



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Elias Pitkääkoski

RIVITALON KUNTOTUTKIMUS

Tekniikka
2020

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Elias Pitkälkoski
Opinnäytetyön nimi	Rivitalon kuntotutkimus
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	73 + 3 liitettä
Ohjaaja	Minna Uimonen

Opinnäytetyön tutkimuskohteena oli vuonna 1953 rakennettu rivitalo. Tavoitteena oli selvittää rivitalon kunto ja mahdolliset korjaustarpeet. Tutkimuksessa huomioidiin etenkin kosteus- ja lämpötekniisiä asioita. Opinnäytetyön toimeksiantajana oli osakeyhtiö, jonka toimiala on asuntojen vuokraus.

Opinnäytetyössä käsitellään kuntotutkimuksen vaiheita ja kuntotutkijan pätevyysvaatimuksia. Työssä esiteltyjä tutkimusmenetelmiä ovat rakenneavaus, pintakosteusmittaus, piikkimittaus, porareikämittaus ja lämpökuvaus. Opinnäytetyössä tutkittiin rivitalon kosteusteknistä kuntoa ja toimivuutta, yläpohjan ja kellarin maanpaineseinän rakennetta sekä kiinteistön lämpötekniistä toimivuutta lämpökuvauksella. Kosteustekninen kuntotutkimus suoritettiin pääasiassa aistinvaraisesti. Tutkimuksen apuna käytettiin pintakosteusmittaria, piikkimittaria, yleismittaria, lämpökameraa ja rakenneavauksia.

Kuntotutkimuksen avulla löydettiin korjaustoimenpiteitä vaativia kohtia rakennuksen eri osista ja rakennusajankohdalle tyypillisiä vaurioherkkiä rakenteita. Kohteessa löydettiin myös kiireellistä korjaamista vaativa vesikatteen vuoto. Rakennus oli kuitenkin kohtuullisen hyväkuntoinen. Tutkimuksen avulla kiinteistön omistajille laadittiin kuntotutkimusraportti, josta ilmenee tarvittavat toimenpiteet. Näitä ovat esimerkiksi herkästi mikrobivaurioituvien materiaalien poistaminen kellarista, maanpinnan kallistusten muuttaminen, erilaiset tiivistämiset ja kellarin kunnostaminen kosteusteknisesti toimivaksi.

ABSTRACT

Author	Elias Pitkääkoski
Title	Condition Survey of Terraced House
Year	2020
Language	Finnish
Pages	73 + 3 Appendices
Name of Supervisor	Minna Uimonen

The aim of this thesis was to research the condition and the needs of reparations of a terraced house which was built in 1953. Special attention is paid to moisture and thermo-technical properties. The thesis was commissioned by a limited company whose business is apartment rental.

The phases of a condition survey and qualifications of condition researchers are introduced. The research methods introduced in this thesis are structural opening, surface moisture measurement, spike moisture measurement, measurement technique through a borehole and photographing with a thermographic camera. The moisture technical condition and functionality, the structure of the attic floor and the earth pressure walls and the thermo technical functionality was researched in this thesis. A technical moisture survey was carried out mainly by researching by senses. A hygrometer, a multimeter and a thermographic camera was also used in the research.

With the help of the condition survey, some structural parts needing reparations were found. The building has some delicate structures, which are typical for the building era. A leak in the roof was detected which needed an urgent reparation. However, the building was in a reasonably good condition. A report which contains the needed reparations was made for the owner from the building. The reparations include, for example removing the organic materials of the basement, changing the tilt of the ground, different sealings of structures and renovating the basement to be moisture technically functional.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	10
2	KUNTOTUTKIMUS	12
	2.1 Kuntotutkimuksen vaiheet	12
	2.2 Kuntotutkijan pätevyysvaatimukset.....	14
	2.3 Tutkimusmenetelmiä.....	14
	2.3.1 Rakenneavaus.....	14
	2.3.2 Pintakosteusmittaus.....	15
	2.3.3 Piikkimittaus	16
	2.3.4 Porareikämittaus.....	16
	2.3.5 Lämpökuvaus	17
	2.4 Tekninen käyttöikä ja kuntoluokka.....	21
3	RIVITALON KUNTOTUTKIMUS.....	22
	3.1 Kohderakennus ja lähtötiedot	22
	3.2 Havainnot.....	23
	3.2.1 Ulkopuoli	23
	3.2.2 Kellarin maanvarainen alapohja ja maanpaineseinät	28
	3.2.3 Tuulettuva alapohja.....	37
	3.2.4 Julkisivut ja ulkoseinät.....	38
	3.2.5 Ulko-ovet ja ikkunat.....	40
	3.2.6 Väliseinät ja pintarakenteet sisätiloissa.....	41
	3.2.7 Märkätila ja WC	42
	3.2.8 Yläpohja ja vesikate	45
	3.3 Kosteusmittaukset	50
	3.4 Rakenneavaukset.....	59
	3.5 Lämpökamerakuvaus	61
4	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	65
	4.1 Ulkopuoli	65

4.2 Kellari ja tuulettuva alapohja	66
4.3 Julkisivut, ulko-ovet ja ikkunat.....	67
4.4 Sisäpuoli.....	68
4.5 Yläpohja ja vesikate	68
5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	70
LÄHTEET	72

LIITTEET

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Lämpökuvausraportin korjausluokat /8, s. 103/	20
Taulukko 2. Kuntoluokat /11, s. 1/	21
Taulukko 3. GANN-mittalaitteen tulosten tulkintataulukko /19/	51
Taulukko 4. Tulosten tulkintataulukko materiaalin tiheyden perusteella /20, s. 70/	51
Taulukko 5. Kriittinen kosteus eri rakennusmateriaalien homehtumisen kannalta. /4, s. 133/	55
Taulukko 6. Vuotokohdan mittauskohdat ja tulokset.	57
Taulukko 7. Vanhan vuotopaikan mittauskohdat ja tulokset.....	58
Taulukko 8. Yläpohjan rakenneavauksen mittauskohdat ja tulokset.....	58
Kuva 1. Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen eteneminen ja vaiheet /4, s. 21/	13
Kuva 2. Rivitalon tutkittavana asuntona on pohjakuvan asunto 1.	22
Kuva 3. Rakennuksen länsipäädyn maanpinta.	23
Kuva 4. Takapihan maanpinta ja portaat.	24
Kuva 5. Rännikaivon päällä on liuskekivi.....	25
Kuva 6. Takapihan portaat.	25
Kuva 7. Takapihan portaiden ja sokkelin välinen rako.	26
Kuva 8. Rakennuksen sokkelin korkeusvaihtelut.....	26
Kuva 9. Sokkelin matalin nurkka.	27
Kuva 10. Katoksen pilarit ovat voimakkaasti lahonneet.	27
Kuva 11. Kellarin lattiaa peittävä pahvi.	28
Kuva 12. Pesuhuoneen lattia.	29
Kuva 13. Maanpaineseinän tiiliverhous.	30
Kuva 14. Pesuhuoneen seinässä maalipinta on hilseillyt.	30
Kuva 15. Kellarin katon muottilautoja on betonin sisällä.	31
Kuva 16. Pesuhuoneen kattopinnassa on homepilkkuja.....	31
Kuva 17. Pukuhuoneen panelointi on kiinni lattian pinnassa.....	32
Kuva 18. Välioiven kynnyksen ja karmin lahovaurio.	32
Kuva 19. Kellarin ja eteisen paine-eromittaus.	33

Kuva 20. Lattialla on selkeästi kosteita kohtia.....	34
Kuva 21. Portaiden viereisessä varastossa on vettä lattian pinnalla.....	34
Kuva 22. Asunnon 3 kellarin portaissa on kiteytynyttä suolaa.....	35
Kuva 23. Väliseinän ja lattian liitos on selvästi kostea.....	35
Kuva 24. Ovenkarmissa on mikrobikasvustoa.....	36
Kuva 25. Katon betonilaatassa on kiteytynyttä suolaa.....	36
Kuva 26. Tuuletusaukkojen sijainnit.....	37
Kuva 27. Alapohjan umpilaudoitus.....	38
Kuva 28. Pystypaneloinnissa on osittain lahovaurioita.....	39
Kuva 29. Julkisivun tuuletusrako ja 50 mm paksu lisärunko.....	39
Kuva 30. Ikkunoiden vesipeltien nurkissa on reiät.....	40
Kuva 31. Nuolen kohdassa oleva kopolaatta ja tummuneet silikonisaumat.....	43
Kuva 32. Saunan paneloinnin takaa puuttuu tuuletusrako.....	43
Kuva 33. Vesiputkien läpivienti ei ole tiivis.....	44
Kuva 34. Saunan puolella läpiviennissä on selviä puutteita ja laatta on lohjennut.	44
Kuva 35. Käsienspesualtaan viemäriputken läpivienti.....	45
Kuva 36. Vesikaton vanha vuotokohta, jossa on merkkejä mikrobivauriosta.....	46
Kuva 37. Antennin kohdalla on vuoto.....	47
Kuva 38. Vuotokohdan pilarin piikkitesti.....	47
Kuva 39. Ullakkotilan päätykolmioissa ei ole tuuletusaukkoja.....	48
Kuva 40. Rästyslinjoilla ei ole korvausilmareittä.....	48
Kuva 41. Poistoilmapiputket ovat yläpäästä eristämättä.....	49
Kuva 42. Kattotuolin diagonaalien tummunut alareuna.....	50
Kuva 43. Gann Hydromette RTU600 ja B60-mittausanturi.....	50
Kuva 44. Gann Hydromette RTU600 ja M18-vasaraelektrodi.....	54
Kuva 45. Puutavaran kosteuspitoisuuden riippuvuus lämpötilasta ja ilman suhteellisesta kosteudesta /21/.....	55
Kuva 46. Tiiliseinän ja betoniseinän välinen ilmarako.....	60
Kuva 47. Betoniseinän pikisively.....	60
Kuva 48. Yläpohjan rakenneavaus.....	61
Kuva 49. Lämpökamera FLIR T640.....	62

Kuva 50. Keittiön nurkan ja välioven ilmapuotokohdat.	63
Kuva 51. Kuvassa 50 näkyvän nurkan tiivistämättä jääneet läpiviennit.	63
Kuva 52. Kuvassa 50 näkyvän oven ilmapuodon aiheutti puuttunut tiiviste.	64

LIITELUETTELO**LIITE 1.** Kyselylomake**LIITE 2.** Pintakosteuskartoitus**LIITE 3.** Lämpökuvausraportti

1 JOHDANTO

Rakennusten ikääntyminen ja riittämätön kunnossapito ovat aiheuttaneet jatkuvasti kasvavan korjausvelan, jota voidaan pienentää oikealla ja suunnitelmallisella kunnossapidolla /1, s. 3/. Korjausvelan kasvaessa ja rakennusten ikääntyessä tarvitaan usein tutkimuksia rakennusten kunnan selvittämisessä ja korjaushankkeiden suunnittelussa. Myös sisäilmaongelmat ovat ajankohtainen aihe, joiden selvittämiseen tarvitaan tutkimuksia.

Kuntoarvio on aistinvarainen ja rakenteita rikkomaton selvitys laitteen tai kiinteistön kunnosta. Kuntoarvion menetelmät eivät kuitenkaan aina riitä löytämään rakenteiden sisällä olevia piileviä vaurioita. Niiden selvittämiseen tarvitaan usein tarkempia tutkimuksia. Kuntoarvioija tekee tarvittavat jatkotutkimusehdotukset tarkemmista kuntotutkimuksista. Kuntotutkimuksessa tutkitaan rakenteiden tai kiinteistöön kuuluvien teknisten järjestelmien kuntoa ja selvitetään kuinka laajalti korjaustoimia tulisi suorittaa. /2, s. 2, 10/ Tavoitteena on tutkia yksittäisen rakennusosan tai järjestelmän sen hetkiset ongelmat, vaurion aiheuttajat ja arvioida vaurioiden mahdollinen eteneminen /3, s. 3, 6/. Tutkimusmenetelminä käytetään aistinvaraisen havaintojen, kuvausten ja mittausten tukena rakenteita rikkovia menetelmiä /4, s. 226/. Erilaisia kuntotutkimuksia ovat esimerkiksi kiinteistön lämpökuvaus, rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus ja eri rakenneosien kuten alapohjan tai ulkoseinän kuntotutkimukset /2, s. 10/.

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli osakeyhtiö, jonka toimiala on asuntojen vuokraus. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää vuonna 1953 rakennetun rivitalon kunto, korjaustarpeet sekä kosteus- ja lämpötekniinen toimivuus. Toimeksiantajalle on tärkeää tietää vuokraamiensa asuntojen kunto ja kuinka kiinteistön kuntoa voidaan ylläpitää ja mahdollistaa asuntojen vuokraus myös jatkossa.

Opinnäytetyössä käsitellään kuntotutkimuksen vaiheita, tutkimusmenetelmiä ja kuntotutkijan pätevyysvaatimuksia. Työssä käsitellään lisäksi käyttöikä ja kunto luokkaa, jotka molemmat ovat usein tärkeitä etenkin kuntotutkimuksen analysoinnissa ja raportoinnissa. Opinnäytetyön kohderakennus on jaettu tutkittaviin osiin raportoinnin selkeyttämiseksi ja tutkimuksen toteuttamisen järjestelmällisyyden

lisäämiseksi. Rivitalon tutkittaviin osiin kuuluvat rakennuksen ulkopuoli, kellari, tuulettuva alapohja, julkisivut, ulkoseinät, ulko-ovet, ikkunat, sisätilat, märkätilat, wc-tila sekä yläpohja ja vesikate. Rivitalo tutkittiin kiinnittäen huomiota etenkin kosteustekniseen toimivuuteen. Tutkimus suoritettiin käyttäen aistinvaraisia menetelmiä, kosteus- ja olosuhdemittauksia ja lämpökuvauksia. Opinnäytetyön havainnoista on laadittu toimenpide- ja jatkotutkimusehdotuksia. Työn aineistona käytetään rakennusalan ajankohtaisia säädöksiä ja ohjeita. Lähteiden valinnassa kiinnitettiin huomiota niiden luotettavuuteen ja ajankohtaisuuteen.

2 KUNTOTUTKIMUS

2.1 Kuntotutkimuksen vaiheet

Kuntotutkimus aloitetaan lähtötietojen hankkimisella, jossa tilaaja toimii aktiivisessa roolissa. Kuntotutkimuksen alussa tehdään myös kohdekäynti ja kyselytutkimuksia. Näiden perusteella saadaan alustava riskiarvio ja voidaan laatia tutkimussuunnitelma. Alustavalla riskiarviolla arvioidaan tutkittavan kohteen vaurioitumisriskejä, vaurioiden aiheuttajia ja selvitetään, mihin kuntotutkimuksessa tulee erityisesti kiinnittää huomiota. Tutkimussuunnitelmassa valitaan alustavat tutkimusmenetelmät lähtötietojen ja riskiarvion perusteella. Tutkimussuunnitelmassa ilmoitetaan myös tutkimuskohteen perustiedot, taustatiedot ja käytetyt lähtötiedot. Tutkimussuunnitelmaa käytetään lähtötietona kustannusarvion laskemisessa sekä tarjouksen ja kuntotutkimussopimuksen tekemisessä. /4, s. 20 – 21/

Kiinteistössä tehtävä kuntotutkimus aloitetaan selvittämällä eri rakenneosien rakennekerrokset. Rakennekerrokset voidaan selvittää lähtötietoina saaduista suunnitelmista tai rakenneavauksista. Rakennekerrosten materiaalien tunnistaminen on myös oleellinen asia kuntotutkimuksen alkuvaiheessa, sillä se auttaa ymmärtämään esimerkiksi rakenteen vaurioherkkyyttä, kosteus- ja lämpötekniistä toimivuutta ja mahdollisten haitta-aineiden esiintymistä. Kuntotutkimuksessa tarkistettavat rakenteet tai laitteet tutkitaan järjestelmällisesti, ja eri osien tarkistukset suoritetaan usein tarkastuslistojen avulla ja samalla etsitään mahdollisia riskikohtia. Löydetyistä riskikohdista voidaan suorittaa rakenneavauksia ja materiaalinäytteiden ottoa, mutta usein löydetyt ongelmat ja niiden syyt voidaan määrittää aistinvaraisesti. Näiden tutkimusten lisäksi kohteessa voidaan suorittaa esimerkiksi erilaisia pintakosteuskartoituksia ja tarkempia kosteusmittauksia. Tutkimuksista saadut havainnot ja mitaustulokset vaativat analysointia tapauksen vaatimalla laajuudella. Analysoinnilla etsitään vastauksia esimerkiksi vaurioiden laajuuteen ja syihin. Mittaustulosten analysoinnissa käytetään apuna viite- ja ohjearvoja. /4, s. 39 – 40, 95/

Kuntotutkimuksesta laaditaan kirjallinen tutkimusselostus, joka sisältää tutkimus- ja mitaustulokset, tuloksista tehdyt johtopäätökset sekä korjaustapaehdotukset. Tutkimusselostuksesta on tultava ilmi selvästi korjaamista vaativat vauriot ja niiden

esiintymispaikka, laajuus ja aiheuttajat. Raportista on hyvä ilmetä myös kohteen yleistiedot ja kuvaus, käytetyt lähtötiedot, tutkimusmenetelmät, rakenneosien tekniset tutkimukset ja toimenpide-ehdotuksien yhteenveto kaikista vaurioituneista osista. /4, s. 91/ Kuvassa 1 on esitetty esimerkkinä kosteus- ja sisäilmateknisen tutkimuksen eteneminen ja vaiheet.



Työn sisällön määrittely, mahdollinen tarjouskilpailu, sopimus

Kuva 1. Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen eteneminen ja vaiheet /4, s. 21/.

2.2 Kuntotutkijan pätevyysvaatimukset

Kuntotutkijan pätevyysvaatimukset vaihtelevat eri kuntotutkimusten välillä. Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen tekijältä vaaditaan kattavaa erikoisosaa mista kosteus- ja sisäilmateknisistä asioista. Kosteusvaurioiden ja sisäilman laatuun vaikuttavien tekijöiden tunnistamiseen edellytetään tuntemusta eri vuosikymmenten rakenneratkaisuista, riskirakenteista, materiaaleista ja LVI-tekniikasta. /4, s. 12/

Tutkijalta vaaditaan rakennusfysiikan sekä lämmön- ja kosteudensiirtymisilmiöiden tuntemista. Tutkijan on tunnettava, millaisia ovat normaalit ja poikkeavat sisäympäristöt sekä tavanomaiset epäpuhtaudet. Hänen on tunnettava eri tutkimus- ja mittausmenetelmät sekä niiden tulosten tulkinta. Kuntotutkijan pätevyyttä voidaan todentaa esimerkiksi riippumattoman tahon henkilösertifiointimenettelyllä. /4, s. 12/

2.3 Tutkimusmenetelmiä

2.3.1 Rakenneavaus

Rakenneavaus on yksi kuntotutkimuksen menetelmistä, jonka avulla voidaan selvittää rakenneratkaisut ja niiden kunto. Rakenneavauksen tavoitteena on varmistaa käytetyt materiaalit ja niiden kerrospaksuudet, erilaisten liitosten toteutustavat sekä selvittää kohdan kunto silmämääräisesti, mittauksilla ja materiaalinäytteillä. Materiaalinäytteillä voidaan selvittää esimerkiksi kosteuspitoisuus, mikrobipitoisuuksia tai kemiallisia pitoisuuksia. /5/

Rakenteiden avauksia tehdään mahdollisesti vaurioituneeseen kohtaan tai kohtaan, jonka rakenne halutaan selvittää. Rakenneavauksessa tulee varoa maanvastaisten vedeneristettyjen tai vedenpaine-eristettyjen rakenteiden avaamista, ettei tutkimuksella aiheuteta vesivahinkoja. Myös kylpyhuoneen vedeneristettä tulee varoa, ja märkätilan seinien avaukset suositellaan tehtäväksi kuivan tilan puolelta. /4, s. 45 – 46/

2.3.2 Pintakosteusmittaus

Pintakosteusmittaus on rakenteita rikkomaton kosteudenmittausmenetelmä, jolla saadaan suuntaa antavia tuloksia. Mittausmenetelmää voidaan käyttää kosteuserojen tunnistamiseen, mutta sen avulla ei saada luotettavaa arviota rakenteen kosteuspitoisuudesta. Tästä syystä menetelmä ei sovellu esimerkiksi betonin päällystettävyyden mittaamiseen. Pintakosteusmittauksella voidaan alustavasti kartoittaa kosteusvaurioiden laajuutta esimerkiksi vesivahinkotapauksissa. Menetelmä sopii parhaiten selvästi ympäröivää aluetta kosteampien kohtien paikantamiseen. Korjauspäätöksiin vaaditaan kuitenkin usein varmistus vahingon laajuudesta muilla tarkemmilla mittausten menetelmillä esimerkiksi porareikämittarilla. Pintakosteusmittaria voidaan käyttää korjaustyön aloittamispäätöksenä ainoastaan täysin varmoissa tapauksissa. /6/

Pintakosteusmittauksissa käytettävien mittareiden toiminta perustuu mitattavan materiaalin sähkönjohtavuuteen ja dielektrisyden mittaamiseen. Mittarit tunnistavat rakenteen tai materiaalin pintaosissa ja pinnalla olevan kosteuden, mutta ei osoita millä syvyydellä kosteus on. Mittareiden tuloksia pidetään suuntaa antavina. /6/

Pintakosteusmittaria käytettäessä on hyvä toimia järjestelmällisesti ja kirjata saadut mittaustulokset muistiin. Mittausta suoritettaessa tulee olla tietoinen tutkittavasta rakenteesta tai materiaalista ja huomioida näihin liittyvät mittalaitteen rajoitukset. Saatuja tuloksia tulee verrata samaa materiaalia olevaan varmasti kuivaan kohtaan. Tuloksia arvioidessa on huomioitava kosteuden siirtyminen ja mahdolliset virhetekijät mittauskohdassa. Mittaustuloksiin vaikuttavia virhetekijöitä voi olla esimerkiksi materiaaliominaisuudet, betonin raudoitusteräukset, metallirangat, rakenteen ilma- ja vesijohtot ja sähkökaapelit. Usein mittaustulokset on syytä varmentaa toisella kosteuden mittausmenetelmällä. /6/

2.3.3 Piikkimittaus

Piikkimittaria käytetään puun kosteuden mittaamiseen, ja kosteuspitoisuus saadaan painoprosenteina. Mittaus perustuu mittausturinin päässä olevien metallielektrodien välisen konduktanssin mittaamiseen. Mittausta suoritettaessa tulee tietää mistä puulajista kosteutta mitataan, sillä laitteen mittausalue säädetään puulajin tai materiaalin mukaan. /4, s. 57/

Puun kosteutta voidaan mitata joko läheltä pintaa tai halutulta syvyydeltä puun sisältä, jolloin käytetään vasaraelektrodiä. Vasaraelektrodiin voidaan asentaa eristetyt elektrodipiikit, jolloin mittaus suoritetaan tiettyyn syvyyteen lyötyjen elektrodien kärjestä. Mittaustuloksiin vaikuttavat puun suolapitoisuus, kyllästysaineet ja se kuinka elektrodit on asetettu puun syihin nähden. /4, s. 57/

2.3.4 Porareikämittaus

Porareikämittaus on tarkka kosteuden mittaamenetelmä, jolla mitataan betonin suhteellista kosteutta. Porareikämittaus luokitellaan rakenteita rikkovaksi tutkimusmenetelmäksi. Pintakosteusmittaukseen verrattuna se on tarkempi, mutta työläämpi menetelmä. Porareikämittauksessa mittaushohtien määrä on pienempi, joten mittaushohtat on syytä suunnitella etukäteen. Mittaushohtien valinnassa voidaan käyttää apuna pintakosteusmittaria. /7, s. 2 – 3/

Kosteusmittaajalta vaaditaan rakennustekniikan, rakennusfysiikan, rakenteiden ja rakennusmateriaalien kattavaa tuntemusta. Mittaajan tulee hallita mittalaitteiden käyttö, tulkinta ja tulosten raportointi. Kosteusmittaajan ammattipätevyyttä voidaan todentaa pätevyystodistuksella esimerkiksi suorittamalla VTT:n sertifioima rakenteiden kosteudenmittaaja koulutus. /7, s. 3/

Porareikämittauksen suorittamisessa on luotettavien tuloksien saamiseksi noudatettava tiettyjä ohjeita. Porareikämittauksella saavutetaan tarkimmat tulokset +15...+25 °C lämpötilassa. Mittausolosuhteiden tulee olla lähellä rakennuksen normaalia käyttölämpötilaa ja suosituslämpötiloja. Mittausolosuhteiden poiketessa liikaa normaalista käyttötilanteesta tai suosituslämpötiloista voidaan mittaus tehdä näytepalamenetelmällä, mikäli tarvitaan hyvää mittaustarkkuutta. Mitattaessa

lattialämmitettyä betonilattiaa tulee lämmitys sammuttaa vähintään viikko ennen tutkimusta. Näin vältetään liian suurelta lämpötilaerolta betonin ja yläpuolisen ilman välillä. Porareikämittaus tulee suorittaa vähintään 10 mm syvyydestä. /7, s. 3/

Porareikämittaus aloitetaan poraamalla mittauskohtaan yleensä halkaisijaltaan 16 mm reikä. Reiän koko voi poiketa käytettäessä mittalaittevalmistajan mittauslaitteeseen kuuluvaa asennusputkea, jolloin noudatetaan valmistajan ohjetta. Porareikämittauksessa betoniin poratun reiän syvyys tulee vastata millimetrin tarkkuudella haluttua syvyyttä, josta kosteuspitoisuus on tarkoitus mitata. Porauksen jälkeen reikä puhdistetaan huolellisesti imurilla. Reikään asennetaan reiän halkaisijan kanssa samankokoinen muoviputki, joka ylettyy reiän pohjaan asti. Betonin ja putken välinen sauma tulee tiivistää huolellisesti vesihöyryä läpäisemättömällä massalla. Putken asennuksen jälkeen reikä imuroidaan uudestaan ja putken pää tulpataan vesihöyryntiiviiksi. Tiivistyksen jälkeen reiän täytyy tasaantua tasapainokosteuteen ainakin kolmen vuorokauden ajan. Tasaantumisen jälkeen mittauspää asennetaan putken sisälle ja tiivistetään putken ja mittauspään väli vesihöyryntiiviiksi. Mittauspään asentamisen jälkeen mittauspään annetaan tasaantua noin 1 – 4 tuntia ennen mittausarvon lukemista. Tasaantumisen jälkeen mittauslaite kytetään mittapäähän ja rakenteen kosteuspitoisuus tarkistetaan mittalaitteesta. /7, s. 4 – 5/

2.3.5 Lämpökuvaus

Lämpökuvaus on menetelmä, jonka avulla pystytään tutkimaan rakenteita rikkomatta rakennusten, rakenteiden ja rakennusmateriaalien toimivuutta ja kuntoa /8, s. 3/. Lämpökuvausta voidaan hyödyntää valmiiden ja rakenteilla olevien rakennusten lämpötekniseen tutkimiseen. Lämpökuvauksen avulla voidaan selvittää rakennuksen pinnan lämpötilajakauma, lämpövuotokohdat ja selvittää johtuuko lämpövuoto eristeen puutteesta, ilmavuodosta, kylmäsillasta tai mahdollisesti kosteusvauriosta. /9, s. 1/

Lämpökuvauksessa käytettävä lämpökamera toimii lämpösäteilyn vastaanottimena. Lämpökamera mittaa kuvattavan kohteen pinnasta lämpö- ja infrapunasäteilyn voimakkuutta, jotka muuttuvat lämpötilatiedoiksi. Lämpötilatietojen perusteella

kamera muodostaa lämpökuvan, josta voidaan tulkita pinnan lämpötilajakaumaa. Lämpökameran yleinen mittaustarkkuus olosuhteista riippumatta on ± 2 °C. Sisätiloissa tehtävissä kuvauksissa +20 °C lämpötilassa saavutetaan noin ± 1 °C mittaustarkkuus. Lämpökameralta vaaditaan tallennusmahdollisuus kuville niiden tulkitaan ja raportointia varten. Kamera tulee kalibroida säännöllisesti vähintään kahden vuoden välein kalibrointiin valtuutetussa laitoksessa. Kalibroinnista on oltava todistus, jonka tulee esittää pyydettäessä. /9, s. 2, 6/

Lämpökuvaajalta vaaditaan rakennusfysiikan ja rakenteiden tuntemusta sekä lämpökameran käytön riittävää osaamista. Riittävän alan pätevyyden lisäksi kuvaajalta vaaditaan VTT:n myöntämää henkilösertifiointia. /9, s. 1/ Lämpökuvauksen luotettavaa suorittamista varten tulee noudattaa tiettyjä olosuhdemääräyksiä. Valmiin rakennuksen sisätilojen lämpökuvauksen vähimmäisvaatimukset sisä- ja ulkotilan lämpötilaeroille on päivitetty vuonna 2016 laaditussa ohjeessa. Tiiveysmittauksien yhteydessä ilmavuotojen selvittämiseksi vaadittu lämpötilaero on ulko- ja sisäilman välillä +5 °C. Laadunvalvontalämpökuvauksessa lämpötilaeron tulee olla vähintään +15 °C. Jos laadunvalvontakuvauksessa käytetään lämpökameraa, jonka erotteluherkkyys on vähintään 0,03 °C ja resoluutio vähintään 70 000 pikseliä, riittää lämpötilaeroksi +10 °C. Laadunvalvontalämpökuvauksessa on myös huomioitava, että sisätilan alipaine on välillä -0...-5 Pa ja korkeintaan -15 Pa. Tuulen nopeus saa olla enintään 10 m/s. Aurinko ei saa lämmittää kuvattavia kevyitä rakenteita 12 tuntiin ja raskaita rakenteita 24 tuntiin. Lämpökuvauksessa on kaikissa tilanteissa huomioitava kuvaukseen vaikuttavat olosuhteet ja tekijät kuten tuuli, aurinko ja lämpötilan vaihtelut. /8, s. 68/

Ennen lämpökuvauksen aloittamista kuvaaja selvittää kuvausta edeltävät ja kuvaushetkellä olevat olosuhteet sekä rakennuksen tiedot ja täyttää nämä lämpökuvaajan kenttätyölomakkeeseen. Kenttätyölomake liitetään lopulliseen lämpökuvausraporttiin. Lisäksi kameran asetukset säädetään. Lämpökuvaushetkellä rakennuksen ilmanvaihto ja lämmitys tulee vastata normaalia rakennuksen käyttötilannetta. Rakennuksessa oleva voimakas alipaine tai ylipaine ei vastaa normaalitilannetta useimmissa tapauksissa. Rakennuksessa tulisi olla pieni alipaine. Ulko- ja sisäilman välinen paine-ero tarkistetaan paine-eromittarilla, jonka tarkkuus on vähintään 1 Pa.

Olosuhteiden ja rakennuksen tietojen perusteella tehdään alustava suunnitelma lämpökuvauksen suorittamisesta. /8, s. 70 – 71/

Lämpökuvauksia tehdään yleisimmin rakennuksen vaipan sisäpuolelta. Tarvittaessa joissain tilanteissa lämpökuvaus voidaan tehdä rakennuksen ulkopuolelta tai lämmöneristekerrosten kylmältä puolelta kuten yläpohjan ullakkotilasta. Kuvaamisen etäisyys sisätilojen pinnasta on noin 2 – 4 m ja ulkona alle 10 m. Lämpökuvaus suoritetaan säännöllisyyttä noudattaen esimerkiksi niin, että kuvattavat tilat kierretään myötäpäivään. Lämpökuvauksen aikana havaittuja poikkeavia pintalämpötiloja kuvataan ja tallennetaan. Kuvauspaikat merkitään pohjakuvaan numeroituna. Kuvausta suoritettaessa on erityisesti huomioitava ikkunat, rakenteiden liitoskohdat, läpiviennit, venttiilit ja märkätilojen ulkoseinien liitoskohdat. /8, s. 72 – 73, 76/

Oleellisin osa lämpökuvausta on kuvien oikea tulkinta. Lämpökuvaajan tulee olla rakennusalan ammattilainen, joka osaa tulkita lämpökuvissa esiintyvien poikkeamien aiheuttajat. Jotta kuvien tulkinta voidaan tehdä oikein, tulee lämpökuvaus suorittaa oikeaoppisesti noudattaen lämpökuvaukselle asetettuja ohjeita. Lämpökuvien tulkintaa auttaa lämpötilaindeksi, jonka avulla pystytään arvioimaan kohteen lämpöteknistä toimivuutta. Asumisterveysasetuksessa on määritetty toimenpideraja, jota voidaan käyttää asuintilojen tulosten arviointiin. Yleisimmin lämpötilaindeksin minimiarvoksi eli toimenpiderajaksi on asetettu $T_I = 61\%$. /8, s. 64, 92 – 93/ Lämpötilaindeksin laskentakaava: /8 s. 64/

$$T_I = \frac{T_{sp} - T_o}{T_i - T_o} * 100[\%], jossa \quad T_I = \text{lämpötilaindeksi} \quad (1)$$

$$T_{sp} = \text{sisäpinnan lämpötila } [^{\circ}\text{C}]$$

$$T_i = \text{sisäilman lämpötila } [^{\circ}\text{C}]$$

$$T_o = \text{ulkoilman lämpötila } [^{\circ}\text{C}]$$

Lämpökuvauksen tutkimustulosten raportoinnin tavoitteena on selvittää rakennuksen osan tai rakennuksen lämpöteknistä toimivuutta. Raportissa esitetään kohdat, joissa mahdollisia puutteita on havaittu. Tarvittaessa näiden kohtien raportoinnissa huomioidaan pintalämpötiloihin vaikuttavat tekijät kuten ilmanvaihto- ja

lämmitysjärjestelmä. Lämpökuvauksesta saatujen tulosten perusteella on selvitetävää syyt ja ratkaisut tilaajan ilmaisemiin ongelmiin lämpökuvauksen mahdollistamalla laajuudella. Lämpökuvaaja arvioi tarvitaanko ongelmien selvittämiseen lisätutkimuksia ja ilmoittaa ne lämpökuvausraportissa. Lisäksi raportissa voidaan esittää lämpöteknisesti hyvin toimivia kohtia. Tutkimustuloksista laaditussa lämpökuvausraportissa esitetään kohteen lämpötekninen kokonaisuus, korjausehdotukset ja mahdolliset lisätutkimukset. Raportin liitteenä on mittausraportti, johon on kirjattu suoritettut mittaukset ja niistä saadut tulokset. Mittausraportista ilmenee esimerkiksi kohteen tiedot, kuvauspaikka ja -aika, kuvat lämpötilamittaustietoineen, mittauslaitteiden tiedot ja yhteenveto tuloksista. /8, s. 101 – 102/

Raportissa esitetyt kohdat, joissa on havaittu puutteita, luokitellaan usein neljään eri korjausluokkaan. Korjausluokalla kuvataan puutteiden kriittisyyttä ja korjaustarvetta. /8, s. 102/ Korjausluokat on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Lämpökuvausraportin korjausluokat /8, s. 103/.

Korjausluokka	Toimenpiteet	Lämpötilaindeksi
1	Korjaus on suositeltava. Rakenteessa on selkeää rakennusvirhe, eristevika, kosteusvaurio tai ilma- vuoto.	Lämpötilaindeksi yleisesti selkeästi alle 61 %.
2	Korjaus on harkinnanvarainen. Rakenteessa on lievä vika.	Lämpötilaindeksi hyvin lähellä toimenpiderajaa tasolla 58–64 %.
3	Lisätutkimustarve. Rakenteessa on poikkeama, joka vaatii lisätutkimuksia. Epäillään esim. epäpuh- tauksien kulkeutumista.	
4	Ei korjaustarvetta. Rakenteessa on lieviä pintalämpötilapoikkeamia.	Lämpötilaindeksi selkeästi yli 64 %.

2.4 Tekninen käyttöikä ja kuntoluokka

Teknisellä käyttöiällä tarkoitetaan rakennuksen osan, laitteen tai järjestelmän käyttöönoton jälkeistä ajanjaksoa, jolloin toimivuusvaatimukset toteutuvat. Jotta tekninen käyttöikä saavutetaan, tulee sen olla suunniteltu ja toteutettu sen hetkisiä ohjeita ja määräyksiä noudattaen. Suunnittelun ja toteutuksen lisäksi on noudatettava hyvää rakennustapaa. Käyttöönoton jälkeen on tehtävä ohjeiden mukaiset hoito- ja huoltotoimenpiteet sekä noudatettava käyttöohjeita. Teknisen käyttöiän päätyttyä rakennusosa, rakenne, laite tai järjestelmä tulisi vaihtaa uuteen. Teknisen käyttöiän määrittämiseen käytetään tutkittua tietoa ja kokemusta toimivuudesta. Tekninen käyttöikä voi olla hyödyksi esimerkiksi kuntoarvioissa, kuntotutkimuksissa sekä kunnossapidon suunnittelussa. /10, s. 1 – 2/

Kuntoarvion ja -tutkimuksen perusteella voidaan määritellä tutkittava kohde eri kuntoluokkiin, joilla ilmaistaan tutkitun kohteen kuntoa ja korjausten kiireellisyttä. Kuntoluokituksen avulla voidaan verrata tutkittuja kohteita toisiinsa. Luokkia on viisi, joista kuntoluokka 5 on paras ja tarkoittaa, että toimenpiteitä ei vaadita. Kuntoluokille on esitetty kriteerejä, joiden perusteella tutkittava kohde voidaan luokitella. Kuntoluokkaa määritettäessä jokaisen luokkaan liittyvän kriteerin on täyttyvä. Jos kaikki kriteerit eivät täyty luokkaa pudotetaan yhdellä. RT-kortissa Kiinteistön kuntoarvio on esitetty kuntoluokan määräytyminen. Joissain tilanteissa kohteen kuntoa ei voida asettaa mihinkään edellä olevaan kuntoluokkaan, jolloin siitä ilmoitetaan tilaajalle ja raportoidaan kuntoarvioraporttiin. Tällainen tilanne voi olla esimerkiksi, jos kyseessä on purkukuntoinen rakennusosa. /11, s. 1 – 2, 4/ Kuntoluokat ja niiden kuvaus on esitetty taulukossa 2.

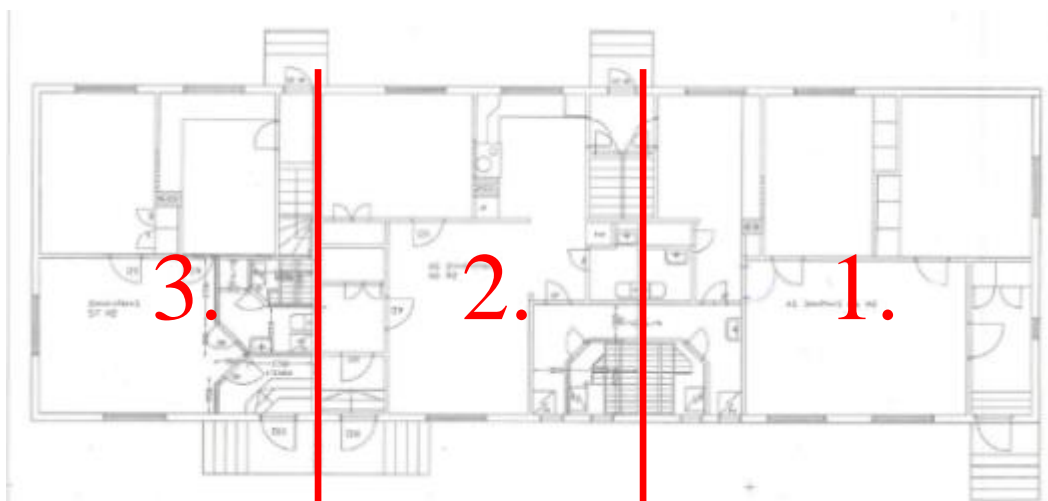
Taulukko 2. Kuntoluokat /11, s. 1/.

Kuntoluokka	Kuvaus
5	Uusi, ei toimenpiteitä seuraavan 10 vuoden aikana.
4	Hyvä, kevyt huoltokorjaus 1 – 5 vuoden kuluessa tai peruskorjaus 6 – 10 vuoden kuluessa.
3	Tyydyttävä, kevyt huoltokorjaus 1 – 5 vuoden kuluessa tai peruskorjaus 6 – 10 vuoden kuluessa.
2	Välttävä, peruskorjaus 1 – 5 vuoden kuluessa tai uusiminen 6 – 10 vuoden kuluessa.
1	Heikko, uusitaan 1 – 5 vuoden kuluessa.

3 RIVITALON KUNTOTUTKIMUS

3.1 Kohderakennus ja lähtötiedot

Opinnäytetyön tutkimuskohteena oli vuonna 1953 rakennettu rivitalorakennus, jossa on kolme vuokra-asuntoa. Tutkimus rajautuu kuvassa 2 esitetyn asunnon 1 sisätiloihin sekä rakennuksen kellariin, ullakotilaan ja ulkopuolisiin osiin. Vesikatetta ei tutkittu yläpuolelta ja asunnoista 2 ja 3 ei tehty sisätilojen kuntotutkimuksia. Asunnon ala- ja välipohja tutkittiin ainoastaan pintapuolisesti. Rivitalo on peruskorjattu vuonna 1996, jolloin on uusittu märkätilat, ikkunat, ovet, vesikatto ja julkisivu, jonka yhteydessä ulkoseiniä on lisälämmöneristetty. Putkiremontti on tehty vuonna 2017, jolloin on uusittu kaikki kiinteistön vesiputket. Rivitalossa on kaksi erillistä kellaria, jotka eivät kata koko rakennuksen alaa. Muilta osin rivitalossa on puurakenteinen tuulettuva alapohja. Ulkoseinät ja yläpohja ovat puurakenteisia. Rivitalossa on lisäksi ullakotilaa koko rivitalon alalta. Rakennuksen ilmanvaihto on painovoimainen ja lämmitysjärjestelmänä on sähkölämmitys. Asunnossa 1 on lisäksi tulisija.



Kuva 2. Rivitalon tutkittavana asuntona on pohjakuvan asunto 1.

Kohteessa suoritettiin kosteustekninen kuntotutkimus, kellarin maanpainesinän ja yläpohjan rakenteen kuntotutkimus sekä lämpökuvaus. Kuntotutkimus aloitettiin lähtötietojen hankkimisella, kyselytutkimuksella ja kohdekäynnillä. Kohteesta oli saatavilla kiinteistön pohjakuva. Kyselytutkimuksen laatimisessa käytettiin apuna

RT-korttia Asuinkiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. Kyselylomakkeen pohja on esitetty liitteessä 2. Kyselyn perusteella ei ilmennyt merkittäviä huomioita tai vaurioita rakennuksesta. Kyselytutkimuksen avulla saatiin kartoitettua kiinteistössä tehtyjä korjauksia. Lähtötietojen ja kyselytutkimusten tuloksien tarkastelun jälkeen tehtiin ensimmäinen kohdekäynti. Kohdekäynnillä tehtiin katselmus rakennuksen ulkopuolelta, asunnosta 1, kellareista ja ullakosta. Kohdekäynnillä kartoitettiin kohtia, jotka erityisesti tulee huomioida tutkimuksissa. Näitä olivat esimerkiksi sadevesien ohjaus, kylpyhuoneen liitoskohdat ja läpiviennit, yläpohjarakenne, vesikatto, kellarin maanvarainen lattia ja seinärakenne. Lähtötietojen ja selvitysten perusteella laadittiin alustava lista kuntotutkimuksessa läpikäytävistä asioista.

3.2 Havainnot

3.2.1 Ulkopuoli

Tutkittaviin rakennuksen ulkopuolisiin osiin kuuluvat maanpinta, sadevesien ohjaus, ulkoportaat, sokkelin korkeus ja ulkopuoliset rakenteet kuten katosten pilarit. Rakennuksen ympäröivän maanpinnan tarkastelussa on hyvä huomioida etenkin maanpinnan kallistukset, sokkelin viereinen alue ja rakennuksen läheisyydessä olevat istutukset. Maanpinnan suositellaan kallistavan rakennuksesta poispäin kolmen metrin etäisyydelle kaltevuudella 1:20, eli korkeuseroksi kolmen metrin matkalla tulee 150 mm /12, s. 3/. Maanpinta rakennuksen ympärillä kallistaa länsipäädellä voimakkaasti rakennusta kohti, mikä on esitetty kuvassa 3. Maanpinnan kallistus rakennusta kohti aiheuttaa pintavesien valumista rakennuksen perustuksiin.



Kuva 3. Rakennuksen länsipäädyn maanpinta.

Takapihan maanpinta on rakennuksen seinustalla osittain painunut, joka aiheuttaa pintavesien kerääntymistä rakennuksen reunustalle kuten kuvasta 4 voi havaita. Muilta osin takapiha on tasainen, eikä täytä maanpinnalle asetettua suositeltua kallistusta. Itäpäädyn maanpinta on rakennuksen lähellä tasainen eikä täytä maanpinnalle asetettua suositeltua kallistusta. Etupihan maanpinta on rakennuksen vierustalla sora-alueen kohdilla rakennuksesta poispäin kallistava ja näiltä osin täyttää maanpinnalle asetetun suosituksen. Etupihan nurmialueella ei ole maanpinnan kallistusta. Sokkelin ympäriltä puuttuu reunakivetys ja maanpinta on paikoin istutusten peitossa, mikä pitää maaperän kosteana. Istutuksien takana sokkelin pinnassa on havaittavissa maalipinnan hilseilyä ja sammaloitumista.



Kuva 4. Takapihan maanpinta ja portaat.

Sadevesien ohjauksessa on erityisesti kiinnitettävä huomiota kattovesien poistoon. Tutkimuskohteessa kattovesien poisto on toteutettu käyttäen sadevesikouruja, syöksytorvia ja sadevesiputkistoa. Jokaisen syöksytorven alapuolella ei ole rännikainoa, mutta syöksytorvet ovat ehjät ja tukevasti kiinnitetty. Takapihan syöksytorvien alapuolella on rännikainot. Kuvan 5 itäpäädyn puoleisen rännikainon päällä on liuskekivi, joka kallistaa rakennusta kohti ja aiheuttaa veden valumista sokkelirakenteeseen. Sokkelin nurkasta on hilseillyt maalia ja pinta on alkanut sammaloitua. Länsipäädyn syöksytorven alapuolella on jälkiä lammikoituneesta vedestä, mistä voi päätellä, että tippuva vesi ei kohdistu oikein rännikainoon etenkin kevyellä sateella. Etupihan syöksytorvista ainoastaan yhden alla on rännikaino. Kolmesta muusta syöksytorvesta sadevesi ohjautuu suoraan maahan, eikä niiden alla ole vedenohjaukseen tarkoitettuja pintakouruja.



Kuva 5. Rännikaivon päällä on liuskekivi.

Ulkoportaiden tarkistuksessa on huomioitava etenkin tasanteiden kallistus ja portaiden kohdalla julkisivun tuulettuminen. Kuvassa 6 rivitalon takaovien betonipor-
taat ovat voimakkaasti sammaloituneet, ja ylätasanteet kallistavat rakennusta kohti. Lisäksi portaiden ylätasanteen ja julkisivuverhouksen välissä ei ole tuuletusrakoa, mikä aiheuttaa portaiden kohdalla julkisivun huonon tuulettavuuden. Kuvassa 7 näkyy portaan ja sokkelin liitoskohdassa oleva noin 10 mm leveä rako, johon sadevedet ohjautuvat ja kastelevat sokkeliä. Etupihan portaat kallistavat rakennuksesta pois-
pään, mutta sokkelin liitoskohdassa on myös noin 10 mm rako.

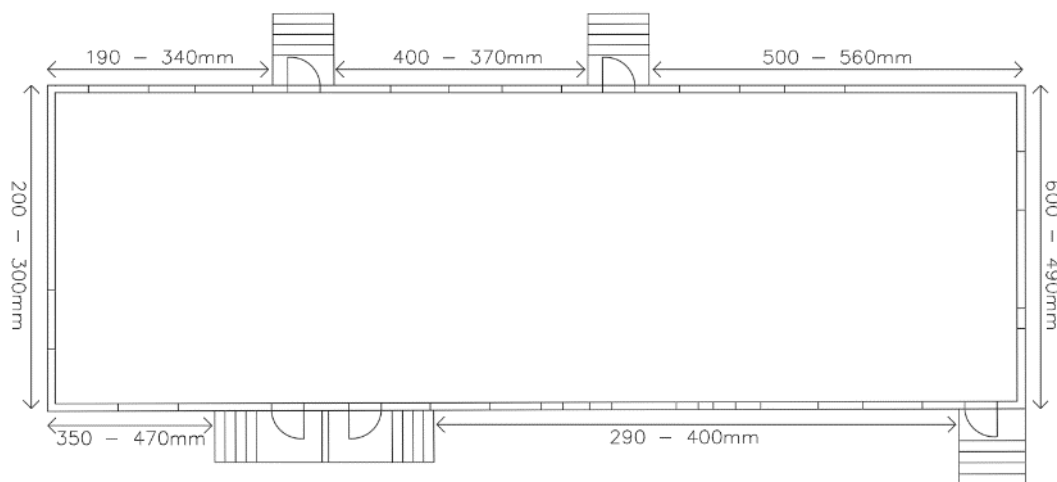


Kuva 6. Takapihan portaat.



Kuva 7. Takapihan portaiden ja sokkelin välinen rako.

Rakennuksen sokkelin maanpäälliseksi korkeudeksi eli maanpinnan ja ulkoseinän alareunan korkeuseroksi suositellaan 300 mm /13/. Rakennuksen sokkelin maanpäällinen korkeus vaihtelee välillä 190 – 600 mm. Suositeltu korkeus 300 mm täyttyy suurimmilta osin, mutta länsipäädyn takapihan puoleinen nurkka alittaa suositellun 300 mm. Kuvaan 8 on merkitty rakennuksen ääri viivojen ympärille sokkelin maanpäälliset korkeusvaihtelut. Sokkelin matalimmassa nurkassa kuvassa 9 roiskevedet pääsevät kastelemaan julkisivua.



Kuva 8. Rakennuksen sokkelin korkeusvaihtelut.



Kuva 9. Sokkelin matalin nurkka.

Kuvassa 10 etupihan puoleisten porraskatosten pilarit ovat voimakkaasti lahonneet alapäistä. Pilarit ovat kantavia rakenteita ja lahoaminen heikentää niiden lujutta, mikä voi aiheuttaa romahtamisvaaran. Pilarit on asennettu alapästä betonipintaa vasten, mikä huonontaa pilarin alareunan kuivumista. Laholla tarkoitetaan esimerkiksi lahottajasienen pehmentämää ja usein tummentamaa puuta /14, s. 25/.



Kuva 10. Katoksen pilarit ovat voimakkaasti lahonneet.

3.2.2 Kellarin maanvarainen alapohja ja maanpaineseinät

Maanvarainen alapohja, maanpaineseinät ja kellarin väliseinät tutkittiin pintapuolisesti huomioiden etenkin kosteusjäljet, liitoskohdat ja pintakosteudet. Kellarin maanpaineseinään suoritettiin lisäksi rakenneavaus. Rakenneavauksen perusteella maanpaineseinän sisäpuolella on 120 mm paksu tiiliverhous, jonka pintakäsittelyinä on käytetty tilakohtaisesti maalia, rappausta ja panelointia. Tiiliverhouksen takana on 60 mm leveä ilmarako, joka on täytetty paperilla. Ilmaraon takana on sisä- ja ulkopuolelta pikisiveltä teräsbetoniseinä, jonka paksuus on 250 mm. Kellarin maanvaraisen betonilattian rakenne arvioitiin pintapuolisesti ja huomioiden rakennusajankohdalle tyypilliset rakenneratkaisut. Laatan alla ei todennäköisesti ole kapillaarikatkoa, vaan betonilaatan alla on ainoastaan perusmaa. Betonilaatan paksuudeksi arvioitiin noin 80 – 100 mm. Lattia on pääosin pintakäsitelty maalilla. Kellarin pinnoitteet ja laastit voivat sisältää haitta-aineita, kuten PAH-yhdisteitä, raskasmetalleja sekä asbestia, joten kellarista suositellaan tehtävän haitta-ainekar-toitus.

Kellarin tutkiminen aloitettiin asuntoihin 1 ja 2 kuuluvasta yhteisestä kellarista. Kellarin ilmassa oli lievä kellarimainen haju. Kellaritiloissa on paljon kosteudelle herkkää materiaalia, kuten puuta, paperia ja pahvia, jotka voivat mikrobivaurioitua kosteassa kellaritilassa. Esimerkkinä kuvassa 11 lattian päällä oleva pahvi on mikrobivaurioitunut.



Kuva 11. Kellarin lattiaa peittävä pahvi.

Kellarin lattiat on pinnoitettu pääasiassa maalilla, joka saattaa sisältää PAH-yhdisteitä, raskasmetalleja tai asbestia. Maali on voimakkaasti hilseillyt ja lohkeillut sekä paikoin pinnalle on kiteytynyt suolaa, mikä on merkki kosteusrasituksesta. Pesuhuoneessa lattiassa on maali ja suihkun kohdalla on laatoitettu lattia ja seinät. Pesuhuoneen lattiassa kuvassa 12 näkyy vanha vesivaraajan vuotojälki, hilseillyttä maalia ja kiteytynyttä suolaa. Lattiasta tehtyjen havaintojen perusteella maanvaraisessa lattiassa on kosteusrasitusta.



Kuva 12. Pesuhuoneen lattia.

Maanpaineseinän sisäpinnassa on tiiliverhous, joka on suurimmalta osin pinnoitettu maalilla. Maalatut tiiliseinät ovat hilseilleet voimakkaammin alaosista. Kuvassa 13 on maanpaineseinän tiiliverhous, joka on hilseillyt voimakkaammin kuin muut tiiliväliseinät kellarin keskiosissa. Tiiliseinän laasti voi sisältää asbestia. Pesuhuoneen ulkoseinän sisäpinta on rapattu ja maalattu. Kuvassa 14 pesuhuoneen ulkoseinän maali on paikoin hilseillyt.



Kuva 13. Maanpaineseinän tiiliverhous.



Kuva 14. Pesuhuoneen seinässä maalipinta on hilseillyt.

Kellarin kattopinnat ovat maalattua betonia saunaa ja pukuhuonetta lukuun ottamatta. Kellarin katossa kuvassa 15 on portaiden alapään kohdalla näkyvissä betonin sisällä olevia muottilautoja. Kuvassa 16 on pesuhuoneen katon pinnalla homepilkkuja, mikä kertoo tiloissa olleesta korkeasta ilmankosteudesta.



Kuva 15. Kellarin katon muottilautoja on betonin sisällä.



Kuva 16. Pesuhuoneen kattopinnassa on homepilkkuja.

Kellarin pukuhuoneessa ja saunassa seinät ja katto ovat paneloituja. Kuvassa 17 näkyvä pukuhuoneen seinien panelointi on alareunasta kiinni betonilattiassa, mikä aiheuttaa kosteuden siirtymistä kapillaarisesti betonilattiasta panelointiin ja lisäksi estää paneloinnin tuulettumisen. Myös saunassa paneloinnit ovat puutteellisesti tuulettuvia. Pukuhuoneen ja saunan paneloinneissa on näkyvissä jälkiä kosteusvaurioista.



Kuva 17. Pukuhuoneen panelointi on kiinni lattian pinnassa.

Kellarissa on puurakenteisia väliovia, joiden kynnykset ja karmit on asennettu betoni- ja tiilipintoja vasten. Kuvassa 18 näkyy, että karmit ovat selvästi lahonneet etenkin alaosista. Kellarin vaurioituneista puurakenteista voi päätyä epäpuhtauksia sisäilmaan.



Kuva 18. Välioven kynnyksen ja karmin lahovaurio.

Kellarissa on painovoimainen ilmanvaihto, jonka poistoilmaventtiilit sijaitsevat saunassa, pesuhuoneessa, pukuhuoneessa sekä kahdessa isommassa varastohuoneessa. Poistoilmaventtiileissä ei havaittu tutkimushetkellä juurikaan vetoa, eikä paperinpalalla kokeiltaessa paperi pysy venttiilin pinnalla. Painovoimaisen ilmanvaihdon tarkistuksissa tulee huomioida sisä- ja ulkoilman lämpötilaero ja tuulen vaikutus. Tutkimushetkellä kellarin ja ulkoilman lämpötilaero oli vain 8 °C, mikä

saattaa vaikuttaa siihen, että venttiileissä ei havaittu vetoa. Kellarin portaan ja eteistilan paine-ero tarkistettiin kuvan 19 Envic GD-10L -yhdistelmämittarilla, jolla paine-eroksi mitattiin arvoja väliltä -0,1 Pa...0 Pa. Mittaushetkellä paine-eroa kellarin ja yläpuolisten tilojen välissä ei ollut. Mittaus suoritettiin asettamalla mittarin miinusletku ovenraosta kellarin yläpuoliseen tilaan ja mittaushetkellä (-) ja (+) päät tulee olla samalla korkeudella. Mittaustuloksissa negatiivinen tulos tarkoittaa alipainetta ja positiivinen tulos ylipainetta eteiseen verrattuna. Silloin kun kellarissa on ylipaine se voi aiheuttaa epäpuhtaan ilman tunkeutumista asuintiloihin. Kellarin ilmanvaihtoa olisi hyvä parantaa siten, että kellariin saadaan pieni alipaine asuintilaan nähden, mikä vähentää epäpuhtauksien pääsemistä yläpuolisiin asuintiloihin.



Kuva 19. Kellarin ja eteisen paine-eromittaus.

Asunnon 3 kellarin ilma tuntui hieman kosteammalta ja ilmasta pystyi aistimaan kellarimaisen hajun selvemmin kuin asuntojen 1 ja 2 kellarista. Kellarissa on vähemmän puuta ja muuta vastaavaa kosteudelle herkkää materiaalia kuin asuntojen 1 ja 2 kellarissa. Asunnon 3 kellarissa oli selvästi voimakkaampi kosteusrasitus kuin asuntojen 1 ja 2 kellarissa ja kellarin lattioilla oli selvästi märkiä kohtia kuten kuvassa 20 näkyy. Myös seinien ja lattioden liitokset olivat tummia ja märkiä. Kuvan 21 portaiden vieressä sijaitsevan pienen varastohuoneen lattian pinnassa oli vettä. Kellarin lattialla ei ole pinnoitetta, mikä nopeuttaa lattian kuivumista.



Kuva 20. Lattialla on selkeästi kosteita kohtia.



Kuva 21. Portaiden vierisessä varastossa on vettä lattian pinnalla.

Kellarin portaat on pintakäsitelty maalilla, joka on alapäästä irtoillut voimakkaasti. Portaiden alapään maalipinta on selvästi kuluneempi kuin yläpään, mikä viittaa maaperästä kapillaarisesti nousevaan kosteuteen. Portaissa on myös selvästi kiteytynyttä suolaa, joka näkyy kuvassa 22.



Kuva 22. Asunnon 3 kellarin portaissa on kiteytynyttä suolaa.

Väliseinät ja maanpaineseinän tiiliverhous ovat maalattua tiiltä. Seinien alaosat ovat tummuneet kosteusrasituksesta ja maali on hilseillyt voimakkaasti alaosissa, mikä näkyy kuvassa 23. Väliseinien oviaukkojen viereisissä tiilisaumoissa on näkyvissä tummunutta puukuitulevyä, jota on mahdollisesti käytetty ovenkarmien kiinnitykseen. Kostean väliseinärakenteen sisällä olevat puukuituiset levyt ovat alttiita laho- ja mikrobivaurioille. Kellarin väliovet, karmit ja kynnykset ovat puisia. Ovilehti on ainoastaan yhdessä oviaukossa. Puiset karmit ja kynnykset ovat voimakkaasti lahonneet ja kuvan 24 karmissa on mikrobikasvustoa.



Kuva 23. Väliseinän ja lattian liitos on selvästi kostea.



Kuva 24. Ovenkarmissa on mikrobikasvustoa.

Kellarin katossa kuvassa 25 on havaittavissa kohta, jonka yläpuolella on ollut vesivahinko. Tällä alueella betonin pinnassa on kiteytynyttä suolaa. Vesivahingon jälkeen kellarin katon betonilaatan yläpuoliset rakenteet on kunnostettu.



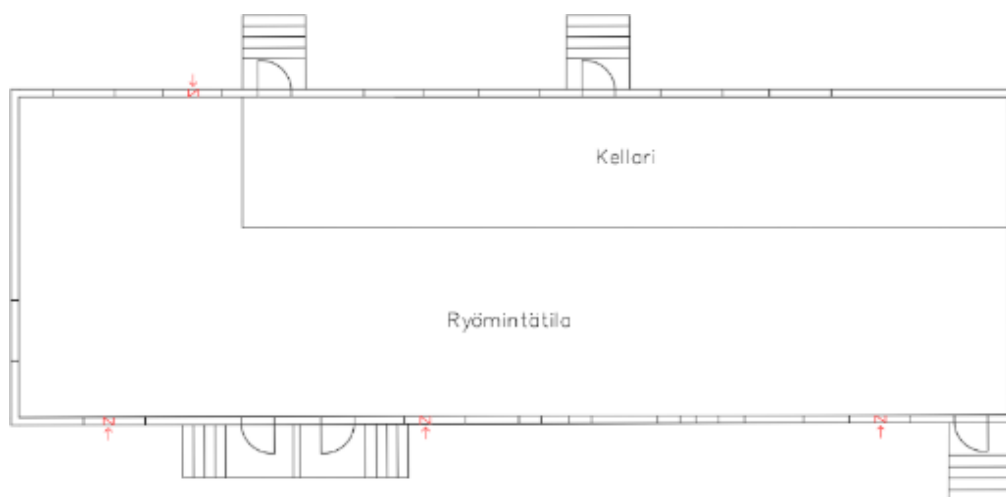
Kuva 25. Katon betonilaatassa on kiteytynyttä suolaa.

Kellarissa on yksi poistoilmaventtiili, joka sijaitsee isoimmassa varastohuoneessa. Venttiilistä ei tutkimushetkellä tuntunut vetoa, eikä paperinpala pysynyt venttiilin pinnalla. Kellarin ja eteistilan välinen paine-ero oli 0 Pa, joten mittaushetkellä paine-eroa kellarin ja yläpuolisten tilojen välissä ei ollut. Tässäkin kellarissa ylipaine aiheuttaisi epäpuhtaan ilman tunkeutumista asuintiloihin, joten kellarin ilmanvaihtoa olisi syytä parantaa. Kellariin pitäisi saada pieni alipaine, jolla estetään epäpuhtauksien pääsemistä yläpuolisiin asuintiloihin.

3.2.3 Tuulettuva alapohja

Rakennuksen ryömintätilaan ei ole kulkuaukkoa, eikä sitä tehty tämän tutkimuksen yhteydessä. Tuulettuva alapohja tutkittiin ulkopuolelta tuuletusaukkojen kautta. Alapohjan rakenteen arvioinnissa huomioitiin rakennusajankohdalle tyypilliset rakenneratkaisut sekä kiinteistön osakkaan havainnot. Alapohjan sisäpinnassa on lakattu lankkulattia, jonka paksuus on noin 25 mm ja lankkulattian alapuolella on tervapaperi ilmansulkuna. Välipohjan eristekerroksessa on kutterinlastua noin 300 mm. Alapuolella on tervapaperi ja umpilaudoitus noin 22 mm.

Rakennuksen ulkopuolelta selvitettiin tuuletusaukkojen määrä, sijainti ja koot. Tuuletusaukkoja on yhteensä neljä kappaletta, jotka on merkitty punaisella kuvan 26 pohjakuvaan. Kolme aukkoa on etupihan puolella ja yksi takapihan puolella, mutta päädyissä ei ole tuuletusaukkoja. Tuuletusaukot ovat kooltaan 300 x 150 mm ja aukot ovat suljettavissa siihen tarkoitukseen asennetulla liu'utettavalla levyllä. Aukot oli tukittu tutkimuksen aikana ja haastattelussa ilmeni, että tuuletusaukkoja pidetään suljettuina koko talvikauden. Suosituksena on, että tuuletusaukkoja ei koskaan tukittaisi kokonaan, mutta talviaikaan aukkoja voidaan pienentää. Tuuletusaukkojen koko on riittävä, mutta niitä ei ole tarpeeksi.



Kuva 26. Tuuletusaukkojen sijainnit.

Tuuletusaukkojen kautta näkyi, että rakennuksen alla maanpinnalla on pieniä määriä rakennusjätettä ja aukkojen kohdalla on orgaanista jätettä. Ryömintätilan maanpinnalla ei saisi olla rakennusjätettä tai muuta orgaanista jätettä, koska kostean

maan päällä materiaalit vaurioituvat ja voivat aiheuttaa sisäilmaongelmia. Aukkojen kautta arvioituna kuvassa 27 näkyvän alapohjan umpilaudoitus oli silmämääräisesti hyvässä kunnossa, mutta todellinen kunto voidaan tarkistaa ainoastaan ryömintätilasta. Tarkastuksessa ei havaittu ryömintätilassa olevia eristämättömiä putkia. Ryömintätilan korkeus on noin 800 mm, eli se on riittävän korkea.



Kuva 27. Alapohjan umpilaudoitus.

3.2.4 Julkisivut ja ulkoseinät

Rakennuksen julkisivun ja ulkoseinien tarkistukset suoritettiin silmämääräisesti, aistinvaraisesti ja piikin avulla. Myös sokkelin ulkopinta tarkistettiin. Tarkastuksessa on hyvä huomioda esimerkiksi julkisivuverhoilun kunto ja tuuletusrako. Ulkoseinään ei tehty rakenneavausta, koska rakenne pystyttiin tarkistamaan ullakko-tilasta. Ulkoseinän julkisivussa on 20 mm paksu pysty- ja vaakanelointi. Vaakaneloinnin takana on pystykoolaus 22 mm ja pystypaneloinnin takana on ristiinkoolaus 44 mm, mikä mahdollistaa rakenteen tuulettumisen. Koolauksen takana on 10 mm paksu tuulensuojalevy. Vuonna 1996 peruskorjausten yhteydessä on asennettu vaakaan lisärunko 50 x 50 mm k600 lisälämmöneristystä varten. Lisälämmöneristeenä on 50 mm mineraalivillaa. Tämän takana on umpilaudoitus ja tervapaperi 22 mm. Rungon paksuus on 125 mm ja eristeenä on kutterinlastu. Rungon sisäpuolella on tervapaperi, umpilaudoitus 22 mm ja insuliitti-levy noin 12 mm. Ulkoseinän koko paksuus on noin 280 mm.

Ulkoseinän julkisivupanelointi on pääosin siisti ja ehjä, mutta takapihan paneloinnissa on noin 20 x 50 mm kokoinen reikä. Julkisivun alimmassa vaakaneloinnissa ei havaittu lahovaurioita piikkitestin avulla, mutta kuvassa 28 näkyvien

pystypanelointien alapäävät olivat osittain lahovaurioituneet. Pystypaneloinnin ylä- ja alareunassa kohdissa, joissa paneloinnin suunta vaihtuu, on toimivat vesipellitykset. Julkisivun tarkistuksessa havaittiin, että julkisivupaneloinnissa ei ole alapään viistettä eli tippanokkaa. Maalipinta on etelä- ja länsisivuilla siisti ja melko puhdas, mutta takapihalla ja itäpäädyssä se on sammaloitunut osittain voimakkaasti. Rakennuksen sokkelin pinta on paikoin lohkeillut ja hilseillyt.



Kuva 28. Pystypaneloinnissa on osittain lahovaurioita.

Julkisivun takana on noin 22 mm leveä tuuletusrako, mikä ilmenee kuvassa 29. Pystypaneloinnin kohdalla on ristiinkoolaus tuuletusta varten. Julkisivu on kuitenkin paneloitu umpeen yläreunasta ja räystäältä, jolloin tuuletus ei ole täysin toimiva. Tuuletusraon tulisi olla yhtenäinen ylhäältä alas.



Kuva 29. Julkisivun tuuletusrako ja 50 mm paksu lisärunko.

3.2.5 Ulko-ovet ja ikkunat

Ikkunoiden ja ovien tarkistuksessa on tärkeä huomioida etenkin pellitykset ja niihin liittyvät liitokset, tiivisteet sekä ikkunoiden ja ovien yleinen kunto. Tutkimuksessa kiinnitettiin erityistä huomiota kosteustekniseen toimivuuteen ja tiiveyteen. Rivitalon ikkunat ovat sisäänpäin aukeavat kaksipuitteiset ja kolmilasiset puu-alumiini-ikkunat, joissa ulkopuite ja karmin ulkopinta ovat alumiinia. Ikkunan sisäpuitteessa on eristelasi. Ikkunatyyppejä on MSE-AL. Ulko-ovet ovat puurakenteisia HDF-levy-pintaisia ikkunalla ja potkulevyllä varustettuja ovia.

Pellityksistä tarkistettiin etureunan ylitys julkisivun pinnasta, kallistukset, nurkkataitokset ja asennukseen liittyviä asioita kuten onko pelti asennettu ikkunanpielilaudan taakse. Rivitalon ikkunapeltien etureunat ovat 30 mm yli julkisivun ulkopinnan. Pellit kallistavat rakennuksesta ulospäin 10 asteen kulmassa, mikä ei täytä suositeltua kaltevuutta. Ikkunan vesipeltien etureuna suositellaan asennettavaksi vähintään 30 mm yli julkisivun ulkopinnan ja kaltevuudeksi suositellaan 15 – 30 astetta. Kaltevuuden ollessa noin 30 astetta estetään roiskevesien pääsy ikkunaan. /15, s. 12 – 13/ Pellitys on asennettu ohjeiden mukaisesti ikkunan ulkopuitteen ja pielilautojen taakse. Pellityksen nurkkataitokset on tehty leikkaamalla, jolloin nurkkiin jää reiät, joista sadevesi pääsee seinärakenteeseen. Kuvassa 30 näkyy vesipellityksen nurkassa oleva reikä. Rakennuksen ulko-ovissa ei ole kynnyospeltejä, mikä lisää kynnysen kosteusrasitusta. Viistosateet pääsevät kastelemaan oven alaosaan ja kynnystä.



Kuva 30. Ikkunoiden vesipeltien nurkissa on reiät.

Ikkunoiden ja ovien tarkastuksessa huomioitiin niiden pintapuolinen kunto, tiivisteet ja mahdolliset merkit kosteudesta. Ikkunoiden ulko- ja sisäpinnan maali on hyvässä kunnossa, eikä muitakaan vaurioita havaittu. Tarkastuksissa ikkunat avautuivat ja toimivat normaalisti. Ikkunoiden tiivisteet ovat ehjät ja hyväkuntoiset. Ulkolasin sisäpinnan huurtuminen voi viitata vuotaviin tiivisteisiin, mutta asukkaan mukaan rivitalon ikkunapinnat eivät huuru. Saunan ja kylpyhuoneen ikkunat olivat huonokuntoisimmat ja myös lämpökuvauksissa osoittautuivat selvästi kylmiksi. Kellarin ikkunat ovat sokkelin ulkopinnan tasossa lähellä maanpintaa ja alttiita sade- ja roiskevesille. Kellarin ikkunoiden kunto on huono ja lahovaurioita esiintyi sekä karmeissa että ikkunapuitteissa. Ulko-oven maalipinnassa on pientä hilseilyä ja maalipinnan kulumista. Oven tiivisteet ovat huonossa kunnossa ja osittain rikki. Ovessa olevan ikkunan ulkopuolinen tiivistys on haljennut alareunasta.

3.2.6 Väliseinät ja pintarakenteet sisätiloissa

Asunnon sisäpinnat tarkistettiin pintapuolisesti havainnoiden muun muassa värimuutoksia, kosteusjälkiä ja halkeamia. Pintojen värimuutokset voivat viitata kosteusvaurioon. Keittiössä etsittiin vuotojälkiä ja tarkistettiin muita kosteuteen liittyviä asioita.

Sisätilojen pintamateriaalit olivat pääosin siistit ja ehjät. Seinien ja lattioiden pinnoilla ei havaittu kosteusvaurioihin liittyviä jälkiä. Ainoastaan tiskikoneen vieressä puun lakkapinta on roiskevesien vaurioittama. Keittiön työtasoilla on ehjät silikonisaumat estämässä roiskevesien valumisen työtason ja seinän väliin. Välitila työtason ja kaappien välissä on laatoitettu klinkkerilaatoilla, mikä suojaa seinää roiskevesiltä. Keittiön allaskaapissa ei havaittu vuotavia putkia tai merkkejä vanhoista vuodoista. Tiskikoneen alta puuttuu vuotokaukalo, joka ohjaa mahdollisen vuotoveden tiskikoneen eteen, jolloin vuodot ovat nopeasti havaittavissa. Huoneiden väliovien alla ei ole rakoja, joka toimisi siirtoilmareittinä. Välioven ja kynnyksen väliin suositellaan jätettävän noin 20 mm rako parantamaan ilman liikkumista huoneiden välillä.

3.2.7 Märkätila ja WC

Rivitalon kaikki märkätilat on uusittu vuonna 1996, jolloin kylpyhuoneen, saunan ja WC-tilan pintamateriaalit, vesipisteet ja -putket uusittiin. Rivitalossa on tehty putkiremontti vuonna 2017, jossa uusittiin kaikki kiinteistön vesiputket. Märkätiloja koskevat ohjeet ja määräykset (C2) julkaistiin vuonna 1998, jonka jälkeen märkätilojen seinä ja lattiapinnat on pitänyt vedeneristää /16, s. 15/. Koska märkätilat on uusittu ennen vuotta 1998, jolloin uudet ohjeet ovat tulleet voimaan, ei märkätilaa ole välttämättä vedeneristetty.

Kylpyhuoneen lattiassa on klinkkerilaatta ja laatan alla betonivalu. Seinät ovat puurakenteisia ja laatoitettu klinkkerilaatalla. Puurakenteisissa seinissä on käytetty kipsilevyä ja väliseinien eristeiksi on vaihdettu mineraalivilla. Saunan katto ja seinät ovat paneloituja. Kylpyhuoneen vieressä sijaitsevan erillisen WC-tilan lattia ja seinät ovat puurakenteisia ja pinnoitettu muovimatolla. Alapohjaan ja seiiniin ei suoritettu kuntotutkimuksen yhteydessä rakenneavausta, joten tarkempaa rakennetta ei ole selvitetty näiltä osin.

Märkätilan tarkistuksessa on hyvä huomioida esimerkiksi laattojen ja muiden pintamateriaalien kunto, saumojen kunto, läpiviennit, lattiakaivo, kaadot ja kynnyksen riittävyys sekä oven korvausilmarako. Kylpyhuoneen laatat ja saumaukset ovat ehjiä. Tarkastuksessa koputeltiin laattoja mahdollisten kopolaattojen eli osittain irrallaan olevien laattojen löytämiseksi. Tarkastuksessa havaittiin suihkun vasemmassa nurkassa kopolaatta, mutta muuten laatoitukset ovat hyvin kiinni. Suihkuseinän saumaukset ovat paikoittain tummuneet. Tummunutta saumaa raaputettaessa alta tulee esiin puhdasta saumalaastia, mikä viittaa saumojen lian tai mikrobikasvuston olevan pintapuolista. Suihkun alueella lattian ja seinän välinen liitos on tiivistetty silikonilla. Kuvan 31 silikonisaumaus on ehjä, mutta voimakkaasti tummunut. Muilla alueilla nurkat ja liitoskohdat on saumattu saumalaastilla. Saunassa seinien paneloinnin takana ei ole ilmarakoa, vaan panelointi on asennettu seinän kipsilevyä vasten, mikä näkyy kuvassa 32. Saunan paneloinnin takana tulisi olla ilmarako seinän tuulettumista ja kuivumista varten.



Kuva 31. Nuolen kohdassa oleva kopolaatta ja tummuneet silikonisaumat.



Kuva 32. Saunan paneloinnin takaa puuttuu tuuletusrako.

Saunan ja kylpyhuoneen välisen seinän läpiviennit suihkun kohdalla ovat puutteellisia. Kylpyhuoneen puolella vesiputken kaulus on irti seinästä, ja silikonitiivistys on revennyt kuten kuvasta 33 ilmenee. Saunan puolella kuvan 34 vesiputkien läpivientien kohdalta laatta on lohjennut, josta pystyy tarkistamaan laatoituksen takana käytetyn materiaalin. Levyn pinnassa ei ole merkkejä vedeneristeestä. Levyn päälle on mahdollisesti sivelty ainoastaan kosteussulku ennen laatoittamista, mikä oli yleistä rakennusajankohtana. Lattian kaadot saunan ja suihkun lattiakaivoihin ovat riittävät. Lattiakaivoon tulevat putket ovat muovisia. Lattiakaivosta puuttui hajulukon korkki.



Kuva 33. Vesiputkien läpivienti ei ole tiivis.



Kuva 34. Saunan puolella läpiviennissä on selviä puutteita ja laatta on lohjennut.

Suihkun yläpuolella ja saunassa on painovoimaiset poistoilmaventtiilit. Korvausilmaventtiilejä ei ole, eikä oven alareunassa ole korvausilmarakoa. Oven kynnyksen on liian matala, eikä se ole riittävän tiivis. Kynnyksen tulee olla vesitiivis 15 mm valmiista lattian pinnasta mitattuna /17, s. 9/.

Kylpyhuoneen viereisen erillisen WC-tilan lattian muovimattoon on tehty 100 mm ylösnosto seinille, jonka päälle on asennettu seinän muovimatto. Lattiamatto on ehjä, eikä matossa ole saumakohtia. Seinien muovien saumat ovat osittain raollaan 1 – 2 mm. Varsinaista kosteusrasitusta ei WC:n seinäpinnoille muodostu normaali-käytössä, joten avonaisista saumoista ei ole riskiä tässä tapauksessa. Kuvassa 35 näkyvän käsienvesialtaan viemäriputken läpivienttiä ei ole tiivistetty muovimatton

pintaan. Viemäriputkessa tai muissa käsienvesualtaan osissa ei havaittu vuotoa. WC-istuimessa ei havaittu vuotoa, mutta sen ympäriltä puuttuu silikonisauma. WC-tilan katossa on poistoilmaventtiili, mutta oven alareunassa ei ole korvausilmarakoa.



Kuva 35. Käsienvesualtaan viemäriputken läpivienti.

3.2.8 Yläpohja ja vesikate

Yläpohja ja vesikate tutkittiin silmämääräisesti ja aistinvaraisesti huomioiden esimerkiksi kosteusjälkiä, läpivientejä ja tuuletusta. Lisäksi yläpohjaan suoritettiin rakenneavaus tarkemman rakenteen selvittämiseksi sekä eristeen kunnan arvioimiseksi. Yläpohjassa tehtiin myös piikkimittauksia puun kosteuspitoisuuksien selvittämiseksi.

Yläpohjan rakenne selvitettiin rakenneavauksella. Yläpohjan yläpinnassa on 22 mm paksu umpilaudoitus. Umpilaudoituksen alla on noin 50 mm kerros hiekkaa ja hiekan alla tervapaperi estämässä hiekan valumista eristekerrokseen. Yläpohjan eristeenä on käytetty kutterinlastua 250 mm ja eristeen alapuolella on tervapaperi ilmansulkuna. Tervapaperin alla on 22 mm paksu umpilaudoitus, ja asunnon sisäpuolisena pintamateriaalina on käytetty rakennusajankohdalle tyypillistä Haltex-levyä, jonka paksuus on noin 12 mm. Haltex-levy on puukuituinen levy ja käsittelemätön Haltex-levy on yleensä terveydelle haitaton. /18/.

Rakennuksen vesikatteena on 45 mm korkea profiilipelti. Vesikatteen alla ei ole aluskatetta, mutta vanha bitumihuopa on joissain kohdissa jätetty paikoilleen ja osa umpilaudoituksen vanhoista aukoista on peitetty uudella aluskatteella. Vesikatteen alla on umpilaudoitus 22 mm, joka tässä tapauksessa toimii aluskatteena. Vesikatteen ja umpilaudoituksen välissä ei ole koolattua ilmarakoa, mutta vesikatteen profiilipelti toimii tuulettuvasti.

Ullakolla ei havaittu epämiellyttävää tai tunkkaista hajua. Suurin osa ullakon puupinnoista on silmämääräisesti kunnossa. Yläpohjan päälle räystäiden vierustalle on kerätty pahvilaatikoita ja muuta tavaraa, jotka osaltaan huonontavat yläpohjan tuulettuvuutta ja muodostavat yläpohjan pinnalle osittain tiiviitä kerroksia, mikä ei ole suositeltavaa. Lisäksi huonosti tuulettuvassa ullakkotilassa orgaaniset materiaalit voivat mikrobivaurioitua. Vesikaton alapuolisessa umpilaudoituksessa on havaittavissa paikoin vanhan vesikaton aiheuttamia vuotokohtia. Vanhassa vesikatossa on ollut kaksi kattoluukkuja ja näistä toisen ympärillä on myös vanhoja vuotojälkiä. Kuvassa 36 näkyvä vanhan vesikaton isoin vuotojälki näkyy myös yläpohjan umpilaudoituksessa ja kattotuoleissa voimakkaana tummumisena. Vesikaton umpilaudoitukseen on vuodon takia aiheutunut näkyvä mikrobivaurio. Kohtaa on tuettu vesikattoremontin yhteydessä, mutta kosteusvaurioituneita lautoja ei ole poistettu. Koska pintapuolisia materiaaleja ei ole uusittu remontin yhteydessä voidaan olettaa, ettei myöskään eristeitä ole uusittu.



Kuva 36. Vesikaton vanha vuotokohta, jossa on merkkejä mikrobivauriosta.

Asunnon 2 kohdalle on asennettu tv-antenni. Antennin läpiviennissä ja asennusputken alapuolella on selviä kosteusjälkiä. Antenniputkeen voi kondensoitua vettä ja

putken yläpäähän tulppaus sekä läpivienti voi vuotaa. Kyseisen antenniputken kohdalta löytyi tutkimushetkellä ainut pinnoilla näkyvä märkä kohta, joka näkyy kuvassa 37. Rakennetta ei avattu kyseisestä kohdasta, mutta piikkimittarilla mitattiin umpilaudoituksen raosta pilarin alapuolella olevan kattoparrun kosteuspitoisuus. Piikkitestin avulla kokeiltiin, onko puussa merkkejä lahovaurioista. Kuvassa 38 on esimerkki piikkitestistä. Piikki upposi vuotokohdan pilarin tummaan alaosaan kädellä työntämällä 15 mm ja ylempänä puussa vain 3 mm, mikä viittaa siihen, että puussa on lahovauriota.



Kuva 37. Antennin kohdalla on vuoto.



Kuva 38. Vuotokohdan pilarin piikkitesti.

Yläpohjan yläpuolisen ullakkotilan tuulettavuus ei ole riittävä. Rakennuksen päätykolmiot ja sivuräystäät ovat umpinaiset, mikä näkyy kuvasta 39. Räystäät on

paneloitu umpeen, ja räystäään ja seinän paneloinnin liitos on myös umpinainen, mikä näkyy kuvassa 40. Ullakkotilan tuulettavuus on huono johtuen umpinaisista räystääslinjoista, joista tuuletuksen korvausilma yleensä otetaan ja poistoilmalle ei ole reittiä päätykolmioissa. Päätykolmioihin suositellaan noin 200 x 200 mm tuuletussäleiköllä varustetut aukot. Lisäksi koko sivuräystäään matkalle suositellaan noin 20 mm rako tai vaihtoehtoisesti voidaan lisätä jokaisen kattotuolin väliin noin 100 mm tuuletussäleikkö. /13/



Kuva 39. Ullakkotilan päätykolmioissa ei ole tuuletusaukkoja.



Kuva 40. Räystääslinjoilla ei ole korvausilmareittiä.

Tuuletilassa ilmanvaihtoputket on pääosin eristetty, mutta asuntoon 1 ja 2 johdettava viemärintuuletusputki on eristämättä. Eristämätön viemärin putki voi jäättyä kylmänä vuodenaikana. Remontin aikana vuonna 1996 on asennettu ilmanvaihtohormien sisälle metalliset ilmanvaihtoputket. Kuvassa 41 näkyvät ilmanvaihtoputket ovat eristämättä 200 – 300 mm matkalta vesikatteen alapuolelta. Eristämättömät

putket aiheuttavat kondensoitumista, jääymistä ja kosteusvaurioriskin. Ilmanvaihtoputkien kohdalla vesikatteen umpilaudoituksessa on aukko, joka on peitetty aluskatteella. Aluskate on asennettu pussille niin, että aluskatteen päälle voi kertyä vettä, joka valuu putkia pitkin alas.



Kuva 41. Poistoilmaputket ovat yläpäästä eristämättä.

Yläpohjassa havaittiin silmämääräisesti ilmapuotokohtia, jotka jälkepäin varmistettiin lämpökuvauksella. Silmämääräisesti voitiin havaita ilmapuotoja yläpohjan eristekerroksen sisään menevistä kattotuolien diagonaaleista, esimerkiksi kuvassa 42 näkyvät merkkejä ilmapuodosta. Ilmapuotoon viittasi puun alareunan mustuminen yläpohjan yläpuolella. Lämpökamerakuvauksessa varmistettiin, että kyseisessä kohdassa oli lievä ilmapuoto. Tummuminen aiheutuu lämpimän ja kostean sisäilman kondensoitumisesta vuotokohdassa olevien kylmempien materiaalien pintoihin. Kondensoitumisella tarkoitetaan vesihöyryn tiivistymistä vedeksi /3, s. 101/. Kattotuolin diagonaalien tummuneeseen alareunaan tehtiin piikkitesti. Piikki upposi tummuneeseen kohtaan kädellä työntämällä 5 mm ja saman puun ylempänä olevaan vaaleaan osaan 3 mm. Tästä voi päätellä, että kattotuolin diagonaalissa on alkavaa lahovauriota.



Kuva 42. Kattotuolin diagonaalinen tummunut alareuna.

3.3 Kosteusmittaukset

Kuntotutkimuksessa suoritettiin kellarin ja märkätilan pintakosteusmittauksia sekä yläpohjan piikkimittauksia. Pintakosteusmittauksiin käytettiin kuvan 43 Gann Hydromette RTU600 -kosteusmittaria ja B60-mittausanturia. Laitteen viimeisin kalibrointi oli suoritettu 12/2018. Kalibrointi tulee uusua vuoden välein, joten tämän laitteen kalibrointi oli mittaushetkellä noin kaksi kuukautta myöhässä, mikä saattaa vaikuttaa mittaustuloksiin.



Kuva 43. Gann Hydromette RTU600 ja B60-mittausanturi.

Pintakosteuskartoituksissa etsittiin alueita, joissa oli muihin kohtiin verrattuna korkeita kosteuskertoimia. Mittausten perusteella arvioitiin, onko rakenne kuiva, kostea vai märkä. Kosteusmittarin tulosten tulkintaan käytettiin taulukossa 3 ja 4 esitettyjä ohjeita. Taulukossa 3 on Gann Hydromette RTU600 -pintakosteusmittarin käyttöohjeessa annetut tyypillisesti mitattavien rakennusmateriaalien ohjeet kuivalle, kostealle ja märälle materiaalille. Taulukko 4 on Gann Hydromette RTU600 -laitteen valmistajan ohjekirjan taulukko mittauslukemille materiaalin tiheyden mukaan. Taulukoita voidaan käyttää, kun käytössä on B60-mittausanturi.

Taulukko 3. GANN-mittalaitteen tulosten tulkintataulukko /19/.

	Kuiva	Kostea	Märkä
Puu	alle 40	40 – 80	yli 80
Tiili asuintilassa	alle 40	40 – 80	yli 80
Tiili kellaritiloissa	alle 50	50 – 70	yli 70
Betoni	alle 70	70 – 110	yli 110

Taulukko 4. Tulosten tulkintataulukko materiaalin tiheyden perusteella /20, s. 70/.

Display Values (Digits) in Relation to the Material Bulk Density

Bulk density kg / m ³	Corresponding Relative Air Humidity					
	30 ----- 50 ----- 70 ----- 80 ----- 90 ----- 95 ----- 100					
	Display in Digits					
	very dry	normal dry	semi dry	moist	very moist	wet
up to 600	10 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 90	90 - 110	more than 100
600 -1200	20 - 30	30 - 50	50 - 70	70 - 100	100 - 120	more than 120
1200 -1800	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	110 -130	more than 130
above 1800	30 - 50	50 - 70	70 - 90	90 - 120	120 - 140	more than 140

Asuntojen 1 ja 2 sekä asunnon 3 kellareihin suoritettiin pintakosteuskartoitus. Asuntojen 1 ja 2 kellaria käsitellään tässä kappaleessa nimellä kellari 1 ja asunnon 3 kellaria nimellä kellari 2. Lattian kartoituksessa kellarin 1 lattiasta mitattiin lähes kauttaaltaan hieman kohonneita kosteusarvoja, mutta kellarista 2 mitattiin suurimmalta osin kosteuslukemia, jotka viittaavat märkään materiaaliin. Kellarissa 2 oli selvästi kohonneempia kosteusarvoja kuin kellarissa 1. Molemmissa kellareissa kosteuslukemat olivat kellarien reunoilla korkeammat kuin lattioiden keskiosissa. Kellarista 1 mitattiin lattian korkeimmat tulokset kellarin 2 väliseinän vierestä ja kellarin 2 korkeimmat tulokset saatiin portaiden puoleiselta reunalta eli länsipäädyn puolelta. Lattian mittaustulokset on esitetty liitteessä 2. Kellarin 1 betonikatosta mitattiin arvoja 40 – 60 ja kellarista 2 mitattiin arvoja 50 – 70. Kellarin 2 korkeimmat arvot 60 – 70 mitattiin kohdasta, jonka yläpuolella on ollut vesivahinko. Taulukon 3 perusteella molempien kellareiden katot ovat kuivia.

Kellarin 1 tiiliseinien mittausravot olivat yli 500 mm korkeudelta 30 – 50 ja kellarin 2 tiiliseinien mittausravot olivat 40 – 60. Taulukon 3 perusteella kellarin 1 seinät ovat kuivia ja kellarin 2 seinät ovat kuivia ja osittain hieman kosteita. Koska alle 50 mm lattian ja seinän nurkasta mitattu tulos voi vääristyä ja näyttää liian korkeita mittaustuloksia, mitattiin seinien alaosat 50 – 500 mm korkeudelta. Seinien alaosien mittaustulokset on merkitty liitteen 2 pohjakuviin.

Pintakosteuskartoituksen ja havaintojen perusteella arvioitiin kellareiden kosteuden olevan peräisin enimmäkseen maanpainesienien ympäröimästä maaperästä ja etenkin kellarin 2 kosteusrasitusta saattaa lisätä alapuolisen maaperän pintavesien nouseminen kapillaarisesti kellariin. Rakennuksen päädyssä pintamaa kallistaa rakennusta kohti, mikä lisää myös kellarin 2 kosteutta. Kellarien suurimmiksi kosteusrasituksen aiheuttajiksi arvioitiin salaojien ja lattian alapuolisen kapillaarikatkon puuttuminen. Johtopäätökseen vaikutti se, että kellarien reuna-alueilta mitattiin korkeampia kosteusarvoja. Maanpainesienien tiiliverhouksien tulokset olivat yli 500 mm korkeudelta lähes kauttaaltaan kuivia, mutta alle 500 mm korkeudelta tulokset olivat korkeampia. Seinät olivat kuivempia korkeammalta, koska tiiliverhouksen maanpainesienän välissä on ilmarako, mikä estää kosteuden siirtymistä suoraan maaperästä tiiliverhoukseen. Tiiliseinien kosteus on peräisin lattian reunojen kautta

kapillaarisesti nousevasta vedestä. Maanpaineseinän rakenneavauksesta päästiin mittaamaan betoniseinän pintakosteus, josta saatiin tulokseksi 100 – 120. Rakeneavauksen mittaustulos vahvasti arvioita seinien ulkopuolisen maaperän aiheuttamasta kosteusrasituksesta. Kellarin 2 katosta mitatut korkeimmat lukemat 60 – 70 vanhan vesivahingon alapuolelta johtuivat todennäköisesti betonin pinnalle kiteytyneestä suolasta.

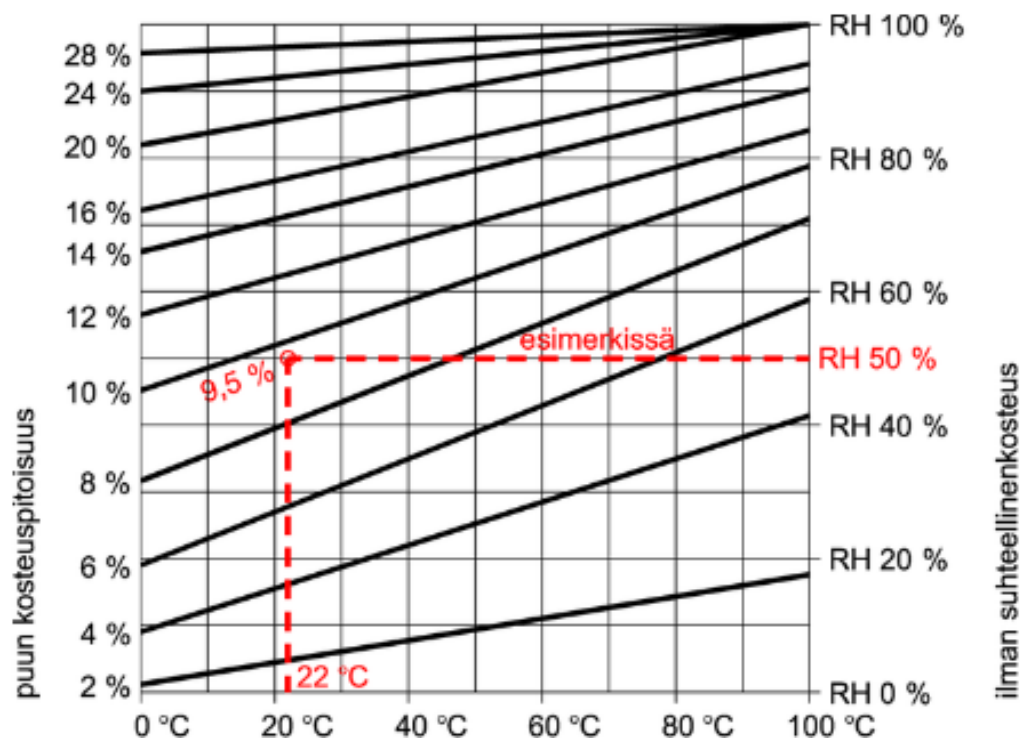
Kylpyhuoneen pintakosteusmittauksissa lattian mittaustulokset ovat suurimmaksi osaksi väliltä 50 – 70, mikä tarkoittaa taulukon 3 perusteella kuivaa. Lattiakaivojen ympäriltä ja ulkoseinän viereltä saatiin muutamia tuloksia, jotka olivat välillä 70 – 90. Lattiakaivon ympärillä on usein normaalisti hieman korkeammat kosteusarvot verrattuna muuhun lattiaan. Lisäksi suihkun lattiakaivon molemmilla puolilla oli pienet alueet, joissa mittaustulokset olivat välillä 90 – 110. Koska kohonneet alueet olivat pinta-alaltaan vain noin 40 x 100 mm, voi tulos johtua lattian kaatojen kohdalla lähellä pintaa olevista raudoitusteräksistä. Kylpyhuoneen seinät ovat puurakenteisia kipsilevyseiniä, jotka on pinnoitettu klinkkerilaatalla. Mittaustulosten tulokintaan käytettiin taulukkoa 4, jonka viitearvot on jaoteltu materiaalin tiheyden mukaan. Kipsilevyn tiheys on yleensä välillä 600 – 1200 kg/m³, joten kuivan mittaustuloksen raja-arvona on 50. Seinien tulokset olivat pääosin 25 – 30, mutta suihkun seinän arvot olivat 30 – 40. Mittaustulosten perusteella seinän pintaosat ovat kuivat. Liitteessä 3 on esitetty mittaustulokset kylpyhuoneesta.

WC-tilan lattian ja seinien pintakosteuskartoituksessa ei havaittu kohonneita kosteusarvoja. WC-tilan lattiassa on muovimatto, jonka alla on puukuituinen rakennuslevy ja seinillä muovimatto, jonka alla on kipsilevy. Lattian mittaustulosten arvioinnissa käytettiin taulukon 3 puun viitearvoja. Seinien tulosten arviointiin käytettiin taulukon 4 viitearvoja. Lattian kosteusarvot olivat 25 – 30 ja seinien arvoiksi saatiin 15 – 20. WC-tiloissa ei ollut kohonneita kosteusarvoja pintakosteuskartoituksen perusteella. Pintakosteusmittaus on suuntaa antava mittaustapa, joten tuloksien varmistamiseksi suositellaan tekemään tarkempi kosteusmittaus esimerkiksi porareikämittarilla.

Yläpohjan piikkimittaukset tehtiin kuvan 44 kosteusmittarilla Gann Hydromette RTU600 ja M18-vasaraelektrodilla. Yläpohjan pinnassa olevien puiden kosteusmittauksissa käytettiin eristämättömiä piikkejä ja yläpohjan syvemmissä mittauksissa käytettiin 200 mm pitkiä eristettyjä piikkejä, joilla voidaan mitata kosteuspitoisuus rakenteen sisältä tietystä syvyydestä. Mittalaitteeseen säädetään puun lämpötila 5 °C tarkkuudella, jolloin tuloksena saadaan lämpötilaan kompensoitu puun kosteuspitoisuus painoprosentteina. Mittalaitteeseen säädetään myös ”x”- ja ”y”-kytkimet puulajin mukaan. Mittauksissa mitattiin tummuneita märkiä kohtia, ja vertailuarvot otettiin mittauskohdan läheltä vaaleista ja kuivista kohdista. Tulosten tulkinnassa käytettiin apuna kuvaa 45.



Kuva 44. Gann Hydromette RTU600 ja M18-vasaraelektrodi.



Kuva 45. Puutavaran kosteuspitoisuuden riippuvuus lämpötilasta ja ilman suhteellisesta kosteudesta /21/.

Kuvassa 45 on esimerkkinä tilanne, jossa lämpötila on 22 °C ja ilman suhteellinen kosteus 50 %, jolloin puun normaali kosteuspitoisuus on 9,5 %. Jos esimerkin tilanteessa puusta mitataan korkeampi kosteuspitoisuus kuin 9,5 %, voidaan päätellä, että puussa on ulkopuolista kosteutta esimerkiksi vuodosta tai kapillaarisesta veden noususta johtuen.

Taulukko 5. Kriittinen kosteus eri rakennusmateriaalien homehtumisen kannalta.


/4, s. 133/

Materiaali	Alin mikrobikasvun mahdollistama kosteus (RH)	
	Lämpötila + 22 °C	Lämpötila + 10 °C
Puu (mänty)	75...79 %	85...90 %
Vaneri	75...79 %	75...85 %
Lastulevy	79...85 %	90...93 %
Ohut kovalevy	85...89 %	93...95 %
Märkätilan kipsilevy	89...95 %	> 95 %
Tuulensuojakipsilevy	89...95 %	> 95 %
Tervapaperi	89...95 %	> 95 %
Sementtipohjainen levy	> 95 %	> 95 %
Lasivilla	> 95 %	> 95 %
EPS-lämmöneriste	> 95 %	> 95 %

Taulukossa 5 on määritetty eri rakennusaineille alin RH%, jossa homehtuminen voi alkaa +22 °C ja +10 °C lämpötiloissa. Puu voi homehtua lämpötilasta riippuen RH% ollessa välillä 75 – 90 %. /4, s. 133/ Puun kosteudesta aiheutuva vaurioituminen voi kuitenkin alkaa jo kosteuspitoisuuden pysyessä kauan yli 20 %. Puu voi saavuttaa 20 % kosteuspitoisuuden, kun ilman suhteellinen kosteus on 80 – 90 %. Puuta ympäröivän ilman suhteellisen kosteuden ollessa yli 80 % voi puu homehtua muutaman kuukauden aikana. Ilman suhteellisen kosteuden kriittisenä rajana voidaan pitää 70 %. Puu voi lahovaurioitua, kun ilman suhteellinen kosteus on yli 90 %. Lahoaminen ja homehtuminen edellyttää myös happea, ravinteita ja lämpötilaa väliltä +0...+40 °C. /21/

Piikkimittaus tehtiin yläpohjan umpilaudoituksesta, rakenneavauksesta, katon vuotokohdan kattoparruista ja vesikatteen umpilaudoituksesta. Mittaushetkellä ullakon lämpötila oli 2 °C ja ilman suhteellinen kosteus eli RH% oli 78 %. Näissä olosuhteissa kuvan 45 mukaan puun teoreettinen kosteuspitoisuus on noin 18,5 %. Mittalaitteeseen säädettiin asetukset puulajin ja lämpötilan mukaan ”x” kytkin asetukseen 9 ja ”y” kytkin asetukseen 1. Lämpötilan säätö on viiden asteen välein, joten pyöristys tehtiin lähimpään lukemaan. Ullakkotilan puoleisissa yläpohjan ja vesikatteen umpilaudoituksissa lämpötila-asetuksena oli 0 °C.

Taulukossa 6 on esitetty vuotokohdan mittauspaikat, olosuhteet ja tulokset. Umpilaudoitusta oli mittauskohdasta 1 silminnähden märkä ja kosteuspitoisuudeksi mitattiin 59 %, eli kohta oli märkä. Tulosten arvioinnissa käytettiin kuvan 45 lisäksi vertailumittauksia saman materiaalin kuivista kohdista. Vertailukohtana käytetystä mittauskohdasta 2 puun kosteuspitoisuudeksi saatiin 18 %, mikä tarkoittaa normaalia kosteutta ja täsmää kuvasta 45 luettavaan teoreettiseen kosteuspitoisuuteen. Mittauskohdasta 3 ja 4 mitattiin eristekerroksen sisällä olevan parrun kosteuspitoisuus. Eristetilasta ei mitattu ilman suhteellista kosteutta. Arvio kosteudesta perustuu vertailuarvoon 4. Kohdassa 3 kosteuspitoisuus oli 65 % ja vertailukohdassa 4 14 %. Vuotokohta on siis kastellut yläpohjan rakennetta eristekerrokseen asti.

Taulukko 6. Vuotokohdan mittauskohdat ja tulokset.


Mittauskohta	Mittaus- syvyys	Puu (Materiaali)	Lämpötila (Mittalaitteen asetus)	Mittausarvo paino-%
1. Umpilaudoitus	10 mm	Mänty	0 °C	59 %
2. Umpilaudoitus (vertailukohta)	10 mm	Mänty	0 °C	18 %
3. Parru 15 cm yläpohjan yläpin- nasta	10 mm	Mänty	5 °C	65 %
4. Parru 15 cm yläpohjan yläpin- nasta (vertailu- kohta)	10 mm	Mänty	5 °C	14 %

Taulukossa 7 on esitetty vanhan vesikatteen vuodon alueelta tehdyt piikkimittaukset. Mittauskohdista 1 ja 2 mitattiin kosteuspitoisuuksiksi 18 % ja 19 %. Puun kosteus vastasi kuvan 45 teoreettista kosteuspitoisuutta. Kosteuspitoisuus ei ollut koholla näissä kohdissa.

Taulukko 7. Vanhan vuotopaikan mittauskohdat ja tulokset.

Mittauskohta	Mittaus-syvyys	Puu (Materiaali)	Lämpötila (Mittalaitteen asetus)	Mittaus-arvo paino-%
1. Yläpohjan umpilaudoitus	10 mm	Mänty	0 °C	18 %
2. Vesikatteen umpilaudoitus	10 mm	Mänty	0 °C	19 %

Taulukossa 8 on esitetty rakenneavauksen mittauskohdat, olosuhteet ja tulokset. Mittauskohdassa 1 eristekerroksen sisällä olevasta lankusta saatiin kosteuspitoisuudeksi 11 % ja yläpohjan alapuolisesta umpilaudoituksesta kohdasta 2 saatiin kosteuspitoisuudeksi 6 %. Puun kosteuspitoisuus oli molemmissa kohdissa alle 20 %, joten kosteuden aiheuttamaa vaurioitumista ei tapahdu mitatuissa puissa.

Taulukko 8. Yläpohjan rakenneavauksen mittauskohdat ja tulokset.

Mittauskohta	Mittaus-syvyys	Puu (Materiaali)	Lämpötila (mittalaitteen asetus)	Mittausarvo paino-%
1. Lankku 20 cm yläpohjan yläpinnasta	15 mm	Mänty	10 °C	11 %
2. Alapuolinen umpilaudoitus	5 mm	Mänty	15 °C	6 %

3.4 Rakenneavaukset

Kuntotutkimuksissa suoritettiin rakenneavaukset kellarin maanpaineseinästä ja yläpohjarakenteesta. Rakenneavausten tarkoituksena oli selvittää rakennusosien rakenne ja arvioida niiden kuntoa aistinvaraisesti sekä kosteusmittauksien avulla. Kellarin rakenneavaus suoritettiin tiiliseinästä, jonka laasti voi sisältää asbestia. Asbestia on käytetty Suomessa vuosina 1922 – 1992. Asbestia voi esiintyä esimerkiksi tasotteissa, laasteissa, putkien eristeissä ja maaleissa. Asbestipurkutyö on luvanvaraista työtä. /22/ Laissa on määritelty poikkeustapaukset, jolloin asbestipurkulupaa ei vaadita. Poikkeustapauksiin kuuluvat esimerkiksi asbestikartoitukset ja muut näytteen otot /23/. Koska rakenteessa epäiltiin olevan asbestia, käytettiin rakenneavauksen tekemisessä henkilökohtaisia suojarusteita, kohdepoistoa ja tila osastoitiin. Ennen laajempia purkutöitä aloitettaessa tulee suorittaa materiaalinäytteiden otot ja asbestia sisältävien materiaalien purku tulee teettää siihen valtuutetulla purkutyöntekijällä.

Kellarin maanpaineseinän sisäpuoliseen tiiliverhoukseen suoritettussa rakenneavauksessa seinän kolmanneksi alimmasta tiilirivistä poistettiin yksi tiili saumoi-neen. Rakenneavauksen avulla selvitettiin maanpaineseinän rakenne ja mitattiin betoniseinän pintakosteusarvo. Tiiliverhouksen paksuus on 120 mm ja tämän takana on 60 mm paksu ilmarako. Ilmarako oli avauskohdasta täytetty kuvassa 46 näkyvällä ruskealla paperilla, jota on mahdollisesti käytetty koko ilmaraossa. Paperissa oli osittain jälkiä kosteusrasituksesta ja on mahdollista, että pahvissa on mikrobikasvustoa. Ilmaraon takana näkyi maanpaineseinän teräsbetonivalu. Kuvasta 47 näkyy että, betonin pinnalla on pikisively, joka on paikoin irronnut.



Kuva 46. Tiiliseinän ja betoniseinän välinen ilmarako.



Kuva 47. Betoniseinän pikisively.

Yläpohjaan suoritettiin rakenneavaus poistamalla ullakon puolelta yläpohjan umpilaudoituksesta kaksi vierekkäistä lautaa, mikä näkyy kuvassa 48. Rakenneavaus tehtiin kohtaan, jossa havaittiin lievästi lämmin kohta lämpökuvauksen aikana. Rakenneavauksen yhteydessä suoritettiin piikkimittaukset eristekerroksen sisällä olevasta lankusta ja alapuolisesta umpilaudoituksesta. Rakenteesta ei tullut tunkkaista tai epämiellyttävää hajua, eikä kerroksissa havaittu tummumia tai muita silmämääräisiä merkkejä kosteus- tai mikrobivaurioista. On kuitenkin huomioitava, että mikrobivaurioitunut materiaali voi näyttää silmämääräisesti hyväkuntoiselta ja varma tieto vaurioista saadaan materiaalinäytteellä. Yläpohjan umpilaudoituksen alla oli noin 50 mm paksu hiekkakerros, joka on luultavasti asennettu kutterinlastueristeen ja tervapaperin painoksi. Hiekan alla on tervapaperi ja 250 mm paksu kerros kutterinlastua. Eristekerroksen alapuolella on tervapaperi ja umpilaudoitus. Sisäpuolen pintamateriaalina on Haltex-levy.



Kuva 48. Yläpohjan rakenneavaus.

3.5 Lämpökamerakuvaus

Lämpökuvaukset tehtiin asunnosta 1 ja ullakkotilasta. Lämpökuvauksen tavoitteena oli selvittää lämpö- ja ilmavuotoja, eristevikoja sekä yläpohjan ilmavuotokohtia ullakkotilasta päin. Lämpökamerakuvausraportti ja kommentit lämpökuvista on esitetty liitteessä 4.

Kuvassa 49 on lämpökuvaukseen käytetty lämpökamera FLIR T640. Lämpökameran sarjanumero on 55903051. Kameran resoluutio on 640x480 (307 200 pikseliä) ja erotteluherkkyys $<0,03$ °C, jolloin laadunvalvontalämpökuvauksessa riittää +10 °C lämpötilaero sisä- ja ulkoilman välillä. Kamera on kalibroitu Infradex:in toimesta 30.1.2018. Kalibrointi tulee suorittaa vähintään kahden vuoden välein, joten kameran kalibrointi oli tutkimushetkellä noin kuukauden myöhässä.



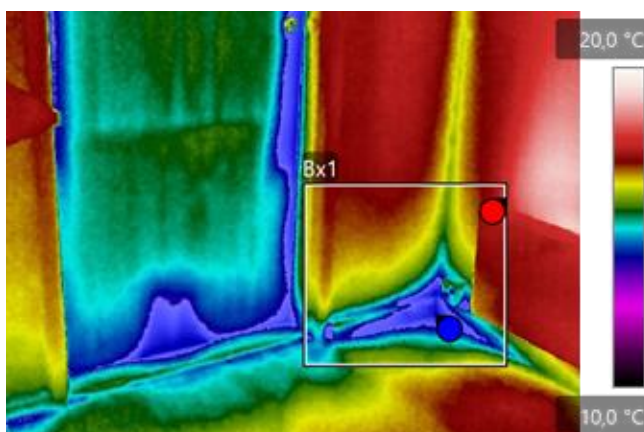
Kuva 49. Lämpökamera FLIR T640.

Käytössä oli yhdistelmämittari Envic GD-10L PTH, jonka sarjanumero on 185549. Mittaria käytettiin lämpötilan, ilmankosteuden ja rakennuksen vaipan yli vallitsevan paine-eron mittaamiseen. Laite on kalibroitu 12/2018 ja kalibrointi on tarkistettu Technobothnialla 12/2019.

Lämpökuvaus aloitettiin tutustumalla rakennuksen pohjakuvaan ja kuvattavaan kohteeseen. Aluksi kartoitettiin kohtia, jotka kuvauksessa tulisi tarkistaa. Rakennuksen sisäpuolinen lämpökuvaus toteutettiin aamupäivällä, jolloin auringonvalo ei ollut vielä ehtinyt lämmittämään rakenteita. Suoraa auringonpaistetta ei ollut edelliseen yli 24 tuntiin. Tutkimushetkellä mitattiin ulko- ja sisäilman lämpötilat, sisäilman kosteus ja rakennuksen ulkovaipan yli vallitseva keskimääräinen paine-ero. Tuulen nopeus ja suunta tarkistettiin Ilmatieteen laitoksen verkkosivuilta. Ulkoilman lämpötilaksi mitattiin 2 °C ja sää oli puolipilvinen. Sisäilman keskimääräinen lämpötila oli 18,5 °C. Lämpökuvien lämpöindeksien laskennassa käytettiin sisäilman lämpötilassa arvoja 18 °C ja 19 °C riippuen kuvatun huoneen lämpötilasta. Tuuli kuvaushetkellä oli lounaistuulta 3 m/s. Ilmankosteudeksi mitattiin 37 %. Paine-ero mitattiin asunnon etelä- ja pohjoispuolelta asunnon ikkunan raosta noin 1,5 m korkeudelta. Keskimääräinen paine-ero oli -1,7 Pa ja lämpöindeksin laskennassa käytettiin paine-erolle arvoa -2 Pa. Olosuhdetietojen perusteella kameraan saatiin asetettua oikeat asetukset ennen kuvausta. Kuvauksessa etsittiin kohtia, joissa lämpötilaindeksi alitti T_I 70 %, näistä kohdista otettiin kuvia ja lisäksi kuvattiin lämpöteknisesti toimivia kohtia.

Seuraavana päivänä suoritettiin yläpohjan lämpökuvaukset asunnon 1 yläpuolelta. Kuvaushetkellä ulkoilman lämpötila oli 2 °C ja ullakkotilan lämpö 3 °C. Rakennuksen sisälämpötila oli noin 18,5 °C. Päivä oli pilvinen ja tuuli etelästä 4 m/s. Ullakon ilmankosteus oli 78 %. Yläpohjan yläpuolisessa lämpökuvauksessa etsittiin lämpökameralla kohtia, joissa on korkeampia pintalämpötiloja. Kohdissa, joissa oli muita ullakon pintoja korkeampia lämpötiloja, esiintyi mahdollisia lämpövuotoja. Näistä kohdista otettiin kuvat raportointia varten.

Lämpökuvauksessa havaittiin huoneiden nurkissa lattian ja seinien välisissä liitoksissa pieniä ilmavuotoja, joissa lämpöindeksi kuitenkin pysyi suurimmalta osin yli toimenpiderajan 61 %. Kuvassa 50 näkyy kylmin nurkka, joka oli keittiössä takaoven tuulikaapin väliseinässä. Kohdan ilmavuoto aiheutui kuvassa 51 näkyvistä tiivistämättä jääneistä läpiviennistä.



Kuva 50. Keittiön nurkan ja välioiven ilmavuotokohdat.



Kuva 51. Kuvassa 50 näkyvän nurkan tiivistämättä jääneet läpiviennit.

Kuvaushetkellä tuulikappeja etu- ja takaovien kohdalla ei ollut lämmitetty, mistä syystä tuulikaappien väliovissa oli selviä ilmavuotoja ja lämpöindeksi oli selvästi alle 61 %. Keittiön ja takapihan puoleisen tuulikaapin väliovesta puuttui alareunasta tiiviste noin 20 cm matkalta, mikä näkyy selvästi kuvissa 50 ja 52. Ikkunoissa ei näkynyt selviä merkkejä ilmavuodoista, vaan alhaisemmat lämpötilat aiheutuivat ikkunoiden rakenteesta ja siitä aiheutuvasta kylmäsillasta. Ikkunoiden karmien ja seinän välisestä liitoksesta listoituksen takana on osittain lieviä ilmavuotoja. Kylmimmät ikkunat olivat kylpyhuoneessa ja saunassa.



Kuva 52. Kuvassa 50 näkyvän oven ilmavuodon aiheutti puuttunut tiiviste.

Raportointi tehtiin SENSE Reporting -ohjelmalla. Raportoinnissa vaihdettiin kuvien asetuksia, asetettiin lämpökuville samat skaalat, lisättiin paine-ero paine-erokorjattua lämpöindeksiä varten ja tarkistettiin, että kuvien asetukset ovat oikein. Asetusten jälkeen tulkittiin kuvia hankittujen tietojen avulla, lisättiin kommentit ja korjausluokat kohdekohtaisesti.

4 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

4.1 Ulkopuoli

Rakennuksen sokkelin vieressä olevat kukkapenkit ja istutukset poistetaan, millä saadaan vähennettyä sokkelin ja julkisivun kosteusrasitusta. Kukkapenkkiä suositetaan rakennuksen seinustalta on 1 m, pensaiden 3 m ja puiden 5 m /13/. Sokkelin viereen tehdään sorakaistale, koska rakennuksen sokkelin reunustalla oleva nurmi hidastaa maaperän kuivumista.

Maanpintaa suositellaan muotoiltavan mahdollisuuksien mukaan kallistamaan rakennuksesta pois päin 150 mm kolmen metrin matkalta. Näin saadaan pintavedet valumaan rakennuksen reunustalta pois. Länsipäädyn maanpintaa lasketaan maanmuotoilun yhteydessä noin 100 mm, jotta saavutetaan 300 mm etäisyys maanpinnasta ulkoseinärakenteeseen.

Rännikaivot suositellaan vaihdettavaksi suppilon mallisiin rännikaivoihin ja syökytorvien päitä pidennettäväksi lähemmäs rännikaivoa, jolloin saadaan paremmin kerättyä syökytorvesta tuleva vesi ja vähennettyä roiskevesiä. Etupihan syökytorvien vedenohjausta parannetaan pintakourujen avulla noin kolmen metrin etäisyydelle rakennuksesta. Vedenohjaukseen voidaan käyttää esimerkiksi sorapihan tasolle upotettuja betonisia sadevesikouruja.

Takapihan portaat puhdistetaan ja voidaan halutessa tasoittaa ja maalata. Portaiden tasoituksen yhteydessä ylätasanteen takareunaa nostetaan kallistamaan loivasti rakennuksesta pois päin, millä estetään veden valuminen sokkelirakenteeseen. Portaan ja sokkelin väli tiivistetään elastisella saumalla.

Etupihan porraskatosten puupilarit ja kiinnitysteräksiset vaihdetaan. Uusien pilareiden ja betonin väliin suositellaan jätettäväksi rako pilarin alapään kuivumisen parantamiseksi ja lahoamisen hidastamiseksi. Pilarien koko ja kiinnitykset toteutetaan rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan.

4.2 Kellari ja tuulettuva alapohja

Ennen mahdollisten purku- ja korjaustöiden aloittamista tulee kellarista suorittaa haitta-ainekartoitukset. Haitta-ainetyöt tulee teettää valtuutetulla rakennusliikkeellä. Purkutyöt vaativat myös purkukohteen eristämistä ja alipaineistamista asuintiloista.

Kellaritiloista poistetaan orgaaniset ja kosteudelle herkät materiaalit, kuten pahvi, puu ja paperi. Kellarin katosta portaiden kohdasta poistetaan betonin sisällä olevat puut ja reiät paikataan laastilla. Saunatilan ja pukuhuoneen paneloinnit ja puupenkit puretaan. Myös puiset ja vaurioituneet väliovet poistetaan karmeineen. Ovet voidaan tarvittaessa korvata esimerkiksi metallirunkoisilla kellaritiloihin sopivilla ovilla. Kosteissa kellaritiloissa oleva orgaaninen materiaali voi vaurioitua, ja niistä syntyvät epäpuhtaudet voivat päätyä ilmapuotojen kautta sisäilmaan aiheuttaen sisäilmaongelmia.

Mikäli kellaritiloista halutaan kosteusteknisesti toimivia, suositellaan laajempia toimenpiteitä. Toimenpiteissä on huomioitava mahdolliset haitta-ainepitoisuudet. Kellarin sisäpuolinen tiiliverhous puretaan, ilmaraossa oleva pahvi poistetaan ja betonipinnan sisäpuolinen pikisively poistetaan mekaanisesti. Sisäpinnan voi tarvittaessa tasoittaa ja maalata hyvän vesihöyrynläpäisevyyden omaavalla maalilla. Kellaritilojen sisäpuolista eristämistä ei suositella.

Rakennuksen ulkopuoli salaojitetaan. Ulkopuolinen maanpinta kaivetaan auki ja lisätään salaojitus perustustason alareunan alapuolelle. Maanpaineseinän ulkopinnassa oleva pikisively poistetaan mekaanisesti. Kellarin ulkopuoliseen eristämiseen suositellaan salaojittavaa eristelevyä esimerkiksi tuotemerkeiltä Isodrän tai Fuktisol. Eriste asennetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Kellarin maanvaraisen lattian purku ja uusiminen suositellaan tehtäväksi salaojituksen yhteydessä. Kun kellarin seinän ulkopuolinen maa on kaivettuna pois, maanpaine ei kuormita rakennetta. Kellarin betonilattia puretaan ja purkamisen yhteydessä joudutaan poistamaan lattian päälle rakennetut ei-kantavat väliseinät. Kapillaarikatkona ja lämmöneristeenä voidaan käyttää salaojittavaa eristelevyä, jolloin

perusmaata joudutaan poistamaan vähemmän. Eristelevyt asennetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti ja eristelevyjen päälle asennetaan suodatinkangas. Lopuksi uusi betonilaatta raudoitetaan ja valetaan. Pintakäsittelyinä voidaan käyttää vesihöyryä läpäisevää materiaalia.

Kellarin ilmanvaihtoa suositellaan parannettavaksi puhdistamalla ilmanvaihtokanavat ja tarvittaessa poistoilmakanavien päähän voidaan asentaa huippuimurit. Kellarin ilmanvaihto suositellaan hieman alipaineiseksi, jolloin mahdolliset epäpuhtaudet eivät tunkeudu yläpuolisiin asuintiloihin.

Orgaaninen materiaali vaurioituu tuulettuvan alapohjan maanpinnalla ja on riski, että epäpuhtaudet pääsevät ilmapuotojen mukana sisäilmaan. Tuulettuvaan alapohjaan tehdään kulkuaukko tuuletustilan tarkistamiseksi ja maanpinnalla olevien jätteen poistamiseksi. Tuulettuvuutta parannetaan avaamalla tuuletusaukkoja rakennuksen päätyyn ja asentamalla kellarin puolelle erilliset poistoilmaputket ryömintätalasta katolle.

4.3 Julkisivut, ulko-ovet ja ikkunat

Takapihan julkisivupaneloinnissa oleva reikä tukitaan. Julkisivut pestään ja maalataan vesihöyryä hyvin läpäisevällä maalilla. Myös sokkeli pestään, paikataan ja maalataan vesihöyryä hyvin läpäisevällä maalilla.

Ikkunapeltien nurkissa olevat reiät tiivistetään elastisella massalla. Saunan ja kylpyhuoneen ikkunat uusitaan kokonaisuudessaan. Lisäksi kellarin kunnostustöiden yhteydessä kellarin ikkunat uusitaan. Uudet ikkunat suositellaan asennettavaksi sokkelin ulkopinnan sisäpuolelle ja ikkunoihin lisätään vesipellitykset. Ikkunan pielet tasataan ja maalataan sokkelin mukaisesti. Asunnon ikkunoihin voi uusita tarvittaessa tiivisteet ja tiivistää tai lämmöneristää karmin ja seinän välinen liitos listoituksen takaa liitteen 3 mukaisesti.

Ulko-ovien tiivisteet uusitaan ja asunnon 1 ulko-oven ikkunan tiivistys paikataan ulkopuolelta. Ovien ulkopinnat puhdistetaan ja maalataan siihen soveltuvalla maalilla. Kun ulko-ovet uusitaan seuraavan kerran, suositellaan samassa yhteydessä kynnyspellityksen asentamista.

4.4 Sisäpuoli

Sisätilojen väliseinille ja pintamateriaaleille ei vaadita toimenpiteitä. Väliovien alareunoja lyhennetään noin 20 mm, millä parannetaan ilman liikkuvuutta huoneiden välillä. Tiskikoneen alle asennetaan vuotokaukalo, joka auttaa havaitsemaan mahdollisen vesivahingon ajoissa.

Kylpyhuoneen vaihtoehtoina ovat kylpyhuoneen kunnostus tai koko kylpyhuoneen ja saunan remointi nykyisten märkätilaohjeiden mukaan. Kylpyhuoneen kunnostuksessa tehdään kaikkien silikonisaumojen uusiminen ja laattasaumojen tummuneiden kohtien puhdistus. Seinien läpiviennit tiivistetään, ja saunan ja kylpyhuoneen väliseinän vesiputket suihkun kohdalla on tiivistettävä molemmilta puolilta. Suihkunurkan lattiassa oleva kopolaatta kiinnitetään injektoimalla. Kylpyhuoneen oven alareunaa lyhennetään 20 mm korvausilmarakoa varten, ja kynnyks tiivistetään silikonilla. Toinen vaihtoehto on kylpyhuoneen ja saunan remointi, jolloin kylpyhuoneesta ja saunasta puretaan seinät kipsilevyineen. Tarvittaessa saunan ja kylpyhuoneen puolella uusitaan runkopuita ja eristeitä. Seiniin asennetaan märkätilakipsilevyt ja ne vedeneristetään määräysten mukaisesti ja lopuksi laatoitetaan. Lattiaa poistetaan laatat ja lattiarakennetta uusitaan tarpeen mukaan. Lattiapinta tasetaan, vedeneristetään ja laatoitetaan. Saunassa seiniin asennetaan alumiinipaperi ja koolaus ilmarakoa varten. Sauna paneloidaan ja asennetaan uudet lauteet.

WC-tilassa käsienpesualtaan viemäriputken läpivienti tiivistetään silikonilla muovimattoon. WC-istuimen ja lattian välinen sauma tiivistetään silikonilla. Myös WC-tilan oven alareunaan tehdään noin 20 mm korvausilmarako.

4.5 Yläpohja ja vesikate

Ullakkotila tyhjennetään varastoiduista tavaroista. Yläpohjan ja vesikatteen rakenteista vaihdetaan kosteusvaurioituneet materiaalit. Kutterinlastueristeestä suositellaan otettavan materiaalinäytteitä. Mikrobivaurioituneet materiaalit poistetaan ja vaihdetaan uusiin. Kuvassa 36 näkyvästä vanhasta vuotokohdasta uusitaan vesikatteen ja yläpohjan materiaaleja tarvittavissa määrin. Kuvassa 37 näkyvästä vuotokohdasta vaihdetaan umpilaudoitus, hiekka, tervapaperi ja eristeet vaurioituneilta

osin. Tummuneiden kattotuolien diagonaalien alaosat sekä vuotokohdan kantavat rakenteet suositellaan tarkastettavaksi mahdollisten lahovaurioiden takia. Asunnon 1 keittiön poistoilmahormin vierestä liitteen 3 kuvassa 27 näkyvästä kohdasta yläpohjan rakennetta avataan ja parannetaan ilmatiiveyttä sekä lämmöneristystä. Vesikatteesta tiivistetään antennin läpivienti ja antenniputken yläpäähän tulppaus uusitaan.

Ullakkotilan tuuletusta parannetaan tekemällä päätykolmioihin noin 200 x 200 mm tuuletussäleiköllä varustetut aukot. Lisäksi koko sivuräystään matkalle avataan noin 20 mm rako tai vaihtoehtoisesti voidaan lisätä jokaisen kattotuolin väliin noin 100 x 100 mm tuuletussäleikkö. Sivuräystäälle tehtävän raon voi suojata jyrksijäverkolla. Näillä toimenpiteillä parannetaan ullakon tuulettuvuutta ja saadaan poistettua kosteaa ilmaa.

Tuuletustilan kaikki putket lämmöneristetään koko matkalta. Viemärin tuuletusputki tulee eristää myös vesikatteen yläpuolelle, koska eristämättömänä viemärin tuuletusputki voi jäätyä. Eristettyjen poistoilmapiutkien eristeet tarkistetaan.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Kuntotutkimuksen perusteella havaittiin, että rakennuksessa on toimivia rakenteita, mutta myös kosteuden ja sisäilman kannalta tärkeitä korjausta vaativia kohtia. Kellarin ja märkätilojen pintakosteusmittauksissa löydettiin kohonneita kosteuslukemia verrattuna rakennuksen kuivempiin osiin ja viitearvoihin. Kellarissa oli selvästi kosteita alueita, joita havaintojen ja pintakosteusmittausten perusteella voitiin arvioida kosteiksi tai märkiksi. Kellarin kosteuslähteitä voitiin arvioida havaintojen ja mittausten perusteella ja niitä olivat alapuolinen maaperä ja maanpaineeseen ulkopuolinen maaperä. Yläpohjan ja ullakkotilan kosteusmittaukset suoritettiin piikkimittarilla, jolla mitattiin kuiviksi todetuista kohdista teoreettista kosteuspitoisuutta vastaavia lukemia. Katon vuotokohdasta mitattiin piikkimittarin avulla kohonneita kosteuslukemia.

Lämpökuvaus suoritettiin asunnosta 1 ja sen ullakkotilasta. Lämpökuvauksessa kartoitettiin lämpötilaindeksin T_1 70 % alittavia rakennusosia ja kohtia. Lämpökuvauksessa havaittiin kylmiä kohtia nurkissa ja ikkunoissa sekä ullakolta ilmavuoto-kohtia. Lämpökuvauksessa huomattiin, että esimerkiksi seinien eristeissä ei ollut merkittäviä eristevikoja.

Pintakosteus- ja piikkimittauksissa käytetty Gann Hydromette RTU600 -mittauslaitteen kalibrointi oli myöhässä, joten laitteen mittatarkkuudessa saattoi olla poikkeamia. Kalibroinnin myöhästymisellä ei ole vaikutusta opinnäytetyön tuloksiin. On myös muistettava, että pintakosteusmittaus on suuntaa antava mittaustapa ja tarkempia tuloksia saadaan esimerkiksi porareikämittarilla. Lämpökuvausta varten rivitalon asunto 1 lämmitettiin noin viikkoa aiemmin ja lämpötila oli mittauspäivänä keskimäärin 18,5 °C. Lämpökuvauksesta olisi voinut saada tarkempia tuloksia, jos asunnon lämpötila olisi ollut 20 °C. Asunnon tuulikaappia ei ollut lämmitetty lämpökuvausta varten, joten ulko-oven ja lämpöeristetyin tuulikaapin lämpöteknistä toimivuutta ei päästy kuvaamaan. Tuulikaapin kylmyys vaikutti myös eteisen pinta-lämpötiloihin ja ilmavuotoihin.

Kohteessa voidaan tehdä jatkotutkimuksia. Jatkotutkimuksilla voidaan selvittää asunnon alapohjan tarkka rakenne ja sen kunto rakenneavauksella ja ryömintätilasta

tarkistaa alapohjan alapuolinen umpilaudoitus. Asunnon lattiaan suositellaan tehtäväksi rakenneavaus kellarin yläpuoliseen rakenteeseen takapihan puoleiselle reunalle. Kellarin katon betonilaatta on kylmä reunoilta ja voi aiheuttaa kohonneita kosteusarvoja asunnon lattian puurakenteissa. Kylpyhuoneen kuntoa voidaan selvittää esimerkiksi avaamalla seinärakennetta kuivan tilan puolelta. Ulkoseinistä voidaan mitata kosteuspitoisuudet ja selvittää niiden kunto. Väliseinistä voidaan tehdä myös samat tutkimukset ja kiinnittää huomiota etenkin kellarin betonilaatan päällä oleviin väliseiniin. Kohteessa voi tutkia ilmavuotoja merkkiainekokeella ja kartoittaa kohtia, joista ryömintätilan ja kellarin mahdollisia epäpuhtauksia voi vuotaa sisäilmaan. Materiaalinäytteitä suositellaan otettavaksi esimerkiksi ulkoseinästä, kylpyhuoneen seinästä sekä yläpohjan ja alapohjan eristekerroksista. Lisäksi haitta-ainekartoitus tulee tehdä kohteeseen ennen mahdollisten korjaustöiden aloittamista.

LÄHTEET

- /1/ Rakennustietosäätiö RTS. 2014. Kiinteistön kuntoarvio. Helsinki. Rakennustieto Oy
- /2/ Asuinkiinteistön kuntoarvio. Kuntoarvioijan ohje. 2019. Rakennustieto Oy. RT-kortisto. RT 103003. Viitattu 7.1.2020.
<https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.puv.fi/kortit/RT%20103003>
- /3/ Asuinkiinteistön kuntoarvio. Tilaajan ohje. 2019. Rakennustieto Oy. RT-kortisto. RT 103002. Viitattu 11.1.2020.
<https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.puv.fi/kortit/RT%20103002>
- /4/ Pitkäranta, M. 2016. Ympäristöopas 2016 Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Turenki. Rakennustieto Oy
- /5/ Rakenteiden avaukset. Katsaus sisäilmayhdistyksen verkkosivuilta. Viitattu 25.2.2020. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Rakennustekniset-tutkimukset/Rakenteiden-avaukset>
- /6/ Kosteusmittaukset. Katsaus sisäilmayhdistyksen verkkosivuilta. Viitattu 25.2.2020. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Rakennustekniset-tutkimukset/Kosteusmittaukset>
- /7/ Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen. 2010. Rakennustieto Oy. RT-kortisto. RT 14-10984. Viitattu 6.3.2020.
<https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.puv.fi/kortit/RT%2014-10984>
- /8/ Paloniitty, S. Paloniitty, J. Haimilahti, J. 2016. Lämpökuvaus rakentamisessa. Helsinki. Rakennustieto Oy
- /9/ Rakennuksen lämpökuvaus. 2016. Rakennustieto Oy. RT-kortisto. RT 14-11239. Viitattu 20.1.2020.
<https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.puv.fi/kortit/RT%2014-11239>
- /10/ Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitotaksot. 2008. Rakennustieto Oy. RT-kortisto. RT 18-10922. Viitattu 27.1.2020.
<https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.puv.fi/kortit/RT%2018-10922>
- /11/ Kiinteistön kuntoarvio. Kuntoluokan määräytyminen. 2019. Rakennustieto Oy. RT-kortisto. RT 103098. Viitattu 22.1.2020.
<https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.puv.fi/kortit/RT%20103098>
- /12/ Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. 2010. Rakennustieto Oy. RT-kortisto. RT 81-11000. Viitattu 25.2.2020.
<https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.puv.fi/kortit/RT%2081-11000>
- /13/ Hometalkoot. Hengitysliitto. Viitattu 25.2.2020. <https://hometalkoot.fi/omakotitalo>

- /14/ Siikanen, U. 2009. Rakennusaineoppi. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- /15/ Rakennuksen suojaellitykset. 2016. Rakennustieto Oy. RT-kortisto. RT 80-11202. Viitattu 3.3.2020.
<https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.puv.fi/kortit/RT%2080-11202>
- /16/ Kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998. 1998. Ympäristöministeriö. C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Viitattu 27.2.2020. <https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/c2.pdf>
- /17/ Märkätilojen rakenteet. 2014. Rakennustieto Oy. RT-kortisto. RT 84-11166. Viitattu 27.2.2020.
<https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.puv.fi/kortit/RT%2084-11166>
- /18/ Vanhojen rakennusmateriaalien tietopankki. Katsaus ympäristöhallinnon verkkosivuilta. Viitattu 3.3.2020. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Rakennusmateriaalien_tietopankki
- /19/ GANN Hydromette RTU 600. Pintakosteusmittarin käyttöohje. Saatavilla paperimuodossa Vaasan Technobothnian rakennustekniikan laboratorion.
- /20/ GANN Hydromette RTU 600. Operating instructions. Viitattu 5.3.2020.
https://www.gann.de/Portals/0/Attachments/BA_1670_V1.0_GB.pdf
- /21/ Kosteusteknisiä ominaisuuksia. Katsaus puuinfon verkkosivuilta. Viitattu 6.3.2020. <https://www.puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina/kosteusteknisi%C3%A4-ominaisuuksia>
- /22/ Asbesti. Katsaus työsuojelun verkkosivuilta. Viitattu 8.3.2020.
<https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala/asbesti>
- /23/ L 684/2015. Laki eräistä asbestipurkutyötä koskevista vaatimuksista. Säädös säädöstietopankki Finlexin sivuilla. Viitattu 8.3.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150684>

Asuinkiinteistön kuntoarvio asukaskysely

3.2.2020

	K	E	ET
28. Onko kylpyhuoneen pintarakenteita uusittu, milloin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29. Onko ilman laatu saunassa hyvä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. Toimiiko kiuas kunnolla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31. Huurtuvatko kylpyhuoneen lasi/peilipinnat lyhyen suihkun aikana?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32. Onko saunan pintarakenteita uusittu, milloin?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33. Tukkeutuvatko viemärit usein?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34. Oletteko havainnut huoneistossanne tuhohyönteisiä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35. Muita huomioita	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Oletteko kokeneet asunnossanne seuraavia ongelmia / onko asunnoista raportoitu seuraavia ongelmia?

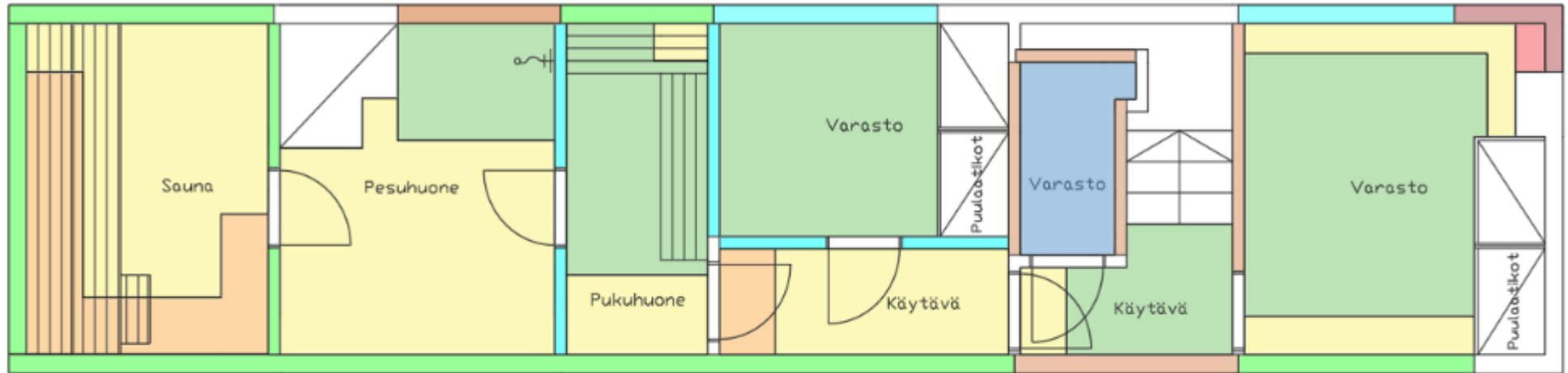
36. Liian korkea huonelämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37. Liian matala huonelämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38. Vaihteleva huonelämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39. Veto ikkunoista tai ilmanvaihtojärjestelmästä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40. Lattioiden kylmyys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41. Kuiva ilma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42. Kosteaa ilma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43. Tunkkainen ilma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44. Epämiellyttävä haju	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45. Pölyinen ilma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46. Epäilettekö, että asuntonne sisäilma on aiheuttanut teille terveydellistä haittaa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
47. Muita huomioita	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tarkennukset kysymyksiin. Merkitkää kysymyksen numero mihin viittaatte. Jos teillä on muita huomioita tai kerrottavaa kiinteistöstä/huoneistosta voitte kirjoittaa ne myös tähän.

Vastaaja

Huoneisto

Asuntojen 1 ja 2 kellarin suuntaa antava pohjakuva.



Pohjakuvaan on merkitty seinien ja lattian pintakosteusarvot. Saunan ja pukuhuoneen seinät ja katto ovat paneloituja, muut seinät ovat tiiltä ja lattia on betonia.

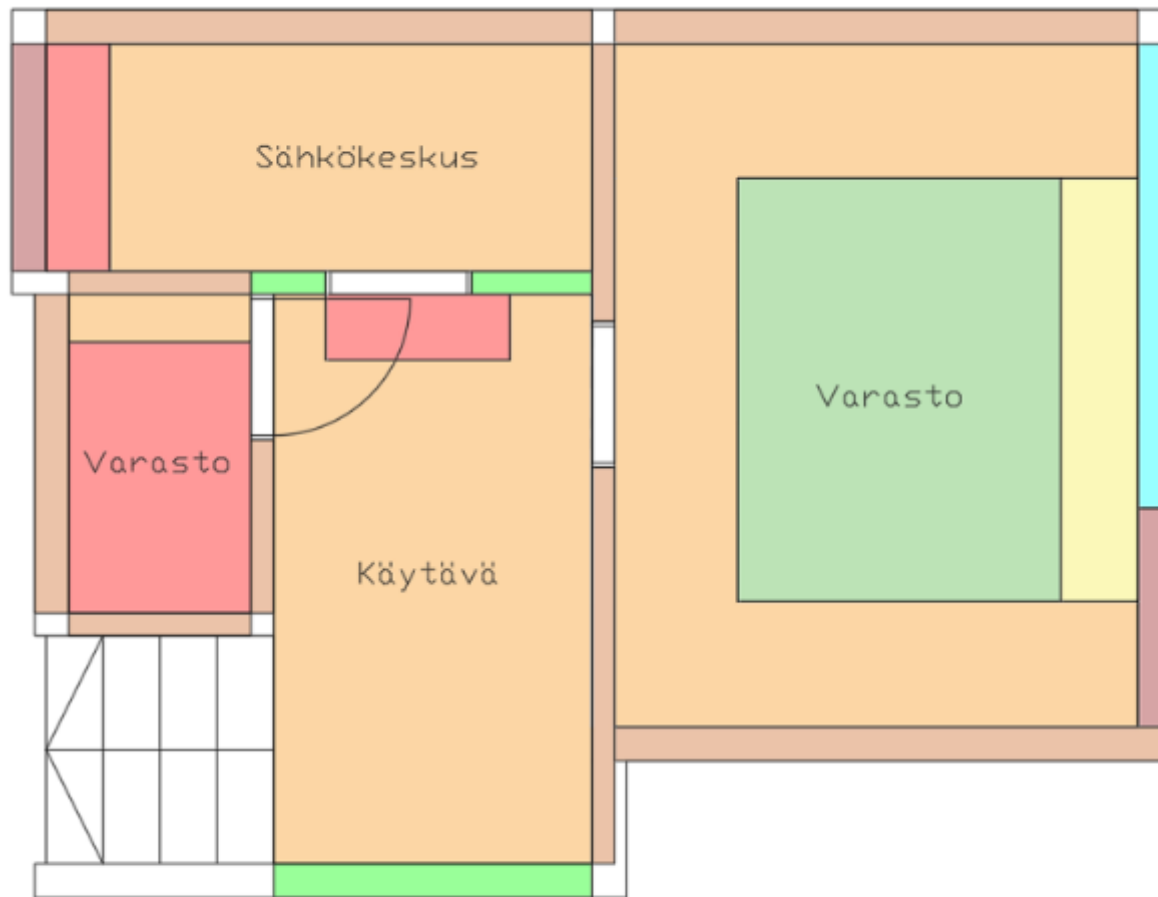
VÄRIEN SELITYKSET

LATTIAT		SEINÄT	
60 - 70	Kuiva	30 - 40	Kuiva
70 - 90	Vähän kostea	40 - 50	Tiili kuiva / Puu kostea
90 - 110	Kostea	50 - 60	Kostea
110 - 130	Märkä	110 - 150	Märkä
130 - 150	Märkä		

Pintakosteuslukemien tulkintaan käytetty taulukko.

	Kuiva	Kostea	Märkä
Puu	Alle 40	40 - 80	Yli 80
Tiili kellaritiloissa	Alle 50	50 - 70	Yli 70
Betoni	Alle 70	70 - 110	Yli 110

Asumon 3 kellarin suuntaa antava pohjakuva.



VÄRIEN SELITYKSET

LATTIAT

60 - 70	Kuiva
70 - 90	Vähän kostea
90 - 110	Kostea
110 - 130	Märkä
130 - 150	Märkä

SEINÄT

50 - 70	Kostea
90 - 110	Märkä
110 - 130	Märkä
130 - 150	Märkä

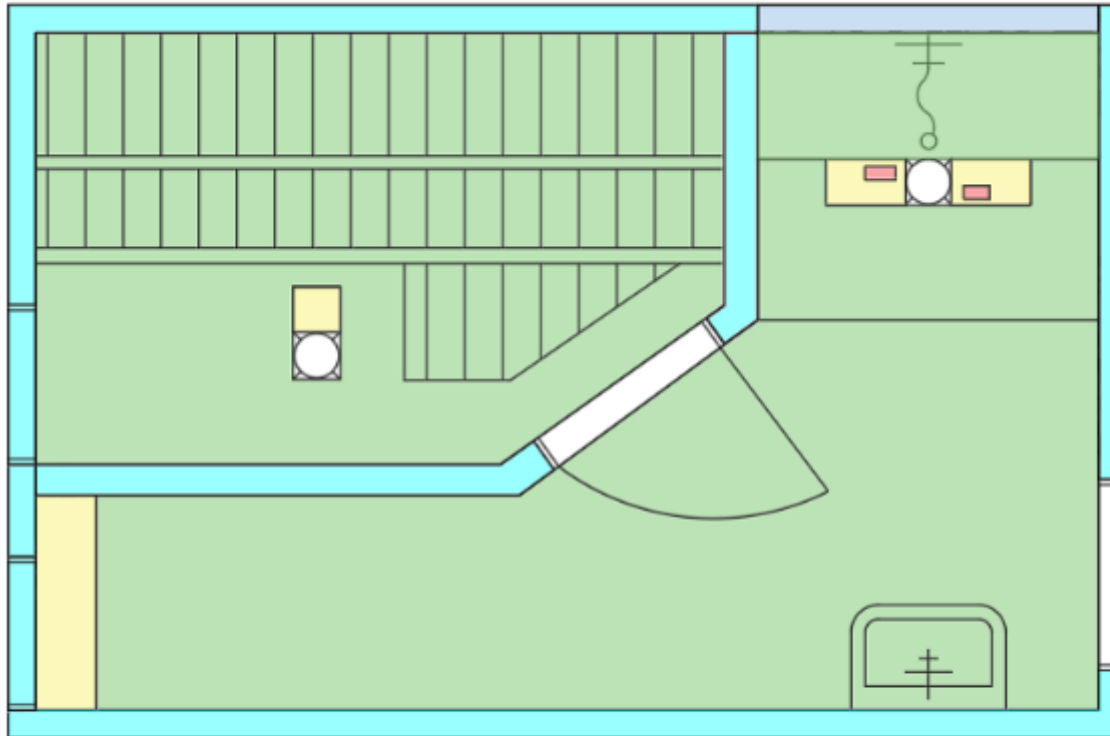
Pohjakuvaan on merkitty seinien ja lattian pintakosteusarvot.

Lattian pinnat ovat betonia ja seinät ovat tiiltä.

Pintakosteuslukemien tulkintaan käytetty taulukko.

	Kuiva	Kostea	Märkä
Puu	Alle 40	40 - 80	Yli 80
Tiili kellaritiloissa	Alle 50	50 - 70	Yli 70
Betoni	Alle 70	70 - 110	Yli 110

Asunnon 1 suuntaa antava pohjakuva kylpyhuoneesta.



VÄRIEN SELITYKSET

SEINÄT

	25 - 30	Kuiva
	30 - 40	Kuiva

LATTIAT

	50 - 70	Kuiva
	70 - 90	Vähän kostea
	90 - 110	Kostea

Pohjakuvaan on merkitty seinien ja lattian pintakosteusarvot.

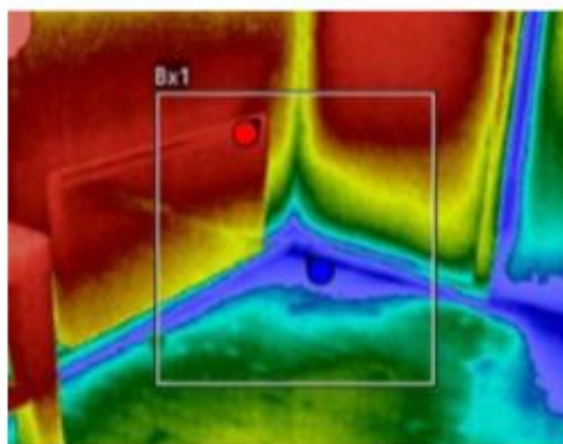
Lattian materiaali on betoni ja seinien materiaali on kipsilevy.

Pintakosteuslukemien tulkintaan käytetty taulukko.

	Kuiva	Kostea	Märkä
Kipsilevy	Alle 50	50 - 70	Yli 70
Betoni	Alle 70	70 - 110	Yli 110

Raportti
19.2.2020

LÄMPÖKUVAUSRAPORTTI



Raportti
19.2.2020

YHTEENVETO

Lämpökuvauksen kohteena oli vuonna 1953 valmistunut rivitalo. Tutkimukseen kuului päätyasunnon 1 sisäpuolinen lämpökuvauus ja ullakon puolinen kuvaus lämpövuotojen paikantamiseksi. Sisäpuolinen lämpökuvauus suoritettiin 11.2.2020 ja ullakon puolelta 12.2.2020. Tavoitteena oli selvittää lämpö-/ilmavuotoja ja eristevikoja, sekä yläpohjan ilmavuotokohtia ullakkotilasta päin.

Tutkimuksissa käytettiin:

-Lämpökameraa FLIR T640 sarjanumero 55903051. Kamera on kalibroitu 30.1.2018.

-Yhdistelmämittaria Envic GD-10L PTH sarjanumero 185549. Laite on kalibroitu 12/2018 ja kalibrointi tarkistettu 12/2019.

Tutkimuksissa havaittiin huoneiden lattioiden nurkissa pieniä ilmavuotokohtia, ikkunoiden lieviä tiivistevuotoja sekä kylmäsiltoja. Yläpohjassa havaittiin muutama ilmavuotokohta. Lattian ja seinän välisien liitoksien ilmavuotokohdissa on riskinä epäpuhtauksien pääseminen sisäilmaan. Yläpohjan vuotokohdissa on riskinä kostean sisäilman tiivistyminen kylmemmille pinnoille yläpohjan ylemissä osissa.

Toimenpidesuosituksina suositellaan osittain ikkunoiden ja ovien tiivisteiden uusimista, korvausilmaventtiilin vaihtamista lämpöeristettyyn venttiiliin, keittiön sähköpatterin vaihtamista uuteen ja tuulikaappien lämmittämistä. Lisäksi kylpyhuoneen ikkunan uusimista, paikoittain harkinnanvaraista rakenteiden tiivistämistä ja yläpohjarakenteen tiivistämistä vuotokohdista.

Taulukko 1. Korjausluokat.

Korjausluokka	Toimenpiteet	Lämpötilaindeksi
1	Korjaus on suositeltava. Rakenteessa on selkeä rakennusvirhe, eristevika, kosteusvaurio tai ilmavuoto.	Lämpötilaindeksi yleisesti selkeästi alle 61%.
2	Korjaus on harkinnanvarainen. Rakenteessa on lievä vika.	Lämpötilaindeksi hyvin lähellä toimenpiderajaa tasolla 58-64%.
3	Lisätutkimustarve. Rakenteessa on poikkeama, joka vaatii lisätutkimuksia. Epäillään esim. epäpuhtauksien kulkeutumista.	
4	Ei korjaustarvetta. Rakenteessa on lieviä pintalämpötilapoikkeamia.	Lämpötilaindeksi selkeästi yli 64%.

LIITTEET

LIITE 1 Lämpökuvauajan kenttäyölomake

LIITE 2 Pohjapiirustus

LIITE 3 Lämpökuvat

Raportti
19.2.2020

LIITE 1

KenttätöyöloMAKE

LÄMPÖKUVAAJAN KENTTÄTYÖLOMAKE

Kuvaajan yhteystiedot

Nimi: <i>Elias Pitkähäkki</i>	Sähköposti:
Osoite:	Puhelin:

Tilaajan yhteystiedot

Kiinteistön nimi:	Kiinteistön postiosoite:	Postinumero ja toimituspaikka:
Tilaajan nimi:	Laskutusosoite:	Puhelin:

Kuvausolosuhteet

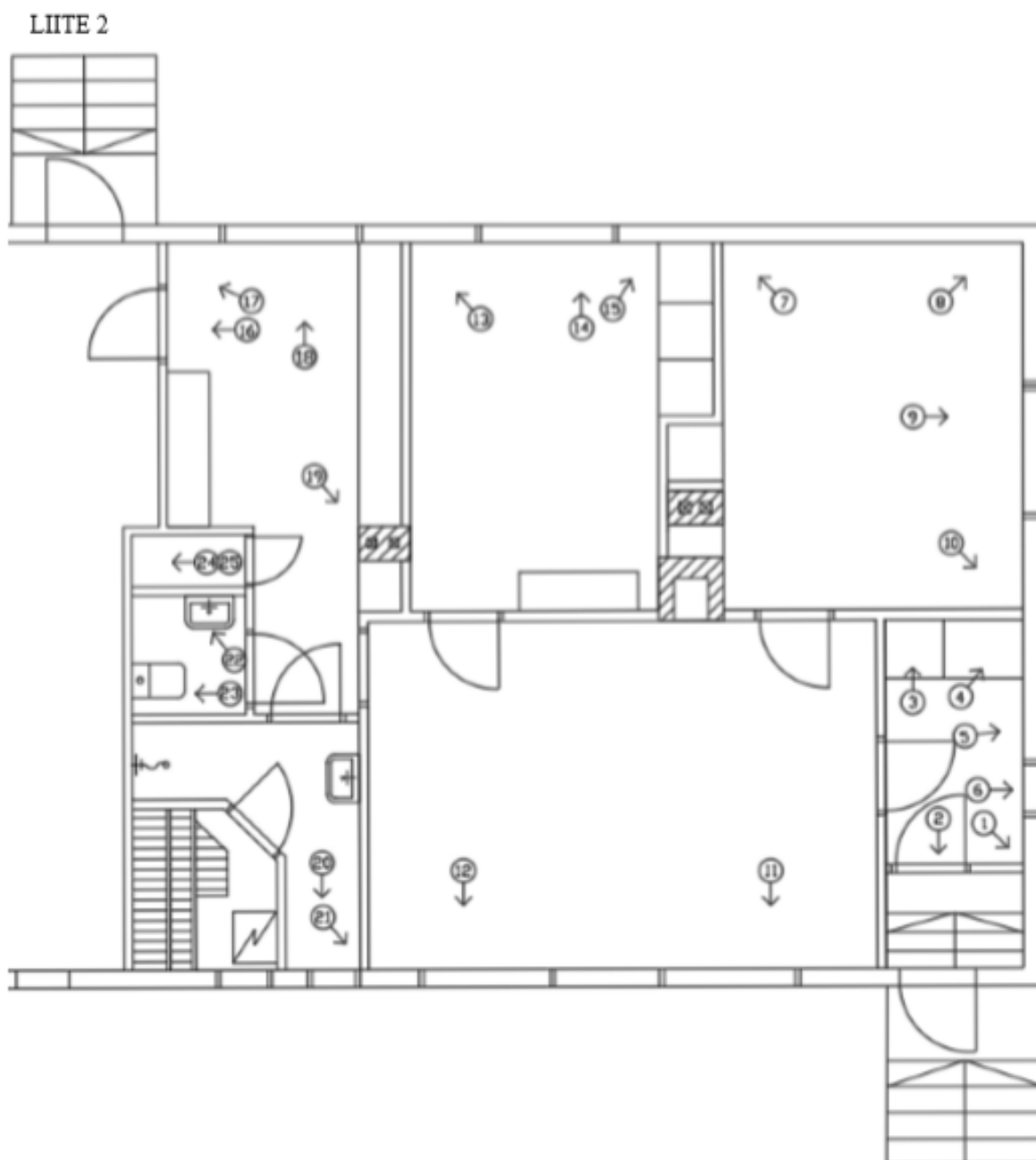
	PVM. 11.2.20 klo 9:40	PVM. 12.2.20 klo 10:00	PVM. klo	PVM. klo
Ulkoilman lämpötilä	2°C	2°C		
Sisäilman lämpötilä (Keskimäärin)	18,5°C	Ulkokkio 3°C		
Auringonpaiste / pilvisuus	Puolipilvinen	Pilvinen		
Tuulen nopeus ja suunta (m/s)	3m/s Lounas	4m/s Etelä		
Paine-ero (rakennuksessa keskimäärin) [Pa]	-1,7 Pa			
Sisäilman kosteus (rakennuksessa keskimäärin) [RH %]	37%	Ulkokkio 78%		

Kohdetiedot

Lämmitysjärjestelmä	Sähkölämmitys / tulisija
Iinanvaihto	Painovoimainen
Rakenteet -Alapohja -Ulkoseinät -Yläpohja -Ikkunat	-Tuuletettu / kellari - Puu - Puu / kullakotilla - MSE-Ab

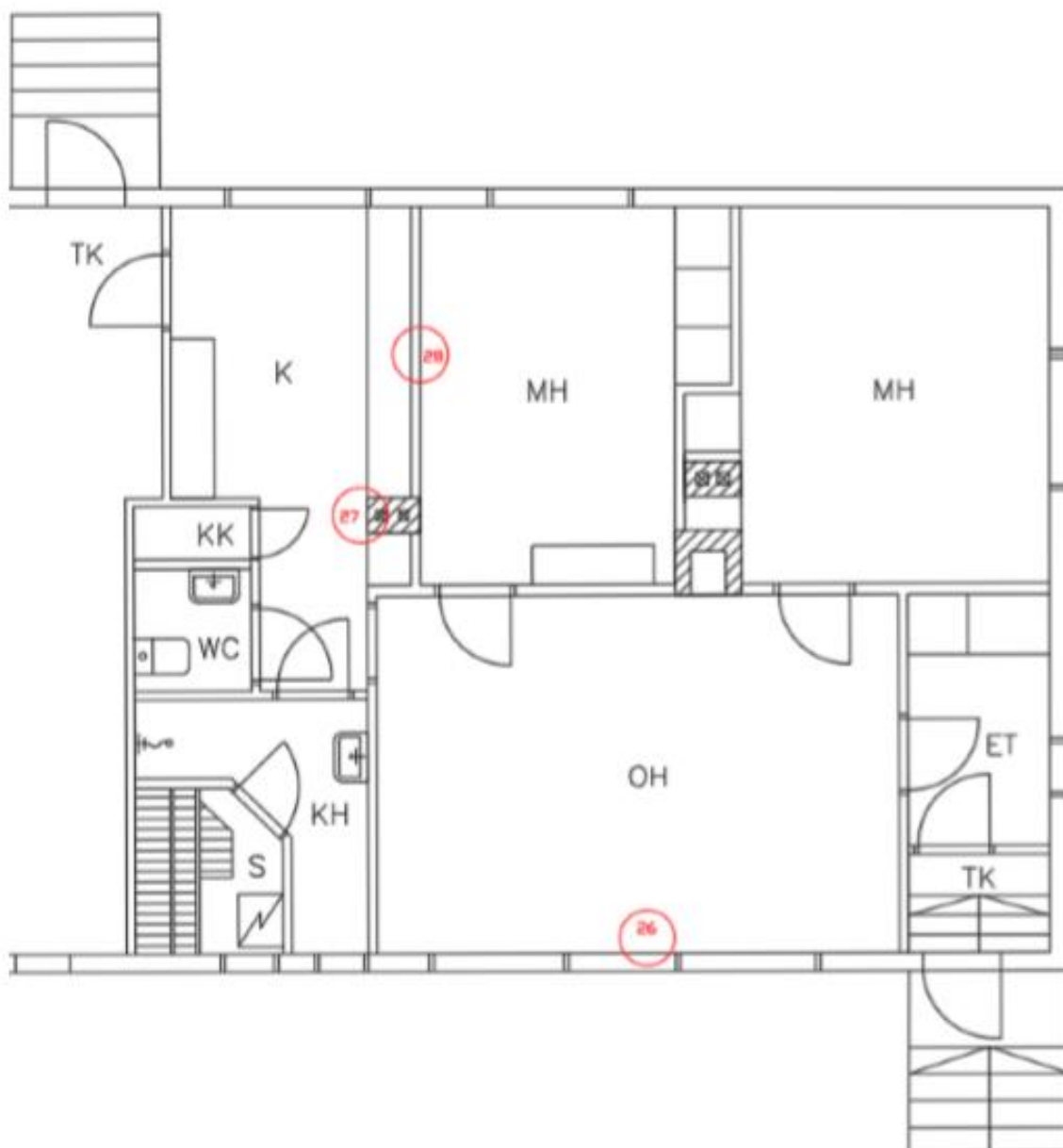
Muut huomiot

Sisäilmpötilan ollessa +20°C saavutetaan tarkin mittaustulos ±1°C. Kohteen lämpötila oli +18,5°C, jolloin mittaustarkkuus on ±2°C.

Raportti
19.2.2020

Asunnon 1. Pohjakuva.

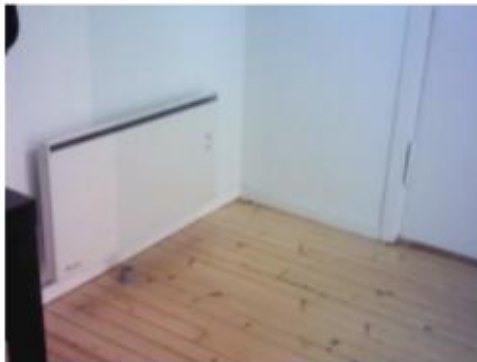
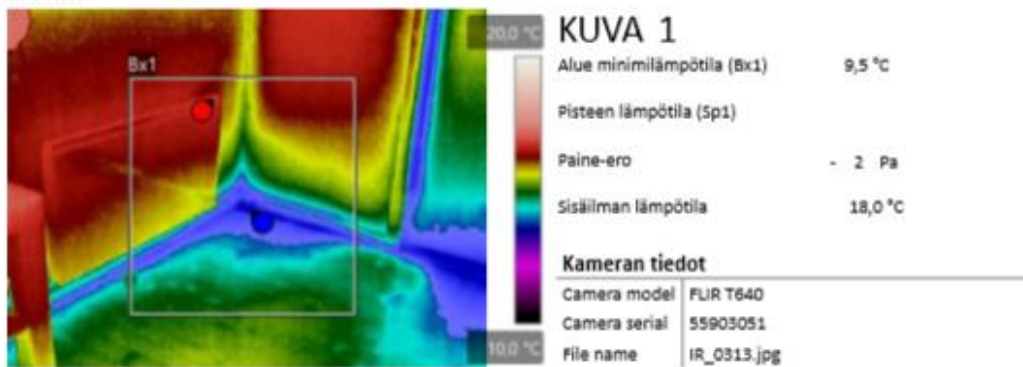
Pohjakuvaan on merkitty asunnon sisätiloista kuvatut lämpökuvat numeroinnin mukaan.

Raportti
19.2.2020

Asunnon 1. pohjakuva.

Pohjakuvaan on merkitty ullakkotilasta kuvatut lämpökuvat numeroinnin mukaan.

LIITE 3

**Mittausparametrit**

Emissiviy	0,94
Reflected temp.	18,0 °C
Distance	3,0 m

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	2,0 °C
Tuulen nopeus / suunta	3 m/s, lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen

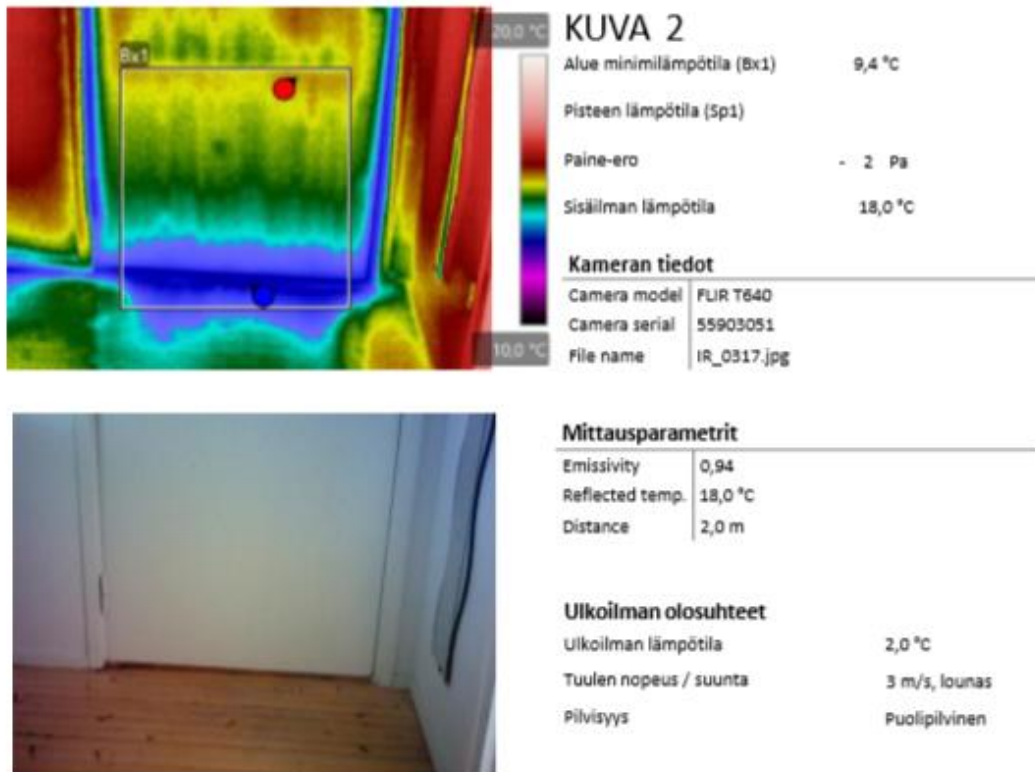
Lämpöindeksi 47

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 47

Kohde / huone: Eteisen nurkka.

Kommentit: Eteisen väliseinän ja lattian liitoksessa on ilmavuoto. Lämpötilaindeksi on selkeästi alle 61%. Lämpötilaindeksiin vaikuttavat väliseinän takana oleva kuvaushetkellä kylmänä ollut lämpöeristetty tuulikaappi sekä kuvan kylmä lämpöpatterin.

Korjausluokka 1: Toimenpiteenä suositellaan kuvassa näkyvän lämpöpatterin ja viereisen tuulikaapin lämpimänä pitämistä.



Lämpöindeksi 46,2

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 46,2

Kohde / huone: Eteisen väliovi tuulikaappiin.

Kommentit: Eteisen ja tuulikaapin välioven ympärillä on ilmapuotoa. Lämpötilaindeksi on selvästi alle 61%. Välioven takana oleva kuvaushetkellä kylmänä ollut lämpöeristetty tuulikaappi vaikuttaa tulokseen.

Korjausluokka 1: Toimenpiteenä suositellaan tuulikaapin lämpimänä pitämistä. Väliovi suositellaan tiivistettäväksi, jos tuulikaapissa pidetään alhaisempaa lämpötilaa.



Lämpöindeksi 69

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 69

Kohde / huone: Eteisen komero.

Kommentit: Eteisen komeron seinän ja lattian välissä on ilmavuoto. Lämpötilaindeksi on selvästi yli 61%.

Korjausluokka 4: Ei tarvetta toimenpiteille. Kyseessä lievä pintalämpötilan poikkeama.



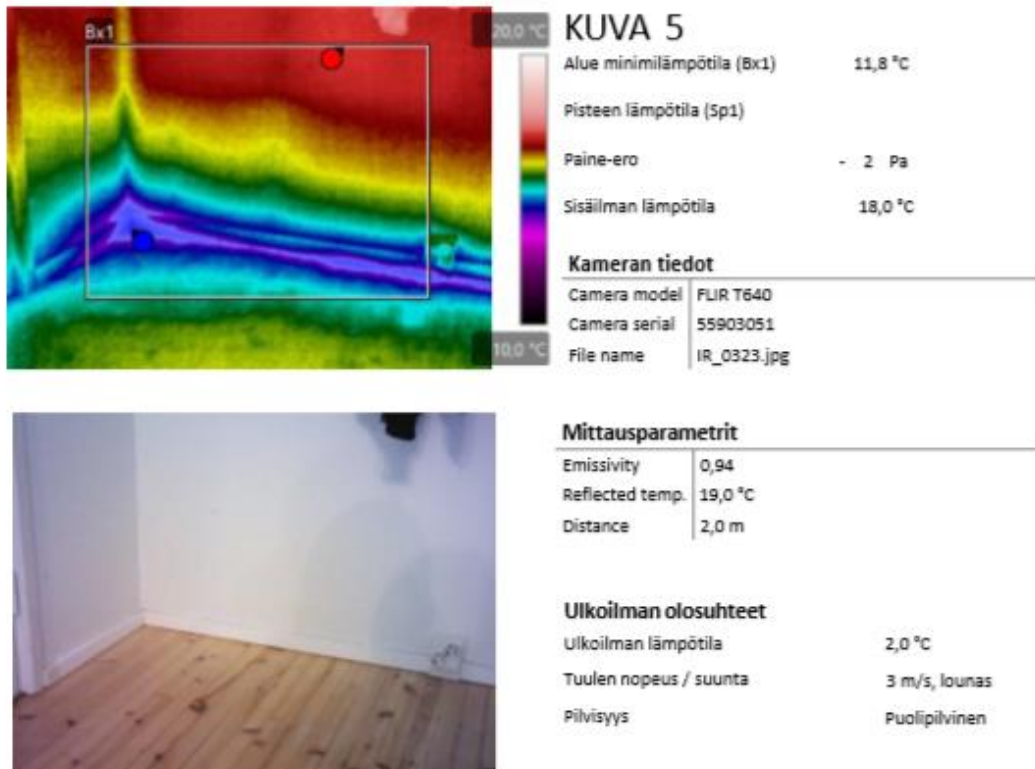
Lämpöindeksi

Paine-erokorjattu lämpöindeksi

Kohde / huone: Eteisen nurkkakomero.

Kommentit: komeron nurkassa mahdollinen ilmapuoto kohta. Kuvaushetkellä komeron ovea ei ollut pidetty riittävän kauan auki. Tästä syystä lämpöindeksiä ei laskettu.

Korjausluokka 3. Kohta voidaan lämpökuvata uudestaan.



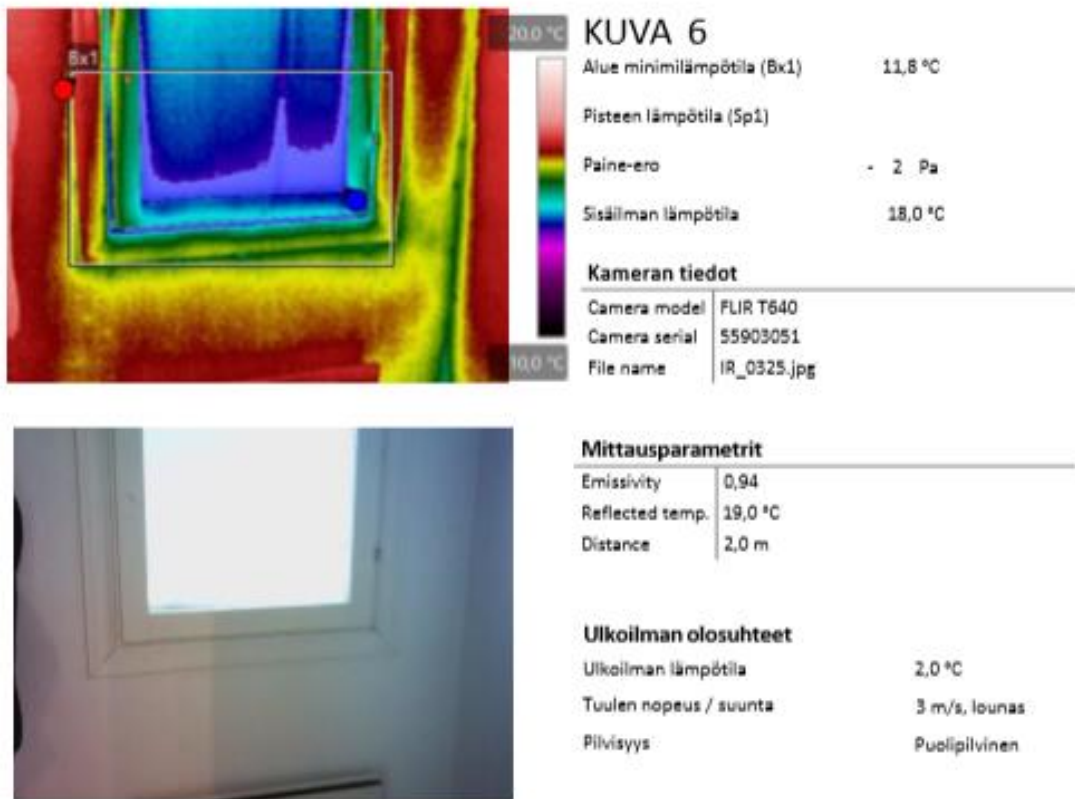
Lämpöindeksi 61,6

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 61,6

Kohde / huone: Eteisen ulkoseinä.

Kommentit: Eteisen ulkoseinän ja lattian liitoskohdassa on ilmavuoto. Kuvatun seinän patteri ei ollut lämmin kuvaushetkellä. Kohta ylittää lämpötilaindeksin 61%.

Korjausluokka 2: Toimenpiteenä suositellaan kuvatun seinän lämpöpatterin pitämistä lämpimänä.

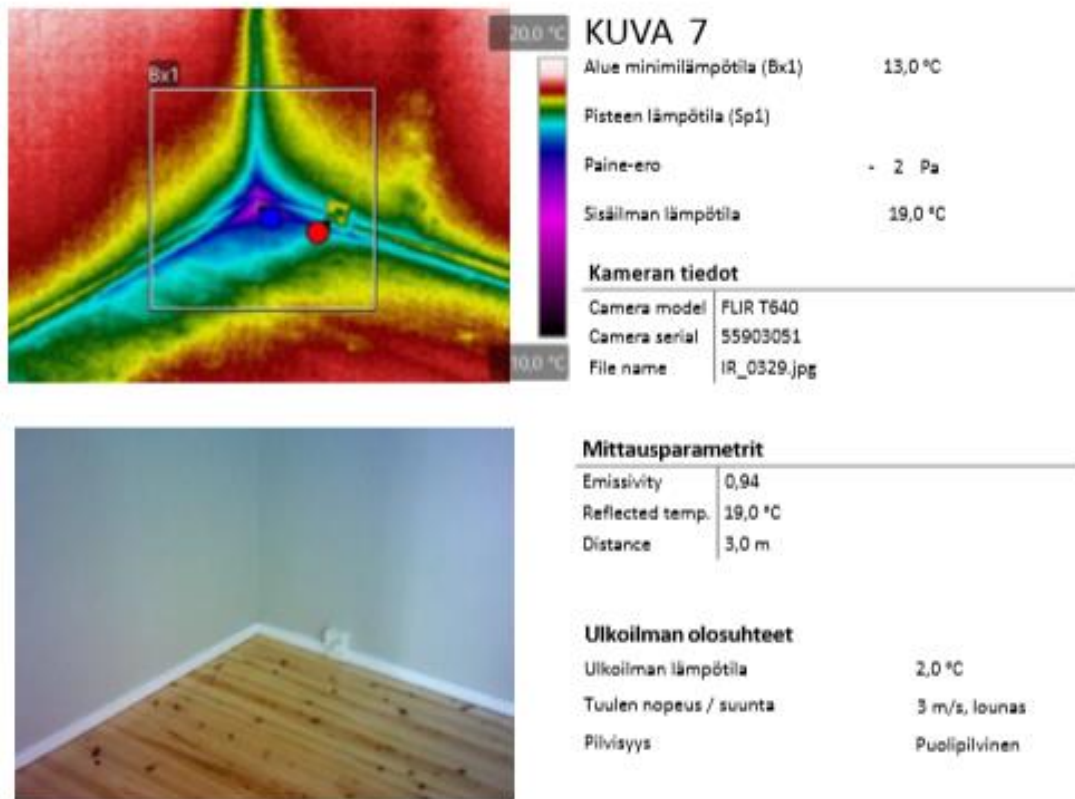


Lämpöindeksi 61,4
Paine-erokorjattu lämpöindeksi 61,4

Kohde / huone: Eteisen ikkuna.

Kommentit: Eteisen ikkunassa ei ole selvää tiivistevuotoa, lasin ja karmin välinen alue on kylmin. Alapuolella olevaa lämpöpatteria ei ole lämmitetty. Lämpötilaindeksi on hieman yli 61%

Korjausluokka 2: Toimenpiteenä suositellaan ikkunan alla olevan lämpöpatterin pitämistä lämpimänä.



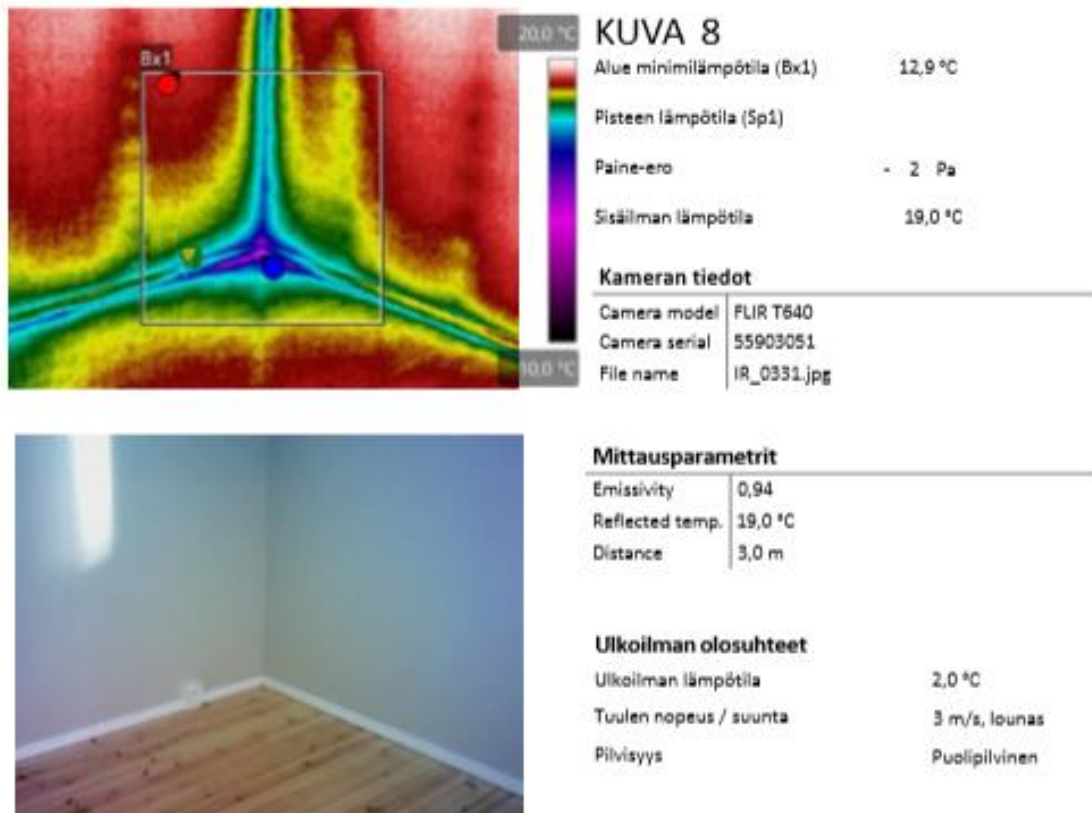
Lämpöindeksi 64,5

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 64,5

Kohde / huone: Makuuhuoneen nurkka.

Kommentit: Makuuhuoneen ulkoseinän ja väliseinän välinen nurkka vuotaa lattian liitoksesta. Lämpötilaindeksi on yli 61%.

Korjausluokka 2: Rakennetta voidaan tiivistää, mikäli korjauskustannukset ovat kohtuullisia. Muuten ei toimenpide suosituksia.



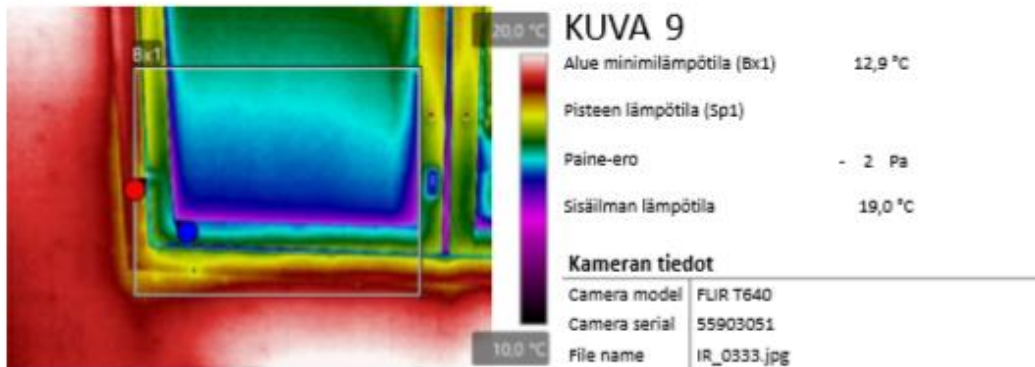
Lämpöindeksi 64,1

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 64,1

Kohde / huone: Makuuhuoneen ulkoseinän nurkka.

Kommentit: Makuuhuoneen ulkonurkan lattialiitoksessa on ilmavuoto. Lämpötilaindeksi on yli 61%.

Korjausluokka 2: Rakennetta voidaan tiivistää, mikäli korjauskustannukset ovat kohtuullisia. Muuten ei toimenpide suosituksia.



Mittausparametrit

Emissivity	0,94
Reflected temp.	19,0 °C
Distance	2,0 m

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	2,0 °C
Tuulen nopeus / suunta	3 m/s, lounas
Pilvisuus	Puolipilvinen

Lämpöindeksi 64,4

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 64,4

Kohde / huone: Makuuhuoneen ikkuna.

Kommentit: Ikkunapuitteen ja lasin välinen kylmäsilta. Lämpöindeksi on yli 61%.

Korjausluokka 4: Ei toimenpiteitä.



Lämpöindeksi 59,8

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 59,8

Kohde / huone: Makuuhuoneen nurkka.

Kommentit: Makuuhuoneen ulkoseinän ja väliseinän välinen nurkka vuotaa lattian liitoksesta. Väliseinän takana on viileänä ollut eteisenkaappi. Lämpötilaindeksi on hieman alle 61%.

Korjausluokka 2: Rakennetta voidaan tiivistää, mikäli korjauskustannukset ovat kohtuullisia. Toimenpiteinä suositellaan väliseinän takana olevan eteisen lämmittämistä.

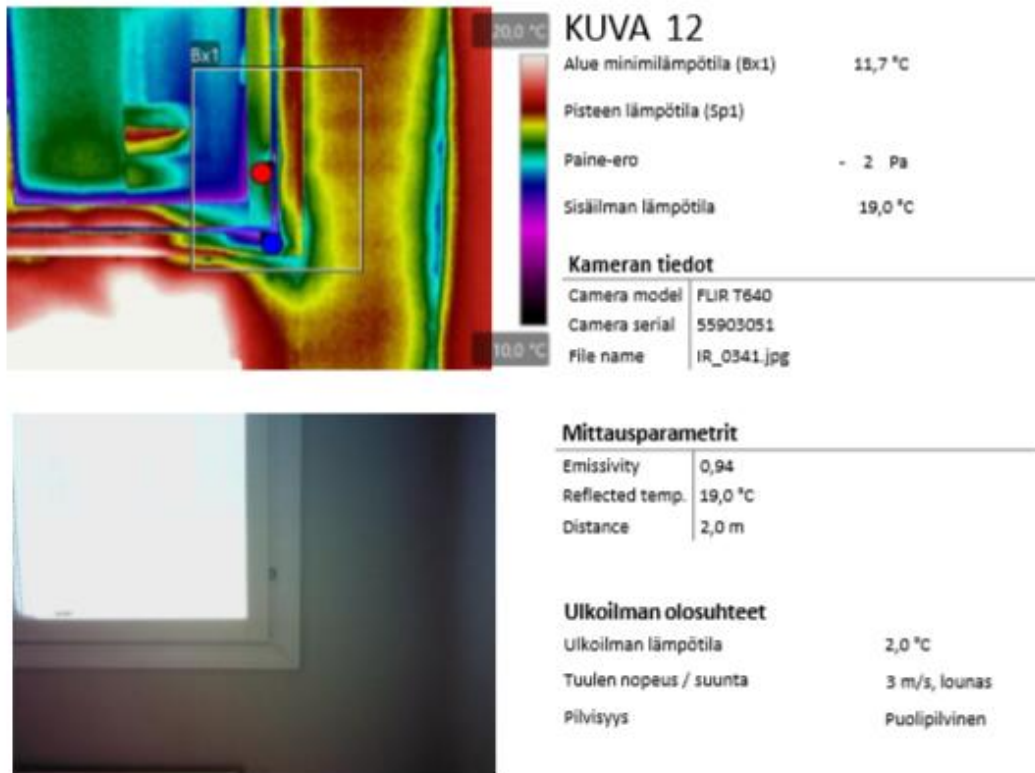


Lämpöindeksi	59,2
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	59,2

Kohde / huone: Olohuoneen ikkuna.

Kommentit: Ikkunapuitteen ja lasin välissä on kylmäsilta sekä lievä ilmavuoto ikkunapuitteen ja karmen välisessä tiivisteessä. Karmen ja seinän välinen liitos vuotaa listoituksen takaa alanurkasta. Ikkunan nurkan alapuolella kohdassa mitä lämpöpatteri ei ole lämmittänyt on hieman alhaisempi pintalämpötila, mikä voi johtua ikkunan alapuolella painuneesta eristeestä. Lämpöindeksi on hieman alle 61%.

Korjausluokka 2: Ikkunan tiivisteet voidaan uusida, mikäli asukas kokee siihen tarvetta. Karmen ja seinän liitos voidaan tiivistää / eristää uudelleen listoituksen alta.

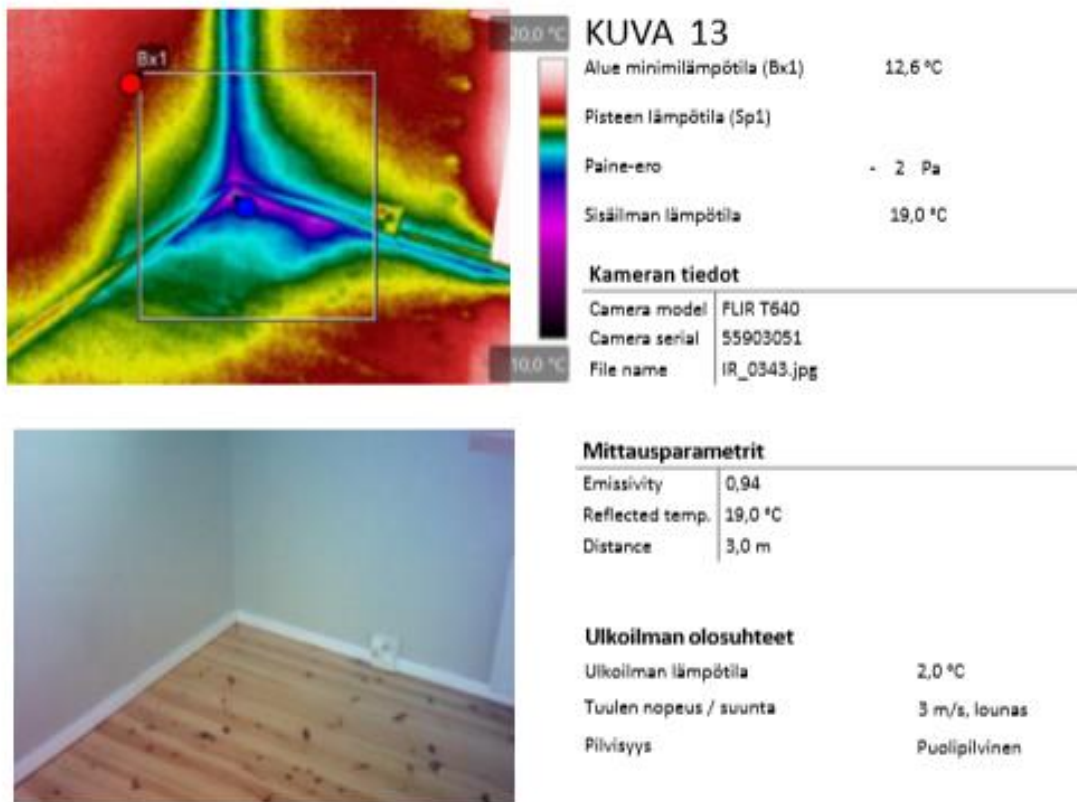


Lämpöindeksi 57,2
Paine-erokorjattu lämpöindeksi 57,2

Kohde / huone: Olohuoneen ikkuna.

Kommentit: Ikkunapuitteen ja karmin välinen lievä ilmavuoto sekä karmin ja seinän liitoksen ilmavuoto listoituksen takaa. Lämpöindeksi on alle 61%.

Korjausluokka 1: Ikkunan tiivisteet suositellaan uusittavaksi ja karmin ja seinän välinen liitos uudelleen eristettäväksi ja tiivistettäväksi.



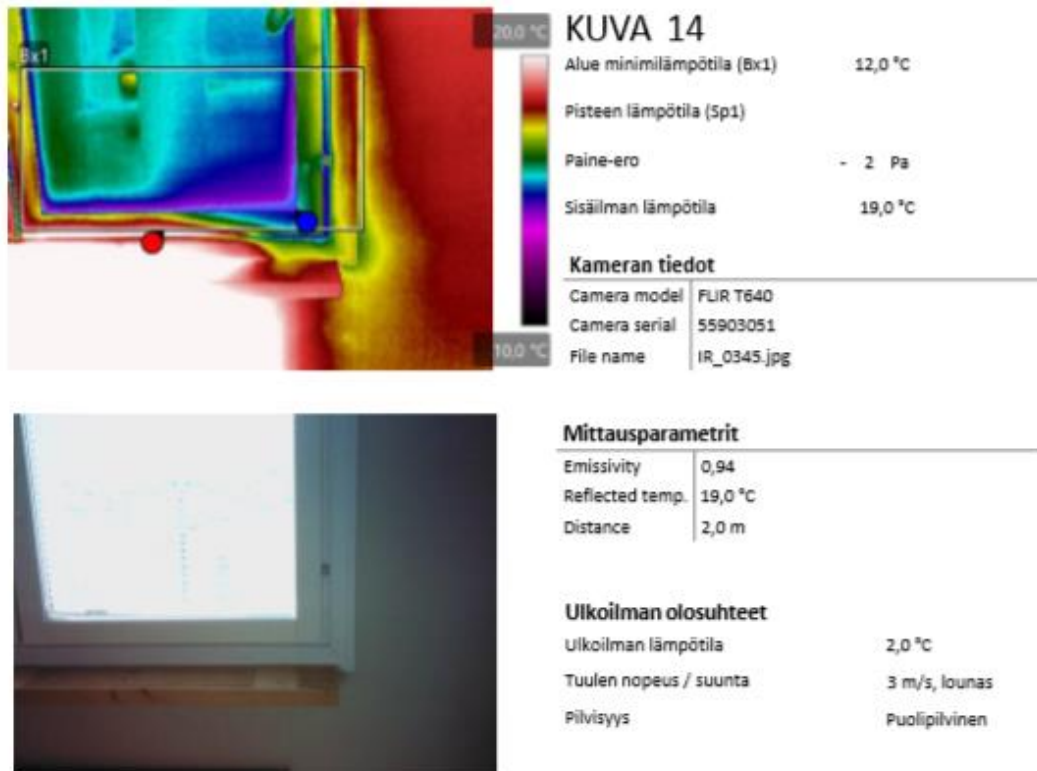
Lämpöindeksi 62,1

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 62,1

Kohde / huone: Makuuhuoneen nurkka.

Kommentit: Makuuhuoneen ulkoseinän ja väliseinän välinen nurkka vuotaa lattian liitoksesta. Lämpötilaindeksi on hieman yli 61%.

Korjausluokka 2: Rakennetta voidaan tiivistää, mikäli korjauskustannukset ovat kohtuullisia.



Lämpöindeksi 58,8

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 58,8

Kohde / huone: Makuuhuoneen ikkuna.

Kommentit: Ikkunapuitteen ja lasin välinen kylmäsilta, sekä lievä ilmavuoto. Lämpöindeksi on hieman alle 61%.

Korjausluokka 2: Ikkunan tiivisteet voidaan uusida, mikäli asukas kokee siihen tarvetta. Karmin ja seinän liitos voidaan tiivistää / eristää listoituksen alta.



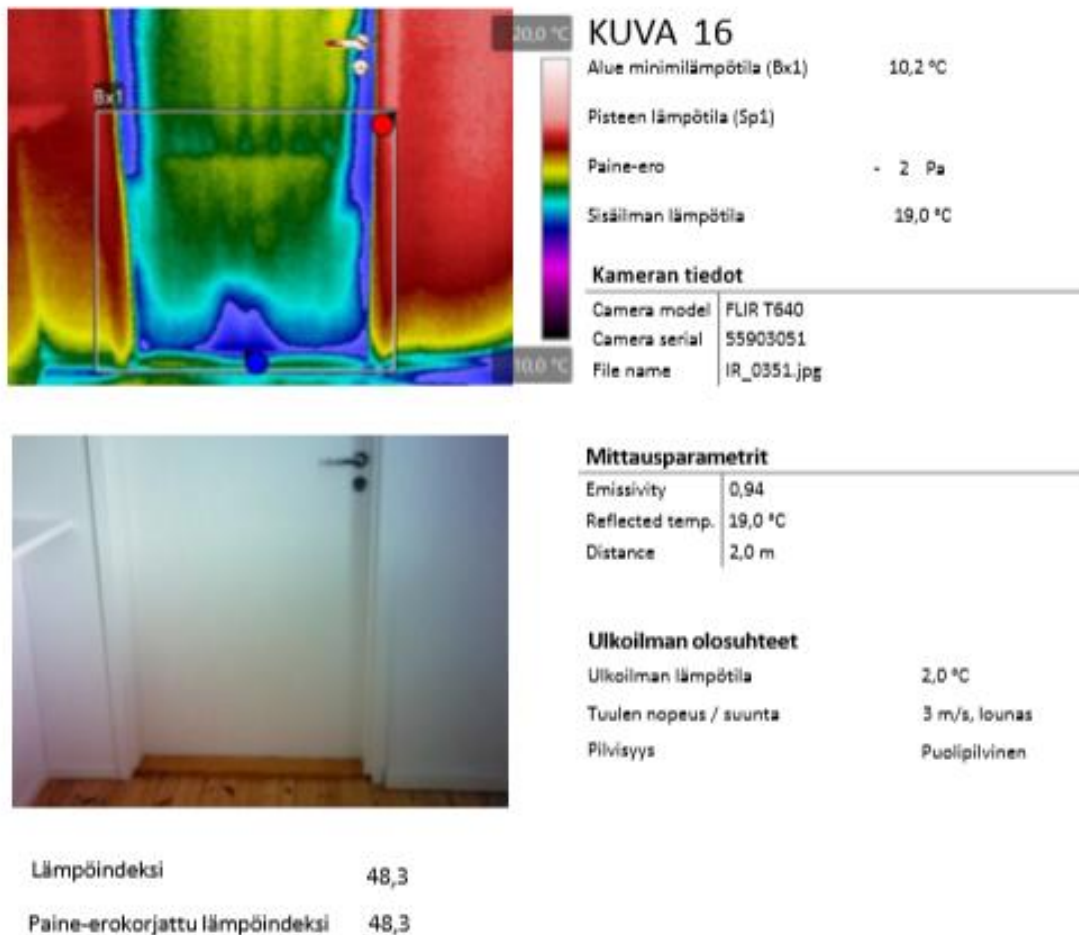
Lämpöindeksi 53,1

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 53,1

Kohde / huone: Makuuhuoneen korvausilmaventtiili.

Kommentit: Korvausilmaventtiili toimii selkeänä kylmäsiltaan ja venttiilissä on lievä ilmapuoto. Lämpöindeksi on selvästi alle 61%.

Korjausluokka 1: Korvausilmaventtiili suositellaan vaihdettavaksi lämpöeristettyyn venttiiliin.



Kohde / huone: Keittiön väliovi takaeteiseen, josta myös pääsy kellariin ja ullakolle.

Kommentit: Takaeteisen ja keittiön välisen välioven ympärillä on ilmavuotoa. Oven alareunasta puuttuu keskikohdasta tiiviste. Reunoilla oven ja tiivisten välissä on paikoittain selvä rako. Lämpötilaindeksi on selvästi alle 61%. Välioven takana oli kuvaushetkellä kylmänä oleva lämpöeristetty eteinen.

Korjausluokka 1: Oven tiivisteet suositellaan uusittavaksi. Eteisessä olevien ullakon ja kellarin ovet suositellaan myös tiivistettäväksi. Tiivistyksen jälkeen eteisessä suositellaan pidettävän peruslämpöä yllä talviaikaan.

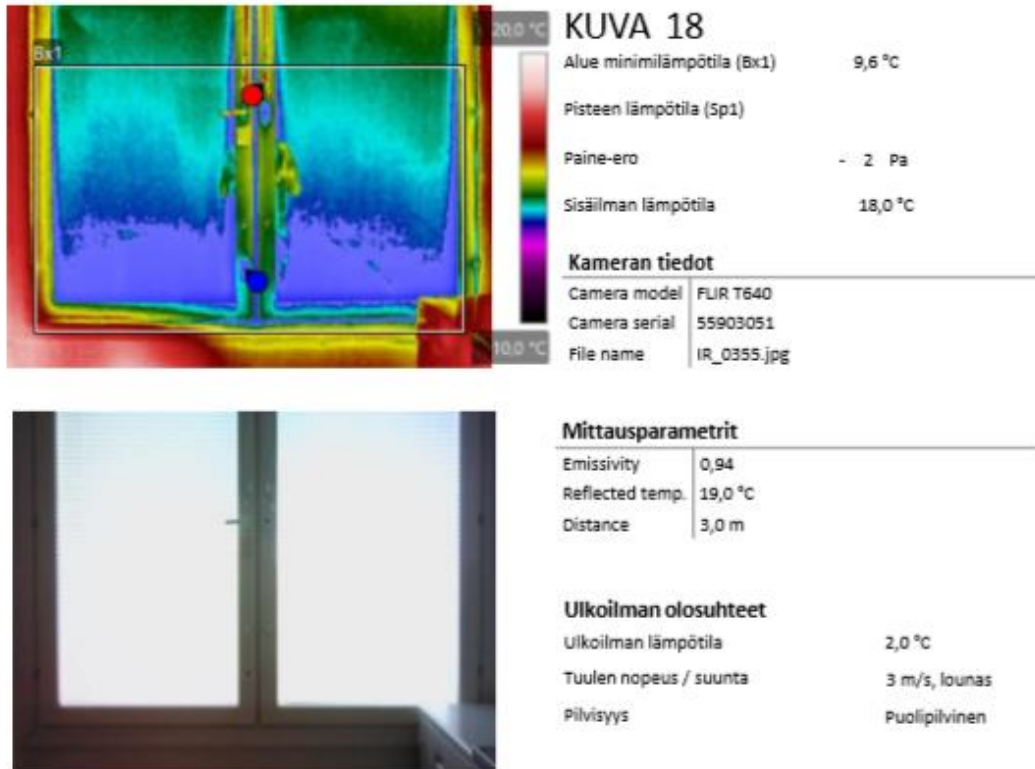


Lämpöindeksi	49,3
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	49,3

Kohde / huone: Keittiön nurkka.

Kommentit: Keittiön ulko- ja väliseinän alanurkassa on ilmavuoto. Väliseinän vuotokohdassa on eristämättömiä sähköjohtojen läpivientejä. Väliseinän takana oli kuvaushetkellä kylmänä oleva lämpöeristetty eteinen.

Korjausluokka 1: Suositellaan läpivientien tiivistämistä. Lisäksi suositellaan kuvassa näkyvän huonosti lämpenevän sähköpatterin uusimista.



Lämpöindeksi	47,5
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	47,5

Kohde / huone: Keittiön ikkuna.

Kommentit: Ikkunapuitteen ja lasin välinen kylmäsilta, sekä lievä ilmavuoto ikkunan tiivisteistä. Ikkunan alapuolinen lämpöpatteri ei lämpene kunnolla. Lämpöindeksi on selvästi alle 61%

Korjausluokka 1: Ikkunan alapuolinen sähköpatteri ja ikkunan tiivisteet suositellaan uusittavaksi. Lisäksi voidaan tiivistää / eristää karmen ja seinän välinen liitos listoituksen takaa.



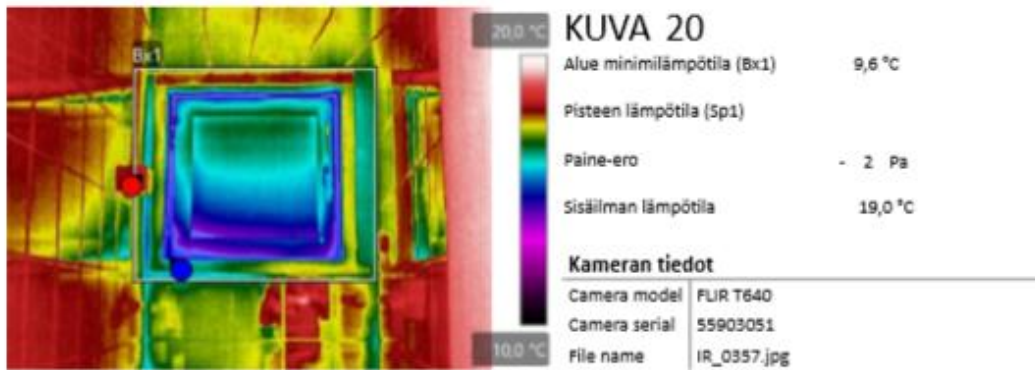
Lämpöindeksi 68,5

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 68,5

Kohde / huone: Keittiön nurkka.

Kommentit: Keittiön poistoilmahormin lähellä lattian ja seinän liitoskohdassa lievä ilmavuoto. Lämpöindeksi on selvästi yli 61%.

Korjausluokka 4: Ei toimenpiteitä



Mittausparametrit

Emissivity	0,94
Reflected temp.	19,0 °C
Distance	3,0 m

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	2,0 °C
Tuulen nopeus / suunta	3 m/s, lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen

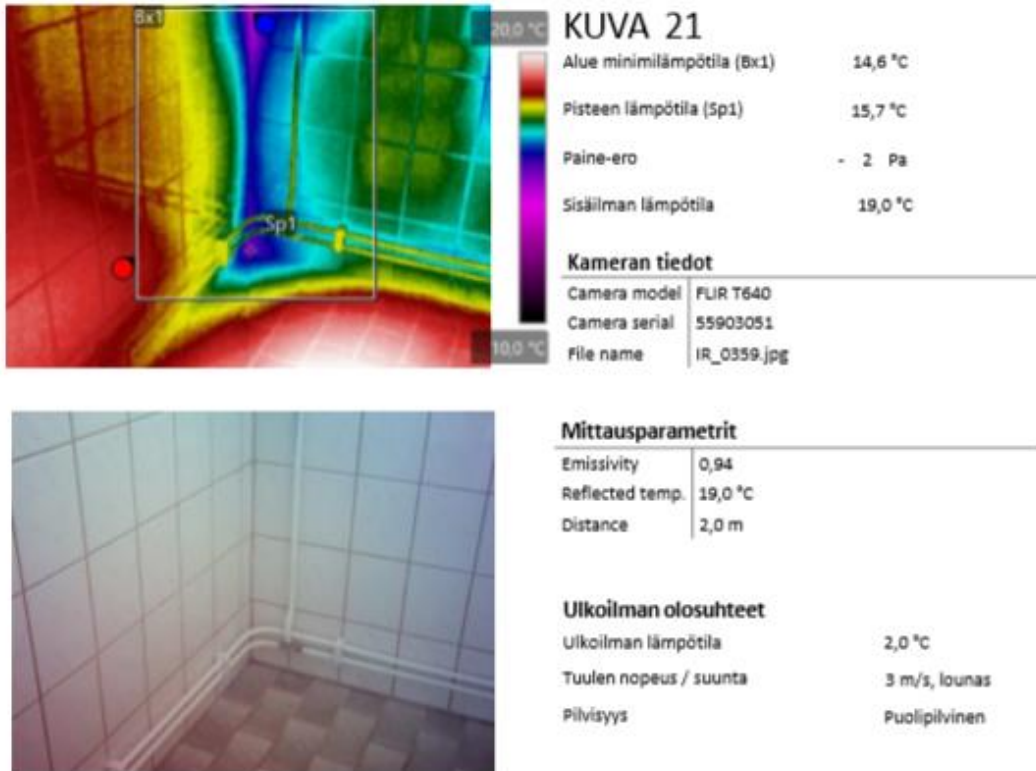
Lämpöindeksi 44,9

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 44,9

Kohde / huone: Kylpyhuoneen ikkuna.

Kommentit: Kylpyhuoneen ikkunassa on selvä kylmäsilta, sekä lievä ilmavuoto. Lämpöindeksi on selvästi alle 61%.

Korjausluokka 1: Suositellaan ikkunan vaihtamista uuteen.



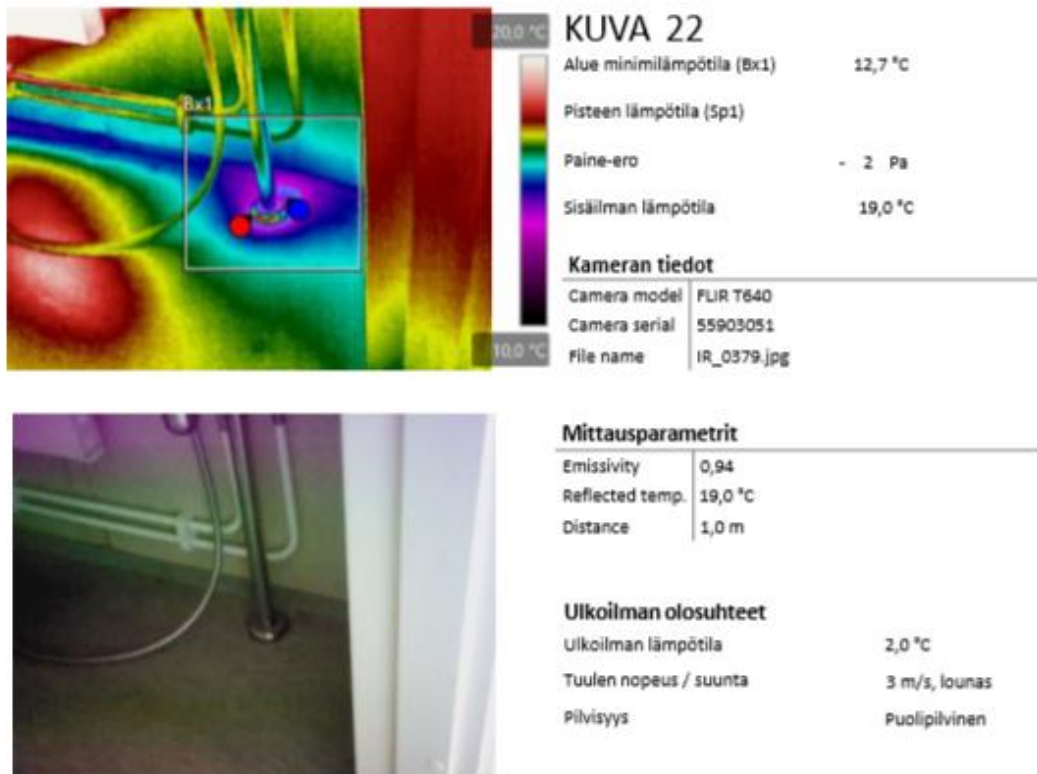
Lämpöindeksi 74,4

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 74,4

Kohde / huone: Kylpyhuoneen nurkka.

Kommentit: Kylpyhuoneen nurkassa on hieman viileämpi alue. Lattialämmitys ei ulotu seinän reunustalle, mikä aiheuttaa kylmemmän pintalämpötilan lattiassa ja nurkassa. Lämpöindeksi on selvästi yli 61%.

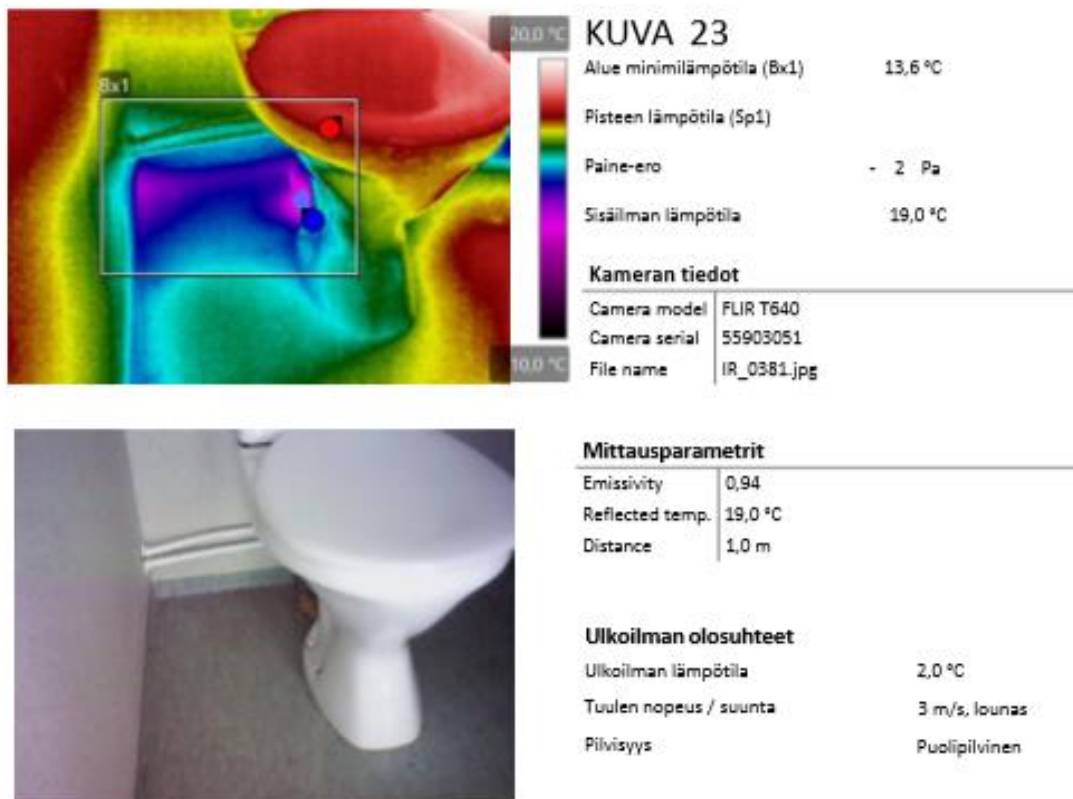
Korjausluokka 1: Ei toimenpiteitä.



Kohde / huone: WC-tilan käsi pesualtaan viemäri.

Kommentit: Kohdetta ei pystytty kuvaamaan riittävän kaukaa lämpöindeksin laskemiseen. WC-tilan käsi pesualtaan viemäriputken ympärillä lieväilmavuoto / kylmäsilta. Läpivientiä ei ole tiivistetty lattian pinnasta.

Korjausluokka 2: Viemärin läpivienti voidaan tiivistää lattian pinnasta.



Kohde / huone: WC-istuimen takaosa.

Kommentit: Kohdetta ei pystytty kuvaamaan riittävän kaukaa lämpöindeksin laskemiseen. WC-istuimen viemäriputken ympärillä lievä ilmavuoto / kylmäsilta.

Ei toimenpiteitä.



Mittausparametrit

Emissivity	0,94
Reflected temp.	19,0 °C
Distance	2,0 m

Ulkoilman olosuhteet

Ulkoilman lämpötila	2,0 °C
Tuulen nopeus / suunta	3 m/s, lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen

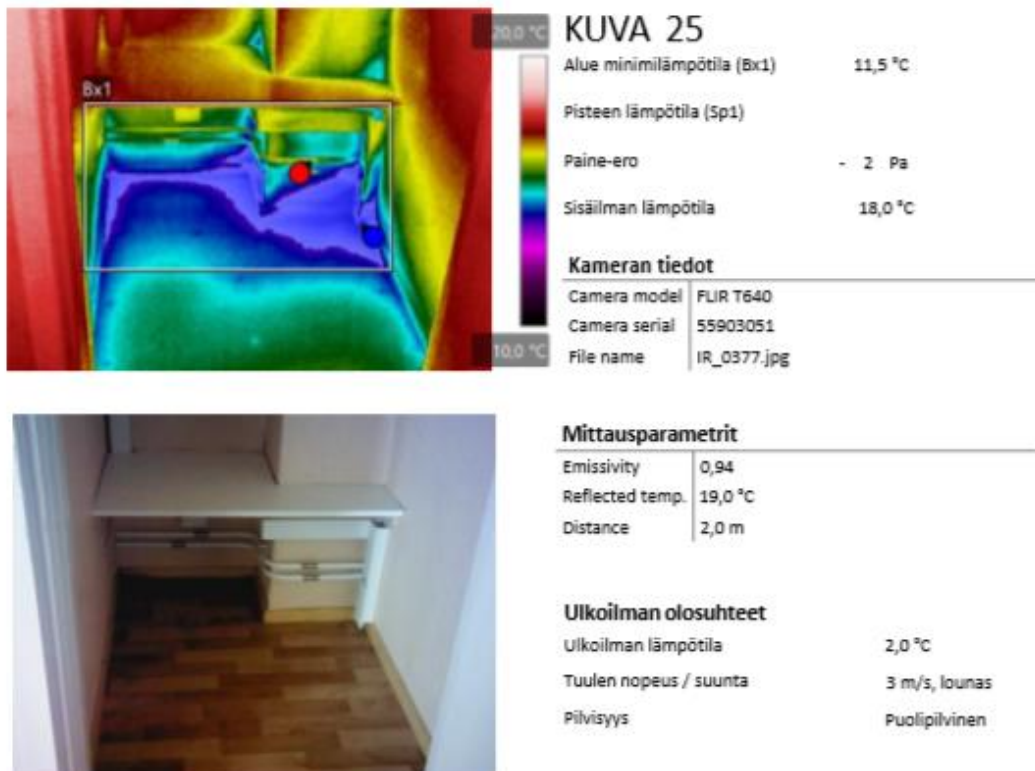
Lämpöindeksi 71,4

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 71,4

Kohde / huone: Keittiököneron ylänurkka.

Kommentit: Köneron takana on kellarin viileä porrashuone. Porrashuoneen seinässä on huonompi eristys / ilmavuoto kohta. Lämpöindeksi on selvästi yli 61%.

Korjausluokka 4: Ei toimenpiteitä.



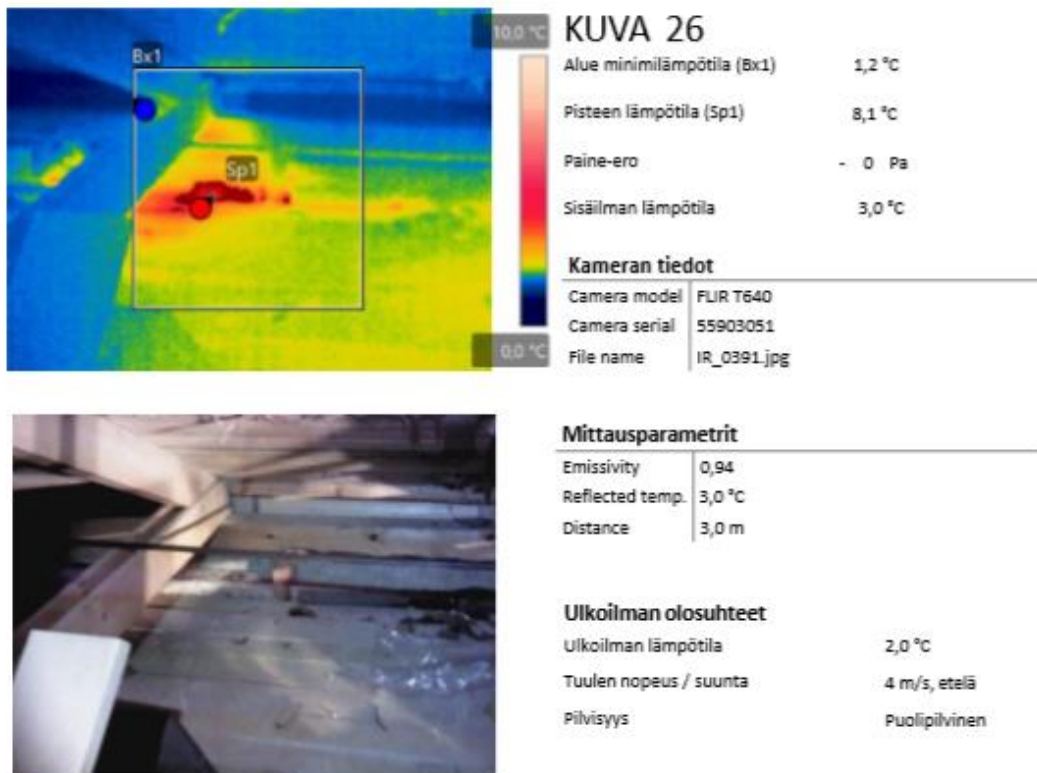
Lämpöindeksi 59,3

Paine-erokorjattu lämpöindeksi 59,3

Kohde / huone: Keittiököneron alanurkka.

Kommentit: Köneron takana on kellarin viileä porrashuone. Porrashuoneen seinässä on huonompi eristys / ilmavuotokohtia seinän ja lattian liitoskohdissa. Lämpöindeksi on hieman alle 61%.

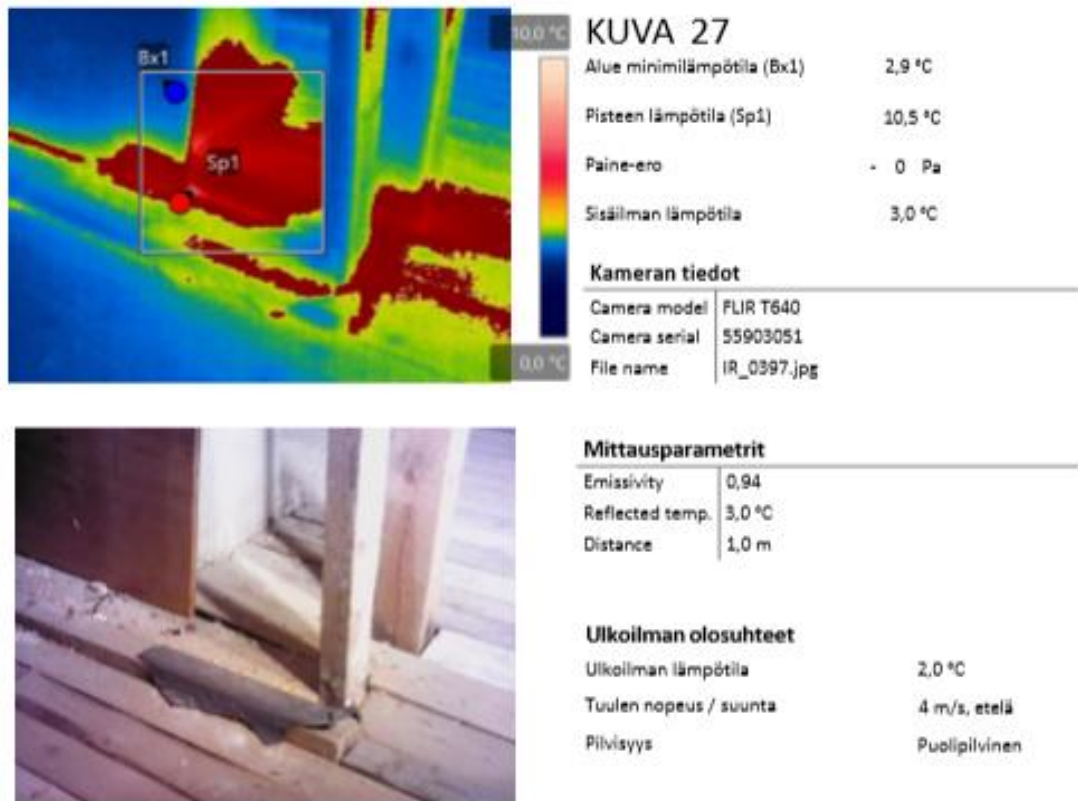
Korjausluokka 2: Suositellaan rakenteen tiivistämistä, mikäli korjauskustannukset kohtuulliset.



Kohde / huone: Yläpohjan ja ulkoseinän liitos ullakkotilassa.

Kommentit: Yläpohjan ja ulkoseinän liitoksessa on näkyvissä lievä ilmavuoto. Ilmavuoto olohuoneen kohdalla.

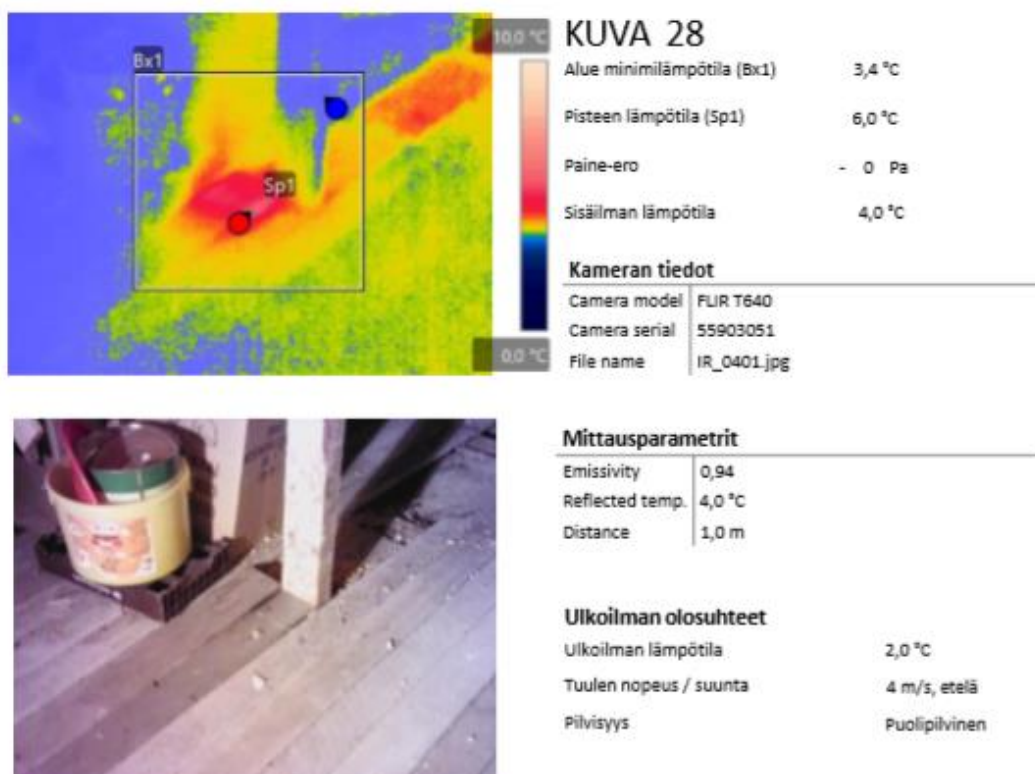
Korjausluokka 2: Aluetta voidaan avata yläpuolelta ja parantaa tiivistystä harkinnan varaisesti.



Kohde / huone: Keittiön ilmanvaihtohormin läpivienti yläpohjaan ullakkotilassa.

Kommentit: Yläpohjan ja keittiön kohdalla olevan ilmanvaihtohormin läpiviennissä on ilmavuoto ja mahdollinen eristevika.

Korjausluokka 1: Toimenpiteenä suositellaan liitoskohdan tiivistämistä ja eristyskerroksen tarkastamista vajaan eristyskerroksen varalta. Toimenpiteet voidaan suorittaa avaamalla yläpohjarakenne yläpuolelta.



Kohde / huone: Kattotuolin pystytolpan liitos yläpohjaan ullakkotilassa.

Kommentit: Kattotuolin pystytolpan ympärillä on lievä ilmavuoto.

Korjausluokka 2: Aluetta voidaan avata yläpuolelta ja parantaa tiivistystä harkinnan varaisesti.