

TUTKIMUSSELOSTUS

PAPPILAN KOULU, ASUNTOLARAKENNUS
KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS
ILMANVAIHTOTEKNIEN KUNTOTUTKIMUS

10.2.2019



Sisällysluettelo

1	Yleistiedot	4
1.1	Tutkimuskohde	4
1.2	Tilaaaja	4
1.3	Tutkimuksen tavoite	4
1.4	Tutkimusajankohta	4
1.5	Tutkimuksen tekijät.....	4
2	Tiivistelmä.....	5
3	Kohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta.....	6
4	Lähtötiedot.....	7
5	Tutkimusmenetelmät.....	7
6	Piha-alueet	9
6.1	Havainnot.....	9
6.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset	11
7	Alapohja ja maanvastaaiset rakenteet	12
7.1	Rakenteet.....	12
7.2	Havainnot.....	13
7.3	Kosteusmittaukset	18
7.4	Merkkiainekokeet	19
7.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	19
8	Välipohja.....	21
8.1	Rakenteet.....	21
8.2	Havainnot.....	22
8.3	Kosteusmittaukset	27
8.4	Merkkiainekokeet	29
8.5	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	31
9	Väliseinät	31
9.1	Rakenteet.....	31
9.2	Havainnot.....	31
9.3	Kosteusmittaukset	33
9.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	33
10	Ulkoseinät, sokkelit ja ikkunat	34
10.1	Rakenteet.....	34
10.2	Havainnot.....	35
10.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	37
11	Yläpohja ja vesikatto	38

11.1	Rakenteet.....	38
11.2	Havainnot.....	39
11.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	44
12	Muut sisäilman laatuun liittyvät tekijät	45
12.1	Havainnot.....	45
12.2	Johtopäätökset.....	45
13	Ilmanvaihto ja sisäilma.....	46
13.1	Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus.....	46
13.2	Ilmanvaihtokoneet	46
13.3	Ilmamäärämittaukset	50
13.4	Kanavistot ja ilmanjako.....	51
13.5	Olosuhteiden seurantamittaukset	54
13.5.1	Paine-eron seurantamittaukset	54
13.5.2	Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset.....	56
13.5.3	Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset	59
13.6	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	61
14	Altistumisolosuhteiden arviointi	62
15	Yhteenveto suositelluista toimenpiteistä.....	64
15.1	Kiireellisesti suoritettavat toimenpiteet.....	64
15.2	Seuraavan 5 vuoden sisällä tehtävät toimenpiteet.....	65
15.3	Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä suoritettavat toimenpiteet.....	65

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Pappilan koulu, asuntolarakennus
Savikontie 2-6
37800 Akaa

1.2 Tilaaja

Akaan kaupunki
Myllytie 3
37801 Akaa

Vs. kiinteistöpäällikkö Laura Kortteisto, puh: 040 335 3062

sähköposti: laura.kortteisto@akaa.fi

1.3 Tutkimuksen tavoite

Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen tavoitteena oli arvioida rakenteiden ja piha-alueiden kuntoa ja toimivuutta, arvioida havaittujen puutteiden vaikutusta rakenteiden kosteustekniseen toimintaan ja rakennuksen sisäilman laatuun sekä määrittää toimenpide-ehdotukset havaittujen puutteiden korjaamiseksi.

Ilmanvaihtoteknisen kuntotutkimuksen tavoitteena oli arvioida järjestelmien toimivuutta, kuntoa, jäljellä olevaa käyttöikää, havaittujen puutteiden vaikutusta sisäilman laatuun ja järjestelmien toimintaan sekä määrittää toimenpide-ehdotukset havaittujen puutteiden korjaamiseksi.

Tutkimukset tehtiin tutkimussuunnitelmassa (Vahanen Rakennusfysiikka Oy, 23.11.2018) esitetystä laajuudesta huomioiden jo kohteessa suoritettujen tutkimusten havainnot ja mittaustulokset sekä käyttäjien tekemät havainnot.

1.4 Tutkimusajankohta

Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen kenttätyöt suoritettiin 10.12.2018, 12.12.2018 sekä 20.12.2018.

Ilmanvaihtoteknisen kuntotutkimuksen kenttätutkimukset tehtiin 10.12.2018.

1.5 Tutkimuksen tekijät

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampellan esplanadi 2
33100 Tampere

Tutkimushanke suoritettiin seuraavalla tutkimusryhmällä:

- Hannes Timlin, TkK
- Ella Lahtinen, DI
- Toni Lammi, RI, RTA
- Timo Korkala, DI

Projekti RAFY2514.

2 Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin sisäilman laatuun ja rakenteiden kosteustekniseen toimintaan vaikuttavia puutteita sekä ilmanvaihdon toimintaa. Tehtyjen tutkimusten perusteella laadittiin toimenpide-ehdotukset havaittujen puutteiden korjaamiseksi. Seuraavassa on esitetty tutkimuksissa tehdyt merkittävimmät havainnot, johtopäätökset sekä toimenpide-ehdotukset.

Piha-alueen vedenohjauksessa ja maanpinnan muotoilussa rakennuksen ympärillä havaitut vähäiset puutteet aiheuttavat kohtalaista kosteusrasitusta rakennuksen maanvastaisille rakenteille, mutta eivät sisäpuolisten havaintojen perusteella edellytä kiireellisiä toimenpiteitä.

Maanvastaisissa rakenteissa ei havaittu sisäilman laadun kannalta merkittäviä puutteita. Kellarikerroksessa on öljyn hajua sekä pienialainen alue, jossa öljyä on imeytynyt rakenteisiin. Hajujen on mahdollista kulkeutua ilmapvirtausten mukana kellarista käyttötiloihin, minkä johdosta suosittelemme tiivistämään teknisen tilan väliseinien epätiivit läpiviennit. Kellarikerros ei tutkimushetkellä teknisiä tiloja lukuun ottamatta ollut käytössä. Mikäli kellaritiloja halutaan tulevaisuudessa ottaa muuhun käyttöön, vaatisi se melko laajoja rakenneteknisiä korjauksia ja ilmanvaihdon parantamista sekä mahdollisesti ulkopuolisen kosteusrasituksen vähentämistä.

Välipohjien täyttömateriaalit ja pintarakenteet on uusittu kattavasti vuonna 2014. Välipohjien ilmatiiveys todettiin heikoksi, mutta välipohjien täyttökerroksissa ei havaittu sisäilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Välipohjien osalta suosittelemme parantamaan viipymättä rakenteen ilmatiiveyttä teknisten tilojen kohdalla, millä estetään ilmapvirtauksia kellarikerroksesta käyttötiloihin. Välipohjien ilmatiiveyden parantaminen muilta osin on tarkoituksenmukaista, kun välipohjien lattioiden pintamateriaaleja seuraavan kerran uusitaan.

Ulkoseinät ovat kosteusteknisesti varmatoimisia massiivitiilirakenteita. Ulkoseinissä ei havaittu merkittäviä sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä. Rapattujen julkisivujen kunnon ja korjaustarpeen selvittämiseksi suosittelemme rapattujen julkisivujen kuntotutkimusta seuraavan viiden vuoden kuluessa.

Vesikatteena toimiva tiilikate ja sen aluskate ovat todennäköisesti alkuperäisiä ja ovat teknisen käyttöikänsä päässä. Ikäntyneet vesikattomateriaalit aiheuttavat merkittävän riskin yläpohjan vesivuodoille. Suosittelemme uusimaan vesikatteen aluskatteineen viimeistään seuraavan viiden vuoden kuluessa. Samassa yhteydessä on suositeltavaa parantaa yläpohjarakenteen ilmatiiveyttä ja lämmöneristävyyttä. Tutkimushetkellä vesikatolla havaittiin yksi vähäinen aktiivinen vesivuoto, joka tulee korjata viipymättä ja uusia lämmöneristeet vuotokohdan alapuolelta. Yläpohjarakenteen ilmatiiveydessä havaittujen puutteiden vaikutus sisäilman laatuun on vähäinen.

1. kerrosta palvelevan ilmanvaihtokoneen ilmamäärä ei ole nykykäyttöön riittävä, vaan tilakohtaiset ilmamäärät ovat liian pieniä ja tilojen hiilidioksidipitoisuus nousee käytön aikana korkealle, mikä vaikuttaa selkeästi 1 kerroksen sisäilman laatuun. Suosittelemme uusimaan koneen lähivuosina.

2. kerrosta palvelevan ilmanvaihtokoneen ilmamäärät olivat käyttöön nähden riittävät ja kone on teknisesti tyydyttävässä kunnossa.

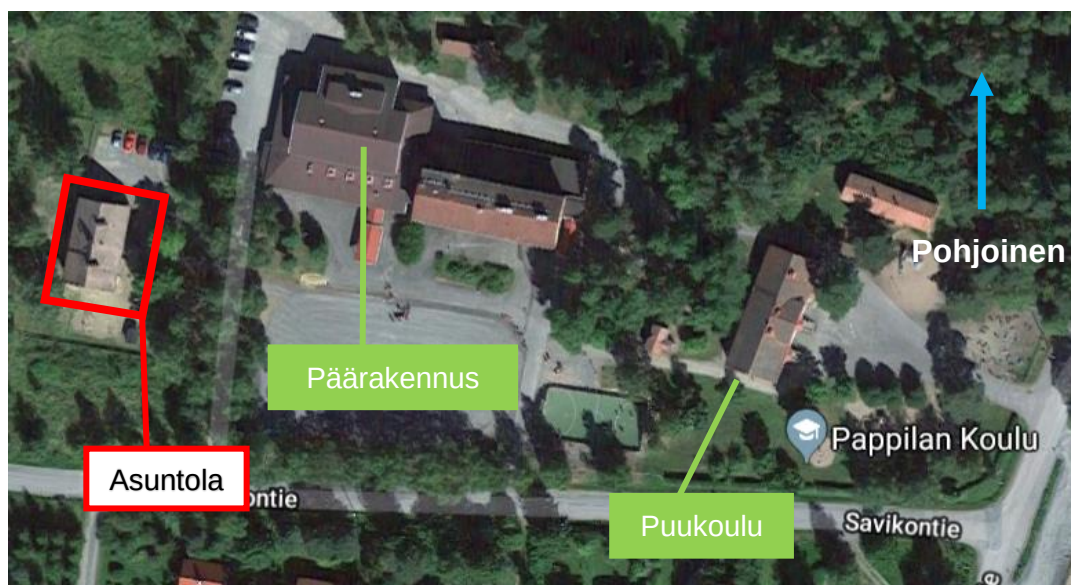
Rakennuksen painesuhteet olivat vuodenaikaan nähden tavanomaiset, eikä niissä havaittu ilmanvaihdon poikkeavaan toimintaan viittaavia muutoksia. Termisen paine-eron vaikutuksesta ilmapvirtaukset kulkevat rakennuksessa pääasiassa alhaalta ylöspäin, mikä mahdollistaa ilmapvirtaukset kellarikerroksesta käyttötiloihin, mikäli rakenneliittymät eivät ole tiiviitä.

3 Kohteen kuvaus ja tutkimuksen tausta

Tutkimuksen kohteena oleva ”Pappilan koulun asuntola” on alun perin vuonna 1949 rakennettu Akaan Toijalassa sijaitsevan Pappilan koulun opettajien asuntolaksi. Lähtötietojen mukana rakennuksen käyttötarkoitus on muutettu asunnoista päivähoitoon ja koulun tiloiksi vuonna 2008. Siitä lähtien rakennus on ollut esikoulun sekä iltä- ja aamupäivätoiminnan tiloina. Rakennuksessa on kaksi maanpinnan yläpuolista kerrosta, jotka ovat käytössä, sekä kellarikerros, joka on lähtötietojen mukaan ollut tyhjiillään vuodesta 2012 lähtien.

Rakennuksen kantavat seinärakenteet ovat kivirakenteisia (betoni, kevytbetoni ja tiili). Alapohja sekä alempi välipohja ovat betonirakenteisia ja ylempi välipohja sekä yläpohja ovat puurakenteisia. Rakennuksen kattomuotona on jyrkkä harjakatto, vesikatteena tiilikate ja julkisivut ovat rapattuja.

Asuntolarakennuksen sijainti Pappilan koulun pihapiirissä on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Satelliittikuva Pappilan koulusta. Tutkimuskohteena olevan asuntolarakennuksen sijainti on rajattu kuvaan punaisella. Sinisellä nuolella on kuvattu pohjoinen ilmansuunta.

Ilmanvaihtojärjestelmänä on ollut alun perin painovoimainen ilmanvaihto, joka on muutettu 2000-luvulla koneelliseksi tulo- ja poistoilmanvaihdoiksi.

Lähtötietojen mukaan rakennukseen on tehty ainakin seuraavia korjaus-/muutostöitä:

- Koneellisen tulo-poistoilmanvaihdon asentaminen 1. kerrokseen vuonna 2001.
- Koneellinen tulo-poistoilmanvaihdon asentaminen 2. kerrokseen vuonna 2008.
- 2. kerroksen ja sivuvinttien peruskorjaus 2008 sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutos.
- Ainakin osittainen LVV-verkoston uusiminen 2008.
- Molempien välipohjien täyttöjen ja pintamateriaalien uusiminen vuonna 2014.
- Ikkunat on uusittu, mutta sen ajankohta ei ole tiedossa.
- Rakennuksen vierustalle on uusittu sadevesiviemäröinti, sokkelin ulkopuolelle on osittain asennettu perusmuurilevy ja routasuojaus. Ajankohta ei ole tiedossa.

Kohteeseen tehdyistä korjaus- ja muutostöistä on olemassa heikosti dokumentoitua tietoa. Yllä esitetty tiedossa oleva korjaushistoria perustuu tilaajan toimittamaan lähtötietoaineistoon sekä tutkimuksissa tehtyihin havaintoihin korjauslaajuudesta.

4 Lähtötiedot

Käytettävissä oli seuraava tilaajan toimittama aineisto:

- Tiedote oire- ja sisäilmakyselyn tuloksista, 10.03.2018
- Ilmanvaihdon mittausraportti, T&T Air Oy, 10.10.2017
- Sisäilmaongelmailmoitus, 28.9.2016
- PTS-ehdotukset vuosille 2016-2017, Akaan kaupunki, ei päivämäärää
- Ympäristöjaoston pöytäkirja (käyttökiellon purku), 24.11.2014
- Ympäristöjaoston pöytäkirja (määräys käyttökiellosta), 26.5.2014
- Valokuvia välipohjakorjauksista, 2014
- Lausunto, Lisänäytteet ja korjaussuositus, Insinööritoimisto Jommi Suonketo 2.7.2013
- Lausunto, Mikrobiologinen kuntotutkimus, Insinööritoimisto Jommi Suonketo 17.5.2013
- Työsuojelutarkastuksen tarkastuskertomus, Aluehallintovirasto Länsi- ja Sisä-Suomi, 17.2.2012
- Sisäilmaongelmailmoitus, 11.2.2012
- ARK-piirustuksia julkisivujen korjauksista, Arkkitehtitoimisto Kimmo Linno-vaara, 2.1.2008
- IV-piirustuksia vuosilta 2001 ja 2008
- Alkuperäisiä ARK-piirustuksia vuodelta 1949

5 Tutkimusmenetelmät

Aistinvarainen arviointi

Kaikkien sisätilojen näkyvät pinnat tarkastettiin aistinvaraisesti rakennetta rikkomatta niiltä osin, kuin ne olivat huonekalujen ja irtaimen puolesta tarkastettavissa. Samalla arvioitiin tilojen hajuja ja aistinvaraista sisäilman laatua.

Rakennuksen ulkopuolelta arvioitiin julkisivujen, vesikaton sekä ikkunoiden kosteusteknistä toimintaa ja mahdollisia puutteita. Piha-alueiden pintavesien ohjauksen ja rakennuspohjan salaojituksen kuntoa sekä mahdollisten puutteiden aiheuttamaa kosteusrasitusta rakenteille arvioitiin aistinvaraisesti havainnoimalla.

Ylä- ja alapohjan tuuletustilojen tuulettuvuutta, kuntoa sekä mahdollisia kosteusteknisiä riskejä arvioitiin aistinvaraisesti.

Pintakosteuskartoitus

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteusilmaisinta Gann Hydrotect LB70 teleskooppipinta-anturi ja LG1 -lukulaiteyhdistelmää, asteikko 0-182. Pintakosteudenilmaisimen kohdistettiin mitattavaan rakenteen pintaan ja laitteistolla havaitut arvot luettiin mittapään kytketyn lukulaitteen näytöstä. Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, missä samasta rakenteesta eri kohdista havaittuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi

vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakerrostumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut.

Viiltomittaukset

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

Porareikämittaukset

Kellarikerroksen maanvastaisten rakenteiden kosteusmittaukset tehtiin porareikämittausmenetelmällä noudattaen ohjekortin *RT 14-10984 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus* ohjeistusta. Mittauksessa käytettiin HMP44-kosteusmittapäitä ja HMI41-lukulaitetta. Porauksen jälkeen mittausreiät puhdistettiin, putkitettiin, putket imuroitiin ja tiivistettiin vesihöyrytiivillä kitillä ja reikiin annettiin tasaantua vähintään 3 vrk. Mittapää asennettiin mittausreikiin tasaantumisen jälkeen ja putket tiivistettiin. Mittapäiden annettiin tasaantua porareissä noin 1 h, jonka jälkeen lukemat otettiin HMI41-lukulaitteella ja kirjattiin ylös. Porareikämittaus on tarkimmillaan noin $+20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa. Kosteusmittauksissa käytetyt mittapää kalibroidaan Vahanen Rakennusfysiikka Oy:ssä vähintään kuuden kuukauden välein.

Seurantamittaukset

Painesuhteet

Tilojen välisten painesuhteiden seurantamittaukset toteutettiin jatkuvatoimisilla paine-eromittauksilla Beck- ja Tinytag Plus- mittalaite – tiedonkerääjäyhdistelmällä noin kahden viikon mittausjaksolla.

Ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila

Tilojen sisäilman sekä ulkoilman suhteellisen ilmankosteuden ja lämpötilan seurantamittaukset toteutettiin jatkuvatoimisilla mittauksilla Testo174H-/Hobo UX-100- mittalaite – tiedonkerääjäyhdistelmällä noin kahden viikon mittausjaksolla.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta mitattiin jatkuvatoimisilla SenseAir/aSENSE ja Tinytag Plus -mittalaite-tiedonkerääjäyhdistelmällä noin kahden viikon mittausjaksolla.

Ilmavirtaukset

Rakenteiden ja eri tilojen välisiä ilmavirtausten suuntia tarkasteltiin Regin-merkkisavun avulla. Hetkellisiä paine-eroja mitattiin Testo 512-/TSI Velocicalc 9565P -paine-eromitareilla.

Merkkiainekokeet

Rakenteiden ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainetutkimuksin, jotka suoritettiin ohjekortin *RT 14-11197 Rakenteiden tarkastelu merkkiainekokein* mukaisesti. Merkkiaineko-keessa laskettiin kaasua ($5 \text{ } \text{H}_2 + 95 \text{ } \text{N}_2$) alapohjan betonilaatan alle, välipohjan täyttökerrokseen tai ulkoseinän ilmapäliin. Sensistor 9012 WRS-

merkkiaineanalysaattorilla paikallistettiin rakenteista kohdat, joista kaasu virtasi huonetilaan. Merkkiainekokeen yhteydessä hetkelliset paine-erot mitattiin Testo 512-paine-eromittarilla.

Rakenneavaukset

Rakenteiden kuntoa ja rakennetyyppejä tarkastettiin kuntotutkijoiden määrittelemistä paikoista ulkopuolisen rakennusurakoitsijan toimesta tehtyjen rakenneavauksien kautta. Avauksia tehtiin rakennuksen alapohjiin, ulkoseiniin ja väli-/yläpohjiin. Avaukset tehtiin pääasiassa rakenneliittymiin siten, että avauksesta pystyi tarkastamaan molempien liittyvien rakenteiden rakennekerrokset sekä rakenneliittymän. Rakenneavausten paikat on merkitty liitteeseen 1.

Ilmanvaihtokoneet ja ilmamäärät

Ilmanvaihtokoneiden kuntoa sekä puhtautta arvioitiin silmämääräisesti ja valokuvamalla huoltoluukkujen kautta.

Tilojen tulo- ja poistoilmavirrat mitattiin joko SwemaFlow 125 –huppumittarilla tai määritettiin päätelaitteen paine-eron perusteella, tuloilmalaitteen mittaussyhteistä tai ns. mitauskourulla poistoilmaventtiileistä Pressovac PHM-V1 venttiilinsäätömittarilla. Huppumittarin mittaustarkkuus on pienillä ilmamäärillä +/- 1 l/s ja paine-eromittaukseen perustuvalla menetelmällä päästään yleensä 20 % tarkkuuteen, mutta tarkkuus heikkenee pienillä ilmamäärillä ja venttiililautasten ollessa ääriasentoonsa säädettyinä.

6 Piha-alueet

6.1 Havainnot

Rakennuspaikalla ei ole suuria korkeuseroja ja maanpinta seinien vierustoilla on pääosin tasainen. Rakennuksen ympärillä piha-alueen päällysteenä on sora tai nurmi. Paikotellen myös nurmetetuilla piha-alueilla sokkelin vierustalla on sora-/hiekkakaista. Pintavesille ei ole sadevesikaivoja, vaan sadevedet imeytetään maaperään rakennuksen ympärillä.

Rakennuksen kaikilla nurkilla on rännikaivot, jotka on kaivotyypistä päätellen uusittu 2000-luvulla. Rännikaivoista sadevedet on johdettu sadevesiviemärointiin. Sadevesiviemäroinnin purkupaikka ei ole tiedossa. Perusmuurin ympärille on osin pohjois- ja itäseinustaa lukuun ottamatta asennettu perusmuurilevy. Länsiseinustalle tehdyn avauksen mukaan rakennuksen ympärillä on ainakin osittainen routasuojaus.

Sadevesijärjestelmän ja perusmuurilevyn asentaneen rakennusurakoitsijan mukaan rakennuspohjaa ei ole salaojitettu. Lähtötietojen (Suonketo 2013) mukaan kellarikerroksen pohjoispäähän on tulvinut ajoittain vettä.

Seuraavissa valokuvissa on esitetty piha-alueista tehtyjä havaintoja.



Kuvat 2a ja b. Maanpinta rakennuksen ympärillä on tasainen eikä rakennuspaikalla ole suuria korkeuseroja. Piha-alueen päällysteenä on sora tai nurmi. Rakennuksen vierustoilta ei ole sadevesikaivoja.



Kuvat 3a ja b. Kattovedet johdetaan rännikaivoihin. Rännikaivot on uusittu kaivotyypistä päätellen 2000-luvulla. Kaivot olivat osittain tukossa.



Kuvat 4a ja b. Perusmuurin vierustalle kaivetut tarkastuskuopat RAK1 (vasen kuva) ja RAK2 (oikea kuva). **RAK1** tehtiin rakennuksen pohjoispäähän. Tarkastuskohdalla pinnassa on noin 30 cm multaa ja sen alla hiekkaa/moreenia. Kuopan syvyys on noin 500 mm. Tarkastuskohdalla ei havaittu routaeristystä eikä perusmuurin veden-/lämmöneristettä. **RAK2** tehtiin rakennuksen länsisivun eteläosaan. Tarkastuskohdalla pinnassa on noin 30 cm hiekkaa/moreenia ja EPS-routaeriste. Avausta ei jatkettu routaeristeen yläpintaa syvemmälle. Perusmuurilevyn alareunan korko tai kaivuussyvyys eivät selvinneet tarkastuksessa.

6.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Tasainen piha-alue rakennuksen ympärillä ei ohjaa sadevesiä tehokkaasti pois seinien vierustoilta, vaan pääosa rakennuksen ympärille satavasta vedestä tai lumien sulamisvedestä imeytyy maaperään rakennuksen vierustalla aiheuttaen kosteusrasitusta kellarikerroksen rakenteille sekä perusmuurille. Kattovedet on kuitenkin viimeisen sadevesijärjestelmään kohdistetun korjauksen yhteydessä johdettu tehokkaasti rännikaivojen kautta pois rakennuksesta, mikä on todennäköisesti parantanut merkittävästi kellarikerroksen rakenteiden kosteusolosuhteita.

Seuraavassa luvussa esiteltujen maanvastaisten rakenteiden kosteusmittaustulosten perusteella rakenteissa ei havaittu tutkimushetkellä rakenteiden kosteusteknisen toiminnan kannalta kriittisiä kosteuspitoisuuksia. Lisäksi kellaritilojen rakenteet ja nykyiset pintamateriaalit ovat hyvin kosteutta kestäviä. Kellaritilojen nykyisellä käytöllä piha-alueisiin ei kohdistu välittömiä toimenpide- tai korjaustarpeita. Mikäli kellarin tiloja halutaan

ottaa käyttöön, tai kellarin maanvastaisiin rakenteisiin tehdään muutoksia, tulee salaojituksen ja perusmuurin veden- ja lämmöneristysten tarpeellisuutta sekä rakennuksen vierustojen maanpinnan muotoilun tarpeellisuutta arvioida uudelleen.

7 Alapohja ja maanvastaiset rakenteet

7.1 Rakenteet

Rakennuksen alapohjarakenteena on maanvarainen lämmöneristämätön betonirakenne ja lattiapäällysteenä on maalattu tai käsittelemätön betoni tai keraaminen laatoitus. Maanvastaiset seinät ovat lämmöneristämättömiä kevytbetoni-/ betonirakenteita. Alapohja ja maanvastaiset seinät ovat alkuperäisiä.

Rakenteita selvitettiin lähtötiedoista, aistinvaraisin havainnoin sekä rakenneavauksista. Rakenneavausten paikat on esitetty liitteessä 1. Alla on esitetty rakennekerrokset rakenneavausten perusteella. Lisäksi periaatteellisessa leikkauspiirustuksessa (**Virhe. Viitteen lähde ei löytnyt.**) on esitetty maanvastaiset rakenteet.

Alapohja

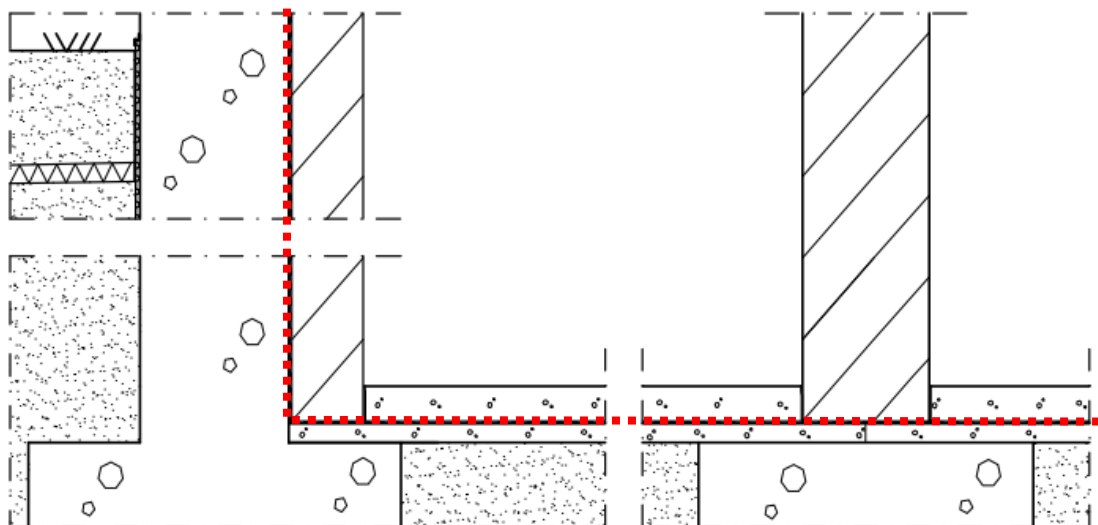
Porareikämittausten PR1 (tila 013) ja PR4 (tila 006) perusteella alapohjarakenne on ylhäältä alaspäin seuraava:

- betoni 70...100 mm
- bitumisively 2...3 mm
- betoni 50 mm
- hiekka

Maanvastainen seinä

Porareikämittausten PR2 (tila 013) ja PR5 (tila 006) perusteella maanvastaisten seinien rakenne on sisältä ulospäin seuraava:

- maali (saunan kohdalla sisäpinnassa puukoolaus ja panelointi)
- kevytbetoni 200 mm
- bitumisively
- betoni 400 mm
- ulkopinnassa osittain perusmuurilevy



Kuva 5. Periaatteellinen leikkauspiirustus maanvastaisen seinän ja alapohjan rakenneliittymästä sekä alapohjan- ja väliseinän rakenneliittymästä. Piirustus on laadittu rakenneavausten (RAK3 ja PR1...PR5) sekä tutkimuksen muiden havaintojen perusteella. Kuvaan on korostettu punaisella katkoviivalla bitumisivelyn sijainti rakenteessa. Rakenneavausten perusteella bitumia on tavanomaista paksumpi kerros ja sively jatkuu rakenneavauksen kohdalla yhtenäisenä alapohjasta maanvastaiseen seinään ja yhtenäisenä väliseinien alitse. Anturan rakennetta, muotoa tai korkoasemaa ei varmistettu rakenneavauksin. Kuvaan piirretyt anturat ovat viitteellisiä. Perusmuurin ulkopuolelle piirrettyä perusmuurilevyä ja routaeristystä ei ole rakennuksen kaikilla sivuilla ja perusmuurilevyn alareunan korkoasemaa ei varmistettu tutkimuksissa.

7.2 Havainnot

Alapohjan lattiapinnoilla tai maanvastaisissa seinissä ei havaittu kalkkihärmää, pinnoitteiden irtoamista tai muita erityisen korkeaan kosteusrasitukseen viittaavia tekijöitä. Maanvastaisissa seinissä havaittiin vanhoja valumajälkiä kellarikerroksen hiilen- /puun lastausluukun alapuolella tilassa 009. Rakennuksen pohjoispäässä alapohjarakennetta vasten olevat puurakenteet, kuten kynnykset ja karmien alaosat on poistettu. Säilytetyissä kynnyksissä ei havaittu laho- tai muita kosteusvaurioita.

Alapohjaan ja seinien alaosaan tehdyn pintakosteuskartoituksen perusteella alapohjassa havaittiin rakennuksen pohjoispäässä muutamia paikallisia alueita, joissa pintakosteusilmaisimen lukemat olivat selkeästi muita alueita korkeampia. Seinien alaosaissa ei havaittu muita alueita korkeampia kosteuspitoisuuksia. Porareikämittausten perusteella kosteusrasitus maata vasten olevissa rakennekerroksissa (alapohja ja maanvastaiset seinät) on korkea, mutta bitumisivelyn sisäpuolisissa rakennekerroksissa kosteuspitoisuudet ovat alhaisia.

Alapohjan pintalaatan ja siihen liittyvien rakenneosien välisissä rakenneliittymissä (kellarikerroksen lattia-seinäliittymät) havaittiin paikoitellen aistinvaraisesti havaittavia 0...3 mm levyisiä rakoja ja lisäksi alapohjassa havaittiin muutamia epätiivitä läpivientejä. Tilaan 005 tehdyssä merkkiainekokeessa alapohjan täyttökerroksesta havaittiin paikallista ilmapuotoa lattia-seinäliittymän kautta maaperästä sisäilmaan.

Alapohjassa ja maanvastaisissa seinissä havaittu bitumisively ei laboratorioanalyysin mukana sisällä asbestia, eivätkä PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuudet ylitä vaarallisen jätteen raja-arvoa. Laboratorion analyysivastaus on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Havainnot alapohjasta ja maanvastaisista seinistä on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuvat 6a ja b. Lastausluukun alapuolella havaittiin valumajälkiä. Lastausluukku ei ole vesitiivis ulkopuolelta.



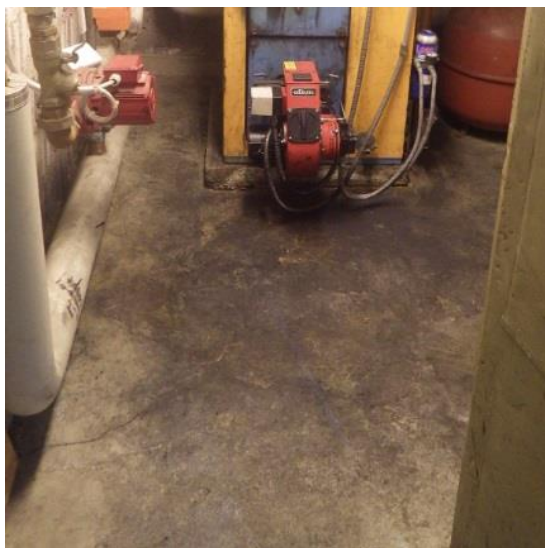
Kuvat 7a ja b. Kellarikerroksen lattia-seinäliitännissä havaittiin paikoitellen selkeitä rakoja. Raoista ei havaittu ilmavirtausta merkkisavun avulla.



Kuvat 8a ja b. Rakennuksen pohjoispäässä kynnykset ja ovikarmien alaosat on poistettu (vasen kuva). Kynnysten kohdalle tehty täyttövalu on aistinvaraisesti arvioituna kohtalaisen tiivis. Olemassa olevien kynnyksen kohdalla pintalaatassa havaittiin selkeä rako (oikea kuva). Tutkimushetkellä raosta ei havaittu ilmavirtausta tai poikkeavia hajuja.



Kuvat 9a ja b. Alapohjassa havaittiin muutamia putkiläpivientejä. Läpiviennit olivat aistinvaraisesti arvioituna kohtalaisen tiiviitä.



Kuvat 10a ja b. Lämmönjakohuoneen lattiassa on runsaasti näkyvää öljyistä likaa (vasen kuva). Lämmönjakohuoneessa havaittiin öljyn hajua. Portaiden alustilassa lattialla betonin pinnalla on hiekkaa /multaa ja muuta roskaa (oikea kuva). Alustilassa ei havaittu merkittävää poikkeavaa hajua.



Kuvat 11 a ja b. Pesutilojen lattiakaivon vesilukko oli tutkimushetkellä kuiva ja pesutiloissa oli voimakas viemäriperäinen haju. Haju poistui kaivon hajulukon kastelun jälkeen. Saunan ja pesutilojen välisen seinän alaosan puuosissa havaittiin paikallisia kosteusvaurioita. Oikeanpuoleinen kuva on otettu saunan ja pesuhuoneen välisen oviaukon reunasta.



Kuva 12. Valokuvia tilaan 009 tehdystä rakenneavauksesta **RAK3**. Avauksesta tarkasteltiin lattia-seinäliittymän toteutusta. Avauksesta havaittiin, että maanvastaisen ulkoseinän kevytbetoninen sisäkuori lähtee pohjalaatan päältä ja alapohjan ja maanvastaisen seinän bitumisively liittyvät avauksen kohdalla toisiinsa. Bitumisivelystä otettiin materiaalinäyte asbesti- ja PAH-yhdisteanalyysiä varten. Bitumisively ei sisällä asbestia eikä PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuudet ylitä vaarallisen jätteen raja-arvoa. Laboratorion analyysivastaus on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 2.



Kuvat 13a ja b. Saunaan tehtiin rakenneavaus **RAK4**, jossa saunan ulkoseinästä ja saunan ja pesutilojen välisestä seinästä irrotettiin puupaneeleita. Paneelin alla maanvastaisessa seinässä havaittiin jonkin verran kalkkihärmää (vasen kuva). Paneloinnin puukoolauksia varten muuraussaumoihin on upotettu puulistat, joihin koolauspuut on kiinnitetty (oikea kuva punainen nuoli). Rakenneavauksen kohdalla puukoolauksessa ei havaittu vaurioita.

7.3 Kosteusmittaukset

Alapohjaan ja seinien alaosaan tehdyn pintakosteuskartoituksen perusteella alapohjassa havaittiin rakennuksen pohjoispäässä muutamia paikallisia alueita, joissa pintakosteusilmaisimen lukemat olivat selkeästi vertailualueita korkeampia. Seinien alaosissa ei havaittu muita alueita korkeampia kosteuspitoisuuksia. Pintakosteuskartoituksen lukemat tiloittain on merkitty liitteeseen 1.

Sekä alapohjaan (PR1 ja PR4) että maanvastaisiin seiniin (PR3 ja PR5) tehtiin kaksi porareikämittauspistettä, joista mitattiin rakenteen suhteellista kosteuspitoisuutta eri syvyyksiltä. Tehdyistä porareikäistä määritettiin lisäksi rakennekerrokset ja tehtiin aistinvaraisia havaintoja.

Kosteusmittaustulokset on esitetty taulukossa 1 ja mittapisteiden sijainnit liitteessä 1.

*Taulukko 1. Alapohjaan ja maanvastaisiin seiniin tehtyjen porareikämittausten tulokset. Reiät porattiin 10.12.2018, ja tulokset luettiin 20.12.2018. Taulukossa on esitetty lämpötila (t) ja suhteellinen kosteus (% RH) sekä ilman kosteussisältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä. Taulukkoon on korostettu punaisella katkoviivalla bitumisivelyiden sijainti suhteessa eri mittaussyvyys-
siin eri mittapisteissä. Katkoviivan yläpuolella olevat tulokset ovat siten sivelyn sisäpuolella ja katkoviivan alapuolella olevat tulokset sivelyn ulkopuolella.*

Mittapiste	Mittaussyvyys (materiaali / mittauspisteen syvyys)	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m³]
PR1, tila 013, lattia	sisäilma tila 013	7	17,7	27,2	4,1
	30 mm, betoni	6	17,6	47,5	7,1
	70 mm, betoni	4	17,4	58,9	8,8
	110 mm, betoni	8	16,9	97,4	14,0
	150 mm, hiekka / savi	10	17,2	86,8	12,9
PR3, tila 013, mv-seinä	50 mm, kevytbetoni	2	15,6	38,7	5,2
	180 mm, kevytbetoni	1	13,5	40,7	4,8
	220 mm, betoni	3	12,1	86,6	9,3
	400 mm, betoni	9	11,4	75,8	7,8
PR4, tila 006, lattia	30 mm, betoni	18	18,4	40,7	6,4
	60 mm, betoni	16	18,2	57,4	8,9
	90 mm, betoni	15	18,1	93,8	14,5
	130 mm, hiekka/savi	14	16,2	100,0	14
PR5, tila 006, mv-seinä sisäilma	220 mm, kevytbetoni	11	14,1	41,1	5,0
	160 mm, betoni	19	13,9	75,9	9,1

7.4 Merkkiainekokeet

Alapohjarakenteeseen tehtiin yksi merkkiainekoe MA1 tilaan 005. Merkkiainekokeessa selvitettiin maaperän ja huoneilman välisiä ilmavuotoreittejä. Kaasu syötettiin alapohjan alle maa-aineskerrokseen betonilaatan läpi poratun reiän kautta. Maa-aines poratun reiän kohdalla oli hyvin savista ja koostumuksen perusteella varsin tiivistä. Kaasua syötettiin 6 l/min virtausnopeudella noin 6 minuutin ajan. Merkkiainekokeen aikana tila oli noin 4 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden ja noin 2 Pa alipaineinen täyttökerrokseen nähden. Merkkiainekokeen aikana vallinneet painesuhteet vastasivat tilan normaaliolosuhteita. Merkkiainekokeessa havaittiin pistemäistä ilmavuotoa maaperän ja sisätilojen välillä väliseinän ja alapohjan rakenneliittymästä. Merkkiainekokeessa tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa ja merkkiainekokeen sijainti on esitetty liitteessä 1.



Kuva 14. Yleiskuva merkkiainekokeen MA1 suorituspaikasta. Merkkiainekaasun syöttöreian kohta on merkitty kuvaan vihreällä nuolella ja havaitut vuotopaikat vihreällä ympyrällä. Havaitut vuotokohdat olivat pistemäisiä ja vuodon voimakkuus kohtalainen. Vuotoa ei havaittu takana näkyvästä putkiläpiviennistä tai ulkoseinän liittymästä. Tehdystä reiästä tarkasteltuna alapohjan alapuolinen täyttömateriaali on savea, jossa merkkiainekaasun kulkeutuminen on erittäin hidasta. Tästä johtuen kaasun kulkeutuminen on voinut olla vähäistä ja merkkiainekokeen vaikutusalue on pieni, vaikka rakenteissa olisikin epätiiveyskohtia.

7.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Maanvastaisten rakenteiden veden- ja lämmöneristykset ovat nykymääräyksiin nähden heikolla tasolla ja kosteussulkuna toimivan bitumisivelyn laskennallinen tekninen käyttöikä on päättynyt, mutta rakenteet toimivat tehtyjen havaintojen ja mittauksen perusteella edelleen kosteusteknisesti varsin hyvin.

Kosteusmittaustulosten ja pintakosteuskartoituksen perusteella maaperässä on kohtalaisen korkea kosteusrasitus, joka pääsee kulkeutumaan maanvastaisiin betonirakenteisiin. Alapohjassa ja maanvastaisissa seinissä oleva bitumisivelykerros katkaisee kuitenkin tehokkaasti maakosteuden kulkeutumisen rakenteiden pintaosiin. Tehtyjen havaintojen perusteella sivelyn tavanomaista suurempi kerrosvahvuus, lattian ja seinien sivelyn saumaton liittyminen toisiinsa sekä kellarikerroksen vesihöyryä läpäisevä lattiapinnoite (maali tai puhdas betonipinta) muodostavat kosteusteknisesti kohtalaisen

turvallisen kokonaisuuden. Lähtötietojen mukaan kellarikerroksen pohjoisosaan on kuitenkin ajoittain tulvinut vettä, mikä viittaa puutteelliseen sade- ja sulamisvesien hallintaan, minkä toimintaa ja toimenpidesuosituksia on kuvattu yksityiskohtaisesti luvussa 6.2. Rakennuksen pohjoispäässä olevien puisten kynnysten kosteusvaurioituminen on mahdollisesti aiheutunut kellarikerrokseen tulvineesta vedestä.

Alapohjarakenteiden ja kellarikerroksen lattia-seinäliittymien ilmatiiveys on tehtyjen tutkimusten perusteella rakennusajankohtaan nähden hyvällä tasolla. Rakenneliittymien yli jatkuva yhtenäinen kosteussulkuna toimiva bitumisivelykerros toimii myös ilmansulkuna ja estää maaperästä sisäilmaan tapahtuvat ilmavuodot tehokkaasti. Havaitut raot kellarikerroksen lattiaseinäliittymissä eivät ulotu maaperään asti, vaan katkeavat bitumisivelykerrokseen. Bitumisivelykerroksen yhtenäisyydessä saattaa olla paikallisia puutteita esimerkiksi rakenteiden liikkeistä johtuen, joiden kautta saattaa tapahtua paikallisia ilmavuotoja maaperästä. Pintakosteuskartoituksen kauttaaltaan alhaiset pintakosteuslukemat myös lattian reuna-alueilla viittaavat kuitenkin varsin yhtenäiseen sivelykerrokseen. Maaperästä tapahtuvien ilmavuotojen merkitys sisäilman laatuun on varsin vähäinen.

Maanvastaisten rakenteiden osalta suurin välittömästi sisäilman laatuun vaikuttava tekijä on lämmönjakohuoneen lattiassa havaittu öljyinen lika. Todennäköisesti öljy on imeytynyt myös rakenteen pintaosia syvemmälle betonilattiaan. Öljyn hajun kulkeutuminen viereisiin ja yläpuolisiin tiloihin heikentää sisäilman laatua. Hajun kulkeutumisen estämiseen liittyvät toimenpiteet on esitetty väliseinien ja välipohjan toimenpidesuosistusten yhteydessä.

Portaiden alustilassa havaitut epäpuhtaudet voivat heikentää sisäilman laatua. Suosittelemme puhdistamaan portaiden alustilan kaikesta orgaanisesta materiaalista.

Kellarikerros ei tutkimushetkellä ollut käytössä, lukuun ottamatta lämmönjakohuonetta ja öljysäiliötä. Kellarikerroksen nykyisellä käytöllä maavastaisissa rakenteissa ei havaittu edellä mainittujen vähäisten toimenpiteiden lisäksi välittömiä toimenpide- tai korjaustarpeita tai puutteita, joilla olisi välitöntä vaikutusta ylempien kerrosten käyttötilojen sisäilman laatuun. Mikäli kellaritiloja halutaan tulevaisuudessa ottaa käyttöön vaatisi se vähintään seuraavia toimenpiteistä:

- Pintojen uusimista. Pintojen uusimisessa tulee huomioida, että myös uusien pintamateriaalien tulee olla kosteudenkestäviä ja/tai vesihöyrynläpäiseviä
- Märkätilojen pintarakenteiden ja vesieristeiden uusimista tai vähintään maanvastaisia rakenteita vasten olevien mahdollisesti vaurioituneiden puurakenteiden poistamista. tai purkamista.
- Tilojen riittävän ilmanvaihtuvuuden ja toimivan ilmanjaon varmistamista
- Mahdollisesti ulkopuolisen kosteusrasituksen vähentämistä

Kellaritilojen käyttöönottoon tähtäävien korjaustoimenpiteiden suunnittelu vaatii rakennusfysiikan ja sisäilma-asioiden laaja-alaista hallintaa ja tietyiltä osin detaljitason korjaussuunnittelua.

8 Välipohja

8.1 Rakenteet

Rakennuksessa on kolme kerrosta eli kaksi välipohjaa. Alemman välipohjan kantava rakenne on betoninen alalaattapalkisto, jonka päällä on puukoolattu vanerilattia, joka on päällystetty muovimattolla. Ylemmän välipohjan kantavat rakenteet ovat puupalkkeja ja pintaosat levyrakenteisia. Lattiapäällysteenä on muovimatto. Molempien välipohjien yläpuolen pintarakenteet ja täyttökerrokset on uusittu vuonna 2014 tehdyissä korjauksissa. Välipohjien nykyisiä rakennekerroksia selvitettiin yhteensä viidestä eri rakenneavauksesta (RAK4...RAK9) sekä tilaajan toimittamista korjausten aikaisista valokuvista. Rakenneavausten sijainnit on esitetty liitteessä 1.

Alempi välipohja

Valokuvien ja rakenneavausten RAK5 (tila 109), RAK6 (tila 107) ja RAK7 (tila 104) tehtyjen rakenneavausten mukaan alempi välipohjarakenne on ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- havuvaneri 28...42 mm
- koolaus ja ilmapäli 100...120 mm
- kevytsora/betonipalkisto 300...320 mm
- betoninen alalaatta 50...80 mm

Ylempi välipohja

Valokuvien ja rakenneavausten RAK8 (tila 207) ja RAK9 (tila 203) ja RAK10 (tila 108) tehtyjen rakenneavausten mukaan ylempi välipohjarakenne on ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- muovimatto
- puukoolaus 125x50 /
puhallettu puukuitueriste 125 mm
- välipohjakannattajat /
puhallettu puukuitueriste 100 mm
- OSB-levy + kannatinrimat 65...75 mm
- koolaus 22 mm
- kipsilevy 9 mm
- vanha sisäverhouslevy eps 18 mm
- kipsilevy 13 mm

8.2 Havainnot

Välipohjissa ei havaittu kosteusjälkiä eikä uusituissa täyttömateriaaleissa havaittu poikkeavia hajuja tai muita sisäilman laatuun mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä. Tehtyjen avausten ja merkkiainekokeiden perusteella molempien välipohjien ilmatiiveys on heikko erityisesti reuna-alueilta ja läpivientien kohdalta.

Välipohjista viiltomittausmenetelmällä mitatuissa kosteusmittauksissa rakenteen kosteuspitoisuus oli mittaushetkellä alhainen, eikä pintakosteuskartoituksessa havaittu muita alueita korkeampia kosteuspitoisuuksia.

Välipohjarakenteista tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa.

Alempi välipohja



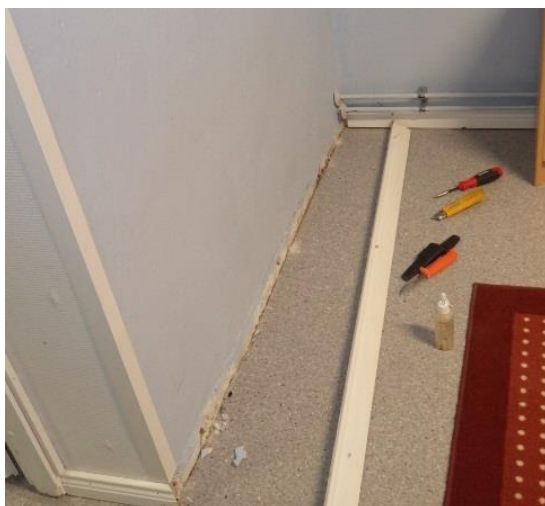
Kuvat 15a ja b. Tilaajan toimittamia valokuvia välipohjan korjauksista vuodelta 2014. Kuvat ovat 1. kerroksesta. Kuvissa näkyvät palkit ja pohjalaatta ovat betonirakenteisia. Välipohjatäytöksi on asennettu kevytsora ja kuvissa näkyvien korokepuiden päälle on asennettu havuvanerit, tasoitekerros ja muovimatto.



Kuvat 16a, b ja c. Valokuvia alempaan välipohjaan tehdyistä rakenneavauksista. Rakenneavausten tunnuksia on merkitty kuviin ja rakenneavausten sijainnit liitteen 1 pohjakuviin. Rakenteet vastasivat työmaa-aikaisia valokuvia. Rakennekerrokset on esitetty yksityiskohtaisesti aiemmassa kappaleessa. Rakenneavauksista ei havaittu poikkeavia hajuja tai muita viitteitä vaurioista. Välipohjan yläpinnan pintarakenteet liittyvät epätiivisti ulko- ja väliseiniin.



Kuvat 17a ja b. Alemmassa välipohjassa havaittiin epätiivitä välipohjan lävistäviä putkiläpivientejä. Osasta läpivienneistä havaittiin tutkimushetkellä selkeää ilmavirtausta yläpuoliseen huonetilaan päin.

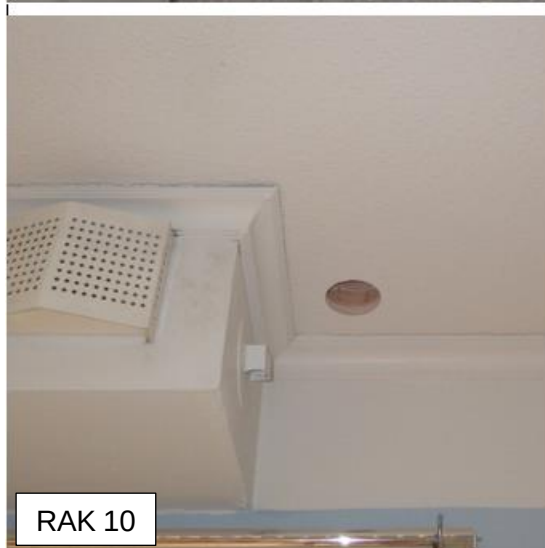


Kuvat 18a, b, c, ja d. Alemmassa välipohjassa havaittiin selkeitä rakoja lattia-seinäliittymässä irrotetun jalkalistan alta. Merkkisavulla tarkasteltuna raosta ei havaittu merkittävää ilmavirtausta kumpaankaan suuntaan.

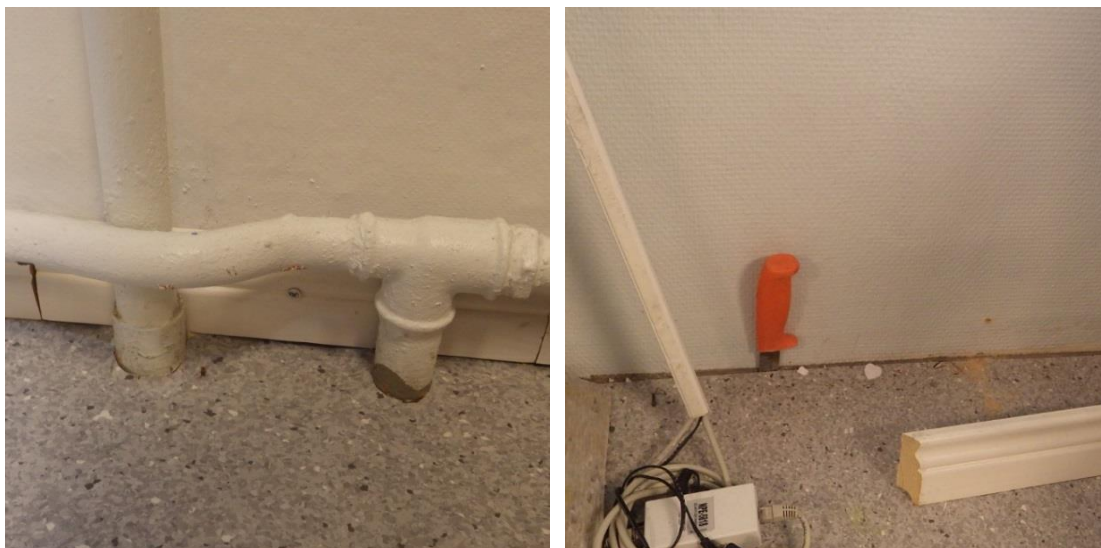
Ylempi välipohja



Kuvat 19a ja b. Tilaajan toimittamia valokuvia välipohjan korjauksista vuodelta 2014. Kuvat ovat 2. kerroksesta. Kuvissa näkyvät palkit ovat puurakenteisia ja välipohjätäytöksi on asennettu puhallettu puukuitueriste. Vasemmassa kuvassa hyvin näkyvien korokerimojen päälle on asennettu havuvaneri, tasoitekerros ja muovimatto.



Kuvat 20a, b, c ja d. Valokuvia ylemmän välipohjaan tehdystä rakenneavauksista. Ylemmät kuvat ovat 2. kerroksen lattiaan tehtyjä avauksia ja alemmat kuvat ensimmäisen kerroksen kattoon tehtyjä avauksia. Rakenneavausten tunnuksia on merkitty kuviin ja rakenneavausten sijainnit liitteen 1 pohjakuviin. Rakenteet vastasivat työmaalla olevia valokuvia. Rakennekerrokset on esitetty yksityiskohtaisesti aiemmin. Rakenneavauksista ei havaittu poikkeavia hajuja tai muita viitteitä vaurioista. Välipohjan yläpinnan pintarakenteet liittyvät epätyydyttävästi ulko- ja väliseiniin.



Kuva 21. Ylemmässä välipohjassa havaittiin epätiivelyskohtia putkiläpivienneissä ja rakenneliittymissä. Merkkisavulla tarkasteltuna epätiivelyskohdissa ei havaittu merkittäviä ilmavirtauksia.

8.3 Kosteusmittaukset

Välipohjiin tehdyssä pistokoeluontoisessa pintakosteuskartoituksessa ei havaittu muista alueista poikkeavia pintakosteusilmaisimen lukemia. Pintakosteuskartoituksen lukemat tiloittain on esitetty liitteessä 1.

Sekä alempaan (V1 ja V2) että ylempään (V3 ja V4) välipohjaan tehtiin kaksi rakennekosteusmittausta viiltomittausmenetelmällä. Kosteusmittaustulokset on esitetty taulukossa 2, valokuvia ja mittausten yhteydessä tehtyjä aistinvaraisia havaintoja kuvissa (Kuvat 22...Kuvat 25) ja mittapisteiden sijainnit liitteessä 1.

Taulukko 2. Lattiapäällysteiden alapuolelle 10.12.2019 tehtyjen viiltomittausten tulokset. Taulukossa on esitetty lämpötila (t) ja suhteellinen kosteus (RH) sekä ilman kosteussisältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittapiste	Mittaussyvyys	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m³]
V1, tila 106	muovimaton alus	H6	20,6	36,7	6,5
	sisäilma	H5	20,4	29,2	5,2
V2, tila 108	muovimaton alus	H8	22,5	39,6	7,9
	sisäilma	H7	22,0	26,6	5,2
V3, tila 203	muovimaton alus	H2	19,4	32,6	5,5
	sisäilma	H4	18,9	30,5	4,9
V4, tila 206	muovimaton alus	H1	20,4	32,5	5,7
	sisäilma	H3	19,5	29,6	4,9



Kuvat 22 a ja b. Viiltomittaus V1 tila 106. Viiltomittauksen tulos 36,7 %RH. Kohtalainen tartunta, ei poikkeavaa hajua, murtopinta liimassa.



Kuvat 23 a ja b. Viiltomittaus V2 tila 108. Viiltomittauksen tulos 39,6 %RH. Kohtalainen tartunta, ei poikkeavaa hajua, murtopinta liimassa.



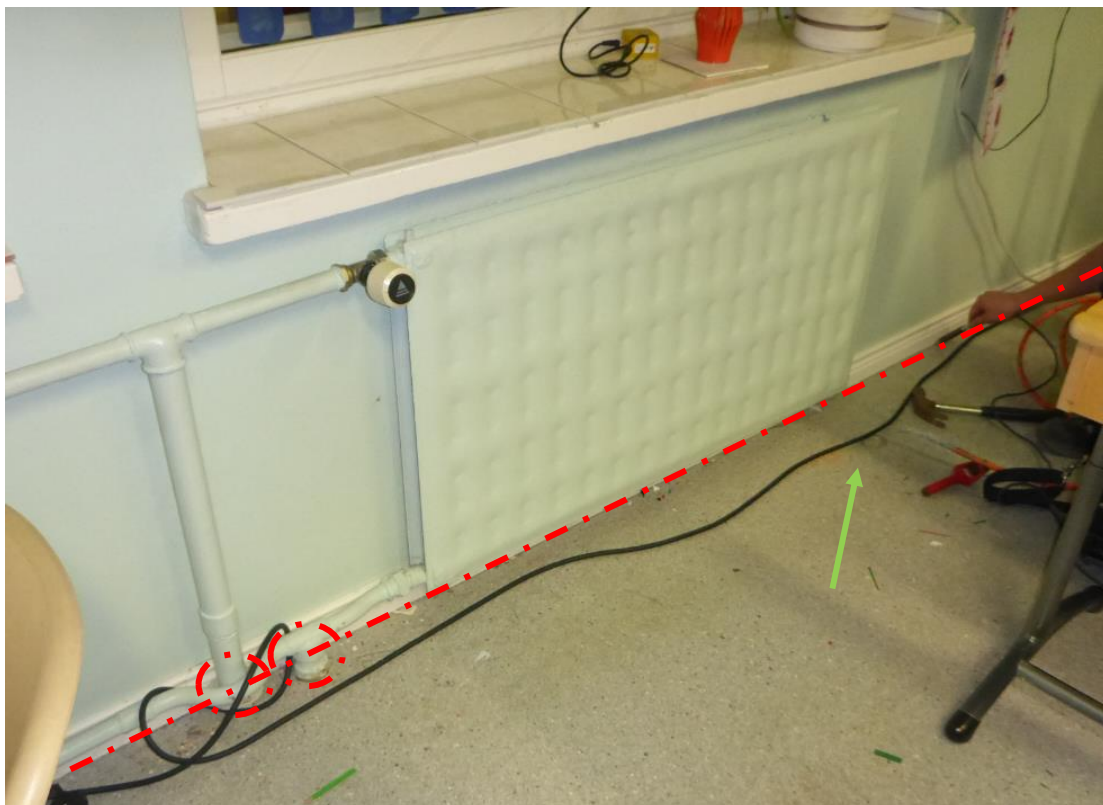
Kuvat 24 a ja b. Viiltomittaus V3 tila 203. Viiltomittauksen tulos 32,6 %RH. Hyvä tartunta, ei poikkeavaa hajua, murtopinta liimassa.



Kuvat 25 a ja b. Viiltomittaus V4 tila 206. Viiltomittauksen tulos 32,5 %RH. Kohtalainen tartunta, ei poikkeavaa hajua, murtopinta liimassa.

8.4 Merkkiainekokeet

Sekä alempaan (MA2) että ylempään (MA3) välipohjaan tehtiin yksi merkkiainekoe. Merkkiainekokeessa selvitettiin välipohjan täyttökerroksen ja yläpuolisen huonetilan välistä ilmatiiveyttä. Kaasu syötettiin välipohjien täyttökerrokseen pintarakenteiden läpi porattujen reikien kautta. Merkkiainekokeessa MA3 tarkasteltavan tilan alipaineisuutta kasvatettiin teippaamalla tuloilman pääte-eliimiä ja poistamalla poistoilman pääte-eliimiä. Merkkiainekoe MA2 suoritettiin normaaliolosuhteissa. Merkkiainekokeiden suorittaminen ja merkkiainekokeissa tehtyjä havaintoja on kuvattu yksityiskohtaisemmin seuraavissa valokuvissa. Merkkiainekokeiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.



Kuva 26. **Merkkiainekoe MA2** tehtiin 1. kerroksen tilaan 105. Merkkiainekokeen aikana sisäilma oli noin 3 Pa alipaineinen ulkoilmaan ja välipohjan täyttökerrokseen nähden. Merkkiainekokeen syöttöreikä tehtiin vihreän nuolen osoittamaan paikkaan. Reiästä ei havaittu poikkeavaa hajua. Merkkiainekaasua syötettiin virtausnopeudella 8 l/min noin 6 min ajan. Kuvaan on merkitty punaisella katkoviivalla vuotokohdat. Ilmavuoto oli voimakasta lattiaseinäliittymässä sekä patteriputkien ympärillä.



Kuva 27. **Merkkiainekoe MA3** tehtiin 2. kerroksen tilaan 203. Merkkiainekokeen aikana sisäilma oli 8 Pa alipaineinen ulkoilmaan nähden (normaalitilanteessa 1-2 Pa). Merkkiainekokeen syöttöreikä tehtiin vihreän nuolen osoittamaan paikkaan. Reiästä ei

havaittu poikkeavaa hajua. Merkkiainekeasua syötettiin virtausnopeudella 8 l/min noin 5 min ajan. Kuvaan on merkitty punaisella katkoviivalla vuotokohdat. Ilmavuoto oli voimakasta lattiaseinäliittymässä sekä patteriputkien ympärillä. Väliseinäliittymästä ei havaittu vuotoa.

8.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Välipohjan epätiiviot läpiviennit ja rakenneliittymät mahdollistavat ilmavuodot kerrosten välillä ja välipohjien täyttökerroksesta huoneilmaan. Välipohjissa itsessään ei havaittu vaurioita tai muita sisäilman laatuun merkittävästi vaikuttavia epäpuhtauksia. Merkittävimmän riskin sisäilman laadun heikkenemiselle aiheuttaa kellarikerroksessa todettujen epäpuhtauksien (öljyn haju) kulkeutuminen 1. kerrokseen alemman välipohjan epätiivieyskohtien kautta.

Suosittellemme kiireellisesti parantamaan alemman välipohjan ilmatiiveyttä läpivientien osalta erityisesti likaisten tilojen (lämmönjakohuone ja öljysäiliötila) kohdalta. Ilmatiiveyden parantaminen on suositeltavinta tehdä alapuolelta. Välipohjien muiden pintojen ja rakenneliittymien ilmatiiviyden parantamista suositellaan parantamaan viimeistään seuraavien lattia- ja kattopintoihin kohdistuvien korjausten yhteydessä.

9 Väliseinät

9.1 Rakenteet

Suuri osa rakennuksen väliseinistä on tiili-/kevytbetonirakenteisia. Kantavan seinälinjan ja porrashuoneen seinien paksuus noin 340 mm ja kevyiden kellarin tiilirakenteisten väliseinien paksuus noin 110 mm. 1. ja 2. kerroksessa pääosa väliseinistä on puurankarunkoisia ja kipsilevy pintaisia.

9.2 Havainnot

Väliseinien pinnoilla tai rakenteissa ei havaittu vaurioita, kosteusjälkiä tai materiaaleja, joilla olisi vaikutusta tilojen sisäilman laatuun.

Kellarikerroksen teknisten tilojen (lämmönjakohuone ja öljysäiliötila) ja muiden tilojen välisten väliseinien havaittiin olevan epätiivittä.

Väliseinistä tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuviissa.



Kuvat 28a, b ja c. Yläkuvassa ja vasemmassa alakuvassa öljysäiliötilan ja viereisen varaston välinen seinä, jonka havaittiin olevan epätiivis erityisesti seinän liittymäkohdista. Oikeassa alakuvassa merkkisavutarkastelua lämmönjakohuoneen oviraosta. Ilmavirtauksen suunta oli voimakkaasti likaisista tiloista muihin tiloihin päin. Lämmönjakohuoneesta ja öljysäiliötilasta on myös useita epätiivitä läpivientejä viereisiin tiloihin (korostettu valokuvuihin punaisilla nuolilla).

9.3 Kosteusmittaukset

Kellarikerroksen kivirakenteisten väliseinien alaosiin tehdyn pintakosteuskartoituksen mukaan seinien alaosissa ei havaittu viitteitä maaperän kosteuden noususta väliseinien kautta. Väliseinien alaosissa ei havaittu korkeampia pintakosteusilmaisimen lukemia kuin seinien yläosissa.

Kellarikerroksen kantavaan väliseinään tehtiin yksi porareikämittaus PR2, josta mitattiin rakenteen suhteellista kosteuspitoisuutta seinän alaosasta 170 mm syvyydeltä seinän pinnasta.

Kosteusmittaustulokset on esitetty taulukossa 3 ja mittapisteen sijainti liitteessä 1.

Taulukko 3. Väliseinään tehdyn porareikämittauksen tulokset. Reikä porattiin 10.12.2018, ja tulokset luettiin 20.12.2018. Taulukossa on esitetty lämpötila (t) ja suhteellinen kosteus (RH) sekä ilman kosteussisältö (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu lattian rajasta kosteusmittauspisteen vierestä.

Mittapiste	Mittaussyvyys (materiaali / mittauspisteen syvyys)	mittapää (nro)	t [°C]	RH [%]	abs [g/m ³]
PR2, tila 013, väliseinä	sisäilma tila 013	7	17,7	27,2	4,1
	170 mm, betoni	5	17,1	36,7	5,9

9.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Väliseinien osalta merkittävin sisäilman laatuun vaikuttava tekijä on kellarikerroksen teknisten tilojen väliseinien epätiivit läpiviennit ja rakenneliittymät. Epätiivit rakenteet mahdollistavat teknisten tilojen epäpuhtauksien kulkeutumisen viereisiin tiloihin ja niiden kautta myös ylempiin kerroksiin. Suosittelemme parantamaan viipymättä öljysäiliötilan ja muiden tilojen välisten väliseinien ilmatiiveyttä epäpuhtauksien kulkeutumisen estämiseksi.

Kellarin märkätilojen (pesuhuone ja sauna) seinärakenteiden vedeneristysten kuntoa ei erikseen tutkittu, mutta rakentamisajankohta huomioiden tilojen käyttöönotto edellyttää tilojen vedeneristysten ja pintojen uusimista. Kellaritilojen käyttöönotto edellyttää mahdollisesti toimenpiteitä myös muiden tilojen väliseinien ikääntyneille pintarakenteille.

10 Ulkoseinät, sokkelit ja ikkunat

10.1 Rakenteet

Sokkelit ovat betonirakenteisia ja ulkoseinät massiivitiilirakenteisia ja pinnaltaan rapattu. Kylmiin sivuvintteihin rajoittuvat seinät ovat puurakenteisia. Ikkunat ja ulko-ovet on uusittu.

Ulkoseinien rakennekerrokset ovat 1. ja 2. kerroksessa sisältä ulospäin lueteltuna tehtyjen rakenneavausten (RAK11 ja RAK12) perusteella seuraavat:

- maalipinta
- sisärappaus 5...20 mm
- savitiili ("puolitoista kiveä") ~ 420 mm
- ulkorappaus 5...20 mm

Kylmiin sivuvintteihin rajoittuvien seinien rakennekerrokset tehtyjen rakenneavausten (RAK 7) mukaan ovat sisältä ulospäin lueteltuna seuraavat:

- tapetti 2 kerrosta
- pinkopahvi
- huokoinen puukuitulevy ~ 10 mm
- kipsilevy 12 mm
- sahanpurueriste 100 mm
- raakalauta 22 mm

10.2 Havainnot

Ulkoseinät, julkisivut ja ikkunat ovat varsin hyväkuntoisia eikä niissä havaittu merkittäviä puutteita.

Seuraavissa valokuvissa on esitetty julkisivuista ja ulkoseinistä tehtyjä havaintoja.



Kuvat 29a, b ja c. Julkisivupintana on rappaus, ja sokkeli on maalattua betonia. Julkisivut ja sokkeli ovat aistinvaraisesti arvioituna hyväkuntoisia eikä niissä havaittu sisäilman laadun kannalta merkittäviä kosteusteknisiä puutteita.

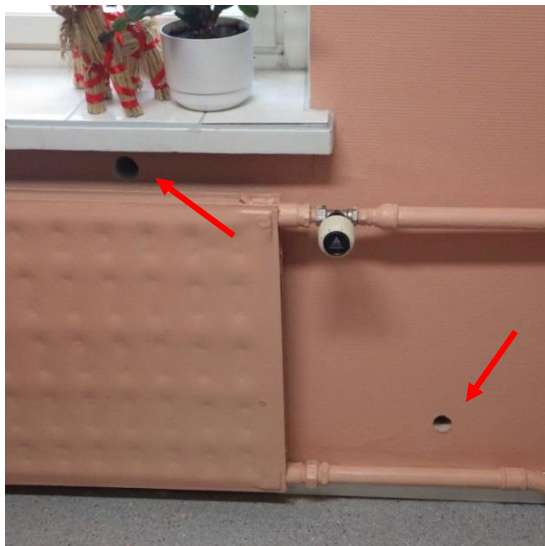


Kuvat 30a ja b. Molempien kerrosten ikkunat ja ikkunapellitykset on uusittu. Ikkunoiden vesitiiveydessä ei havaittu puutteita.

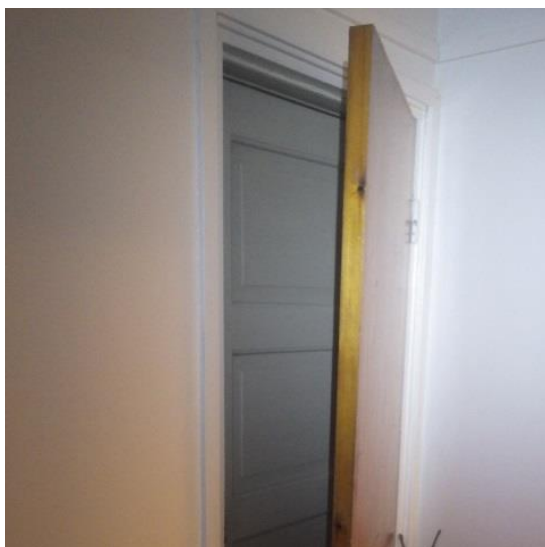


RAK 7

Kuva 31. Valokuva kylmään sivuvinttiin rajoittuvaan seinään tehdystä rakenneavauksesta **RAK 7**. Rakenneavauksesta ei havaittu poikkeavaa hajua tai muita viitteitä vaurioista. Ulkoseinärakenteessa ei ole erillistä höyryn- tai ilmansulkukerrosta.



Kuva 32. Kivirakenteisten ulkoseinien rakennekerrokset varmistettiin sisäpuolelta poratuista 25 mm porareijistä. Reiät porattiin sekä ensimmäiseen että toiseen kerrokseen ja rakenne varmistettiin erikseen ikkunan alta ja ikkunan vierestä. Porareikien perusteella ulkoseinät ovat massiivitiiltä ja rakenne on sama molemmissa kerroksissa eikä ikkunoiden alapuolinen rakenne poikkea muusta rakenteesta.



Kuva 33. Väliovet 2. kerroksesta ullakkotilaan. Rakennuksen itäsisivulla ullakkotilaan johtavat ovet ovat alkuperäisiä tiivistämättömiä vanhoja tuplaovia (vasen kuva). Rakennuksen länsisivulla ullakkotilaan johtavat ovet on uusittu ja ne ovat tiivistäviä. Merkkisavulla tarkasteltuna ullakkotilan ja huonetilan välillä ei havaittu merkittävää ilmavirtausta oviraoista.

10.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Massiivitiiliulkoseinä on kosteusteknisesti turvallinen ja vikasietoinen rakenne eikä tiiliulkoseinissä havaittu puutteita, jotka edellyttäisivät korjaus- tai muutostöimenpiteitä. Uusituilla ikkunoilla on myös vielä käyttöikä jäljellä eikä niissä havaittu korjaustarvetta.

Rapattujen julkisivujen kunnan ja korjaustarpeen selvittämiseksi suosittelemme rapattujen julkisivujen kuntotutkimusta 5 vuoden kuluessa.

2. kerroksen tilojen ja ullakon välisen seinän rakenne on kosteusteknisesti riskialtis puuttuvan ilman-/ höyrynsulkukerroksen takia. Kosteaa sisäilma pääsee kulkeutumaan yläpohjarakenteeseen aiheuttaen riskin kosteuden tiivistymiselle rakenteen kylmällä puolella. Tutkimuksessa ei havaittu viitteitä riskin toteutumisesta. Ullakkotilaan johtavien ovien epätiivisyys länsisivulla mahdollistaa ullakkotilan epäpuhtauksien kulkeutumisen sisäilmaan otollisilla painesuhteilla. Lisäksi ilmavirtaukset oviaukkojen kautta voivat lisäävät vedontunnetta ja heikentää tilojen lämpöviihtyvyyttä. Suosittelemme parantamaan väliseinän rakennusfysikaalista toimivuutta ja ovien ilmatiivyyttä viimeistään seuraavan 2. kerrokseen kohdistuvien korjaus- tai muutostöiden yhteydessä. Ovien ilmatiivyyttä voidaan parantaa asentamalla ovikarmiin liimattavat ovitiivisteet.

11 Yläpohja ja vesikatto

11.1 Rakenteet

Rakennuksen yläpohjan kantavat rakenteet ovat puurakenteisia paikalla rakennettuja palkki- ja ristikkorakenteita. Yläpohjan lämmöneristeenä on pääosin sahanpuru tai kutterinlastu ja osin päälle on lisätty puhallusvilla. Kattomuotona on jyrkkä harjakatto, vesikatteena on tiilikate ja aluskatteena bitumikermi. 2. kerroksen tilojen yläpuolella ja sivuilla on tuuletustila/(ullakko).

Yläpohjarakenne 2. kerroksen yläpuolella on ylhäältä alaspäin lueteltuna seuraava:

- tiilikate
- ruoteet 50 mm
- pystykoolaus 20...50 mm
- bitumihuopa
- aluslaudoitus 20...28 mm
- tuuletus-/ ullakkotila
- yläpohjan kantavat rakenteet/
eriste (puhallusvilla/sahanpuru/
kutterinlastu) 300 mm
- huokoinen kuitulevy 12 mm
- ponttilauta 22 mm
- kipsilevy 13 mm

Yläpohjarakenne 1. kerroksen ja sivuvintin kohdalla:

- tiilikate
- ruoteet 50 mm
- pystykoolaus 20...50 mm
- bitumihuopa
- aluslaudoitus 20...28 mm
- tuuletus-/ ullakkotila
- vaneri 21 mm
- välipohjakannattajat ja
puukoolaukset/
puhallettu puukuitueriste 320 mm

• OSB-levy + kannatinrimat	65...75 mm
• koolaus	22 mm
• kipsilevy	9 mm
• vanha sisäverhouslevy eps	18 mm
• kipsilevy	13 mm

11.2 Havainnot

Vesikatteena oleva tiilikate on ikääntynyt ja todennäköisesti alkuperäinen. Tiilikate on osin sammaloitunut, mutta tiilet ovat ehjiä eikä katolta puutu tiiliä. Aluskatteena toimivaa bitumihuovan kuntoa ei päästy tarkastamaan aistinvaraisesti. Piipun läpivientien pellityksiä on korjailtu paikallisesti. Pellitysten toteutus ja työn jälki on vaihtelevaa.

Tutkimuksissa havaittiin yksi vähäinen vesivuoto antenniläpiviennin kohdalla. Vuodon alapuolella havaittiin paikallinen alue, josta eristemateriaalit olivat kostuneet. Ullakottilan mitattujen (n. 15 mittauspistettä) puurakenteiden kosteuspitoisuudet olivat 12...16 paino-% ja vuotokohdalla havaittiin korkeampia 20...23 paino-% kosteuspitoisuuksia.

Ullakottilan tuuletus tapahtuu päädyissä olevien tuuletusaukkojen kautta ja rakenteiden läpi tuulettamalla.

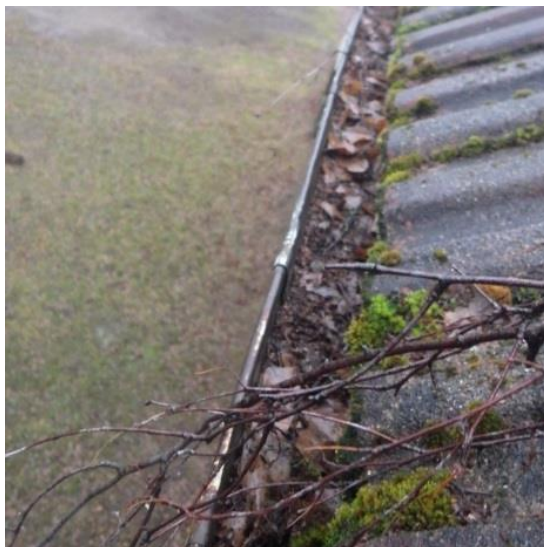
Seuraavissa valokuuvissa on esitetty havaintoja yläpohjarakenteista.



Kuvat 34 a ja b. Yleiskuvia vesikatolta. Kattomuotona on jyrkkä harjakatto. Vesikatteena oleva tiilikate on todennäköisesti alkuperäinen. Vesikatolla ei havaittu rikkoontuneita tiiliä. Kattotiilet ovat paikoin pahoin sammaloituneita. Vasempaan kuvaan on ympäröity antenniläpivienti, josta havaittiin aktiivinen vesivuoto ullakottilaan.



Kuvat 35 a ja b. Kattoturvatuotteet on osin uusittu. Vesikatteen läpivientien pellityksiä on korjailtu jälkikäteen. Pellitysten toteutus on vaihtelevaa (oikea kuva).



Kuvat 36 a ja b. Räystäskouruissa oli tutkimushetkellä runsaasti lehtiä ja muuta roskaa. Räystäskourut ovat ikääntyneitä (oikea kuva)



Kuvat 37 a ja b. Yleiskuvia ullakkotiloista. Vasen kuva sivuvintiltä ja oikea kuva harjaulakolta.

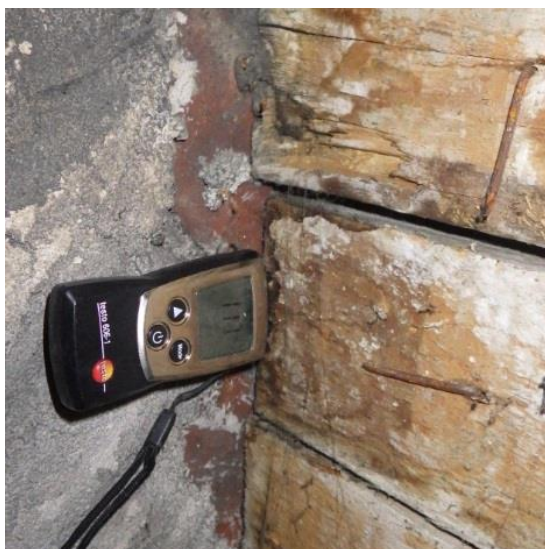


RAK 13



RAK 13

Kuvat 38 a ja b. Valokuvia sivuvintin lattiaan tehdystä rakenneavauksesta. Rakenne on uusittu kantavia rakenteita lukuun ottamatta välipohjien korjausten yhteydessä. Rakennekerrokset on esitetty yksityiskohtaisesti aiemmin rakenteiden kuvauksen yhteydessä. Avauksesta ei havaittu poikkeavaa hajua tai muita viitteitä vaurioista.



Kuvat 39 a ja b. Harjaullakolta puuosista mitatut kosteuspitoisuudet (n. 15 mittapistettä) olivat vuotoa lukuun ottamatta normaalilla tasolla 11...14 paino-%. Vasemmassa kuvassa näkyy vanhoja vuotojälkiä hormiläpiviennin ympärillä. Tutkimushetkellä puuosat olivat kuitenkin kuivia.



Kuvat 40 a, b ja c. Valokuva vuotokohdasta (sininen nuoli) vuotokohdalla tuuletusluukun puuosien kosteuspitoisuus on korkea (yläkuva) ja eristeessä havaittiin tummunut alue. Vuotokohdalle tehdyssä avauksessa ei havaittu vaurioita puurakenteissa (kts. seuraava kuva).



RAK 14



RAK 14

Kuvat 41 a ja b. Vuotokohdalle tehtiin avaus, jossa poistettiin eristeet vuotokohdalta. Tummumaa näkyi vain eristeen pinnassa ja koolauksen yläpinnassa. Avausta jatkettiin puukuitulevyyn saakka. Puukuitulevyssä ei havaittu kosteusjälkiä. Eristevahvuus avauksen kohdalla oli noin 300 mm. Puukuitulevyn alapuoliset rakennekerrokset varmistettiin 2. kerroksen huonetilasta rasiaporalla tehdystä avauksesta. Yläpohjarakenteessa ei ole erillistä ilman- /höyrynsulkukerrosta.

11.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Vesikatto on todennäköisesti alkuperäinen ja aistinvaraisesti arvioiden kohtalaisessa kunnossa. Sekä kattotiilien että aluskatteena toimivan bitumikermien tekninen käyttöikä on kuitenkin päättynyt. Vesikattomateriaalien korkea ikä aiheuttaa riskin yläpohjan laajemmille vesivuodoille tulevaisuudessa.

Yläpohjarakenteen puuttuva höyryn-/ilmansulkukerros mahdollistaa kosteamman sisäilman kulkeutumisen eristekerrokseen ja ullakkotilaan. Eristekerroksessa tai ullakkotilan näkyvissä rakenteissa ei kuitenkaan havaittu viitteitä sisäilman kosteuslisän aiheuttamista kosteusvaurioista. Rakenteen voidaan olettaa toimivan kosteusteknisesti tyydyttävästi. Ilmansulkukerroksen puuttuminen mahdollistaa ullakkotilojen epäpuhtauksien kulkeutumisen huoneilmaan rakenteen läpi ja erityisesti yläpohjarakenteen liittymäkohdista. Riski epäpuhtauksien kulkeutumiselle on suurempi harjaullakolta, jossa on jäljellä vanha orgaaninen eristemateriaali. On tyypillistä, että orgaanisessa täyttömateriaalissa on luonnostaan jonkun verran mikrobeja. On myös mahdollista, että ikääntyneestä vesikatosta johtuen yläpohjan eristetilassa on piileviä paikallisia vaurioita. Yläpohjaeristeiden vaikutus sisäilman laatuun on todennäköisesti vähäinen.

Suosittelemme vesikaton uusimista viimeistään seuraavan 5 vuoden kuluessa. Paikallinen vuotokohta antenniläpiviennin kohdalla tulee kuitenkin korjata viipymättä lisävaurioiden estämiseksi. Vesikaton uusimisen yhteydessä on tarkoituksenmukaista uusaa myös harjaullakon orgaaniset lämmöneristeet paremmin lämpöä eristäviin sekä kosteusteknisesti varmatoimisempiin lämmöneristeisiin sekä lisätä yläpohjarakenteeseen ilmansulkukerros. Vesikattoon ja yläpohjaan kohdistuvat korjaustoimenpiteet edellyttävät erillistä korjaussuunnitelmaa.

12 Muut sisäilman laatuun liittyvät tekijät

12.1 Havainnot

Kellarikerroksessa havaittiin asbestipitoisia putkieristeitä.

Seuraavissa valokuvissa on esitetty valokuvia muista mahdollisesti sisäilman laatuun vaikuttavista tekijöistä.



Kuva 42. Kellarikerroksessa on asbestieristeisiä putkia. Putket on merkitty pääosin kuvissa näkyvillä tarroilla. Osa putkieristeistä on rikkoontuneita ja asbestikuitujen kulkeutuminen sisäilmaan on mahdollista.

12.2 Johtopäätökset

Rikkonaisista putkieristeistä voi irrota asbestikuituja sisäilmaan. Suosittelemme viipymättä peittämään rikkoontuneet putkieristeet esimerkiksi ilmatiiviillä liitosnauhalla asbestikuitujen irtoamisen estämiseksi.

Rakennukseen ei lähtötietojen mukaan ole tehty kattavaa haitta-ainetutkimusta. Rakennuksessa havaittiin myös muita mahdollisesti haitta-ainepitoisia materiaaleja, jotka tulee huomioida tulevissa muutos- tai korjaustöissä. Kattava haitta-ainetutkimus tulee tehdä ennen seuraavia pintoihin tai rakenteisiin kohdistuvia korjaus- tai muutostöitä.

13 Ilmanvaihto ja sisäilma

13.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Rakennuksessa on ollut alun perin painovoimainen ilmanvaihto, mutta siihen on asennettu koneellinen tulo- poistoilmanvaihtojärjestelmä 1. kerrokseen vuonna 2001 ja 2. kerrokseen vuonna 2008. Rakennusta palvelee kaksi tulo- ja poistoilmakonetta, sekä vesikatonle asennettuja huippuimureita. Ilmanvaihtokoneiden ohjauksia ei ole liitetty keskitettyyn rakennusautomaatiojärjestelmään, vaan niitä ohjataan paikallisesti omien yksikkösäätimien avulla.

Ilmanvaihtosuunnitelmien mukaan ilmanvaihtokanavisto ja päätelaitteet on asennettu ilmanvaihtokoneiden asentamisen yhteydessä vuosina 2001 ja 2008. Viimeisin ilmamäärien säätö on tehty vuonna 2017.

13.2 Ilmanvaihtokoneet

Vallox Digit SE

Palvelualue: 1. kerros

Ilmamäärät: +80 l/s, -80 l/s (v.2001 iv-suunnitelmat)

Tulo- ja poistoilmanvaihtokone (ei tyyppikilpeä) sijaitsee 1.kerroksessa työtilassa 106. Ilmanvaihtokone on Vallox Oy:n valmistama Digit SE vuodelta 2001.

Ilmanvaihtokoneen tuloilmapuoli on varustettu LTO-kennolla, sähköisellä lämmitysvastuksella, puhaltimella sekä kasettisuodattimella. Poistoilmapuoli on varustettu LTO-kennolla sekä puhaltimella. Viimeisin suodatinvaihto oli koneeseen tehtyjen merkintöjen mukaan suoritettu 23.11.2018.

Tarkastushetkellä kone oli asetettu paikallissäätimestä käymään 7/8 teholla ja tuloilman asetuslämpötila oli + 20 ° C.

Ilmanvaihtokoneesta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa.



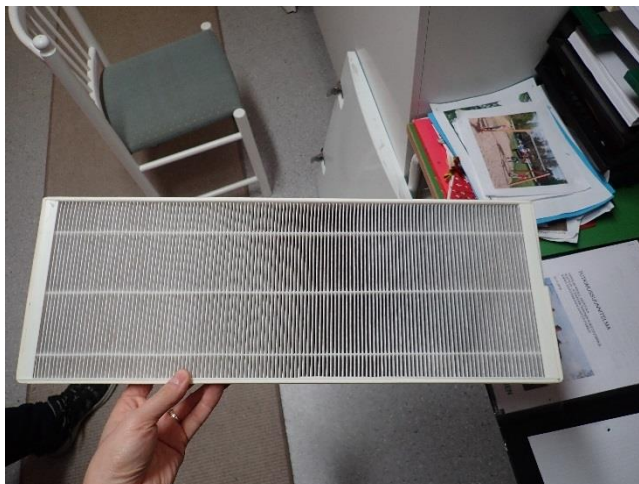
Kuva 43 a ja b. Yleiskuva työtilaan 106 sijoitetusta iv-koneesta Vallox Digit SE. Koneessa ei ole paikallaan siihen kuuluvia karkeasuodattimia.



Kuva 44. Koneita ohjataan paikallissäätimen avulla. Koneen sammuttaessa ja käynnistäessä uudelleen, asetukset palautuu 1/8 teholle.



Kuva 45. Koneen sammuttamisen ja avaamisen jälkeen LTO:n ohituspelti oli kiinni. Pellin asentamista ennen sammuttamista ei voitu varmentaa.



Kuva 46. Tuloilmasuodatin on melko puhdas, suodatusluokka on F7.



Kuva 47. LTO-ristivirtauskenno on hyväkuntoinen, mutta pölyinen.



Kuva 48 a ja b. Kone on sisäosiltaan likaantunut, etenkin poistoilmapuolelta.



Kuva 49 a ja b. Puhaltimien kumityyny/-tiivisteet ovat osin pois paikaltaan ja halkeilleet.

Toimenpide-ehdotukset

Suosittelamme seuraavien toimenpiteiden suorittamista seuraavan suodatinvaihdon yhteydessä:

- Koneen sisäosien puhdistus
- Kumityynyjen ja -tiivisteiden asentaminen kunnolla paikoilleen ja haljenneiden osien uusiminen

- Puuttuvien tulo- ja poistoilman karkeasuodattimien asennus
- LTO:n ohituspellin toiminnan varmistaminen

Iloxair 199

Palvelualue: 2. kerros

Ilmamäärät: max. +200 l/s, -200 l/s (koneen käyttö- ja huolto-ohjeen mukaan)

Tulo- ja poistoilmanvaihtokone (ei tyyppikilpeä) sijaitsee 2.kerroksessa portaikossa. Ilmanvaihtokone on malliltaan Iloxair ja se on vuodelta 2001.

Ilmanvaihtokoneen tuloilmapuoli on varustettu karkeasuodattimilla, hienosuodattimella, LTO-kennolla, jälkilämmitysvastuksella sekä puhaltimella. Poistoilmapuoli on varustettu karkeasuodattimella, LTO-kennolla sekä puhaltimella. Viimeisin suodatinvaihto oli koneeseen tehtyjen merkintöjen mukaan suoritettu 22.11.2018.

Tarkastushetkellä kone oli asetettu paikallissäätimestä käymään 2/4 teholla ja tuloilman lämpötila oli ohjauspaneelin mukaan +16,6 ° C.

Ilmanvaihtokoneesta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa valokuvissa.



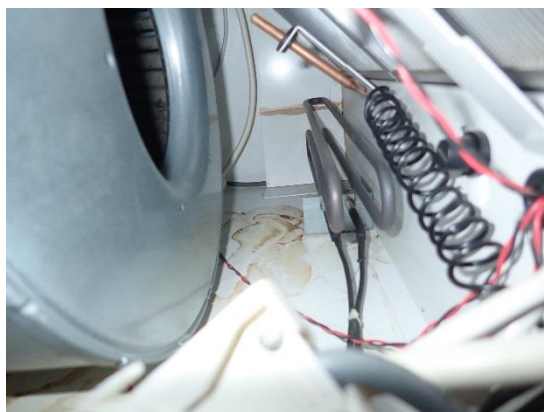
Kuva 50 a ja b. 2. kerrosta palveleva ilmanvaihtokone Iloxair 199.



Kuva 51 a ja b. Koneen ohjauspaneeli ja kellokytkin, joka ei ole enää käytössä.



Kuva 52. Tuloilmasuodatin on melko puhdas, suodatusluokka on F7.



Kuva 53 a ja b. Koneen sisäosat ovat hieman likaiset.



Kuva 54. Puhaltimet ovat pölyiset.

Toimenpide-ehdotukset

- Normaalit huoltotoimenpiteet. Seuraavan suodatinvaihdon yhteydessä kiinnitettävä huomioita koneen sisäosien puhdistukseen

13.3 Ilmamäärämittaukset

Tilojen ilmamäärämittaukset tehtiin iv-koneiden tarkastusajankohdan aikaisilla käyntinopeuksilla. 2. kerroksen osalta mitattiin ilmamäärät myös koneen maksimiteholla. Tehtyjen ilmamäärämittausten tulokset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Ilmamäärämittausten 10.12.2018 tulokset. Suunnitellut ilmamäärät on otettu vuosien 2001 (LVI-Toimisto Akair Oy) ja 2008 (Insinööritoimisto Mauri Suikkari). ilmanvaihtosuunnitelmista.

Tila	Tuloilma [dm ³ /s]		Poistoilma [dm ³ /s]	
	Mitattu	Suunniteltu	Mitattu	Suunniteltu
1. kerros, Vallox Digit SE, mitattu teholla 7/8				
WC, tila 11	-	-	-16	-20
Ryhmätila 1, tila 105	+11	+20	-	-
Ryhmätila 2, tila 107	+11	+20	-	-
Pienryhmätila, tila 108	+20	+10	-	-
Eteinen, tila 109	-	-	-17	-20
Keittiö, tila 103	-	-	-16	-20
2. kerros, Iloxair 199, mitattu teholla 2/4 ja (4/4)				
Ryhmätila 1, tila 203	+49 (+77)	+80	- 25 (-43)	-20
Ryhmätila 2, tila 206	+57 (+90)	+60	-23 (-36)	-20
Eteinen, tila 202	-	-	-17 (-28)	-20
Keittiö, tila 207	-	-	-22 (-37)	-30
WC, tila 208	-	-	-16 (-28)	ei selviä suunnitelmista
WC, tila 205	-	-	-18 (30)	ei selviä suunnitelmista
Pienryhmätila, tila 204	+27 (+45)	ei selviä suunnitelmista	-15 (-26)	ei selviä suunnitelmista

13.4 Kanavistot ja ilmanjako

Ilmanvaihtokanavistot ovat sinkittyjä peltikanavia, jotka on pääosin koteloitu. 1. kerroksen tuloilmanjako on toteutettu seinäasenteisilla tuloilmahajoittajilla ja poistoilma otetaan wc- ja eteistiloista. 2. kerroksen tuloilmanjako on toteutettu kattosuutinhajoittajilla ja poistoilma otetaan oleskelu- ja wc-tiloista.



Kuva 55 a ja b. 1. kerroksen tuloilmalaite (vasen kuva) ja 2. kerroksen tuloilmalaite (oikea kuva).

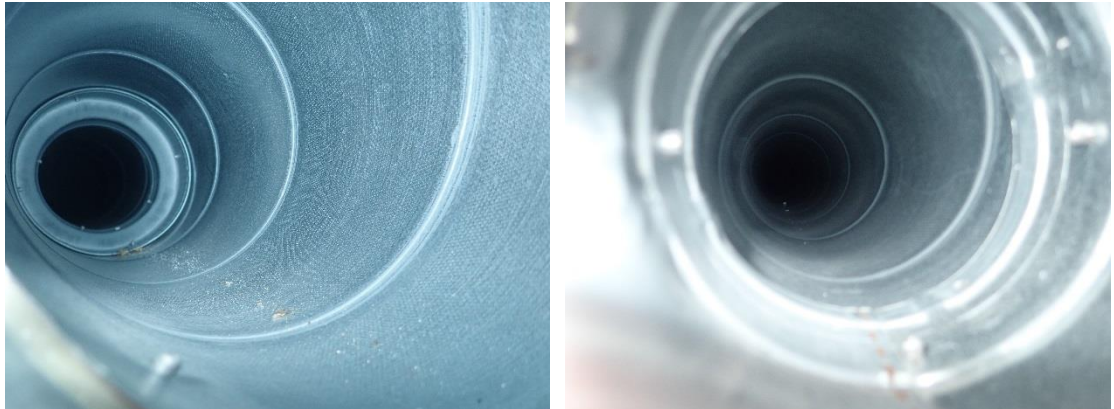


Kuva 56 a ja b. Poistoilmaventtiilit ovat molemmissa kerroksissa kartioventtiilejä. 2. kerroksen tilassa 203 iv-kanava on pudonnut alaspäin ja venttiiliin sekä alakaton välille on jäänyt tyhjää tilaa.

Kanaviston puhtautta tarkasteltiin pistokoemaisesti muutaman päätelaitteen kautta. Etenkin poistoilmakanavassa oli melko runsaasti pölyä.



Kuva 57 a ja b. Poistoilmakanavat olivat pistokoeluontoisesti tarkasteltuna pölyisiä.



Kuva 58 a ja b. Tuloilmakanavat olivat pistokoeluontoisesti tarkasteltuna puhtaat, mutta niissä havaittiin paikoin irtolikaa.

Kellarikerroksessa on vanhoja rakenneaineisia hormoneja sekä poistoilmasäleiköitä, joista osa (öljykattilan puoli kellarista) on tukittu. Kaikista avoimena olevista poistoilmasäleiköistä havaittiin ilmapvirtaus hormiin päin. Rakennuksen ulkoseinissä on myös vanhoja korvausilmareittejä, joista havaittiin ilmapvirtaus ulkoilmasta sisäilmaan päin. Merkkisavutarkastelussa todettiin tilojen väliset hetkelliset ilmapvirtaukset seuraavaksi:

- Ilmapvirtaus öljykattilan puoleisista kellaritiloista porrashuoneeseen päin
- Ilmapvirtaus porrashuoneesta 1. kerrokseen päin
- Ilmapvirtaus porrashuoneesta saunan puolen kellaritiloihin päin

Kellarin ilmanvaihdesta tehtyjä havaintoja on esitetty seuraavissa kuvissa.



Kuva 59 a ja b. Kellarikerroksessa on vanhoja rakenneaineisia hormoneja, joista on ilmapvirtaus hormiin päin.

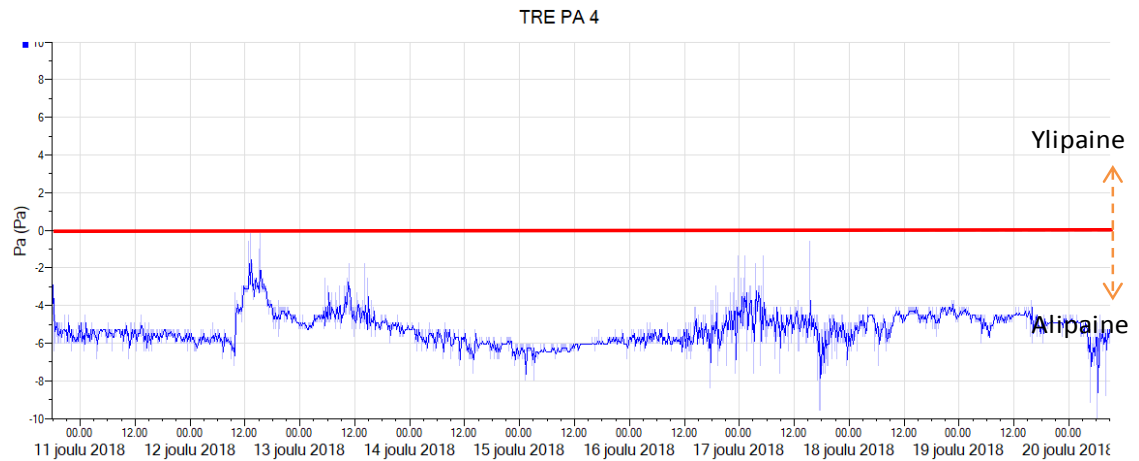


Kuva 60 a ja b. Osa vanhoista painovoimaisista poistoilmareiteistä on tukittu (vasen kuva). Osa korvausilmaventtiileistä on edelleen toiminnassa.

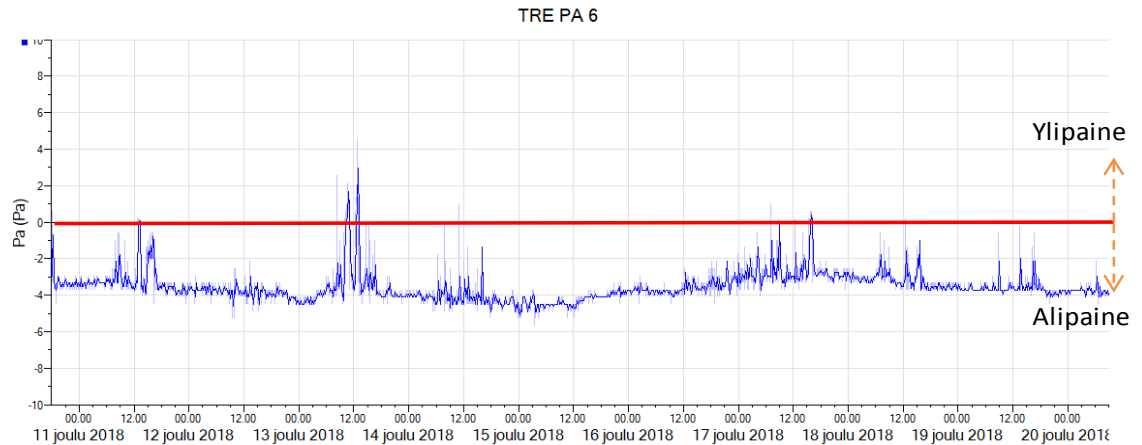
13.5 Olosuhteiden seurantamittaukset

13.5.1 Paine-eron seurantamittaukset

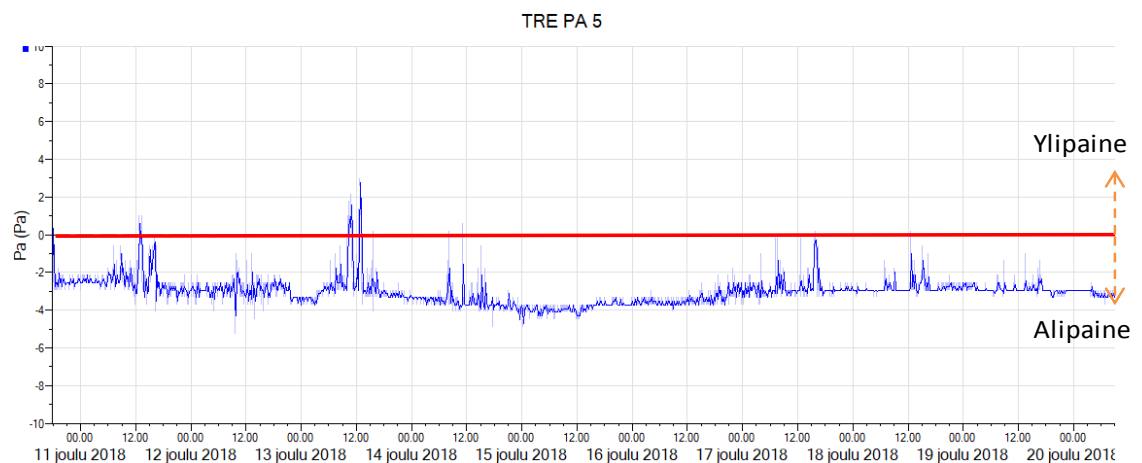
Sisäilman ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattiin seurantamittauksena 4 tilasta aikavälillä 10.-20.12.2018. Lisäksi mitattiin kellaritilojen ja ensimmäisen kerroksen välistä paine-eroa. Toisen kerroksen tilaan 203 sijoitetussa mittalaitteessa oli ollut toimintahäiriö, joten sen mittausdataa ei voitu käyttää. Paine-eron seurantamittausten tulokset on esitetty kuvaajissa 1...4. Paine-eron ollessa negatiivinen, on huonetilan sisäilma alipaineinen ulkoilmaan nähden.



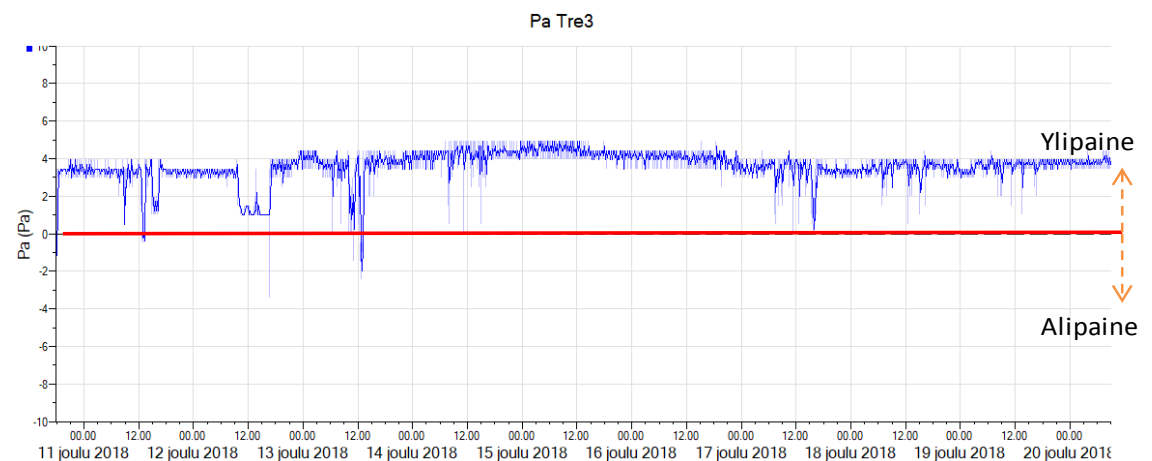
Kuvaaja 1. Tilan 005 (mankeli) paine-ero ulkoilmaan nähden aikavälillä 10.-20.12.2018.



Kuvaaja 2. Tilan 105 (ryhmätila 1) paine-ero ulkoilmaan nähden aikavälillä 10.-20.12.2018.



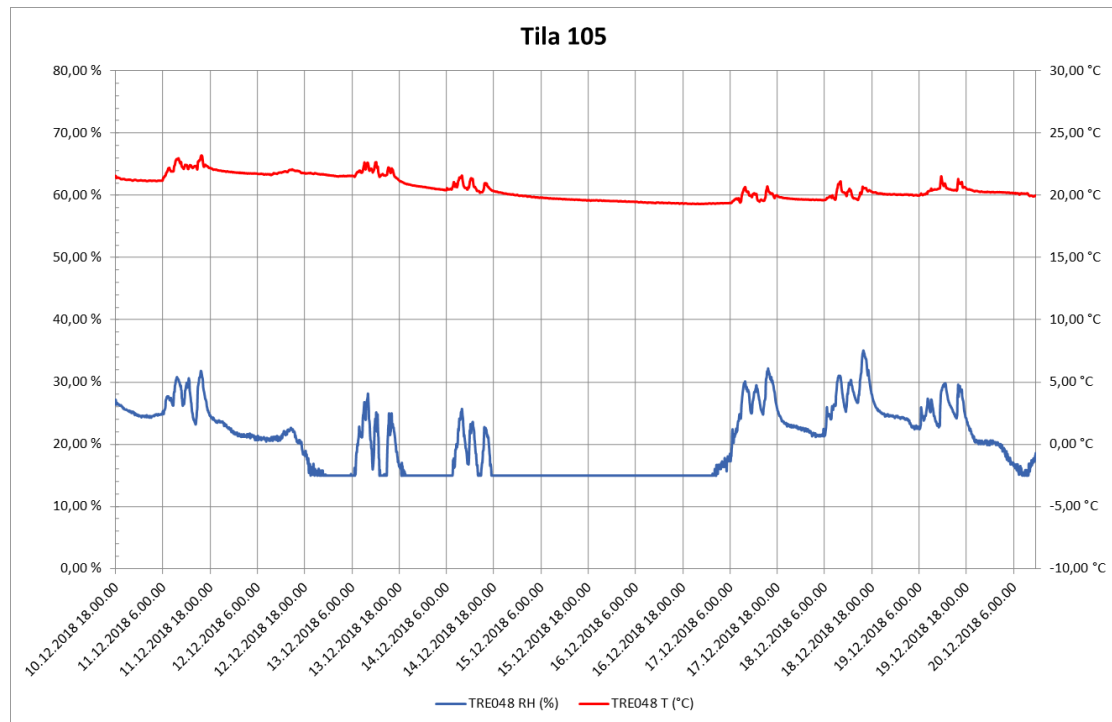
Kuvaaja 3. Tilan 107 (ryhmätila 2) paine-ero ulkoilmaan nähden aikavälillä 10.-20.12.2018.



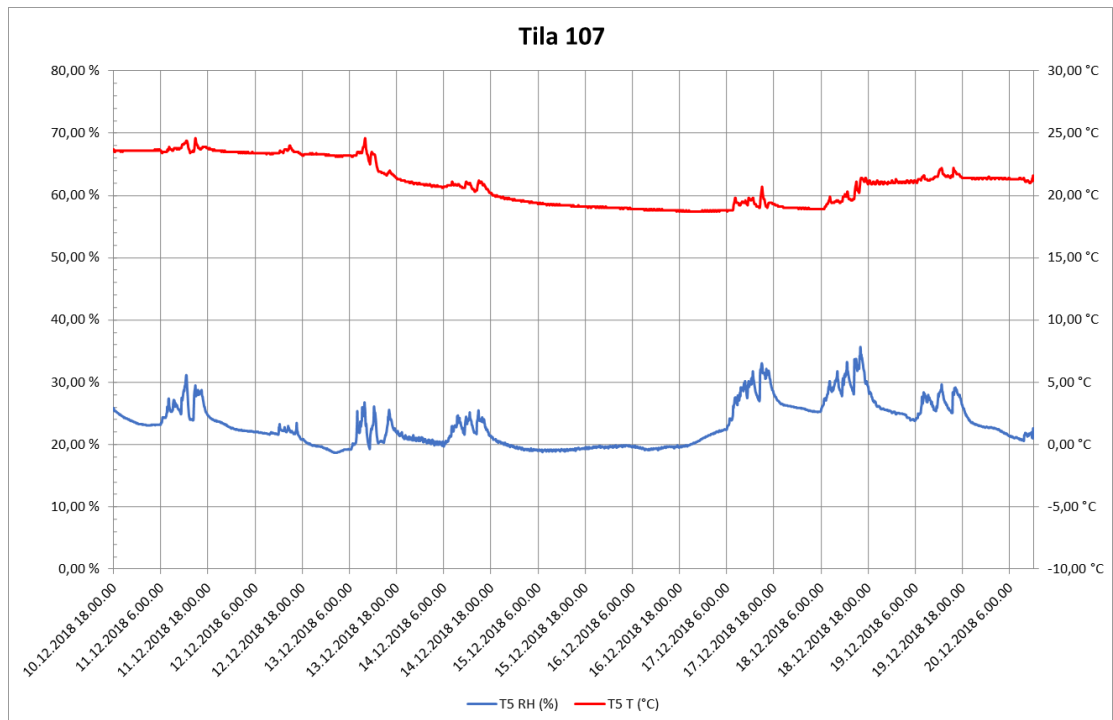
Kuvaaja 4. Kellarin paine-ero 1. kerrokseen nähden aikavälillä 10.-20.12.2018. Kellari on ollut ylipaineinen käyttötiloihin nähden, jolloin ilmvirtaukset kulkevat kellarikerroksesta ylempiin kerroksiin päin.

13.5.2 Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset

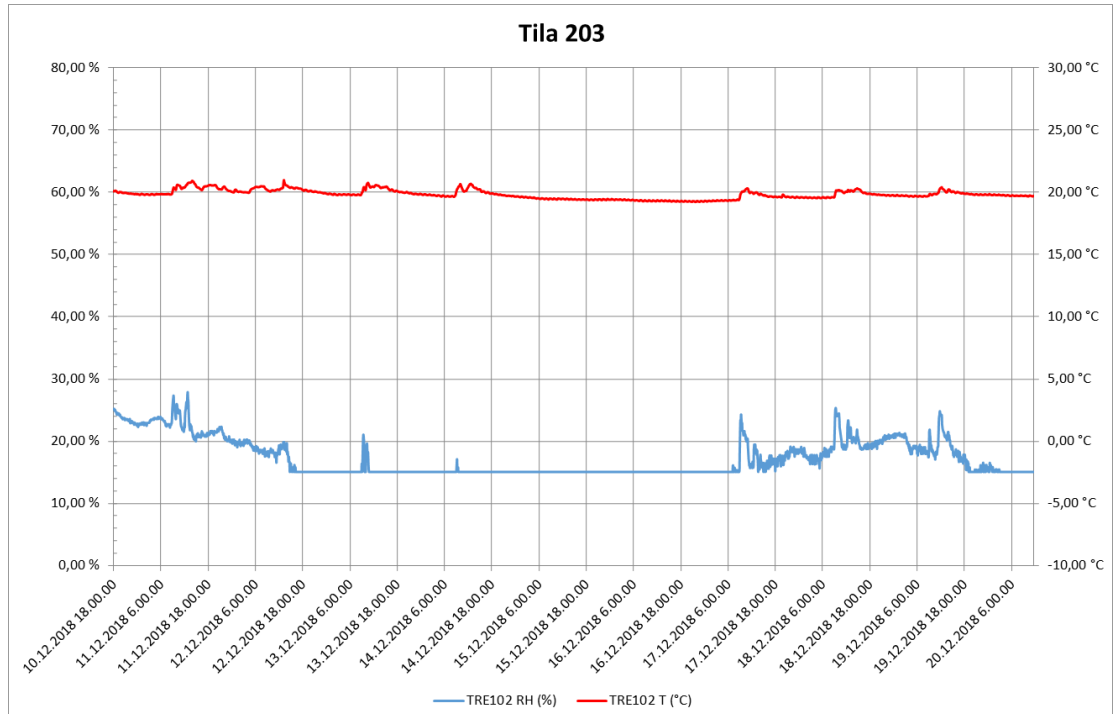
Ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset suoritettiin neljässä tilassa aikavälillä 10.-20.12.2018. Lisäksi mitattiin ulkoilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta. Seurantamittausten tulokset on esitetty kuvaajissa 5...9.



Kuvaaja 5. Tilan 105 (ryhmätila 1) lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 10.-20.12.2018.



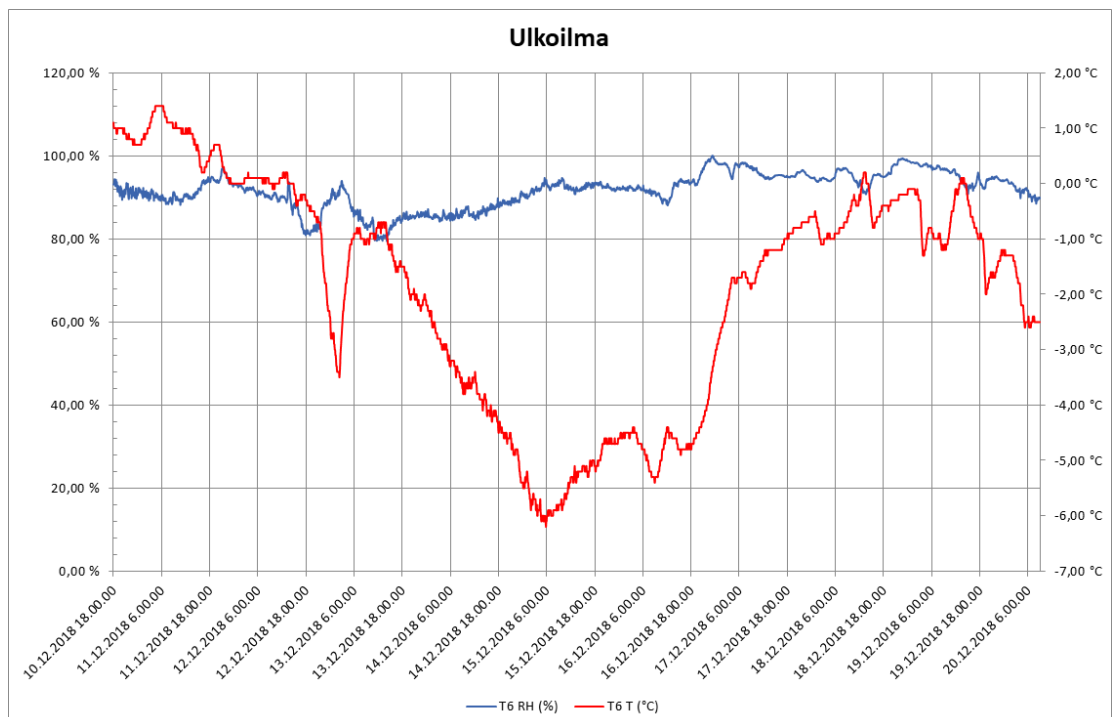
Kuvaaja 6. Tilan 107 (ryhmätila 2) lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 10.-20.12.2018.



Kuvaaja 7. Tilan 203 (ryhmätila 1) lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 10.-20.12.2018.



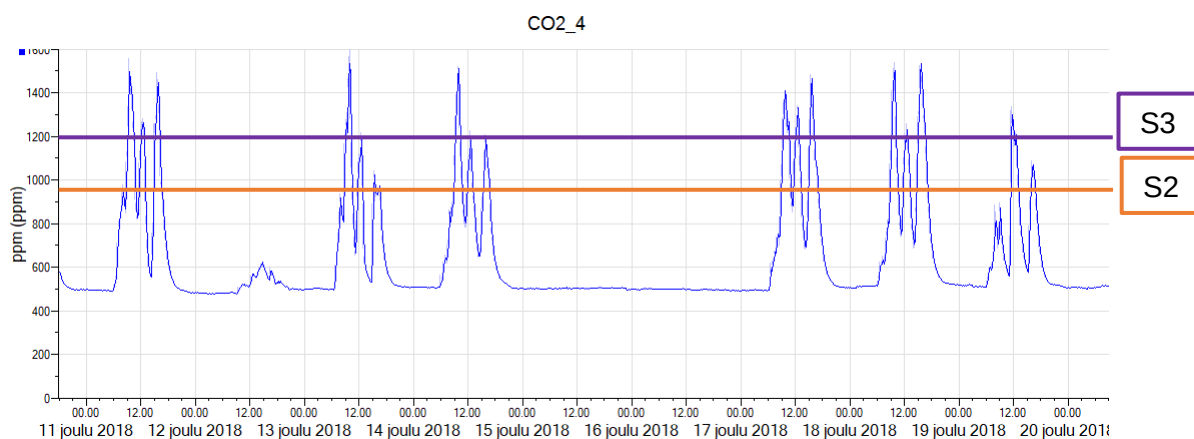
Kuvaaja 8. Tilan 206 (ryhmätila 2) lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 10.-20.12.2018.



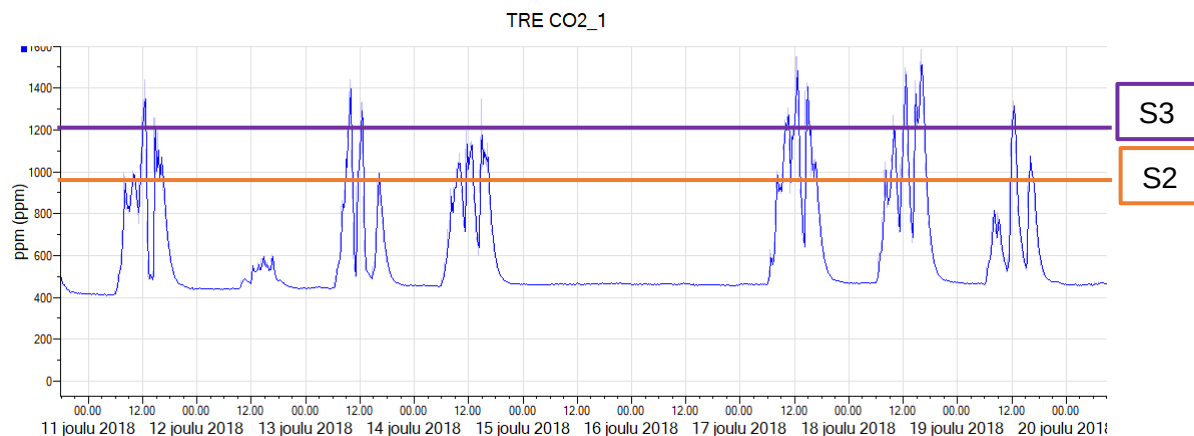
Kuvaaja 9. Ulkoilman lämpötila ja suhteellinen kosteus aikavälillä 10.-20.12.2018.

13.5.3 Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset

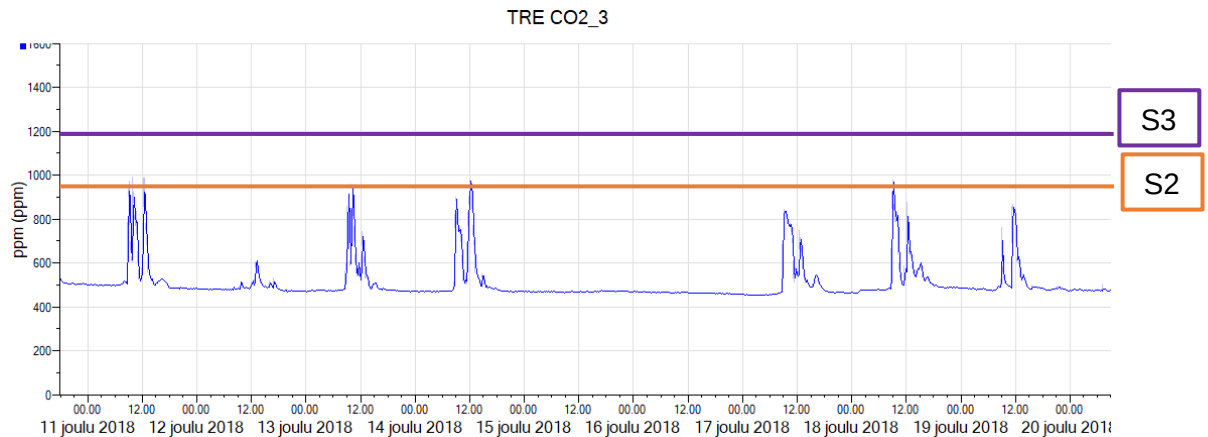
Huonetilojen hiilidioksidipitoisuuden seurantamittauksia tehtiin neljässä tilassa aikavälillä 10.-20.12.2018. Kuvaajiin on merkitty sisäilmastoluokan S2 (hyvä sisäilmasto, ~950 ppm) sekä S3 (tydyttävä sisäilmasto, ~1200 ppm) mukaiset hiilidioksidipitoisuudet. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus ulkoilmassa mittaussajankohtana 400 ppm (Ilmatieteenlaitos). Hiilidioksidipitoisuuksien seurantamittausten tulokset on esitetty seuraavissa kuvaajissa 10...13.



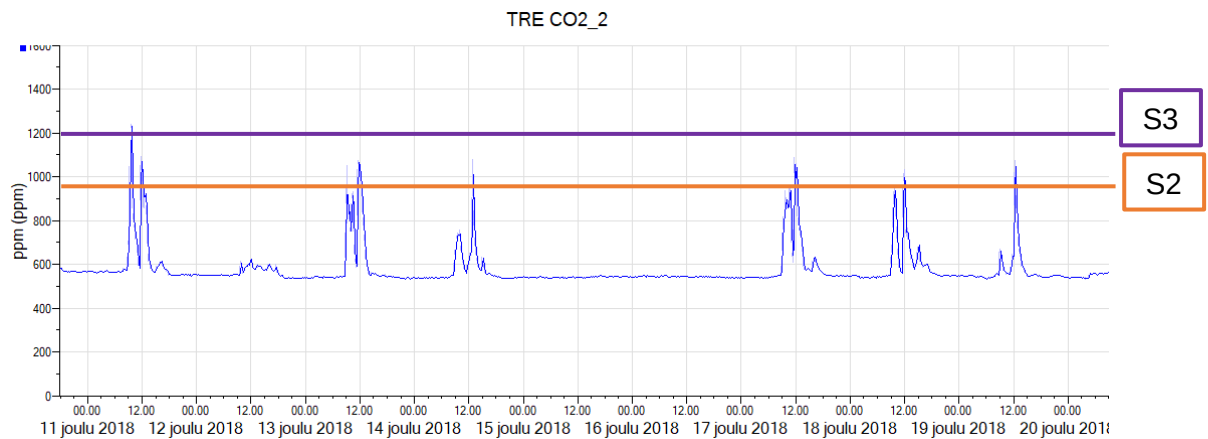
Kuvaaja 10. Tilan 105 (ryhmätila 1) hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 10.-20.12.2018.



Kuvaaja 11. Tilan 107 (ryhmätila 2) hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 10.-20.12.2018.



Kuvaaja 12. Tilan 203 (ryhmätila 1) hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 10.-20.12.2018.



Kuvaaja 13. Tilan 206 (ryhmätila 2) hiilidioksidipitoisuus aikavälillä 10.-20.12.2018. Sisäilmastoluokan S2 hiilidioksidipitoisuuden raja ~950 ppm on esitetty kuvaajassa oranssilla ja luokan S3 hiilidioksidipitoisuuden raja ~1200 ppm on esitetty kuvaajassa violetilla. (S2: hyvä sisäilmasto, hiilidioksidipitoisuus <550 ppm. S3: tyydyttävä sisäilmasto, hiilidioksidipitoisuus >800 ppm. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus Ilmatieteen laitoksen mukaan ~400 ppm.)

13.6 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokoneet

1. kerrosta palvelevasta iv-koneesta puuttuu karkeasuodatus sekä tuloilman että poistoilman osalta, mikä lisää koneen sekä tuloilman hienosuodattimen likaantumista ja heikentää koneen toimintaa. Seuraavan suodatinvaihdon yhteydessä koneeseen tulee lisätä puuttuvat karkeasuodattimet sekä asentaa puhaltimien kumityyny ja -tiivisteet paikoilleen, ja uusia murtuneet tiivisteet. Koneen LTO:n ohituspelti oli sammuttaessa kiinni. Suosittelemme varmistamaan mittauksin (tulo- ja poistoilman lämpötilat), että lämmön talteenotto toimii suunnitellusti. Koneella on teknistä käyttöikää jäljellä vielä noin viisi vuotta, mutta sen uusiminen jo aiemmin on perusteltua, koska sen ilmamäärä ei ole riittävä nykykäyttöön (ks. kohta Ilmamäärät ja sisäilman hiilidioksidipitoisuus). Koneen sammuttamisen (ja todennäköisesti myös esim. sähkökatkon) jälkeen kone palautuu 1/8 teholle. Toimintakatkosten jälkeen tulee manuaalisesti varmistaa, että kone palautuu halutulle käyntinopeudelle.

2. kerrosta palveleva ilmanvaihtokone on teknisesti toimiva. Koneen uusiminen tulee ajankohtaiseksi noin seuraavan kymmenen vuoden kuluessa. Havaintojen ja mittaus-tulosten perusteella koneen yhteydessä olevalla kellokytkimellä ei ole enää vaikutusta koneen toimintaan.

Molempien ilmanvaihtokoneiden sisäosien puhdistamiseen tulisi jatkossa kiinnittää enemmän huomiota. Koneet tulee puhdistaa kattavasti sisäosiltaan vähintään kerran vuodessa, tai tarvittaessa useammin. Samassa yhteydessä tulee tarkastaa koneen tiivisteiden yms. kunto ja uusia ne tarvittaessa. Koneiden puhtaudella on vaikutusta sisäilmaan laatuun sekä ilmanvaihtokoneiden tekniseen toimivuuteen.

Ilmamäärät ja sisäilman hiilidioksidipitoisuus

Seurantamittausten mukaan ilmanvaihto ei poista hiilidioksidia kaikista tiloista riittävän tehokkaasti, etenkin rakennuksen 1. kerroksessa, jossa tilojen hiilidioksidipitoisuus nousee tilan käytön aikana korkeaksi ja pysyy korkealla tasolla siihen asti, kunnes tilan käyttö lopetetaan. 1. kerroksen tiloissa hiilidioksidipitoisuus ylittää päivittäin sisäilmas-toluokan S3 Tyydyttävä sisäilmasto ohjearvon 1200 ppm (800 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus) ja mittausjakson aikana tapahtuu myös lyhytaikaisesti Asumisterveysasetuksen (STM545/2015) toimenpiderajan (1150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus) ylityksiä.

Rakennuksen 2. kerroksessa ilmamäärät ovat hiilidioksidipitoisuuden mittauksien mukaan käyttöön nähden pääosin riittävät, mutta ilmamäärät eroavat osin suunnitelluista ilmamääristä.

1. kerroksen osalta ilmanvaihtokoneen suunniteltu kokonaisilmamäärä riittää n. 13 henkilölle, joten tätä suuremman käyttäjämäärän osalta ilmanvaihtokone on alimitoitettu ja se tulisi uusia suurempaan, mikäli ilmanvaihdon halutaan olevan riittävää. Mikäli kone uusitaan, tulee myös nykyisen kanaviston ja päätelaitteiden riittävyys tarkastella osana iv-suunnittelua. 2. kerroksen osalta ilmanvaihtokoneen ilmamäärä riittää yhteensä n. 33 henkilölle.

Suosittellemme myös säätämään tilakohtaiset ilmamäärät uudelleen, etenkin mikäli 1. kerroksen ilmanvaihtokonetta ei uusita lähiaikoina.

Kanavistot, päätelaitteet ja ilmanjako

Molempien kerrosten ilmanjako on toteutettu siten, että ilmanvaihto huuhtelee tiloja vähintään tyydyttävästi. Päätelaitteet ovat nykytilanteessa toimivia. Ilmanvaihtokanavien

puhdistus on suositeltavaa tehdä ennen ilmamäärien säätämistä, tai viimeistään seuraavan kahden vuoden kuluessa.

Kellarin ilmanvaihto on nykyiseen käyttötarkoitukseen nähden tarkoituksen mukainen. Öljykattilan puoleiseen tilaan olisi kuitenkin suositeltavaa lisätä poistoilmaa, jotta epäpuhtaudet eivät kulkeudu käyttötiloihin. Poistoilman lisääminen voidaan tehdä 1. kerrokseen ilmanvaihtoon kohdistuvien korjaustöiden yhteydessä.

Painesuhteet ja sisäilman olosuhteet

Rakennuksen painesuhteilla tarkoitetaan rakennuksen sisä- ja ulkoilman tai rakennuksen eri osien välisiä ilmanpaine-eroja. Ilma pyrkii virtaamaan painesuhteiden vuoksi korkeammasta paineesta alhaisempaan. Sisäilman ollessa alipaineinen ulkoilmaan tai muuhun mitattavaan tilaan tai rakenteeseen nähden, ilma pyrkii virtaamaan sisäilmaan päin. Tällöin rakenteiden epätiiveyskohtien kautta voi kulkeutua sisäilmaan epäpuhtauksia heikentäen sisäilman laatua.

Rakennuksen painesuhteet olivat pääsääntöisesti hyvällä tasolla kellarin ja alakerran tilojen ollessa noin 5 Pa alipaineisia ulkoilmaan nähden. Rakennuksen kellari on noin 4 Pa ylipaineinen 1. kerrokseen nähden, mikä johtuu lähinnä sisäilman ja ulkoilman välisen lämpötilaeron aiheuttamasta termisestä paine-erosta. Tällöin ilma pyrkii virtaamaan kellarista käyttötiloihin kellarin ovesta sekä välipohjan epätiiveyskohtien kautta, ja näin ollen kellarissa havaitut epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan käyttötiloihin, mikäli rakenteissa on epätiiveyskohtia, joiden kautta ilmapvirtausten on mahdollista tapahtua. Suositeltuja rakenteellisia tiivistyksiä on käsitelty aiemmin raportissa.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (STM 545/2015 asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista) mukaan huoneilman lämpötilan tulee olla oleskelutiloissa lämmityskaudella välillä +20...+26 °C ja lämmityskauden ulkopuolella välillä +20...+32 °C. Sisäilma koetaan miellyttäväksi yleensä noin +20...+22 °C lämpötilassa.

Rakennuksen sisälämpötilat olivat mitatuissa tiloissa pääosin välillä +20...+24 °C, jota voidaan pitää sisäilman kannalta hyvänä tasona. Tilassa 107 sisäilman lämpötila oli mittausjakson alussa melko korkea, mutta tasaantui sisäilman laadun ja viihtyvyyden kannalta hyvälle tasolle mittausjakson aikana. Mittausjaksolla sisäilman suhteellinen kosteus oli vuodenaikaan nähden tavanomainen.

14 Altistumisolosuhteiden arviointi

Tämän luvun tarkoituksena on arvioida sisäilman altistumisolosuhteita Työterveyslaitoksen julkaisun ”Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen” -mukaisesti. Arvioinnissa kiinnitetään huomiota sisäilman laadun ohje- ja viitearvoihin, rakenteiden mikrobivaurioitumiseen, ilmavuotoreitteihin, kuitulähteisiin, betonirakenteiden poikkeaviin kosteuspitoisuuksiin sekä mahdollisiin haitta-aine-esiintymiin. Arviointi kattaa rakennuksen käyttötilat, ei esim. kellaritilaa, joissa ei lähtökohtaisesti oleskella. Näiden tilojen mahdollinen vaikutus käyttötilojen sisäilman laatuun on kuitenkin arvioinnissa huomioitu.

Rakennuksessa on jo aiemmin tehty kuntotutkimuksia, joiden pohjalta on toteutettu mm. välipohjarakenteiden kattavia korjauksia. Aiempien tutkimusten osalta on huomioitu havainnot, mittaus-, näyte- tai muut tulokset niiltä osin, kun niillä voidaan arvioida olevan vaikutusta rakennuksen nykytilanteeseen.

Kohteessa on tehty sisäilmastokysely vuonna 2018. Kysely on kuitenkin toteutettu tavalla, johon ei löydy luotettavaa vertailuaineistoa, eikä asuntolarakennusta ole erotettu omaksi vastausryhmäkseen, joten kyselyn tuloksia ei ole pystytty huomiomaan kokonaisarvioinnissa.

Altistumisolosuhteiden arviointi tehdään seuraavien osa-alueiden perusteella:

A. Mikrobivaurioiden laajuus rakenteessa

B. Ilmayhteys ja ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot

C. Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilmaston laatuun

D. Rakennuksesta peräisin olevat sisäilman epäpuhtaudet (mm. mineraalivillakuidut, materiaaliemissiöt, muovimattojen hajoamistuotteet, kreosootin haju, asbesti):

Altistumisen todennäköisyys ilmoitetaan neliportaisella asteikolla:

-Tavanomaisesta poikkeava olosuhde epätodennäköinen

-Tavanomaisesta poikkeava olosuhde mahdollinen

-Tavanomaisesta poikkeava olosuhde todennäköinen

-Tavanomaisesta poikkeava olosuhde erittäin todennäköinen

Terveystieteellisen merkityksen arvioinnin tekee terveysviranomainen tai työterveyshuolto käyttäen apuna kohteesta tehtyjä selvityksiä

A. Mikrobit

Rakenteista ei tämän tutkimuksen yhteydessä ole otettu materiaalinäytteitä, vaan niitä on arvioitu ensisijaisesti aistinvaraisin menetelmin. Ulkoseinärakenteet ovat pääasiassa kosteusteknisesti varmatoimisia massiivitiiliseiniä ja välipohjarakenteiden pintarakenteet sekä täyttökerrokset on uusittu vuonna 2014. Yläpohjarakenteet on sivuvinttien osalta uusittu välipohjakorjausten yhteydessä, muualla yläpohjassa on tuulettuva ullakko ja lämmöneristeet ovat silmämääräisesti tarkastettavissa. Vaikka vesikatto aiheuttaakin vesivuotoriskin, on edellä mainittujen seikkojen perusteella epätodennäköistä, että rakenteissa olisi sisäilmaan ainakaan merkittävästi vaikuttavia mikrobivaurioita.

B. Ilmayhteys ja paine-erot

Rakenteissa on rakennus- ja korjausajalle tyypillisesti melko yleisesti ilmatiiveyspuutteita. Yläpohjarakenne on toteutettu ilman varsinaista ilmansulkukerrosta. Alapohjan ilmatiiveys todettiin hyväksi. Kellarikerroksen teknisissä tiloissa on öljyperäisiä epäpuhtauksia, joiden on mahdollista kulkeutua teknisten tilojen väliseinien ja välipohjien epätiivien läpivientien kautta jossain määrin rakennuksen käyttötiloihin. Rakennuksen painesuhteet olivat sisäilman laadun kannalta yleisesti melko hyvällä tasolla, mutta termisen paine-eron johdosta ilmavirtaukset kulkevat rakennuksessa pääasiassa alhaalta ylöspäin, mikäli mahdollistaa epäpuhtauksien kulkeutumisen kellarista ylempiin kerroksiin.

C. Ilmanvaihtojärjestelmä

Rakennuksen 1. ja 2. kerroksissa on nykyaikainen koneellinen tulo- ja poistoilmavaihto. Ilmanvaihto rakennuksen 1. kerroksessa on kuitenkin riittämätöntä ja sisäilman hiilidioksidipitoisuus nousee tiloissa oleskelun myötä korkeaksi. 2. kerroksen ilmamäärät olivat käyttöön nähden riittäviä.

Ilmanvaihtokanavistoissa havaittiin jonkin verran puhdistustarvetta, etenkin poistoilmakanavien osalta. Tuloilmakanavat olivat irtolikaa lukuun ottamatta melko puhtaat. Ilmanjako tiloissa on pääosin toimiva.

D. Rakennuksesta peräisin olevat epäpuhtaudet

Rakennuksessa ei ole tehty kattavaa haitta-ainetutkimusta, jossa olisi selvitetty rakenteiden tai järjestelmien sisältämiä haitta-aineita. Rakennusvaustien yhteydessä otettiin alapohjan bitumisivelestä yksi materiaalinäyte, joka ei sisältänyt asbestia, eivätkä PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuudet ylitä vaarallisen jätteen raja-arvoa.

Tutkimuksen yhteydessä havaittiin rakennuksen kellarikerroksessa rikkoontuneita, asbestia sisältäviä putkieristeitä, joista voi irrota asbestikuituja sisäilmaan.

Tutkimusten yhteydessä tiloissa ei havaittu materiaaleja, joista olisi poikkeavia emissioita sisäilmaan.

Arvio altistumisolosuhteesta

Tehtyjen tutkimusten perusteella sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä ovat lähinnä kellarista käyttötiloihin kulkeutuvat epäpuhtaudet sekä rakennuksen 1. kerroksen puutteellinen ilmanvaihto.

Tehtyjen tutkimusten perusteella tavanomaisesta poikkeava altistumisolosuhde on rakennuksen 1. kerroksessa mahdollinen ja rakennuksen 2. kerroksessa epätodennäköinen.

15 Yhteenveto suositelluista toimenpiteistä

Seuraavaksi on esitetty suositeltavat sisäilman laadun parantamiseen tai rakenteiden kosteustekniseen parantamiseen liittyvät toimenpiteet. Korjaustyöt tulee pääsääntöisesti suorittaa erillisen detaljitasoisen korjaussuunnitelman mukaan.

15.1 Kiireellisesti suoritettavat toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien sisäilman laatuun liittyvien korjaustoimenpiteiden suorittamista viipymättä:

- Portaiden alustilan puhdistus orgaanisesta materiaalista.
- Likaisten tilojen (lämmönjakohuone ja öljysäiliötila) tilojen ja muiden tilojen välisten väliseinien ja välipohjan ilmatiiveyden parantaminen kellarikerroksessa
- 2. kerroksesta länsisivun ullakkotilaan johtavien ovien ilmatiiveyden parantaminen asentamalla ovikarmiin liimattavat ovitiivisteet.
- Paikallisen (antenniläpivienti) vesikattovuodon korjaaminen ja eristeiden uusiminen vuotokohdalta
- Riikkoontuneiden putkieristeiden peittäminen esimerkiksi ilmatiiviillä liitosnauhalla asbestikuitujen irtoamisen estämiseksi.
- Ilmanvaihtokoneiden huolellinen puhdistus seuraavan suodatinvaihdon yhteydessä, 1. kerroksen ilmanvaihtokoneen puuttuvien karkeasuodatusten lisääminen
- 1. kerroksen ilmanvaihtokoneen uusiminen seuraavan vuoden kuluessa
- Ilmanvaihtokanavien puhdistus ja ilmamäärien tasapainotus seuraavan kahden vuoden kuluessa, tai 1. kerroksen iv-koneen uusimisen yhteydessä.

15.2 Seuraavan 5 vuoden sisällä tehtävät toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien sisäilman laatuun liittyvien toimenpiteiden suorittamista viimeistään seuraavan viiden vuoden kuluessa:

- Rapattujen julkisivujen kunnan ja korjaustarpeen selvittäminen rapattujen julkisivujen kuntotutkimuksella
- Vesikaton uusiminen. Samassa yhteydessä on tarkoituksenmukaista uusia myös harjauhallakon orgaaniset lämmöneristeet paremmin lämpöä eristäviin sekä kosteusteknisesti varmatoimisempiin lämmöneristeisiin sekä lisätä yläpohjarakenteeseen ilmansulkukerros.
- 1. kerroksen ilmanvaihtokoneen uusiminen seuraavan vuoden kuluessa

15.3 Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä suoritettavat toimenpiteet

Suosittelimme seuraavien toimenpiteiden suorittamista viimeistään rakennuksen seuraavan peruskorjauksen, tai muun kyseiseen rakenneosaan, järjestelmään tai tilaan kohdistuvan korjaustyön yhteydessä:

- Välipohjien ilmatiivyyden parantaminen lattianpäällysteisiin kohdistuvien korjausten yhteydessä.
- 2. kerroksen ja ullakkotilan välisen seinän rakennusfysikaalisen toimivuuden sekä ovien ilmatiivyyden parantaminen viimeistään seuraavan 2. kerrokseen kohdistuvien korjaus- tai muutostöiden yhteydessä.
- Kattavan haitta-ainetutkimuksen tekeminen ennen seuraavia pintoihin tai rakenteisiin kohdistuvia korjaus- tai muutostöitä.
- 2. kerrosta palvelevan ilmanvaihtokoneen uusiminen n. 10 vuoden kuluessa.

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Tampereella, 10.2.2019



Hannes Timlin, TkK



Toni Lammi, Ins (AMK)
Rakennusterveysasiantuntija,
C-22429-26-16

Liitteet: 1. Pohjakuvaliite
2. Analyysivastaus (TT 3314), haitta-ainenäytteen

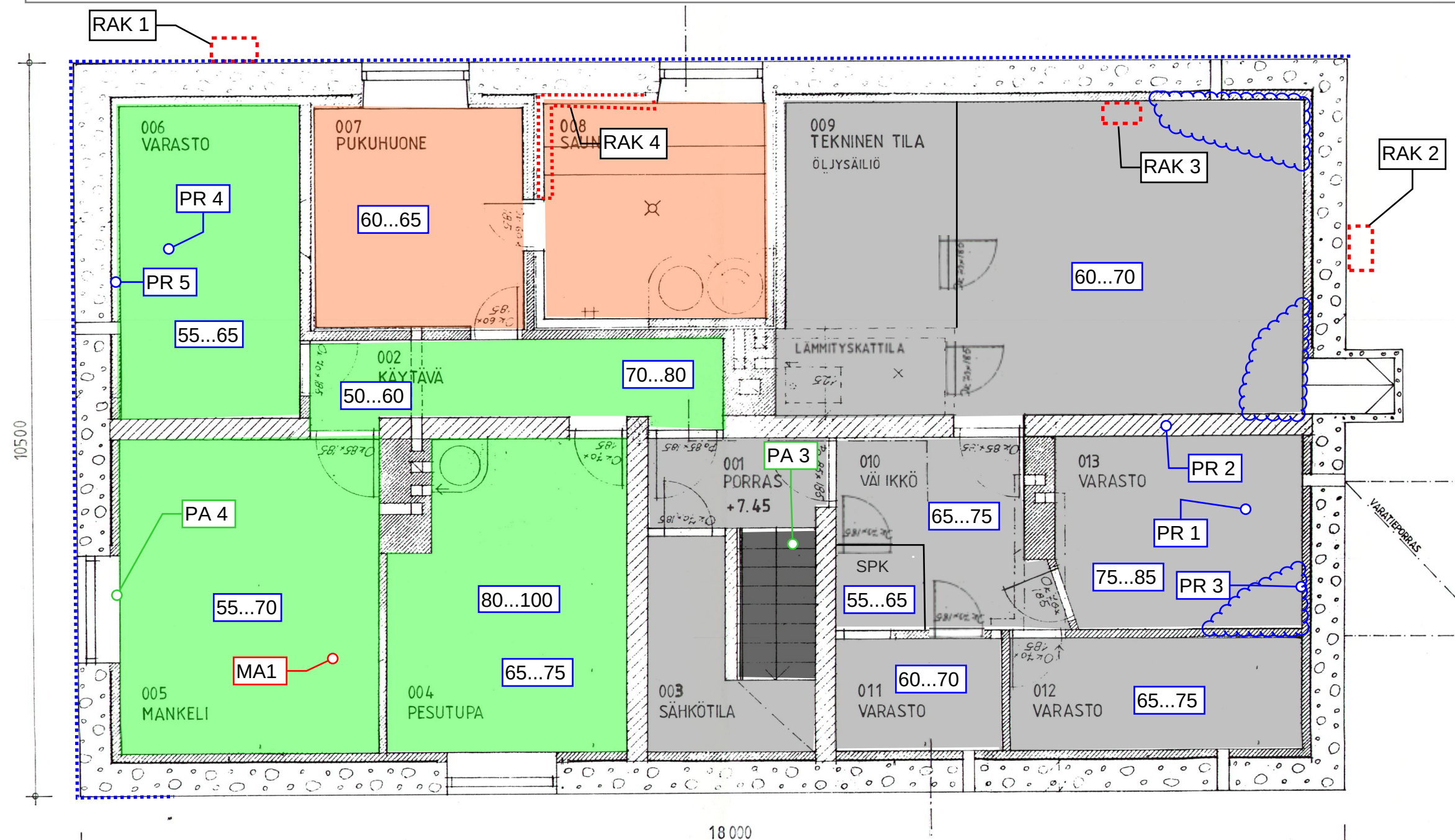
Lattiapinnoitteet/-päällysteet:

	muovimatto
	paljas betoni
	maalattu betoni
	mosaiikkibetoni
	keraaminen laatoitus

Muut merkinnät:

	RAK 1	rakenneavauksen numero
	55...65	pintakosteusilmaisimen lukemaväli tilassa
		alue, jossa kohonneita pintakosteuslukemia
	MA1	merkkiainekokeen numero

	PR 2	porareikämittauspiste
	V 1	viiltoittauspiste
	PA 1	seurantamittauspiste ja mittalaitteen numero (PA paine-ero, CO-hiilidioksidi ja RH-suht. kosteus)
		perusmuurilevy maanvastaisen seinän ulkopinnassa



Lattiapinnoitteet/-päällysteet:

	muovimatto
	paljas betoni
	maalattu betoni
	mosaiikkibetoni
	keraaminen laatoitus

Muut merkinnät:

	RAK 1	rakenneavauksen numero
	~ 30	pintakosteusilmaisimen lukemat tilassa
	MA1	merkkiainekokeen numero

	PR 2	porareikämittauspiste
	V 1	viiltoittauspiste
	PA 1	seurantamittauspiste ja mittalaitteen numero (PA paine-ero, CO-hiilidioksidi ja RH-suht. kosteus)



RAKENNUKSEN ILMANVAIHTO JÄRJESTETÄÄN
ERILLISUUNNITELMAN MUKAAN.

PÄIVÄHOITOKOTI
POHJAPIIRUSTUS 1. KERROS 1:50

KERROSALA / KOKONAISALA 1. KERROS: 189.0 m²
HUONEISTOALA 1. KERROS: 151.0 m²

KELLARIN BRUTTOALA: 189.0 m²
TILAVUUS: 1390 m³
HUONEISTOALA YHTEENSÄ: 245 m²
KERROSALA YHTEENSÄ: 301 m²
KOKONAISALA YHTEENSÄ: 490 m²

- PR 2 porareikämittauspiste
- V 1 viiltomittauspiste
- PA 1 seurantomittauspiste ja mittalaitteen numero (PA paine-ero, CO-hiilidioksidi ja RH-suht. kosteus)



Tutkimusseloste TT 3314

Pappilan koulu, asuntola
Laboratoriotutkimukset

11.01.2019

Tilaajan tiedot

Tilaaja Akaan kaupunki
Osoite Myllytie 3
Postinumero 37800
Postitoimipaikka Toijala
Yhteyshenkilön nimi
Yhteyshenkilön puhelin
Yhteyshenkilön sähköposti

Kohteen tiedot

TT-tunnus 3314
Nimi Pappilan koulu, asuntola
Osoite
Postinumero
Kaupunki
Valmistumisvuosi 1949
Tilauuskoodi
Tilauspäivämäärä 20.12.2018
Erityishuomiot

Tutkimukset

Tutkimus	Näytetunnukset	Tutkimuksia yht.
Asbestianalyysi	HA1	1 kpl
PAH		1 kpl
Muita tutkimuksia:	Lisätietoa:	
Liite 1	Asbestianalyysiraportti (1 sivu)	
Liite 2	ALS Finland Oy:n analyysiraportti K1804938 (2 sivua)	
Tutkimusraportti liitteineen	6 sivua	

Tutkimustulokset pätevät ainoastaan tutkituille näytteille.

Tämän tutkimusselosteen osittainen kopiointi on kielletty ilman Vahanen Rakennusfysiikka Oy:n kirjallista lupaa

Näytteet

#	Tunnus	Rakenneosa	Pituus (min)	Pituus (max)	Leveys	Ilmansuunta	Tarkenne
1	HA1	alapohja					vedeneriste, bitumisively

Laboratorion yhteyshenkilöt

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Linnoitustie 5
FI-02600 Espoo
Puhelin: 0207 698 698
Fax: 0207 698 699

Projektinumero	RAFY2514
Yhteyshenkilön nimi	Ella Lahtinen
Sähköposti	ella.lahtinen@vahanen.com
Tilauksen kirjaajan nimi	Ella Lahtinen
Sähköposti	ella.lahtinen@vahanen.com

4.1.2019

Akaan kaupunki
Myllytie 3
37800 Toijala

ASBESTIANALYYSI

Analyysimenetelmä

Analyysit tehdään materiaalista riippuen stereo- ja polarisaatiomikroskoopeilla (VM) ja / tai pyyhkäisyelektronimikroskoopilla (SEM), joka on kvalitatiivista alkuaineanalyysiä varten varustettu energiadiispersiivisellä röntgenspektrometrillä (EDS). Tutkimustulokset pätevät vain tutkituille näytteille.

Asbestilla tarkoitetaan Valtioneuvoston asetuksessa 798/2015 seuraavien silikaattimineraalien kuitumaisia muotoja: aktinoliitti, antofylliitti, grüneriitti (amosiitti), krysotiili, krokidoliitti, tremoliitti ja erioniitti.

Kohde

Pappilan koulu, asuntola

Näytteenottaja

Ella Lahtinen

Tulokset

Näyte	Tila / rakenne	Materiaali	Asbestia	Tyyppi	Analyysi
HA1	Alapohja	Vedeneriste, bitumisively	Ei	—	VM

Espoossa 4.1.2019

Maria Niskanen
Asiantuntija



Vastaanotettu 2019-01-03
Raportoitu 2019-01-10

Vahanen Rakennusfysiikka Oy
Kyösti Nieminen

Linnoitustie 5
02600 Espoo
Finland

Projekti TT 3314
Tilausnumero

Materiaalin analysointi

Asiakkaan näytetunnus HA/3314						
Näytteenottaja Ella Lahtinen						
Näyttenumero H18017292						
Analyysi	Tulos	Mittausepävarmuus ($\pm$)	Yksikkö	Menetelmä	Analysoija	Allekirjoitus
Esikäsittely						
esikäsittely/murskaus < 1 kg *	-			1	1	ANHU
PAH 16, S-BM-PAHL						
naftaleeni	1.39	0.418	mg/kg	2	1	ANHU
asenaftyleeni	0.108	0.032	mg/kg	2	1	ANHU
asenaftteeni	0.126	0.038	mg/kg	2	1	ANHU
fluoreeni	0.275	0.082	mg/kg	2	1	ANHU
fenantreeni	2.79	0.838	mg/kg	2	1	ANHU
antraseeni	0.413	0.124	mg/kg	2	1	ANHU
fluoranteeni	0.878	0.263	mg/kg	2	1	ANHU
pyreeni	1.40	0.422	mg/kg	2	1	ANHU
bentso(a)antraseeni	0.668	0.200	mg/kg	2	1	ANHU
kryseeni	1.39	0.416	mg/kg	2	1	ANHU
bentso(b)fluoranteeni	1.68	0.504	mg/kg	2	1	ANHU
bentso(k)fluoranteeni	0.261	0.078	mg/kg	2	1	ANHU
bentso(a)pyreeni	1.35	0.404	mg/kg	2	1	ANHU
dibentso(ah)antraseeni	0.440	0.132	mg/kg	2	1	ANHU
bentso(ghi)peryleeni	2.15	0.644	mg/kg	2	1	ANHU
indeno(123cd)pyreeni	1.00	0.301	mg/kg	2	1	ANHU
PAH, 16 yhdistettä yhteensä	16.3		mg/kg	2	1	ANHU
Näytteen PAH -analyysin tulokset ovat neljän mittauksen keskiarvoja näytteen epähomogeenisuudesta johtuen.						



* =näyte tutkittu akkreditoimattomalla menetelmällä.

Menetelmäkuvaus	
1	Näytteen esikäsittely sisältäen tarvittaessa murskauksen, esikäsittävän näytteen paino ≤ 1 kg. Näytteen punnitus tapahtuu näytteen vastaanottamisen yhteydessä Helsingin toimipisteessämme ja punnitukseen käytetty vaaka ei kuulu säännöllisen kalibroinnin piiriin.
2	Polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen (PAH 16) määrittäminen GC-MS-tekniikalla menetelmien US EPA 8270, EN 15527 ja ISO 18287mukaan.

	Hyväksyjä
ANHU	Anna Huttunen

Analysoija ¹	
1	Analysoinnista vastaa ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfê 336/9, 190 00, Praha 9, Tšekki, joka on akkreditoitu tšekkiläisen akkreditointielimen CAI (Czech Accreditation Institute) toimesta (the Testing Laboratory No. 1163).

Mittausepävarmuus on ilmoitettu laajennettuna mittausepävarmuutena, jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2, jolloin luotettavuustaso on noin 95%.

Alihankkijoiden mittausepävarmuus on yleensä annettu laajennettuna mittausepävarmuutena, jossa on käytetty kattavuuskerrointa 2. Laboratoriolta saa lisätietoja pyydettäessä.

Analyytitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Tutkimusraportin saa kopioida vain kokonaisuudessaan. Muussa tapauksessa kopiointista on saatava lupa laboratoriolta.

Tilausta koskevat yleiset sopimusehdot, ks. voimassa oleva tarjous tai ALS Finland Oy:n kotisivut (www.alsglobal.fi).

Vain digitaalisesti allekirjoitettu PDF- raportti on alkuperäinen. Kaikki muut tulostetut versiot ovat kopioita.

¹ Analyysin suorittava ALS- tai alihankintalaboratorio.