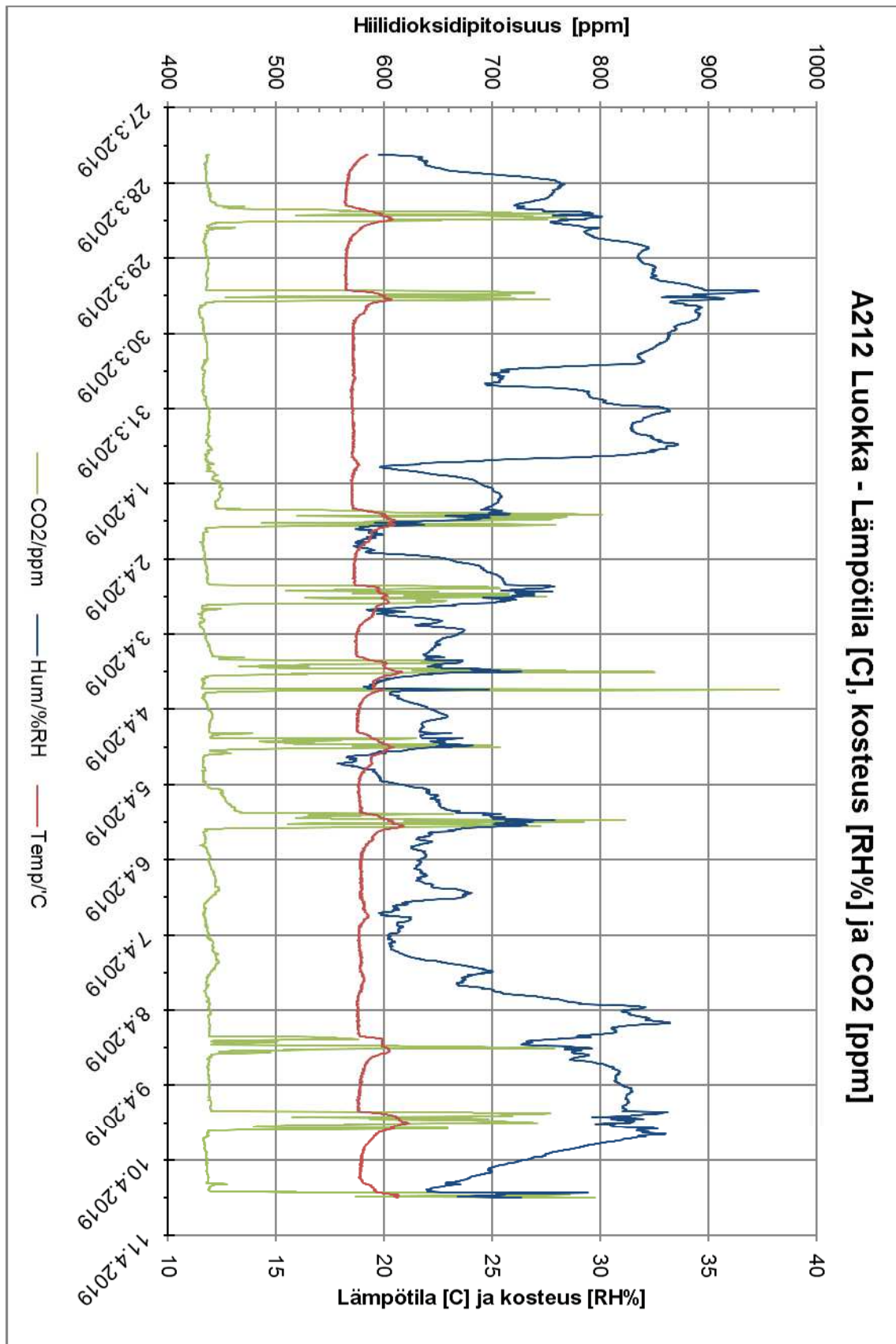
Kuvaaja 6. Luokan A107 olosuhdeseurannan tulokset seurantajaksolta.



Kuvaaja 7. Luokan A113 olosuhdeseurannan tulokset seurantajaksolta.



Kuvaaja 8. Luokan A205 olosuhdeseurannan tulokset seurantajaksolta.



Kuvaaja 9. Luokan A212 olosuhdeseurannan tulokset seurantajaksolta.

Jätevesiviemäreiden toiminnallinen tutkimus

Jätevesiviemäreitä kuvattiin sisäpuolisesti TV- kameralla yhteensä 6 osuutta. Kiinteistön jätevesiviemärit on asennettu kuvatuin osin valurautaviemäristä ja muoviviemäristä muhviitoksin.

Kuvatuista jätevesipohjaviemäristä havaittiin painumaa viemäriosuudella, joihin irtojätettä pääsee kasaantumaan. Jätevesipohjaviemäri kuvattiin tuuletuksen kautta, koska kaivoja ei ole esillä. Jätevesipohjaviemärin toiminnallinen kunto on kuvauksen perusteella hyvällä tasolla. Suosittelemme tonttivilästä tehtäväksi seurantakuvausta vuonna 2024. Kaivojen esiin kaivamista suositellaan tehtäväksi pikimmiten.

Jätevesituuletusviemäreiden kuvauksissa havaittiin runsasta korroosiota sekä kertymää. T1 oli tukossa irtoilleen korroosion vuoksi. Tuuletusviemäreiden toiminnallinen kunto on huonolla tasolla kuvatuin osin, suosittelemme tuuletusviemäreille kokonaisvaltaista uusimista tehtäväksi viimeistään vuoteen 2021 mennessä.

Jätevesihaaraviemäreitä kuvattiin pesuallaiden poistoputken kautta. Kuvatuissa haaraputkissa havaittiin kertymää ja rasvalietettä, sekä viemärin halkeama. Suosittelemme haaraviemäreille tehtäväksi kokonaisvaltaista uusimista pikaisesti.

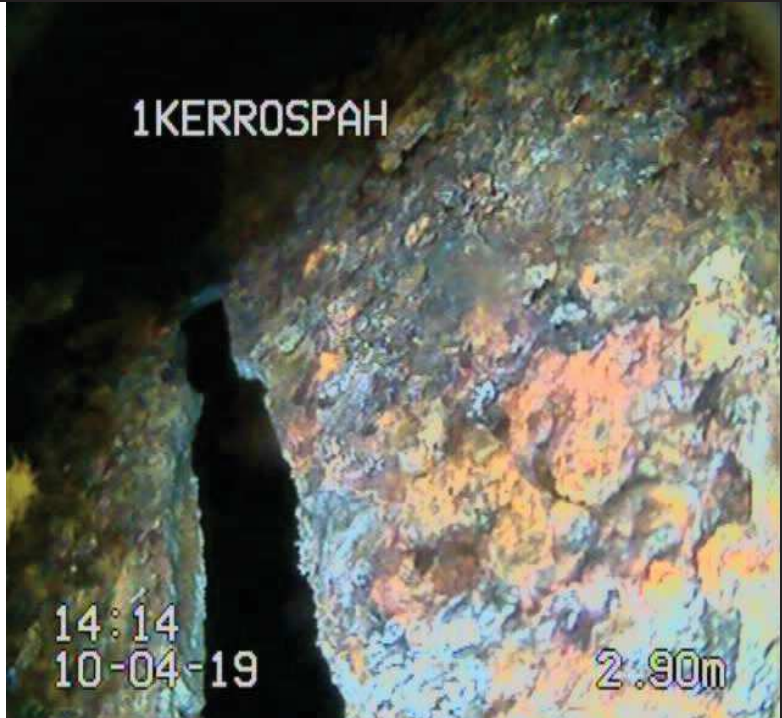
Helsingissä 25.4.2019

Tero Kontiainen

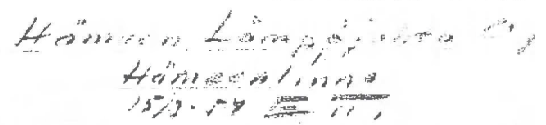
Asiantuntija

Kiwa Inspecta

Valokuvat

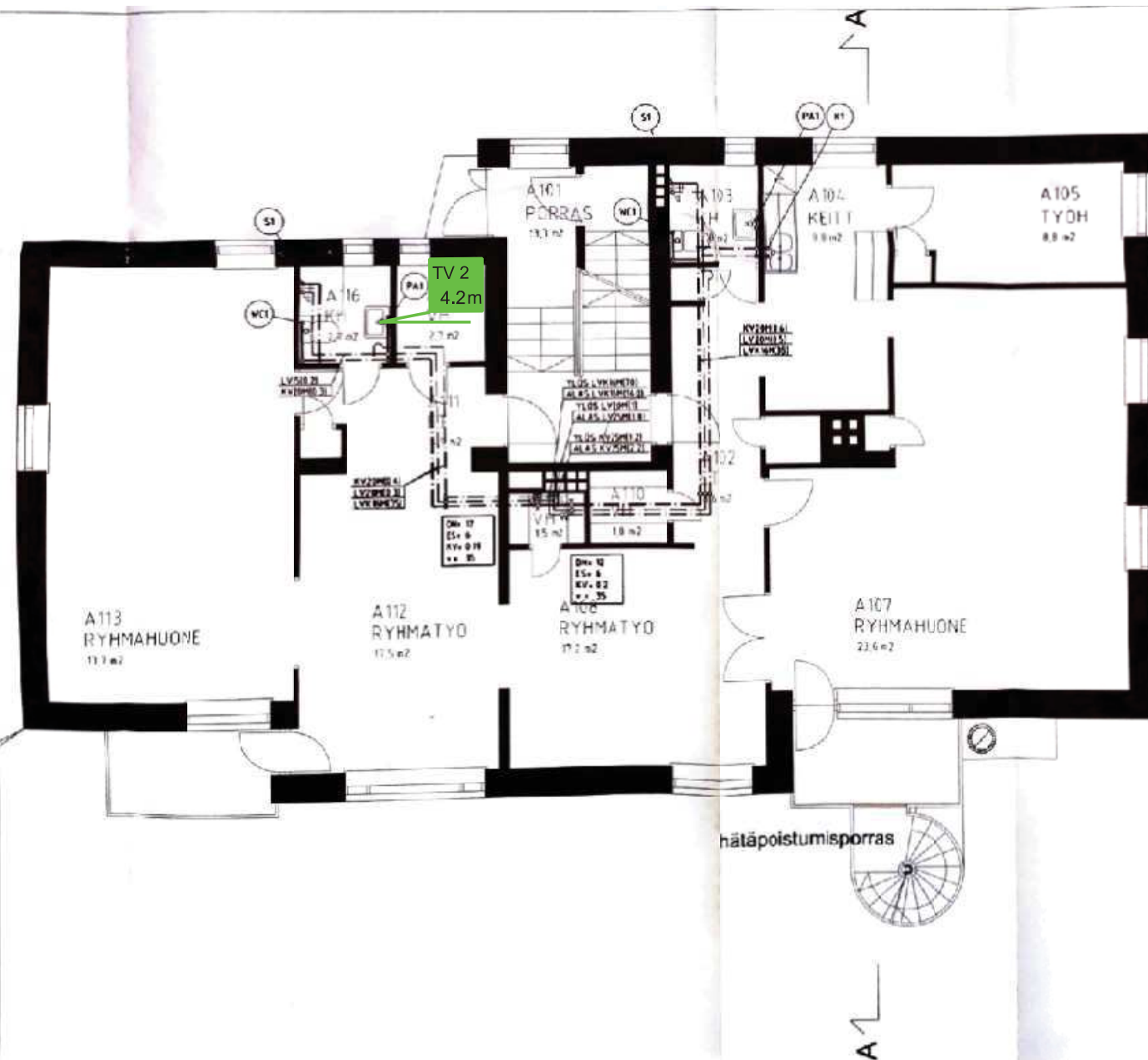
	Viemärissä halkeama ensimmäisen kerroksen pesualtaan haarassa.
	Lyijyä toisen kerroksen pesualtaan haarassa.

P.P. 40



T1&T2 ON KUVATTU TUULETUSVIEMÄRISTÄ
TV1&TV3 ON KUVATTU 2.KRS PESUALLASHAAROISTA
TV2 ON KUVATTU 1.KRS PESUALLASHAARASTA
TV4 ON KUVATTU KELLARIKERROKSEN PESUALTAASTA

LA 12036 Kirkwood Mass April 11, 1903. LVI. 88. 27.



JV 99
99,9m

T1-2 Kuvattu vintiltä



Toteutaja PUTKISTOJEN KUNTOTUTKIMUS	Projekti Kirkonkulman koulu	Maalaus
Tutkimuskohteiden nimi Kirkonkulman koulu	Tutkimuskohteiden TUTKIMUSKOHDAT 1 KERROS	
Tutkimuskohteiden Vanhappilantie	Maalaus Maalaus	TV-KUVAUS JÄTEVESI
Suunnittelija Suunnittelija 3, 04400 Helsinki Puh. +358-91010 521 000 www.kuntatutkimus.fi	Tutkimus 25.4.2019	Tutkimusnumero TK

LVI-Lindros Oy		LVI 12036 202	
Kirkonkulman koulu		Vesi ja viemäri	
Vanhappilantie 87		Pohjapiirustus	
Hämeenlinna		1 kerros	
LVI-Lindros Oy		LVI 12036 202	
Kirkonkulman koulu		Vesi ja viemäri	
Vanhappilantie 87		Pohjapiirustus	
Hämeenlinna		1 kerros	



•

[illegible][illegible]