

Markus Holm

# 1960-luvulla rakennetun omakotitalon kunnostaminen vapaa-ajan asunnoksi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

22.2.2017

Tekijä Otsikko  Sivumäärä Aika	Markus Holm 1960-luvulla rakennetun omakotitalon kunnostaminen vapaa-ajan asunnoksi  79 sivua + 49 liitettä 22.2.2017
Tutkinto	Insinööri (YAMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Korjausrakentaminen (YAMK)
Ohjaaja	Yliopettaja Kari Suvanto, Metropolia AMK
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli kartoittaa mahdollisimman kattavasti vuonna 1964 valmistuneen, lähes alkuperäisessä kunnossa olevan, pientalon nykyinen kunto sekä korjaustarve kuntotutkimuksen avulla. Lisäksi työssä pohditaan mahdollisia korjausmenetelmiä sekä niiden kannattavuutta.</p> <p>Tutkimusmenetelminä kuntotutkimuksessa olivat aistinvarainen arviointi, rakenteiden avaukset, merkkisavukokeet, lämpökuvaus sekä sisäilmastomittaus. Lisäksi seinärakenteille tehtiin lämpö- ja kosteussimulointi WUFI-ohjelmistolla.</p> <p>Aistinvaraisessa havainnoinnissa huomattiin useita korjausta vaativia kohteita rakennuksen eri rakenteissa. Osassa rakenteiden avauskohdista havaittiin viitteitä vanhoista kosteusvauriosta. Lämpökuvauksessa nähtiin useampia lämpö- sekä ilmavuotokohtia sekä eristevikoja. Sisäilmastomittauksen perusteella voitiin todeta ilmanvaihdon riittämättömyys. Merkkisavukokeiden avulla saatiin lähinnä lisätodisteita ilmanvaihdon toimimattomuudesta.</p> <p>Kosteussimulointi WUFI-ohjelmistolla osoitti nykyiset seinärakenteet toimiviksi, kunhan riittävä ilmanvaihto on järjestetty. Kellarin seinien ulkopuolista kosteusrasitusta olisi kuitenkin hyvä saada pienennettyä.</p> <p>Rakennuksen suurimmiksi ongelmiksi osoittautui vuotava vesikatto, ilmavaihdon puutteet kellarissa, asuintiloissa sekä yläpohjassa. Näiden lisäksi rakennuksessa oli useita pikaista korjausta vaativia kohteita.</p> <p>Korjaussuunnitelmassa on pohdittu nykyisen vaurioituneen rakenteen korjaamisen ja rakenteen uusimisen etuja ja haittoja tapauskohtaisesti. Pohdinnan tuloksena päädyttiin kunnostamaan rakennukselle joitain lisäkäyttövuosia.</p>	
Avainsanat	Pientalo, kuntotutkimus, lämpökuvaus, sisäilmastomittaus, korjausrakentaminen

Author Title	Markus Holm Renovating a detached house built in the 60`s to make it a leisure home
Number of Pages Date	79 pages + 49 appendices 22 February 2017
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Building Renovation
Instructor	Kari Suvanto, Principal Lecturer
<p>The aim of this study was to determine as comprehensively as possible the current condition and renovation requirements of a detached house built in 1964. The house was almost in its original condition. A condition survey was made to reach these aims. In addition, different repair methods of structures were compared.</p> <p>The research methods used in this condition survey were visual examination, opening structures, smoke testing, a thermographic survey and indoor climate measurement. Moisture and heat simulation were also made to the wall structures with the WUFI program.</p> <p>The visual examination showed that a lot of different structures need renovation. When the structures were opened, some signs of old moisture damages were seen. The thermographic survey revealed several heat and air leaks and insulation failure. The indoor climate measurement showed that ventilation was insufficient. The smoke tests indicated that the ventilation was inoperative.</p> <p>The moisture simulation performed with the WUFI program showed that the current wall structures are functional, as long as the ventilation is sufficient. However, it would be good if the moisture stress of the basement walls could be reduced.</p> <p>The biggest problems in the building turned out to be a leaking roof, lack of ventilation in the basement, in residential areas and in the space between roof and ceiling. In addition to these, many structures that should be repaired as quickly as possible were found.</p> <p>When planning the repairs, renewing the old structures were compared to renovating the old structures. As a result, a decision was made to renovate the old structures to get to use the building for a few extra years.</p>	
Keywords	Detached house, condition survey, thermographic survey, indoor climate measurement, renovation

## Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Työn tavoitteet	2
2	Pientalojen rakentaminen 1960-luvulla	2
2.1	Pientalojen arkkitehtuuri 1960-luvulla	4
2.2	Rakennuksen ulkopuoliset tekijät	6
2.3	Perustukset	8
2.4	Maanvarainen lattialaatta	9
2.5	Kellari	10
2.6	Ulkoseinät	12
2.7	Yläpohja	13
2.8	Vesikatto	14
2.9	Märkätilat	16
2.10	Talotekniikka	17
2.10.1	Vesi- ja viemärijärjestelmä	17
2.10.2	Lämmitys	17
2.10.3	Ilmanvaihto	18
2.10.4	Sähköjärjestelmä	19
3	Pientalon kuntoarvio ja -tutkimus	19
4	Tutkimusmenetelmät kohteessa	20
4.1	Aistinvarainen havainnointi	21
4.2	Vanhan maalityypin tunnistus	21
4.3	Merkkisavukoe	22
4.4	Rakenteiden avaukset	23
4.5	Lämpökuvaukset	25
4.5.1	Lämpövuodot	25
4.5.2	Ilmavuodot	26
4.5.3	Eristeviat	28
4.5.4	Kosteus- ja homevauriot	29
4.5.5	Lämpökuvauksen toteutus	29
4.5.6	Lämpökuvien tulkinta	30
4.6	Asuintilojen kemialliset epäpuhtaudet sekä fysikaaliset olot	30

4.7	Kosteussimulointi WUFI:lla	32
5	Kohteen taustatiedot	33
6	Selvitystyö ja kuntoarvio kohteessa	33
6.1	Rakennuksen tiedot ja piirustukset	33
6.2	Rakennuksen ulkopuoliset tekijät	40
6.3	Perustukset	42
6.4	Ulkoseinät	44
6.5	Asuinkerroksen sisätilat	45
6.5.1	Tuulikaappi	45
6.5.2	Eteinen	47
6.5.3	Pukuhuone	48
6.5.4	Sauna/Pesutila	50
6.5.5	WC	54
6.5.6	Keittiö	56
6.5.7	Makuuhuone	57
6.5.8	Olohuone	57
6.5.9	Vieras-/leikkihuone	57
6.6	Kellarikerros	59
6.7	Yläpohja	62
6.8	Ulko-ovi ja ikkunat	63
6.9	Vesikatto	65
6.10	Talotekniikka	67
6.11	Muita huomioita	68
6.12	Rakennuksen lämpökuvaus	69
6.13	Merkkisavukokeet	69
6.14	Sisäilmastomittaukset	69
6.15	Kosteussimulointi WUFI:lla	70
7	Korjaussuunnitelma	71
7.1	Rakennuksen ulkopuoliset tekijät	71
7.2	Rakennuksen ulkopinnat	72
7.3	Rakennuksen sisätilat	73
7.4	Talotekniikka	74
8	Yhteenveto	76
	Lähteet	78

Liite 1: Lämpökuvauksraportti

Liite 2: Merkkisavukuvat

Liite 3: Sisäilmastomittaukset

Liite 4: Kosteussimulointi

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta

Opinnäytetyön kohteena on vuonna 1964 rakennettu omakotitalo Alavuden Rantatöyssässä, Rantatöysänjärven rannalla (kuva 1). Rakennuksessa on asuinkerroksen lisäksi kellari, joka on toiminut varastona koko rakennuksen käyttöajan. Asuinkerroksessa on eteinen, pukuhuone, sauna, jossa sijaitsee myös pesutilat, aula, wc, keittiö, makuuhuone, olohuone sekä vierashuone. Rakennus on toiminut vakituisena asuntona vuoteen 2013 asti. Tämän jälkeen rakennus on ollut pari vuotta tyhjiillään ja vuodesta 2015 rakennus on toiminut vapaa-ajan asuntona.



Kuva 1. Työn kohteena oleva rakennus Alavuden Rantatöyssässä.

Rakennukseen ei ole tehty vuosien saatossa mitään suurempia remontteja. Ainoastaan lämmitysjärjestelmä on uusittu noin 15 vuotta sitten, jolloin lämmityskattila jossa on poltettu turvetta ja vesikiertoiset patterit on poistettu käytöstä. Tilalle on asennettu suorasähkölämmitys.

Rakennuksessa on havaittu selviä vaurioita ja puutteita jotka vaikuttavat käyttömukavuuteen. Esimerkkejä käyttäjien havaitsemista vioista ja haitoista ovat tunkkainen ilma, vedon tunne kylmänä aikana, useampi kosteusvaurio, hometta kellarissa, ikkunoiden jäätyminen sekä vuotava vesikatto.

Välitöntä korjaamista vaativat vauriot asuinkerroksessa on korjattu, mutta jatkoa ajatellen halutaan selvittää mahdollisimman laajasti korjaamista vaativat kohteet, vaurioiden aiheuttajat sekä niiden korjausmenetelmät.

## 1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on kartoittaa mahdollisimman kattavasti rakennuksen vikoja ja puutteita käytettävissä olevin tutkimusmenetelmin sekä selvittää mahdolliset korjausmenetelmät. Korjausvaihtoehtoja harkitaan niiden kestävyuden, työmäärän sekä taloudellisuuden perusteella.

Työn perusteella valitaan, miten jatkossa rakennuksen suhteen edetään. Vaihtoehtoja on käytännössä kolme. Rakennus voidaan kunnostaa täysin, jos se on taloudellisesti kannattavaa. Toisena vaihtoehtona rakennuksesta voidaan kunnostaa välttämättömät kohteet, jolloin sitä voidaan käyttää vapaa-ajan asuntona joitain vuosia, kunnes rakennus puretaan ja tilalle rakennetaan uusi rakennus. Kolmas vaihtoehto on, että rakennusta ei voida turvallisesti käyttää vapaa-ajan asuntona eikä sitä ole kannattavaa kunnostaa, vaan se on purettava ja tilalle rakennettava uusi rakennus.

## 2 Pientalojen rakentaminen 1960-luvulla

1960-luvulla tyyppitalojen tilalle tulivat teolliset puu- ja tiilirakenteiset pientalotyypit, joita jokaisella talotehtaalla oli oma mallistonsa. Matalaperustus yleistyi perustapana. 1960-luvun loppupuolella maanvarainen betonilaatta oli yleisin alapohjatyyppejä. Alkuun laatta lämmöneristettiin yläpuolelta, jonka päälle koolattiin lattialaudoitusta tai -levytystä. Rakenteessa kosteus pääsi kuitenkin tiivistymään laatan yläpintaan. Myös ns. kaksoislaattalattioita rakennettiin, joissa lämmöneriste sijaitsi kahden betonilaatan välissä. 1960-luvun varhaisimmat perustukset saattavat olla ilman lämmöneristettä.(1.)



Valesokkeli, jossa puurungon alaosa on lähes suojaamattomana kahden betonirakenteen välissä ja usein maanpinnan alapuolella, kehitettiin, koska rakennuksen korkeutta haluttiin madaltaa ja lisäksi pyrittiin eroon kylmäsilloista.(1.)

Selvästi suosituin seinärakenne oli sahatavarasta tehty pystyrunko, vaikka täystiili- sekä myöhemmin kevytbetoni- ja harkkoseiniä tehtiinkin jonkin verran. Mineraalivillaeristeitä ryhdyttiin käyttämään sahanpuru- ja kutterieristeen sijasta. Eristepaksuudet säilyivät jokseenkin samana kuin puruseinissä, noin 100 mm:nä. Runkotolppiin upotetut, nurkkiin kiinnitetyt vinojäykisteet sekä tuulensuojalevyt toimivat rungon jäykisteenä. Puurakennusten runkojaoksi standardisoitui 1960-luvulla 60 cm, joka johtui lastulevyn vakioleveydestä.(1.)

Materiaalien, jotka yleistyivät teollisen rakentamisen myötä, ominaisuuksia ja kosteusteknistä käyttäytymistä ei vielä tunnettu hyvin. Tästä syystä 1960-luvun talojen rakenteiden ongelmat liittyvätkin usein juuri ala- ja yläpohjien sekä ulkoseinien kosteusongelmiin.(1.)

Tiiltä, rappausta ja asbestisementti- ja mineraalilevyjä käytettiin ulkoseinien pintamateriaaleina aikaisempaa enemmän. Tuuletusrakoa pintaverhouksen takana opittiin myös käyttämään tiiviiden verhoukslevyjien ja lateksimaalien myötä. Ainakin osittain lateksimaaleista johtuen 1960-luvulla puutalorakentamiselle oli tyypillistä hienoinen epäluottamus puuhun julkisivumateriaalina. Julkisivuihin tehtiin edelleen myös lautaverhoiluja etenkin vaakasuuntaisena, vaikka asbestisementtilevy Mineritiä mainostettiin huoltovapaana ratkaisuna.(1.)

1960-luvulla tehtiin vielä yläpohjan kantavat rakenteet usein kappaletavarasta suoraan paikoilleen. Kattoristikot, joissa yhdistyi sekä yläpohjan kantava rakenne että vesikaton kannatus, otettiin käyttöön vuosikymmenen lopulla. Yläpohjan eristyksessä käytettiin tavallisesti kattotuolien väliin tiiviisti asennettuja mineraalivillalevyjä. Vesikatemateriaaleina kattojen loiventuessa käytettiin eniten peltiä ja huopaa tiilikatteen sijasta.(1.)

Ikkunat ovat 1960-luvulla standardimittaisia tehdastuotteita. Ikkunatyyppejä oli usein kakasilasinen sisään-ulos aukeava puuikkuna, joskin myös sisään-sisään aukeavaa ikkunatyyppejä käytettiin. Ikkunoiden ja niiden lasiaukkojen koko suureni rintamamiestaloon verrattuna. Myös umpiolasin käyttö yleistyi ikkunalaseina.(1.)

Tulisijat menettivät merkitystään lämmönlähteenä eri polttoaineita käyttävien keskuslämmitysjärjestelmien yleistyessä.(1.)

Tyypillisimmät sisäilmahaittoja aiheuttavat kosteus- ja homevauriot jälleenrakennuskauden taloissa 1960-luvulle asti liittyvät kellarien seinärakenteiden läpi kulkeutuvaan kosteuteen, ryömintätalallisten alapohjien tuuletuksen puutteeseen sekä maapohjassa olevaan mikrobikasvustoon. Myös vesikatton vuodot aiheuttavat usein vaurioita yläpohjarakenteissa.(2.)

1960-luvulla rakennetuissa pientaloissa tyypillisimmät homevauriot aiheutuvat mataliin perustuksiin ja lattiarakenteisiin nousevasta kosteudesta. Tämän aikakauden taloissa muita yleisiä vaurioita ovat myös matalasta perustuksesta johtuvat ulkoseinä- ja sokkelirakenteiden kosteusvauriot, jotka lähes aina aiheuttavat laajamittaisia perustusrakenteiden korjaustoimenpiteitä.(2.)

## 2.1 Pientalojen arkkitehtuuri 1960-luvulla

1960-luvun pientalorakentamisessa suosittiin yksikerroksista, kellaritonta talotyyppiä, jonka vaakasuuntaisuutta korostivat matala sokkeli ja loiva, kaltevuudeltaan 1:2-1:4 harjakatto. Ikkunatkin korostivat arkkitehtuurin vaakasuuntaisuutta. Ikkunat olivat korkeuttaan leveämpiä, ja ne sijoitettiin usein nauhamaisiin ryhmiin. Myös ullakoista luovuttiin.(1; 2.)

Puurunkoisten puolitoistakerroksisten tyyppitalojen arkkitehtuuria arvosteltiin nappulaisuutensa vuoksi kömpelöksi, mutta silti niitä rakennettiin edelleen. Portaissa kulkeamisen rasittavuudesta kirjoiteltiin lehdistössä ja asumista yhdessä tasossa arvostettiin.(2.)

Kattoristikot vähensivät kantavien väliseinien tarvetta, joka vapautti tilojen suunnittelua. Vapaampi tilasuunnittelu hajautti esimerkiksi wc- ja kylpyhuonetilat eri puolille taloa, eikä kaikkia poistoilmahormejakaan enää koottu samaan savupiippuun savuhormin kanssa vaan ne rakennettiin kevyemmin pellistä tai rautaputkesta.(1.)

Ulko-ovi oli 1960-luvulla usein pienen katoksen tai avokuistin suojaama yksinkertainen pystypaneloitu ovi, jossa oli mahdollisesti yläikkuna tai kapea ja korkea lasiaukko (1).

Sisustusmateriaaleina käytettiin suoraan betonilaatan pintaan liimattavia korkki-, lino-leumi- ja muovimattoja ja seinät olivat lateksimaalilla telattuja avosaumaisia lastulevyseiniä (1).

Varaavien tulisijojen tilalle tulivat avotakat, jotka toimivat lähinnä arkkitehtonisena elementtinä ja tunnelmanluojana (1).

Matalat tyyppitalot 1960- ja 1970-luvuilta, ovat osa funktionalismin perintöä. Ne yhdistävät aikakauden uusia asumistrendejä tilan komijaotteluun. Tilojen koko ja hierarkia määräytyvät niiden edustusasteen mukaan. Varsinkin olohuoneet ovat erittäin suuria. Funktionalismille tyypillinen olohuoneen, keittiön ja ruokailun kolminaisuus vaihtelee vain vähän. Edustustilojen joustavuutta on pyritty lisäämään esimerkiksi liukuovien ja -seinien avulla. Tämä osoittaa, vaikkakin vaatimattomasti, arkkitehtien kiinnostusta muuntojoustavuuteen.(3, s.13.)

1960-luvun matalien tyyppitalojen kehitykseen vaikutti kolme tahoa: arkkitehdit, valtiojohtoiset tahot sekä yksityiset talotehtaat (3, s.35).

1960- ja 1970-luvuilla rakennetuissa pakettitaloissa toistuu aikakauden arkkitehtuurihanteet. Suunnitelmissa on suoria vaikutteita arkkitehtien pientalosuunnitelmista. Myös toisin päin otettiin vaikutteita. Yksityiset rakentajat kopioivat pakettitalosuunnitelmia lähes muuttumattomina omiin rakennuskohteisiin.(3, s.15.)

1960- ja 1970-luvuilla pientalojen suhteellinen osuus kaikista rakennetuista asunnoista laski alimmilleen Suomen modernin historian aikana. Määrällisesti niitä rakennettiin kuitenkin enemmän kuin koskaan aiemmin. Rakentaminen muuttui 1960-luvulla teolliseksi tuotannoksi 1950-luvun käsityövaltaisesta, työmaajohtoisesta rakentamisesta.(3, s.24, 26.)

Teollisesti tuotettuja pakettitalotyyppisiä oli kahta ryhmää. Ensimmäinen oli valmiiksi suunniteltu ja vain vähän tapauskohtaisesti varioitava, tehtaalla esivalmistettu pakettitalo. Toinen, etenkin konstruktivistien suosima, oli tehdasvalmisteiset pientalojen runkojärjestelmät.(3, s.26.)

Teollisuutta edustivat myös uudet julkisivumateriaalit, kuten asbestisementtilevyt ja julkisivujen moninainen materiaalien kirjo. Perinteiset julkisivumateriaalit, kuten puu, tiili ja

rappaus säilyivät kuitenkin suosituimpina rakennusmateriaaleina. Yleinen julkisivujen väri oli vaalean sävyinen. Lautaverhoilussa käytettiin vihreää, keltaista ja beigeä. Rappauspinnoilla käytettiin harmaata ja okraa. 1960-luvun lopussa yleistyivät myös voimakkaammat sävyt ja puupinnoille ilmestyi tumman ruskea kuultoväri.(3, s.40.)

1960-luvulla asuntojen varustetaso kohosi. Televisio yleistyi nopeasti, 1950-luvulta lähtien yleistyivät jääkaapit ja sähköliedet, myöhemmin saatettiin keittiöön sijoittaa pyykinpesukone. 1960-luvulla uudet asunnot alettiin varustaa myös vesivessoin ja kylpyhuonein.(3, s.27-28.)

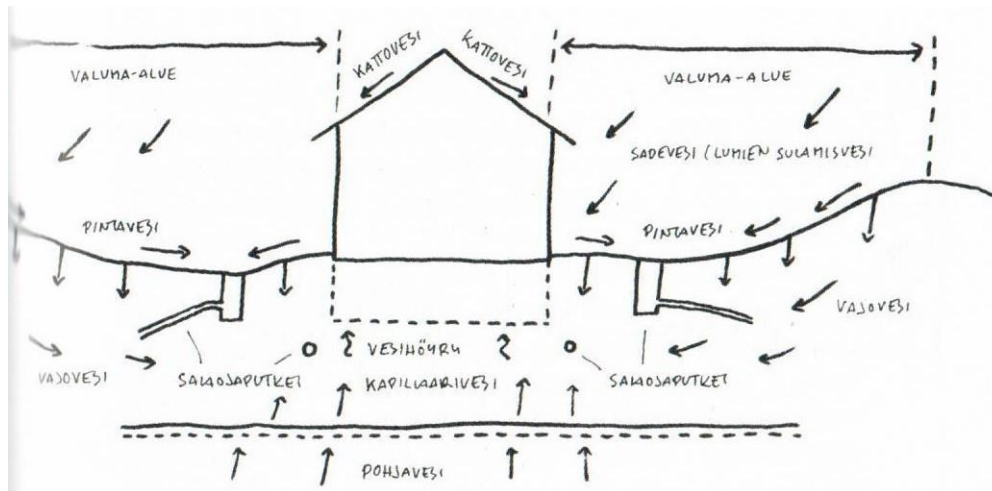
Standardisointipyrkimykset ja moduulijattelu sävyttivät aikakauden suunnittelua. Arava-normien johdosta pientalojen koko vakiintui 1960-luvulla 120 m<sup>2</sup>:iin. Tilantuntuun vaikutti myös huomattavasti huonekorkeusvaatimusten laskeminen 2400 mm:iin.(3, s.28.)

Rakennusteollisuuden muutos ja nuorten arkkitehtien ideologiset pyrkimykset vaikuttivat 1960-luvulla alkaneeseen arkkitehtien aseman heikentymiseen. Teollisuus hallitsi sekä kaavoituksen, aluesuunnittelun että rakennussuunnitteluprosessit aluerakentamissopimusten myötä. Lopputuloksena syntyi rappioitunutta lähiöympäristöä; huonolaatuista rakennuskantaa sekä puutteellista palvelurakennetta.(3, s.31.)

## 2.2 Rakennuksen ulkopuoliset tekijät

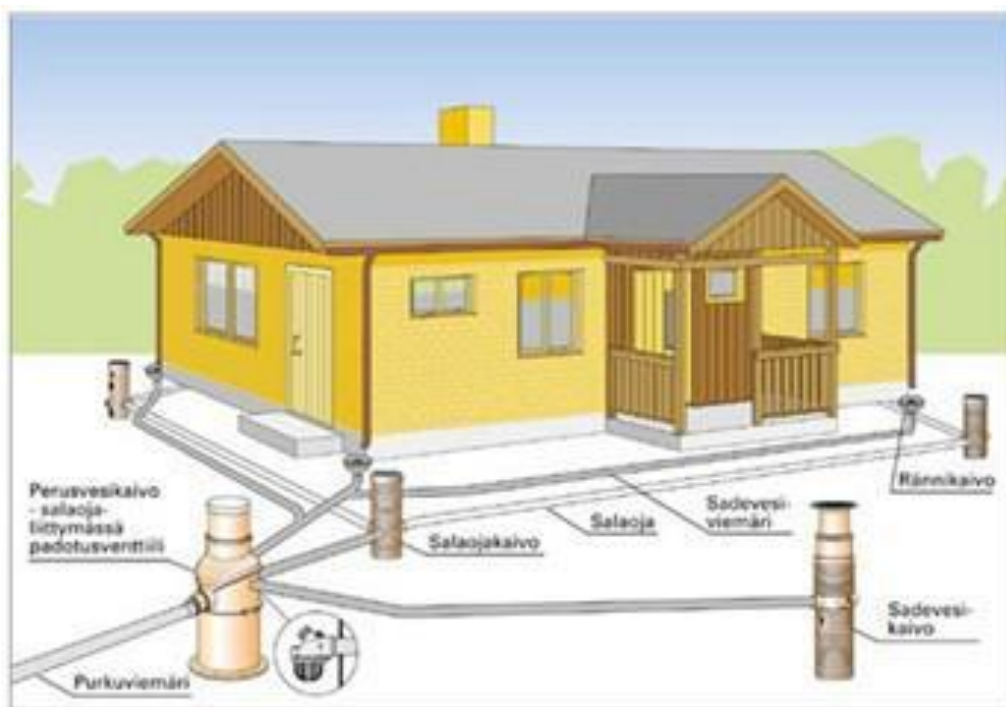
Rakenteisiin tai niiden alle valuvat pintavedet on yleinen homevaurioiden syy sekä uusissa, maanvaraisella tai ryömintätilallisella alapohjalla tehdyissä rakennuksissa, että vanhoissa, kellarilla varustetuissa rakennuksissa. Vauriot ovat vielä todennäköisempiä, jos kellaritila on myöhemmin otettu asumiskäyttöön ja varustettu kuivumisen estävällä tai sitä merkittävästi hidastavalla sisäpuolisella lisälämmön eristyksellä.(4, s.11.)

Ympäröivän maaston viettäminen rakennukseen päin on merkittävä kosteusvaurioita aiheuttava tekijä. Myös lumen sulamisvedet kuuluvat pintavesiin ja niiden valumiseen vaikuttaa olennaisesti se, onko rakennuksen ulkopuolinen maa sulamisaikaan jäässä ja vettä läpäisemätöntä. Pintavesien poisto edellyttää rakennusta ympäröivän maan muotoilua rakennuksesta poispäin viettäväksi. Pintavesien määrään voidaan vaikuttaa myös ojituksella.(4, s.11.)



Kuva 2. Rakennukseen kohdistuvat vesirasitukset.(5, s.161)

Pintavesien ohella puutteelliset kattovesien poistojärjestelmät ovat syynä pahoihin home- ja lahovaurioihin. Tilanne on huono etenkin silloin, kun syöksytorvista purkautuvaa vettä ei ole johdettu pois rakennuksen viereltä. Vesimäärät, jotka valuvat katolta syöksytorvien juurelle, ovat suuria.(4, s.12.)



Kuva 3. Asianmukaisesti järjestetyt salaoja- ja sadevesijärjestelmät.(6)

Salaojien tarkoitus on johtaa maaperässä liikkuva vesi pois rakennuksen ympäriltä. Ne sijaitsevat rakennuksen perustusten ulkopuolella ja niiden kuuluu olla anturan alimman tason alapuolella. Jos salaojia ei ole, ne olisi syytä asentaa. Samassa yhteydessä on mahdollista asentaa sadevesiputkisto, joka kuljettaa kattovedet pois. Kattovesiä ei saa johtaa salaojiin.(7.)

Vanhoissa salaojissa on todennäköisesti puutteita. Aiemmin käytettiin lyhytikäisiä tiili- tai peltosalaojaputkia, jotka ovat uusimisen tarpeessa. Salaojat kestävät keskimäärin 40-50 vuotta. Tarkastuskaivoissa vedenpinta saa olla korkeintaan alimman salaojaputken alareunassa ja keväällä olisi hyvä tarkastaa liikkuuko vesi salaojajärjestelmässä. Myös avo-ojaan päättyvä purkuputken pää on tarkistettava mahdollisten tukosten varalta. Padotusventtiilillä voidaan estää tulvivien vesien valuminen takaisin rakennukseen päin. Salaojaverkosto olisi hyvä puhdistaa 10 vuoden välein.(7.)

### 2.3 Perustukset

Yleisin perustamistapa pientaloissa on matala perusmuurianturaperustus, jonka alapohja on joko maavarainen tai kantava. 1970-luvulle asti perusmuurit tehtiin lähes poikkeuksetta paikalla valettuina perusmuureina.(8, s.18.)

1900-luvun ensimmäisten vuosikymmenien aikana muurattiin perusmuuri usein betoni-reikäkivistä routasyvyyden alapuolelle valetun anturan päälle. Muurin ulkopinta rapattiin laastilla ja sen päälle siveltiin bitumi, joka suojasi perusmuuria maaperän kosteudelta. Salaojia ei yleensä tehty, tai sitten salaoja toteutettiin sorakaistana anturan vieressä. Koska kellarissa säilytettävät tavarat kestivät kellariin tunkeutuvan vähäisen kosteuden, ei kosteuden eristämistä koskevat vaatimuksetkaan olleet merkittäviä. Kosteuteen ei kiinnitetty sen enempää huomiota, koska se kuivui melko nopeasti. Perustusten tekeminen routasyvyyden alapuolelle oli ensisijainen tavoite.(9, s.11-12.)

Perustuksiin kohdistuvien vaurioiden korjaaminen on vaikeaa ja kallista, mutta vauriot ovat suhteellisen harvinaisia. Vaurioita voi aiheuttaa pohjamaan epätasainen painuminen, perusmaan routiminen tai ympäristössä tehdyt rakennustyöt. Routavaurioita esiintyy etenkin matalissa, 600-800 mm:n syvyyteen tehdyissä perusmuureissa, joiden ympärille on usein asennettu routalevyt. Roudan aiheuttama vaurio ilmenee perusmuurin

läpi ulottuvana halkeamana. Halkeama voi kuitenkin syntyä myös perustusten painumisesta. Kellarillisissa rakennuksissa routavaurioita ei esiinny, koska perustukset on rakennettu roudattomaan syvyyteen. Kellarin ikkunat joutuvat suurelle kosteusrasitukselle, jolloin myös lahovaurioita syntyy helposti.(10, s.16-16.)

## 2.4 Maanvarainen lattialaatta

Maaperän kosteuden vuoksi kellaritiloissa lattiat ovat usein kosteita. Tämän vuoksi lattialla ei saa olla tiiviitä pinnoitteita, kuten esimerkiksi muovimattoja tai maaleja, vaan lattian tulee päästä kuivumaan. Kosteusvauriota on syytä epäillä, jos on nähtävillä kosteusläikkiä, betoni- tai maalipinnan hilseilyä ja suolojen kiteytymistä. Varastokäyttöön tarkoitettuja kellaritiloja ei tulisi muuttaa asuintiloiksi. Maapohjaisissa tiloissa saattaa sisäilmaongelmia aiheutua suuresta kosteustuotosta. Jos lattiaan on tehty puukorotus ja lämmöneristeet asennettu betonilaatan päälle, on rakenne erittäin kosteusvaurioherkkä. Kostean betonilaatan ja sen päällä olevan eristekerroksen välissä viihtyvät mikrobit ja usein myös puiset tukirakenteet ovat homeessa. Alapohja, jossa lämmöneriste on asennettu betonilaatan päälle, kestää keskimäärin 40 vuotta.(7.)

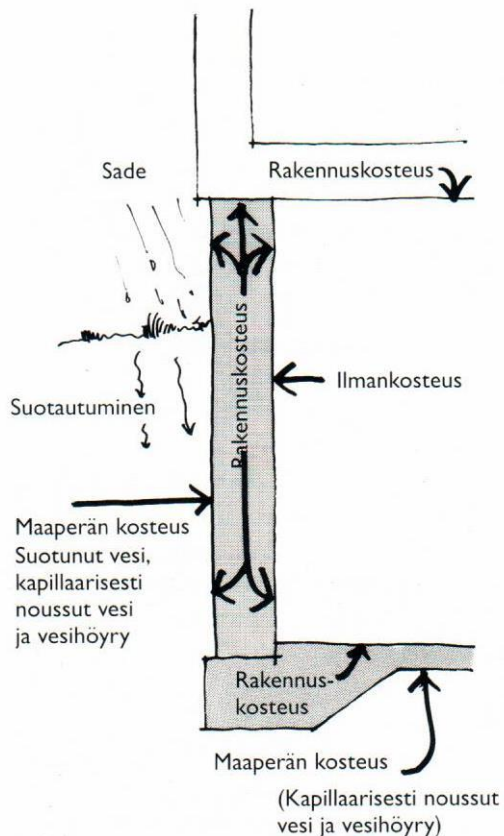


Kuva 4. Kosteusläikkä seinässä, joka on jo homehtunut.(11, s.60)

Laatan yläpinnan kosteutta olisi hyvä seurata tai ainakin mitata joskus. Lattiarakenteen voi tehdä myös tuulettuvaksi, joko koneellisesti tai luonnostaan. Tuuletusraon laatan ja pinnoituksen väliin voi tehdä monella eri tavalla. Yleisin tapa on käyttää sellaista muovimattoa, jonka profiili jättää alle ilmaraon.(5, s.181.)

## 2.5 Kellari

Maan alle rakentaminen on houkuttelevaa jo siksi, että saadaan lisää tilaa, eikä kellaritiloja välttämättä lasketa mukaan kerrosalaan. Kellaritilat rakennetaan myös lähes samalla vaivalla, jos rakennus perustetaan syväälle. Kellaritiloihin liittyy kuitenkin aina kosteusvaurioriski ja niiden rakentaminen kosteusteknisesti oikein on kalliimpaa kuin luulisi.(5, s.182-183.)

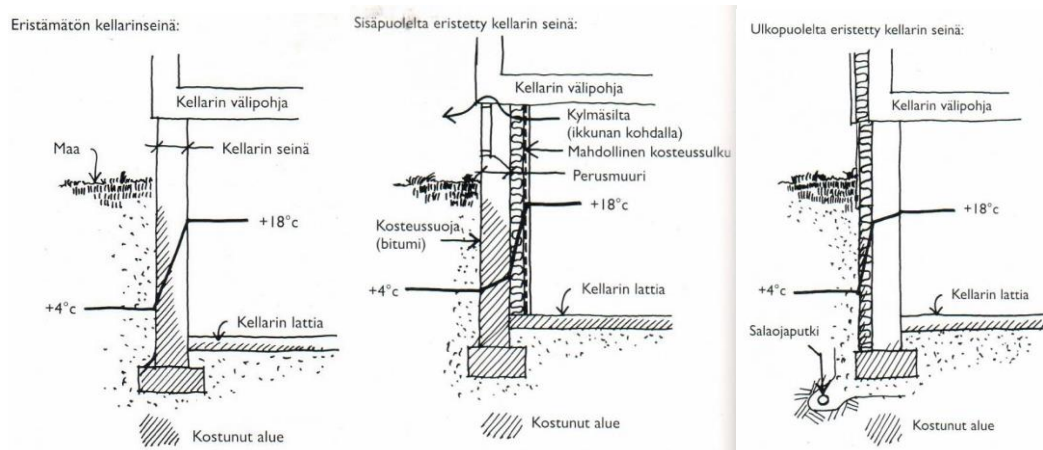


Kuva 5. Kellariin kohdistuvat kosteusrasitukset.(9, s.16)

Kellarin ilmanvaihtoon tulee kiinnittää huomiota, mutta myös lattia- ja seinäratkaisut ovat tärkeitä. Maaperän kosteus on lähellä ja myös pintavedet uhkaavat. Kellarissa liian kosteuden vaara on aina olemassa, siksi sisäilman kosteus pitää saada varmasti pois. Kosteus täytyy poistaa yläkautta, koska kokonaan ulos hengittävät seinä- ja lattiaratkaisut eivät juuri ole mahdollisia. Painovoimainen ilmanvaihto ei usein riitä poistamaan kosteutta kellaritiloista, vaan tarvitaan koneellinen ilman poisto ja riittävä tuloilma.(5, s.183.)



1960-luvulla ja etenkin 1970-luvulla olemassa olleita kellareita alettiin ottamaan asumiskäyttöön. Kellarin seinien sisäpinta ja lattia lämmöneristettiin, mikä muutti rakenteiden kosteustasapainoa. Aiemmin muurin tai lattia kautta sisään tunkeutunut kosteus haihtui nopeasti, mutta nyt se jäi loukkuun eristyksen taakse.(9, s.12.)



Kuva 6. Kellarin seinän kosteustasapaino eri tavoin eristetyissä seinärakenteissa.(9, s.42)

Aiemmin kellariseinien sisäpuolelle asennettiin lämmöneristeeksi Tojax-levyt, jotka rappattiin. Nämä ja mahdollisesti myöhemmin asennetut lisälämmöneristeet ovat usein homeessa betonin ja eristeen rajapinnasta, koska betoniseinä on kostea maassa liikkuvan veden vaikutuksesta. Usein vauriosta kertoo hajua. Vaurioituneesta seinästä eristeet poistetaan, eikä uusia lämmöneristeitä tule asentaa seinän sisäpuolelle. Ulkopuolella suuri merkitys on pintavesien poisohjauksella, kattovesien viemäröinnillä, salaojituksella ja vesi- sekä lämmöneristyksellä.(7.)

Usein kellaritilojen ulko- ja väliseinät ovat ainakin jonkin verran kosteita maaperästä seinään siirtyvän kosteuden vuoksi. Tämän vuoksi myöskään seiniä ei saisi peittää tiiviillä pinnoitteilla, kuten esimerkiksi tiiviillä maalilla. Pikeä on usein käytetty vanhoissa rakenteissa vesieristeenä. Siinä voi olla asbestia tai muita vaarallisia aineita. Kellarista täytyy myös selvittää, onko siellä rungon sisäpuolella maanvastaisia seiniä, eli kellari on vain osalla taloa, tai umpitiloja, joihin ei ole pääsyä.(7.)

## 2.6 Ulkoseinät

Rakennuksen ulkoseinien pintarakenteet ovat vesikaton ohella eniten säiden armoilla. Julkisivujen vauriot ovat näkyviä, mutta harvemmin rakennukselle vaarallisia. Ulkoseinistä tulisi tarkastaa lahovauriot, ulkoseinän alussoiro, lämmöneristyskyky, pinnan vauriot sekä ulkoseinään liittyvät rakenteet. Vaikka lahovauriot ulkoseinissä ovat harvinaisia, niitä esiintyy verhouksen sellaisissa osissa, jotka ovat jatkuvasti kosteudelle alttiina tai joihin kosteus voi päästä esimerkiksi maaperästä. Jälleenrakennuskaudella saatettiin käyttää talojen tuulensuojana vesihöyryntiiviitä materiaaleja, kuten esimerkiksi kattohuopaa tai alumiinipintaista paperia. Tämän seurauksena purueristys ja vinolaudoitus on voinut täysin lahota. Vauriota voi epäillä, jos energiankulutus on poikkeuksellisen suurta tai talossa esiintyy homeen hajua. Ulkoseinän alussoiron tarkastaminen onnistuu vain avaamalla rakennetta joko sisä- tai ulkopuolelta.(10, s.18-19.)

Katolta tai huonosti tehdyiltä ikkunapellityksiltä sisään valunut vesi on usein syynä ulkoseinärakenteiden kosteusvaurioihin. Vaurioita ei usein voida havaita silmämääräisessä tarkastuksessa, vaan tarvitaan tarkempia kuntotutkimusmenetelmiä. Tuuletusraon tukkeutuminen tai puuttuminen on myös suuri julkisivupintojen vaurioiden aiheuttaja. Maalipinnan ongelmat johtuvat yleensä maalausalustan puutteellisesta käsittelystä, väärästä maalityypistä tai verhouksen huonosti toimivasta tuuletuksesta.(10, s.19.)



Kuva 7. Tiivis maalipinta on aiheuttanut lahovaurion ulkoseinään.(12)

## 2.7 Yläpohja

Tuuletustilaan olisi hyvä olla yksi tai useampia tarkastusluukkuja. Veden jättämät jäljet seinä- ja kattopinoilla, piipussa, puurakenteissa, eristeissä tai aluskatteessa ovat merkki vuotavasta vesikatteesta tai läpiviennistä. Vuotopaikat on syytä korjata välittömästi. Mahdollisen aluskatteen tulee ylittää ulkoseinien ulkopuolelle, muuten sitä pitkin valuva vesi kastelee seinärakenteita. Aluskatteen on oltava tiivis myös läpivientien kohdalta. Alkuperäisten pelti- tai aaltolevykattojen alla ei aluskatetta ole. Tästä johtuen vuotovesien ja kondenssikosteuden aiheuttamat vauriot ovat yleisiä.(7.)

Yläpohjan tuuletus toimii usein huonosti loivan katon ja tuuletustilan mataluuden johdosta. Lämmin ja kostea ilma tai talvella näkyvä tasainen kuura pinnoilla kertoo, että ilma vaihtuu tuuletustiloissa huonosti. Raittiin ilman pääsy tuuletustilaan sivuräystäiltä kaikkien kattotuolien väleistä tulee varmistaa. Ilman poistumiselle täytyy olla reitit päätykolmioiden ylimmissä osissa. Eristeiden päällä ei saa olla tiivistä kerrosta tai mitään tavaraa varastoituna, koska ne estävät eristeen tuulettumisen, jolloin kosteus tiivistyy eristeen ja tiiviin pinnan väliin.(7.)



Kuva 8. Eristeiden päällä olevan muovikalvon alla on suuri mikrobivaurion riski.(7)

Tuuletustilassa kulkevat putket, esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän kanavat, on eristettävä, ettei niiden pinnalle tiivisty vettä. Kaikkien tuuletustilassa kulkevien putkien tulisi olla johdettuna vesikaton yläpuolelle.(7.)



Kuva 9. Osittain eristämättömät putket myös päättyvät yläpohjaan.(7)

Yläpohjan höyrynsulun, joka on ollut lähinnä ilmansulkuna toimiva paperi tai pahvikerros, ilmavuotoja voidaan tutkia talvella lämpökuvauksella ja alipaineistuksella. Höyrynsulku voidaan myös kaivaa esiin eristeiden alta tuuletustilojen puolelta. Höyrynsulun tulee olla ehjä ja asennettu tiiviisti seinien höyrynsulkuun ja läpivienteihin. Vuotava höyrynsulku aiheuttaa yläpohjaan kosteusvaurioita. Talvella voidaan ilmavuotoja havaita tuuletustilassa paikallisena kuurana.(7.)

## 2.8 Vesikatto

Perustusten jälkeen rakennuksen seuraavaksi tärkein osa on vesikatto. Vesikaton vuodot aiheuttavat vaurioita itse katon lisäksi myös muihin rakenteisiin, esimerkiksi yläpohjaan ja sisätiloihin. Vesikaton vaurioita on usein hankala paikantaa ja ne ovat valitettavan yleisiä. Usein vesikatto kuitenkin vuotaa savupiipun tai jonkun muun läpiviennin juuresta. Tavallisimpia läpivientejä ovat piipun lisäksi antenni ja viemärin tuuletusputki. Läpivientien tulee olla tiiviit joka suunnasta, koska vesi liikkuu tuulen paineesta myös kattopintaa

ylöspäin. Viemärin tuuletusputki jäätyy eristämättömänä helposti ja aiheuttaa hajuhaittoja.(10, s.23; 7.)



Kuva 10. Vuotava piipun läpivienti aiheuttaa kosteusvaurion sisätiloihin.(7)

Tyypillisimmät kattovarusteet ovat kattotikkaat, kattosillat ja lumiesteet. Niiden kiinnityskohdat täytyy myös olla huolellisesti tiivistetyt. Vettä voi päästä hormistoon rapautuneen savupiipun, puuttuvan tai syöpyneen piipunhatun vuoksi.(7.)

Kunnossa oleva sadevesijärjestelmä pitää vedet pois talon seiniltä ja perustuksista. Veden on ohjautettava katolta sadevesikouruihin ja niissä on oltava riittävästi kaatoa syöksytorvia kohti. Piilokourut- ja räystäät on syytä korvata ulkopuolisella kattovesijärjestelmällä kattoremontin yhteydessä.(7.)

Tiilikate kestää noin 45 vuotta, profiilipeltikate noin 40 vuotta ja sinkitty ja maalattu kone-saumapeltikate noin 60 vuotta. Vanhempien bitumikermikatteiden eli huopakatteiden käyttöikä on täyttynyt 1960-luvulla rakennetuissa taloissa. Minerit- ja varttikatteen uusimisen yhteydessä tehtävä purkutyö on tehtävä asbestipurkutyönä. Kuitusementtikatteiden käyttöikä on noin 30 vuotta. Teräksiset kattovarusteet kestävät noin 50 vuotta ja vesikaton yläpuolella oleva muurattu piippu noin 30 vuotta. Kourut ja syöksytorvet kestävät arviolta 25-40 vuotta.(7.)

## 2.9 Märkätilat

Sisätilojen vakavat vauriot ovat harvinaisia, mutta ne keskittyvät märkiin tiloihin. Niissä vesieristys on voitu tehdä väärin tai rakenteet ja materiaalit eivät kestä kosteutta. (10, s.25.)

Märkätiloissa mahdollisesti olevien muovitapettien ja -mattojen saumojen on oltava tiiviitä. Myös lattiakaivon liitoskohdan on oltava ehjä. Kosteusvauriota on syytä epäillä, mikäli pintakosteusilmaisimella mitataan maton päältä lattiassa tai seinässä kosteutta. (7.)

Märkätiloissa vesi pääsee rakenteisiin seinän alaosan tai lattian lävistävien putkien ja putkien kiinnikkeiden saumoista sekä mahdollisesti suihkuhanan tai saippuatelineiden yms. kiinnikekohdista. Kaikki läpivientikohdat, joihin vettä pääsee roiskumaan, täytyy olla vesitiiviitä. Mahdollisen kylpyhuoneremontin yhteydessä olisi hyvä poistaa kaikki seinä- ja lattialäpiviennit suihkun roiskevesialueelta. Suihkuhanalle vesiputket olisi paras tuoda katon suunnasta. (7.)

Vanhat muovimatot ja -tapetit kutistuvat ajan kuluessa ja niiden saumat aukeavat. Näitä on voitu myös jättää laatoituksen alle vedeneristeeksi ja mahdollisesti on jouduttu leikkaamaan pyöristyneitä nurkkia auki, jotta laatat on saatu asennettua suoraan. Näistä raoista vesi pääsee kulkeutumaan rakenteisiin. Laatoitetuissa rakenteissa on kosteusvaurion riski, mikäli toimiva vedeneristys puuttuu. Tällainen rakenne löytyy usein ennen vuotta 1998 laatoitetuista märkätiloista. Muutokset silikoni- ja laastisaumoissa sekä laattojen kunnossa ja mahdollisesti laattojen irtoaminen ovat merkkejä kosteusvauriosta. (7.)

Märkätilojen huono ilmanvaihto voi johtaa vesihöyryn tunkeutumiseen kylmiin rakenteisiin, joissa se tiivistyy vedeksi aiheuttaen kosteusvaurion. Kylpyhuoneen katossa ja saunassa täytyy olla poistoilmaventtiilit ja korvausilman täytyy siirtyä kylpyhuoneeseen päin kylpyhuoneen oven ja kynnyksen välissä olevasta raosta. Saunassa korvausilmaventtiilin tulisi ohjata korvausilma kiukaan yläpuolelle. Saunan ja suihkutilan välisen oven alaosan tulee olla avoin. Jos märkätiloissa on lattialämmitys, sen tulee olla päällä myös kesällä, koska se pitää lattian kuivana. (7.)

## 2.10 Talotekniikka

Talotekniikka käsittää vesi- ja viemärijärjestelmät, rakennuksen lämmitysjärjestelmän, ilmanvaihdon sekä sähköjärjestelmän.

Jos rakennukseen on aikoinaan rakennettu kylmähuone, se tehtiin todennäköisesti ilman minkäänlaisia kosteuseristeitä. Ne ovat lähes poikkeuksetta kosteusvaurioituneet ja on syytä purkaa ympäröivine rakenteineen.(7.)

### 2.10.1 Vesi- ja viemärijärjestelmä

Käyttövesiputkiston vuodot havaitaan kun rakennuksessa ei käytetä vettä ja vesimittari pyörii siitä huolimatta. Pohjaviemäriin kunto saadaan selville huuhtelemalla ja videokuvauksella se. Maassa olevat teräsputket kestävät yleensä noin 30 vuotta.(10, s.30.)

Kriittisimmät kohdat vesiputkistossa ovat laatan alla kulkevat putket, rakenteissa ilman suoja-putkea kulkevat putket, putkien haarakohdat ja liitokset, tukokset sinkityssä teräsputkessa, sulk- ja säätöventtiilit sekä vesimittari. Veden pääsulkuventtiilin toiminta on testattava, koska vesivahingon sattuessa se on suljettava ensimmäisenä.(10, s.30.)

Jos vesijärjestelmä on 60-luvun talossa alkuperäinen, sen kunto kannattaa tutkituttaa ammattilaisella ja varautua sen uusimiseen. Viemärien kunto ja vesitiiveys voidaan tarkastaa silmämääräisesti. Myös alkuperäiset viemärijärjestelmät alkavat olla uusimisen tarpeessa. Jos alkuperäiset putket on eristetty, saattavat eristeet sisältää asbestia.(7.)

### 2.10.2 Lämmitys

Pientalojen yleisimmät lämmitysmuodot ovat vesikeskuslämmitys ja suora sähkölämmitys. Vesikeskuslämmityksessä lämpö tuotetaan lämmönsiirtimessä, kevyttä polttoöljyä tai kiinteää polttoainetta (puu, turve) käyttävässä kattilassa tai yö- ja päivä sähköllä vesivaraajassa. Myös maalämpöä ja aurinkoenergiaa hyväksi käytettäviä ratkaisuja käytetään.(10, s.29.)

Lämmitysjärjestelmän kunnan selvittäminen luotettavasti vaatii erityisammattitaitoa ja -laitteita. Suora sähkölämmitys on käyttäjä kannalta vaivaton, ja sen kunto selviää parhaiten toimintakokeella.(10, s.29.)

### 2.10.3 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon tehtävänä on huolehtia asukkaille miellyttävä ja terveellinen sisäilma. Toimissaan oikein, ilmanvaihto poistaa sisäilmasta epäpuhtauksia ja kosteutta ja tuo tilalle raikasta ilmaa. Vanhoissa taloissa ilmanvaihtojärjestelmä on poikkeuksetta painovoimainen, eli luonnollinen ilmanvaihto. Ilma vaihtuu ulko- ja sisälämpötilan lämpötilaerojen johdosta. Ilmanvaihto toimii tehokkaasti talvella ja heikosti kesällä. Osa painovoimaista ilmanvaihtoa ovat ikkunat, joiden epätiiviyttä kohdista tulee korvausilma. Ilmanvaihtoa voidaan myös tehostaa avaamalla ikkunoita. Epätiiviyttä kohtia vanhoissa rakennuksissa on ikkunoiden lisäksi ulko-ovet. Muuten korvausilmareitit puuttuvat lähes kokonaan tai niitä on tukittu. Kellareissa painovoimaista ilmanvaihtoa täytyy usein tehostaa. Vanhoissa rakennuksissa, jos rakenteiden ilmantiiveyttä ei ole lisäeristämisen yhteydessä parannettu, on toimivan ilmanvaihdon aikaansaaminen hankalaa.(10, s.30-31; 17.)

Painovoimaista ilmanvaihtoa voidaan parantaa tukittujen venttiilien avaamisen lisäksi asentamalla korvausilmaventtiilejä oleskelutilojen ulkoseiniin. Vanhassa talossa ei koskaan saisi olla pelkästään koneellista poistoilmanvaihtoa, huippuimuria tai talotuuletinta. Kun lisätään pelkästään poistoilman määrää, saadaan aikaan ilmavirtauksia rakenteiden läpi, ja niiden mukana tulee helposti epäpuhtauksia sisäilmaan. (7.)

Painovoimaisessa ilmanvaihdossa poistoilmaventtiilit tulee olla keittiössä, vessassa, kylpyhuoneessa, pesuhuoneessa, saunassa, vaatehuoneessa ja varastossa. Venttiilit tulee olla katossa tai seinän yläosassa. Venttiilien tulee olla aina auki, jotta epäpuhdas ilma ja kosteus poistuvat sisätiloista. Korvausilmaventtiilit tulee olla olohuoneessa, takkahuoneessa ja työhuoneessa. Korvausilmaventtiilit sijaitsevat ulkoseinissä tai ikkunankarmeissa. Myös korvausilmaventtiilit tulee pitää aina auki, jotta sisätiloihin saadaan raikasta ilmaa. Ilman siirtymisestä huoneesta toiseen on huolehdittava. Jos ovi on tiivis, ilma ei liiku. Kaikki ilmanvaihdon venttiilit tulee puhdistaa pari kertaa vuodessa ja kaikki kanavat vähintään 10 vuoden välein.(7.)



1960-luvun taloissa on käytetty ilmanvaihtokanavissa yleisesti asbestia sisältäviä materiaaleja. Huonokuntoiset putkistot kannattaa uusida nopeasti ja hyväkuntoiset seuraavan ilmanvaihtoremontin yhteydessä.(7.)

Kylmissä tiloissa menevät ilmanvaihtokanavat tulee eristää. Ilmanvaihtokanavista saattaa muuten tippua vettä, koska sisäilman kosteus tiivistyy kylmään ilmanvaihtokanavaan.(7.)

Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon asentamista voi harkita. Koneellisessa ilmanvaihdossa tuloilman laatua voidaan paremmin valvoa, asentamalla järjestelmään erilaisia suodattimia. Poistoilmasta voidaan ottaa myös lämpöä talteen, jolloin energiankulutusta voidaan pienentää.(10, s.30; 7.)

#### 2.10.4 Sähköjärjestelmä

Sähköjärjestelmän kuntotutkimuksen saa tehdä vain sähkömies, jolla on asennusoikeudet. Sähköjärjestelmä on teknisesti pitkäikäinen, mutta vanhenee usein toiminnallisesti. Tällöin tulee kyseeseen kunnossakin olevan sähköjärjestelmän uusiminen.(10, s.31.)

### 3 Pientalon kuntoarvio ja -tutkimus

Kun halutaan saada tietoa rakennuksen todellisesta kunnosta, korjaustarpeesta sekä tulevista kustannuksista, suoritetaan rakennukselle kuntoarvio ja/tai -tutkimus. Kuntoarvion yhteydessä voidaan laatia 5-10 vuoden korjaussuunnitelma (PTS). Toisaalta kuntoarvion ja -tutkimuksen avulla saadaan myös tietoa korjaussuunnittelua ja oikeiden korjausmenetelmien valintaa varten.(13.)

Kuntoarviossa ei rikota ainetta, vaan arvio suoritetaan aistinvaraisesti. Joitain mittauksia voidaan kuitenkin suorittaa, mutta kuntoarvio on pelkästään arvio rakennuksen kunnosta ja sen korjaustarpeesta. Myös asukkaiden mielipiteitä ja havaintoja voidaan hyödyntää kuntoarviota tehtäessä.(13.)

Kuntotarkastuksen lähtötietojen keräämisessä alkuhaastattelut ovat tärkeässä roolissa. Alkuhaastattelussa pyritään selvittämään omistusaika, huolto-, vaurio- ja korjaushistoria,

tiedossa olevat vauriot ja epäilykset niistä, tiedossa olevat tai suunnitellut korjaustoimenpiteet, käyttötottumukset, joilla on vaikutusta laitteiden kestoikään, energiankulutukseen, asunnon rakenteisiin tai sisäilman laatuun, märkätilojen kosteuden- tai vedeneristeiden olemassaolo, poikkeavat hajuhavainnot ja niiden esiintymisajankohdat, tuhoeläimet ja -hyönteiset, taloteknisten järjestelmien ja laitteiden yleistiedot, selvitykset jätevesikaivojen tyhjennyksestä, käyttöveden riittävydestä ja laadusta sekä savuhormien nuohouksesta.(14.)

Rakennuksen asiakirjoihin tutustuminen on yksi kuntotarkastuksen tärkeimpiä vaiheita. Asiakirjoihin tutustutaan ennen varsinaisen kuntotarkastuksen tekemistä, jolloin kuntotarkastus sujuu nopeammin. Tärkeimmät asiakirjat ovat pääpiirustukset(lupakuvat), pohjapiirrokset, rakenneleikkauspiirrokset, LVIS-piirustukset, lopputarkastuspöytäkirjat, huoltokirjat, aiemmat kuntoarvio- ja kuntotutkimusraportit, tarkastuspöytäkirjat (kosteusmittaus, märkätilojen vedeneristykset, Radonmittaus), selvitykset kiinteistön jätevesijärjestelmästä, öljysäiliön tarkastuspöytäkirjat, palotarkastusasiakirjat, energiatodistukset ja mahdolliset isännöitsijätodistukset.(14.)

Kuntoarviota tarkempi kuntotutkimus tulee aiheelliseksi, mikäli rakennuksen jonkin osan alueen kuntoa ei kuntoarvion menetelmillä saada luotettavasti selville. Tällaisia paikkoja voivat olla esimerkiksi ulkobetonirakenteet kuten julkisivut ja parvekkeet sekä sisäilmasto.(13.)

Kuntotutkimusmenetelmät valitaan tutkittavan kohteen mukaan. Rakenteiden kuntoa voidaan selvittää ainetta rikkomattomilla menetelmillä, kuten esimerkiksi infrapunakuvauksella ja kosteusmittauksella. Ainetta rikkomattomilla menetelmillä saatujen tulosten tarkkuus vaihtelee. Näytteiden otolla ja laboratoriotutkimuksilla joudutaan aina jotenkin rikkomään rakennetta. Näytteiden avulla rakenteen kunto saadaan tutkittua hyvin, mutta näytteet eivät välttämättä edusta koko rakennetta ja niiden kuntoa.(15, s.13.)

#### **4 Tutkimusmenetelmät kohteessa**

Kohteessa käytettävät tarkemmat tutkimusmenetelmät valittiin aistinvaraisen havainnoinnin perusteella. Lisäksi menetelmien valintaan vaikutti tietysti tutkimusvälineiden saatavuus.

#### 4.1 Aistinvarainen havainnointi

Aistinvaraiset menetelmät ovat yksi tutkimusmenetelmä rakenteiden kunnan tutkimisessa. Aistinvaraisia pintoja rikkomattomia menetelmiä ovat esimerkiksi näköhavainnointi, haistelu, kuuntelu ja päättely. Systemaattiset aistinvaraiset havainnot ja kenttäkoeket ovat ensisijaisia tutkimusmenetelmiä. Niiden perusteella arvioidaan laboratoriotutkimusten tarve. Rakennetyyppien varmistamiseksi tai selvittämiseksi voidaan joutua tekemään avauksia, porauksia tai tutkimusaukkoja. Avauksia on syytä tehdä, jos rakenteista ei löydy dokumentteja, rakenne todetaan riskirakenteeksi tai on syytä epäillä, että rakenteet on tehty kuvista poiketen.(16; 17.)

Vesi- ja viemäriputkista voi selvittää lähinnä onko niissä ollut tukoksia tai vuotoja. Pihan rakenteita, perustuksia, alapohjaa, ulkoseiniä, räystäitä, ikkunoita, ulko-ovia ja muita ulkoseinään liittyviä rakennusosia, vesikattoa varusteineen sekä yläpohjaa voidaan arvioida aistinvaraisesti melko tarkasti. Sisätilojen tarkastus aloitetaan kellarista ja tekniset laitteet viimeisenä.(10, s.11-12.)

#### 4.2 Vanhan maalityypin tunnistus

Rakennuksen ulkomaalauksessa huoltomaalaus tulisi tehdä samalla tai samantyyppisellä maalilla kuin millä pinta on aiemmin käsitelty. Tämän vuoksi on tärkeää tietää, millä maalityypillä aikaisempi maalaus on tehty. Vesiohenteisten akrylaattimaalien huoltomaalaukseen soveltuvat vain akrylaattimaalit, kun taas liuteohenteisten öljy- ja alkydiöljy-maalien päälle voidaan maalata näiden samantyyppisten maalien lisäksi myös akrylaattimaalilla. Aiemmin punamultamaaleilla, eli keittomaaleilla maalatuille pinnoille ei voida käyttää muuta kuin punamultamaalia. Kuullotteilla käsitellyille pinnoille voidaan huoltokäsittely tehdä sopivalla kuullotteella tai peittävällä maalilla.(18.)

Vanhan maalityypin tunnistukseen on useita erilaisia keinoja. Suositeltavaa on tehdä maalinäytteeseen useamman eri maalityypin koe. Testit tulisi tehdä vedellä puhdistetulle ja kuivatulle pinnalle. Ainoastaan liituamisen toteaminen tehdään puhdistamattomalle pinnalle.(18.)

Öljymaalin pinta on kova ja maalikalvo murenee taivutettaessa. Öljymaali liituuntuu, jolloin hangatessa jauhomaista maalia jää sormeen. Öljymaalin pinta halkeilee ruutumaisesti. Taloussprii ei juuri vaikuta öljymaaliin, mutta lipeä, pH 13-14, aiheuttaa kellastumista ja pehmittää maalia. Poltettaessa savu haisee ”öljylle”.(18.)

Vesiohenteisen akrylaattimaalin maalipinta on joustava eikä se katkea taivutettaessa. Maalipinta ei liitunnu eikä ole jauhomainen. Halkeamat maalipinnassa kulkevat puun syiden suuntaisesti. Talousspriillä hangattaessa pinta pehmenee ja liukenee selvästi. Lipeä ei juurikaan vaikuta maalipintaan. Maalikalvo palaa huonosti ja savu haisee ”muoville”.(18.)

Punamultamaali ei muodosta yhtenäistä kalvoa ja se on jauhomainen. Pinta ”kastuu” ja tummenee sateella. Hangattaessa pinnasta irtoaa punaista pigmenttiä. Vanhetessaan maali kuluu pois ja jäljelle jää puupuhdas pinta.(18.)

Kuullotteet eivät muodosta yhtenäistä kalvoa ja puun syyt näkyvät läpi. Kuullote kuluu vanhetessaan, etenkin etelän ja lännen puoleisilla seinillä. Kalvonmuodostavissa kuullotteissa on lakkamainen kalvo, puun syyt näkyvät kuitenkin läpi.(18.)

#### 4.3 Merkkisavukoe

Merkkisavujen avulla voidaan paikantaa ilmavuotoja. Merkkisavukoe tehdään ylipaineessa. Merkkisavua päästetään pieniä määriä kerrallaan samalla kun kierretään rakennusta. Savu tuodaan mahdollisuuksien mukaan kohtisuoraan oletettuun vuotokohtaan, jolloin rakennuksen ilmavirtaukset eivät sotke savun kulkeutumista. Merkkisavun kulkeutuksessa esimerkiksi ikkunakarmin välistä, voidaan ilmavuotopaikka helposti määrittää ja korjata.(21, s.15.)



Kuva 11. Ilmavuotojen paikallistaminen merkkisavun avulla.(22)

Merkkisavu on paksua valkoista savua, jonka avulla voidaan tutkia ilmavirtausten voimakkuutta ja suuntaa hetkellisesti sekä paikallistaa ilmavuotokohtia. Ilmavuotokohtia määritettäessä huonetila paineistetaan, jolloin savu pyrkii ulos ilmavuotokohtien kautta. Merkkisavun avulla voidaan tutkia myös ilmanvaihdon toimivuutta ja ilmanvaihtokanaviston tiiveyttä. Myös erilaisten hormien ja putkistojen tiiveystutkimukset onnistuvat merkkisavun avulla.(23.)

#### 4.4 Rakenteiden avaukset

Vaikka rakenne todetaan riskiranteeksi, ei se yksiselitteisesti tarkoita vauriota. Riskirakenne voi olla täysin kunnossa, jos kosteus ei ole päässyt vaikuttamaan siihen.(25, s.57.)

Rakenteiden avaaminen on varmin, ja usein ainoa luotettava, tapa selvittää miten rakenne on tehty ja missä kunnossa se on. Usein kosteusmittaukset eivät ole riittävä keino saada tietoa rakenteen kunnosta.(26.)

Rakenteiden avaamisen tavoitteena on saada varmuus rakenteessa käytetyistä materiaaleista sekä miten paksuina kerroksina niitä on käytetty. Erilaisten liitosten toteutusratkaisut saadaan myös selville avaamalla rakenteita. Lisäksi voidaan selvittää rakenteen kunto silmämääräisesti tai ottaa materiaalinäytteitä erityyppisiin analyyseihin.(26.)

Rakenteiden avaaminen on tarkoituksenmukaista kohdistaa esimerkiksi asiakirjatarkastelun avulla todettuihin riskiranteisiin. Yleensäkin avaaminen on kohdistettava sellaisiin

rakennekohtiin, jotka ovat alttiita kosteudelle. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi seinien alaosat ja märkätilojen ympäristö.(25, s.57.)

Rakenteiden avaamista voidaan tehdä tutkimuksen aikana tai suunnitteluvaiheessa. Kun halutaan varmistua tutkimustyössä määritetyn vaurion laajuudesta, voidaan rakenteita avata myös korjaustyön yhteydessä.(26.)

Tutkimusten yhteydessä tehtävissä rakenteiden avauksissa on huomioitava, että rakennuksen käyttäjille ei aiheuteta terveystarve eikä muita rakenteita liata. Tarvittaessa voidaan käyttää kohdepoisto, osastointia ja/tai alipaineistusta. Henkilökohtaista suojautumista ei myöskään tule unohtaa avattaessa rakenteita. Rakenteiden avaamiseen ei ole olemassa samanlaista ohjeistusta tai suosituksia kuin rakenteiden korjaus- ja purkutöihin.(25, s.58; 26.)



Kuva 12. Rakenteiden avausta lattian ja seinän liitoskohdasta.(27)

Kaikki avaukset, jotka tehdään tutkimus- ja suunnitteluvaiheessa, on paikattava mahdollisimman pian. Avaus on suljettava väliaikaisesti ennen lopullista paikkausta siten, ettei siitä aiheudu putoamis-/kompastumisvaaraa, suurta ilmavirtausta tilaan tai muuta haittaa.(26.)

Terveyshaittaa voidaan pitää todettuna, jos avatuissa rakenteissa todetaan mikrobikasvustoa sekä mikrobien ja niiden aineenvaihduntatuotteiden leviäminen sisätilaan on rakennekohdasta mahdollista. Kun mikrobikasvuston aiheuttama terveyshaitta on todettu, voidaan käynnistää toimenpiteet sen poistamiseksi.(25, s.58.)

Pelkästään vaurion korjaaminen ei riitä, vaan aina täytyy selvittää myös vaurion aiheuttaja. Vaurion aiheuttaja poistetaan joko ennen vaurioituneiden rakenteiden korjaamista tai viimeistään korjausten yhteydessä.(25, s.58.)

#### 4.5 Lämpökuvaus

Lämpökameralla on mahdollista selvittää rakennuksista monenlaisia asioita: asumisviihtyvyyttä, vaipan ilmanpitävyyttä, rakenteiden fysikaalista toimintaa, tietyn edellytyksin myös kosteusvaurioita, homevaurioita sekä talotekniikan vikoja ja puutteita.(28, s.9.)

Lämpökuvausta voidaan käyttää vanhojen rakennusten kunnan arviointiin. Tietoa rakennuksen kunnosta halutaan esimerkiksi silloin, kun suunnitellaan peruskorjausta tai halutaan arvioida rakenteiden ja talotekniikan kunnostustarvetta.(28, s.38.)

Perustapauksessa rakennuksen lämpökuvaus sisältää rakennuksen ulkovaipan lämpökuvauksen. Tämän avulla pyritään löytämään ulkovaipan viat ja puutteet, vaipan ilmauodot, lämmöneristeiden kunto ja tasaisuus sekä kylmäsillat.(28, s.9.)

Rakennuksia voidaan kuvata sekä sisä- että ulkopuolelta. Pääasiassa rakennuksia kuvataan sisäpuolelta. Ulkopuolisen kuvauksen käyttö on rajoitettua, mikäli rakennuksen ulkovaipassa on tuuletusrako.(28, s.27.)

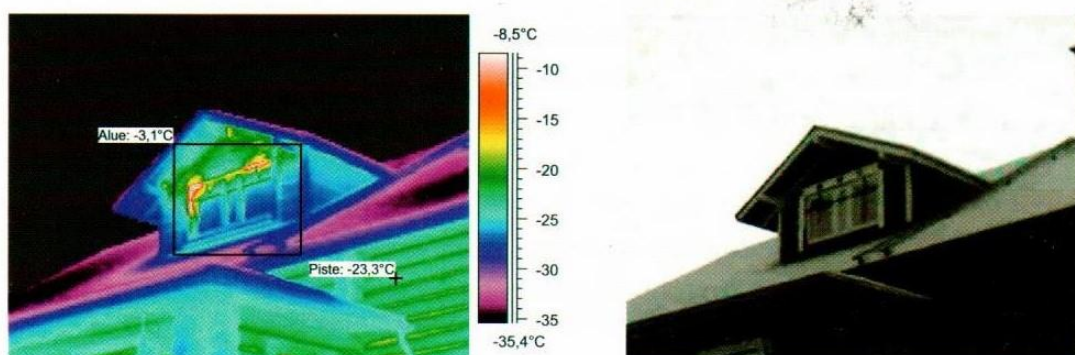
##### 4.5.1 Lämpövuodot

Kun lämmin sisäilma kulkeutuu ulos paine-eron vaikutuksesta, lisää se energian kuluusta. Kosteus- ja homevaurio on myös mahdollista, koska konvektiovirtaus aiheuttaa sisäilman kosteuden kondensoitumisriskin rakenteiden kylmiin ulko-osiin.(28, s.31.)

Energiakustannuksia lisää myös kylmän ulkoilman kulkeutuminen sisään paine-eron vaikutuksesta. Se aiheuttaa myös vedon tunnetta sekä vähentää asumisviihtyisyyttä. Vedon tunteeseen vaikuttaa myös ilmavuotokohtien jakautuminen ulkovaipassa.(28, s.31.)

Usein pelkäästään savupiippuilmio aiheuttaa ylipainetta rakennuksen yläosiin, ellei sitä kumota poistoilmanvaihdoilla (28, s.32).

Tyypillisimpiä kuvauskohteita lämpövuodoille ovat kattorakenteet ja ullakkotilat sekä sellaiset rakennukset, joissa ylipainetta syntyy rakennuksen korkeuden, puuttuvan poistoilmanvaihdon tai korkean lämpötilan takia (28, s.32).



Kuva 13. Ikkunan ja karmin puutteellinen tiivistys.(28, s.32)

#### 4.5.2 Ilmavuodot

Rakennuksen vallitsevat painesuhteet on tärkeä ymmärtää etsittäessä lämpökuvauksella rakennuksen ilmavuotoja. Paine-suhteisiin rakennuksessa vaikuttavat ensisijaisesti ilmanvaihto, savupiippuvaikutus sekä tuuli.(28, s.32.)

Kylmänä vuodenaikana savupiippuvaikutuksesta aiheutuu rakennuksen yläosaan ylipainetta ja alaosiin alipainetta. Vallitseviin painesuhteisiin vaikutetaan pysyvästi ilmanvaihdolla. Poistoilmamäärän tulisi olla tuloilmamäärää suurempi, jolloin sisätiloihin muodostuu pieni alipaine. Painevaihteluun, joka johtuu tuulesta, ei voida juurikaan vaikuttaa.(28, s.32.)

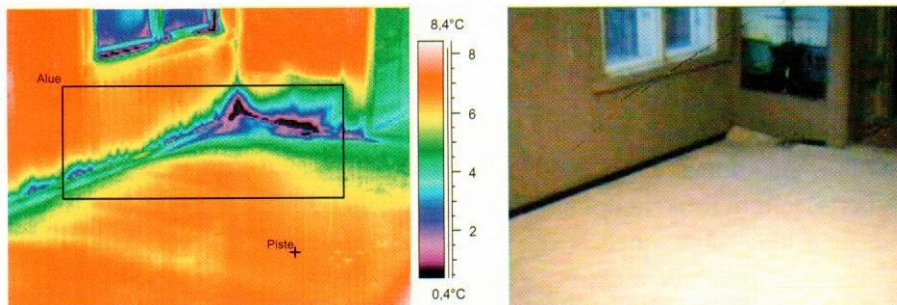
Rakennuksen ilmavuotoja tutkittaessa, on rakennuksen vaipan yli oltava paine-ero. Ilmavuodot on aina kuvattava rakennuksen alipainepuolelta, jolloin vuodot aiheuttavat



lämpötilaeron vuotokohdan ympärille. Rakennuksen sisällä alaosissa on savupiippuvai-  
kutuksen johdosta yleensä aina alipainetta. Ellei ilmanvaihdolla aiheuteta alipainetta  
myös katonrajaan, on kattorakenteet kuvattava ulkopuolelta. Katonrajojen ilmavuotoja  
voi olla hankala havaita, jos rakennuksessa on painovoimainen ilmanvaihto, joka aiheut-  
taa rakenteiden yläosiin ylipainetta.(28, s.33.)

Yleisimmät ilmavuotopaikat rakennuksen sisäpuolelta tehtävässä kuvauksessa ovat

- ikkunat ja ovet sekä niiden liittymät rakenteisiin,
- seinän ja lattian rajakohta,
- pistorasiat ym. ilmansulun rei'itykset, erityisesti ulkoseinissä,
- katon ja seinän rajakohdat sekä
- katon lävistyksen kuten valaisimet ja hormit.(28, s.33-34.)

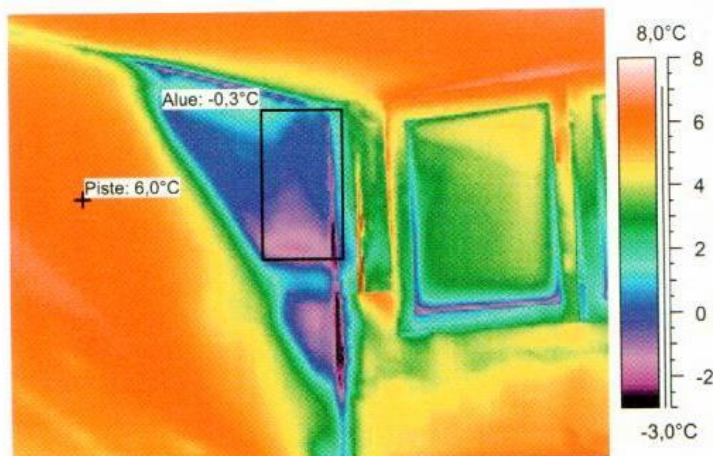


Kuva 14. Ilmavuoto lattian ja seinän rajasta.(28, s.34)

Lämpimän ja kostean sisäilman vuotaminen rakenteisiin muodostaa aina kosteusvau-  
rioriskin. Kylmän ulkoilman vuotaminen sisätiloihin vaikuttaa asumisviihtyisyyteen sekä  
lisää energian kulutusta. Pahimmassa tapauksessa se voi aiheuttaa kosteuden tiivisty-  
mistä ulkoseinärakenteeseen ja siten homehtumisriski kasvaa.(28, s.34-35.)

### 4.5.3 Eristeviat

Lämpökuvissa eristeiden puuttuminen rakenteiden sisältä ilmenee useimmiten suoraviivaisena poikkeamana. Puutteet lämmöneristeessä ja kylmäsilat erottuvat useimmiten selvärajaisina ja lämpötilapoikkeamat ovat usein kohtuullisen suuria, useita asteita. Ilmavuodoissa poikkeamat ovat kuitenkin suurempia vaikka riskit ovatkin samat. (28, s.35-36.)



Kuva 15. Seinästä puuttuu eristeet. (28, s.35)

Pienet puutteet lämmöneristeessä jäävät usein huomaamatta lämpökuvauksessa. Varsinkin, jos tuulensuojaus ja ilmansulku ovat kunnossa ja ilmarako eristeessä on riittävän pieni. Toisaalta lämpökuvauksessa voi näyttää siltä, kuin lämmöneristeessä olisi puutteita, vaikka vika onkin puutteellisessa tuulensuojauksessa.

Yleisimpiä pieniä vikoja ovat

- kierot tai vajaakantiset runkotolpat
- pieni rako rungon ja eristeen välillä
- rikkoutunut eriste
- liian tiiviiksi sullottu eriste. (28, s.36.)

#### 4.5.4 Kosteus- ja homevauriot

Jos rakenteen yli on lämpötilaero ja/tai kuvattava pinta tai kosteus ei ole vesihöyryä läpäisemättömän pinnan takana, voidaan kosteusvauriot havaita lämpökameralla. Kosteus aiheuttaa materiaalissa pinnan jäähtymistä, lämmönjohtavuuden paranemista sekä muuttaa pinnan lämpösäteilyn heijastumisominaisuuksia.(28, s.36.)

Virhemahdollisuuksiensa vuoksi lämpökuvaukseen voidaan verrata pintakosteusosoittimeen kosteuskartoitusmenetelmänä. Tarkemmat analyysit vaativat lähes poikkeuksetta lisätutkimuksina kosteusmittauksia tai rakenteiden avausta.(28, s.38.)

#### 4.5.5 Lämpökuvauksen toteutus

Rakennuksen lämpökuvaukseen on Suomessa käytössä SFS-5132 -standardi, joka perustuu pääosin ISO-standardiin. Standardissa on esitetty edellytykset rakennusten lämpökuvaukselle sekä vaatimukset ulkoisille olosuhteille. Vaikka standardin mukaisia olosuhteita ei voida luoda, voidaan lämpökuvauksella suorittaa. Tärkeää on kirjata kuvauksella vallinneet olosuhteet sekä kaikki virhe- ja epävarmuustekijät.(28, s.55-56.)

Ennen kuvauksen suorittamista tulee selvittää rakenteista ja talotekniikasta

- onko kyseessä mahdollisesti rossipohjainen vai maavarainen rakennus?
- onko vesikatolla tuuletustilaa tai ullakkotilaa?
- mitkä ovat karkeat rakenneratkaisut (kivirunko, puurunko, ontelolaatta jne.)?
- mikä ilmanvaihtojärjestelmä rakennuksessa on?(28, s.57.)

Ennen lämpökuvauksen aloittamista täytyy aina säätää kameran asetukset ja mitausolosuhteet kohdalleen. Lämpökuvauksen suorittamisjärjestystä ei voida määrittellä tarkasti ennakkoon, sillä olosuhteiden ja rakenneratkaisuiden sekä muiden rajoitusten huomioiminen on aina tapauskohtaista. Yleensä lämpökuvauksia tehdään kuitenkin järjestelmällisesti rakennuksen koko ulkovaippaan, mutta myös kaikki sisäpinnat on hyvä tarkastaa.(28, s.59.)

Lämpökamerassa kannattaa käyttää mahdollisimman laajaa väripalettia sekä automaattista lämpötila-alueen skaalausta. Mittaustyökaluna on hyvä käyttää aluetyökalua, jonka avulla voidaan mitata minimilämpötiloja sisäpuolelta kuvattaessa ja maksimilämpötiloja ulkopuolelta kuvattaessa. Hyvä kuvausetäisyys sisäkuvauksessa on 2-4 metriä ja ulkokuvauksessa alle 10 metriä. (28, s.60.)

#### 4.5.6 Lämpökuvien tulkinta

Lämpökuvien tulkinta on rakennuksen lämpökuvauksen tärkein vaihe. Lämpökuvien väreillä ei ole käytännössä mitään tekemistä itse mittaustulokseen, ne ainoastaan havainnollistavat lämpötilaeroja. Oikean tulkinnan edellytyksenä on se, että itse lämpötilamittaukset osataan tehdä oikein. Valmiita mittaustuloksia voidaan verrata olemassa oleviin rakenteellisiin tai terveydellisiin ohjeisiin ja määräyksiin. (28, s.69.)

#### 4.6 Asuintilojen kemialliset epäpuhtaudet sekä fysikaaliset olot

Sisäilman epäpuhtaudet ovat yleensä peräisin ihmisten aineenvaihdunnasta, asumisen erilaisista toiminnoista, rakennus- ja sisustusmateriaaleista, ulkoilmasta ja eräissä tapauksissa maaperästä (radon). Ilmanvaihdon tarpeen määrittää yleensä se epäpuhtaus, jonka pitoisuuden alentamiseen tarvitaan eniten puhdasta ilmaa (ulkoilma). (26, s.25.)

Asuintilojen terveellisyyteen vaikuttavat sekä kemialliset epäpuhtaudet että fysikaaliset olot. Sisäilman lämpötila ja kosteus, melu (ääniolosuhteet), ilmanvaihto (ilman laatu), säteily ja valaistus kuuluvat fysikaalisiin oloihin. Sisäilman lämpötila ja kosteus vaikuttavat merkittävästi eräiden rakennusmateriaalien sisältämien kemiallisten aineiden päästöihin. Myös ilmanvaihdon toiminta ja sen tehokkuus vaikuttavat epäpuhtauksien pitoisuuteen sisäilmassa. (26, s.13.)

Asunnon lämpöolot vaikuttavat suoraan viihtyvyyteen ja pitkittyessään ne voivat aiheuttaa myös terveyshaittaa. Kosteusvaurioiden mahdollisuus myös lisääntyy, jos ilman sisältämä kosteus tiivistyy pistemäisestikin rakenteiden kylmään pintaan. (26, s.13.)

Seinä- ja kattopintojen viileys ei yleensä aiheuta terveyshaittaa, mutta lattian alhainen pintalämpötila voi olla lapsille ja aikuisillekin haitallinen. Liiallinen huoneilman lämmitys lämmityskaudella voi lisätä väsymistä, keskittymiskyvyn alenemista, hengitystieoireilua

ja aiheuttaa kuivuuden tunnetta, mikä johtaa usein turhaan ilmastutukseen. Kaasumaisten epäpuhtauksien vapautuminen lähteistään voi myös kiihtyä, jos lämpötila on liian korkea. (26, s.13-14.)

Sisäilman kosteudella on vaikutusta ihmisen hikoiluun ja hengitykseen. Kuiva ilma vaikeuttaa hengitystä ja limakalvojen kyky vastustaa tulehduksia vähenee. Liiallinen ilman kosteus lisää mikrobikasvun riskiä ja edistää pölypunkkien esiintymistä. Ilman suhteellisen kosteuden tulisi olla noin 20 – 60 %. Huoneilmaa ei saisi kostuttaa. (26, s.20.)

Ihmisen altistumiseen sisäilman epäpuhtauksille vaikuttaa kolme eri tekijää: epäpuhtauspäästö, ilmanvaihto ja altistusaika. Näihin voidaan vaikuttaa lähinnä vaihtamalla päästöjä aiheuttavia rakennusmateriaaleja sekä tehostamalla ilmanvaihtoa. Väärin suunnitellulla tai toteutetulla ilmanvaihdolla voidaan kuitenkin aiheuttaa terveyshaittaa. (26, s.25.)

Liian heikon ilmanvaihdon seurauksena huoneilman hiilidioksidipitoisuus kohoaa, mikä aiheuttaa tunkkaisuuden tunnetta, väsymystä, päänsärkyä ja keskittymiskyvyn alenemista. Liian suuri tai kylmä tuloilmavirta voi puolestaan aiheuttaa vetoa. Huonossa tasapainossa oleva ilmanvaihtojärjestelmä voi aiheuttaa terveydelle haitallisten epäpuhtauksien kulkeutumista asuntoihin rakennuksen muista tiloista. (26, s.25.)

Ihmisestä peräisin olevien epäpuhtauksien esiintymisen indikaattorina voidaan pitää sisäilmassa olevan hiilidioksidin määrää. Huoneilma saattaa tuntua tunkkaiselta hiilidioksidipitoisuuden ylittäessä 2160 mg/m<sup>3</sup> (1200 ppm). Terveystasojalaki edellyttää alle 2700 mg/m<sup>3</sup> (1500 ppm) hiilidioksidipitoisuutta. Vanhoissa rakennuksissa riittävästä ilmanvaihdosta tulisi huolehtia esimerkiksi ikkunatuuletuksella. Oleskelutiloihin, olo- ja makuuhuoneisiin on tultava riittävästi ulkoilmaa ja tulisijojen on saatava riittävästi palamisilmaa. Sisään tulevien ilmavirtojen on kuitenkin oltava poistettavaa ilmavirtaa hieman pienempiä, jotta rakennus pysyy hieman alipaineisena. Ikkunoiden huurtuminen tai jäätyminen voi johtua huoneiston ylipaineesta tai riittämättömästä ilmanvaihdosta. (26, s.26, 28-29.)

#### 4.7 Kosteussimulointi WUFI:lla

Kosteuden- ja lämmönsiirtoa voidaan simuloida WUFI-simulointiohjelmalla. Rakenteen kosteus- ja lämpökäyttäytyminen ovat aina yhteydessä toisiinsa, jolloin kosteussimuloinnista puhuttaessa tarkoitetaan aina yhdistettyä kosteus- ja lämpösimulointia. Kosteussimuloinnin avulla voidaan arvioida rakenteen kosteuskäyttäytymistä ja tutkia esimerkiksi kuivumisaikoja, kosteuden kertymistä rakenteisiin ja homehtumisriskiä. Ohjelmassa rakenteeseen lisätään tarkkailu- eli monitorointipisteet rakenteen sisälle haluttuihin kohtiin myöhempää tarkastelua varten. (27, s.17, 28, s.31.)

Simuloinnit tehdään epästationääritilassa, eli ajasta riippuvassa tilassa, jolloin olosuhteet rakenteen molemmin puolin voivat muuttua jatkuvasti. WUFI huomioi lämmönsiirtomekanismeista lämmön johtumisen, lyhytaaltoisen auringon säteilyn, pitkäaaltoisen säteilyn aiheuttaman jäähtymisen sekä veden faasimuutoksista johtuvan lämmönsiirtymisen. Kosteudensiirtomekanismeista WUFI ottaa huomioon vesihöyryn diffuusion, liuoksen diffuusion, kapillaarisen siirtymisen sekä pintadiffuusion. Materiaalien sisällä tapahtuvan kosteuden- ja lämmönsiirron lisäksi ohjelma huomioi molemmista rajapinnoista tapahtuvan siirron pinnan ja ympäristön välillä.(27, s.17.)

Ulkoilmasto voidaan valita suoraan WUFI:n meteorologisista säätiedostoista. Mahdollisimman tarkan simuloinnin saamiseksi tarvitaan lämpötila, suhteellinen kosteus, sademäärä, tuulen nopeus, tuulen suunta, auringon lyhytaaltoisen säteilyn määrä sekä ilmakehän pitkäaaltoisen vastasäteilyn määrä. Sisäilmasto voidaan määrittellä esimerkiksi standardin EN 13788 mukaisesti, jolloin sisäilman suhteellinen kosteus johdetaan ulkoilmasta. Sisäilman lämpötilaksi valitaan vakioarvo. Käytettäessä standardia EN 15026, erona edelliseen on se, että sisälämpötila ei ole vakio. Lämpötila pysyy lämmityskaudella 20°C asteessa, mutta nousee kesällä ulkolämpötilan tasolle. (27, s.17-18, 28, s.52.)

Rakenteen sisä- ja ulkopinnoille voidaan määrittää SD-arvo, joka vastaa pinnoilla olevien pinnoitteiden vesihöyryn diffuusiovastusta. SD-arvon avulla voidaan simuloida esimerkiksi maalipinta, tapetti tai höyrynsulkukalvo. SD-arvon käyttö voi kuitenkin aiheuttaa epärealistisia kosteusolosuhteita. SD-arvon käyttö vastustaa ainoastaan diffuusiolla tapahtuvaa kosteuden siirtymistä, jolloin sadevesi pääsee rakenteeseen kapillaarisesti pinnoitteen sitä estämättä, mutta diffuusiolla tapahtuvaa kuivumista pinnoite kuitenkin hidastaa. SD-arvoa käytettäessä on syytä jättää vesisade pois simuloinnista.(27, s.21.)

Simuloinnissa sateen absorptiokerroin ottaa huomioon sen, että osa pintaan tulevasta sadevedestä kimpoaa seinäpinnasta pois eikä siirry kapillaarisesti rakenteeseen. Pystypinnoilla käytetään usein arvoa 0,7, vaakapinnoilla arvo on 1, koska pinnasta kimpoava vesi putoaa kuitenkin takaisin rakenteen pintaan. (27, s.22.)

## **5 Kohteen taustatiedot**

Talo on rakennettu vuonna 1964. Kiinteistö on ollut alusta alkaen saman suvun omistuksessa, joten taustatietoa on aika hyvin saatavilla, vaikka kirjallisia dokumentteja ei juurikaan ole olemassa. Samalla tontilla sijaitsee myös, nykyään varastoina toimivat, riihi ja pieni navetta. Niiden kuntoon ei tässä työssä oteta kantaa.

Rakennuksessa tehdyt kunnostukset ovat olleet lähinnä jo syntyneiden vaurioiden korjaamista, ei vaurioiden aiheuttajien korjaamista. Monet rakenteet ja järjestelmät ovat tulleet käyttöikänsä päähän jo vuosia sitten. Talo on rakennettu 1960-luvulla olleiden suositusten ja tietojen mukaisesti. Nykytietämyksen perusteella talossa on useampia riskirakenteita.

Rakennuksen nykyiset käyttäjät ovat huomanneet sisätiloissa useita asumismukavuutta heikentäviä tekijöitä mm. tunkkainen ilma ja mahdollisesti homeen haju. Rakennuksessa on talvella myös vetoista sekä energiankulutus on suurta.

## **6 Selvitystyö ja kuntoarvio kohteessa**

Rakennus, sen ympäristö sekä tekniset järjestelmät tutkitaan ensin aistinvaraisin menetelmin. Lisäksi tehdään tarvittavia tarkempia tutkimuksia käytettävissä olevilla tutkimusmenetelmillä.

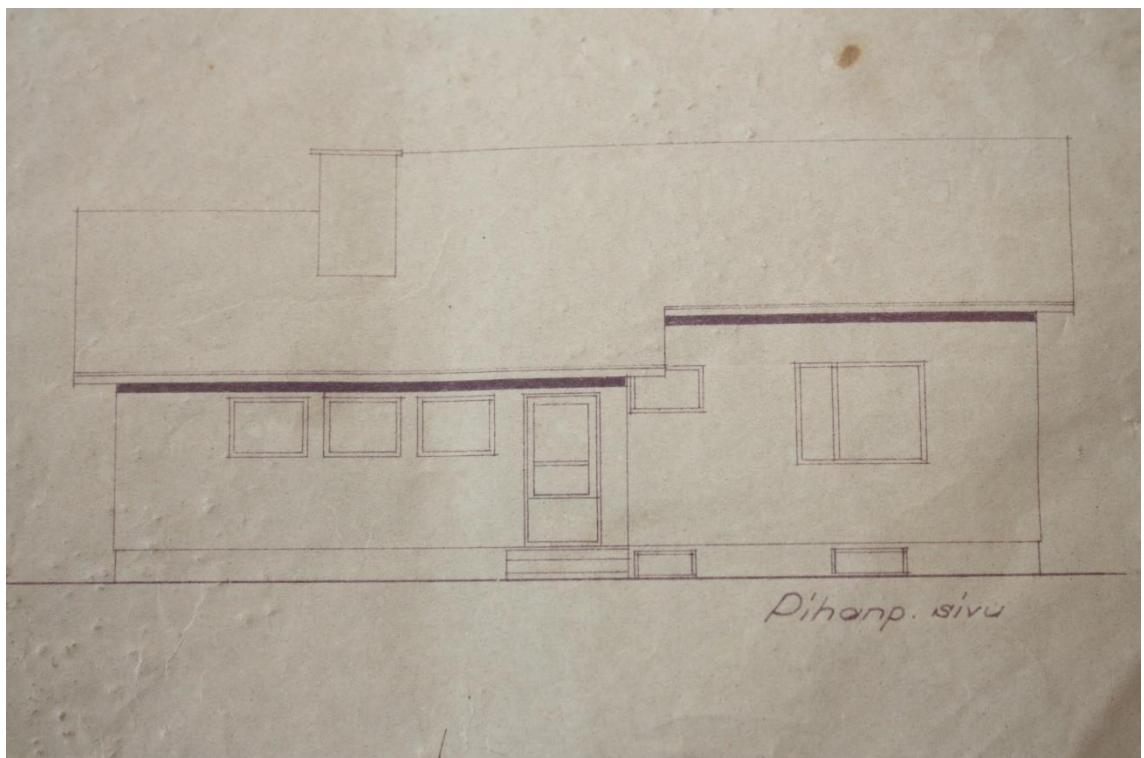
### **6.1 Rakennuksen tiedot ja piirustukset**

Rakennuksen alkuperäiset pohja- ja rakennepiirustukset olivat vielä tallessa. Kaikki löydettyt alkuperäiset dokumentit valokuvattiin ja ne on esitetty kuvissa 17-28.

viik... os 1/20

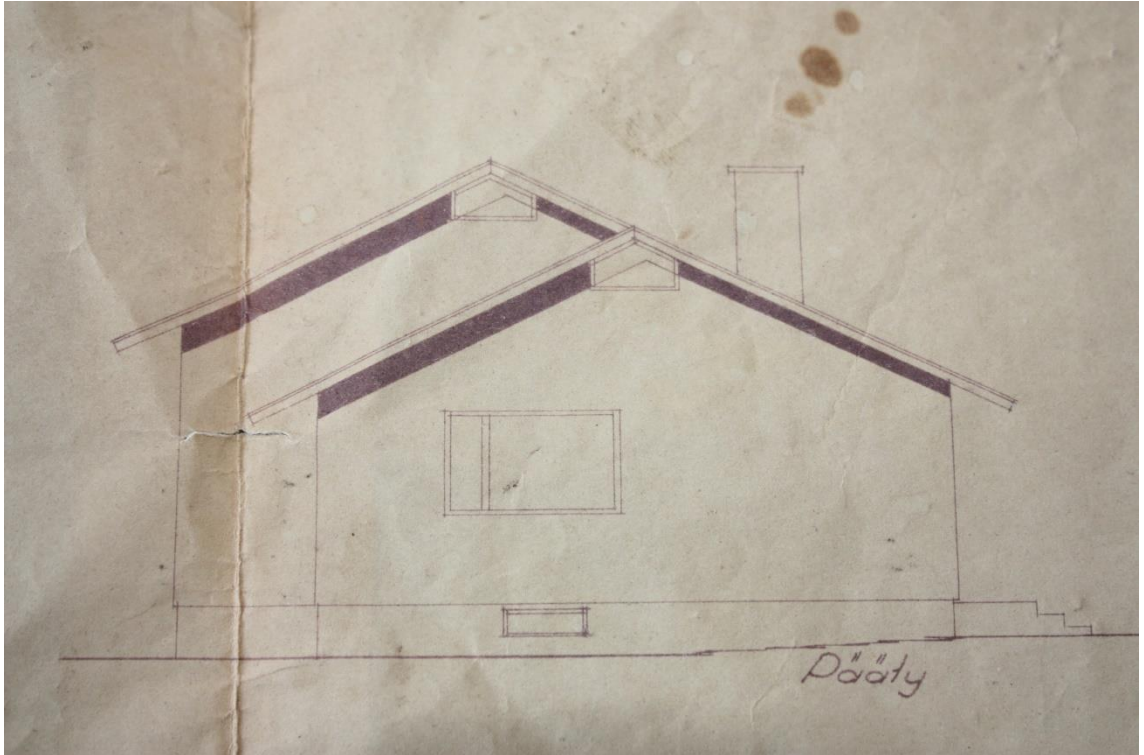
Rak. ala	95,5 m <sup>2</sup>
Rak. tilavuus	380 m <sup>3</sup>
Huon. ala	73 m <sup>2</sup>
Sauna-os.	9 m <sup>2</sup>

Kuva 16. Rakennuksen pinta-alat ja tilavuus.

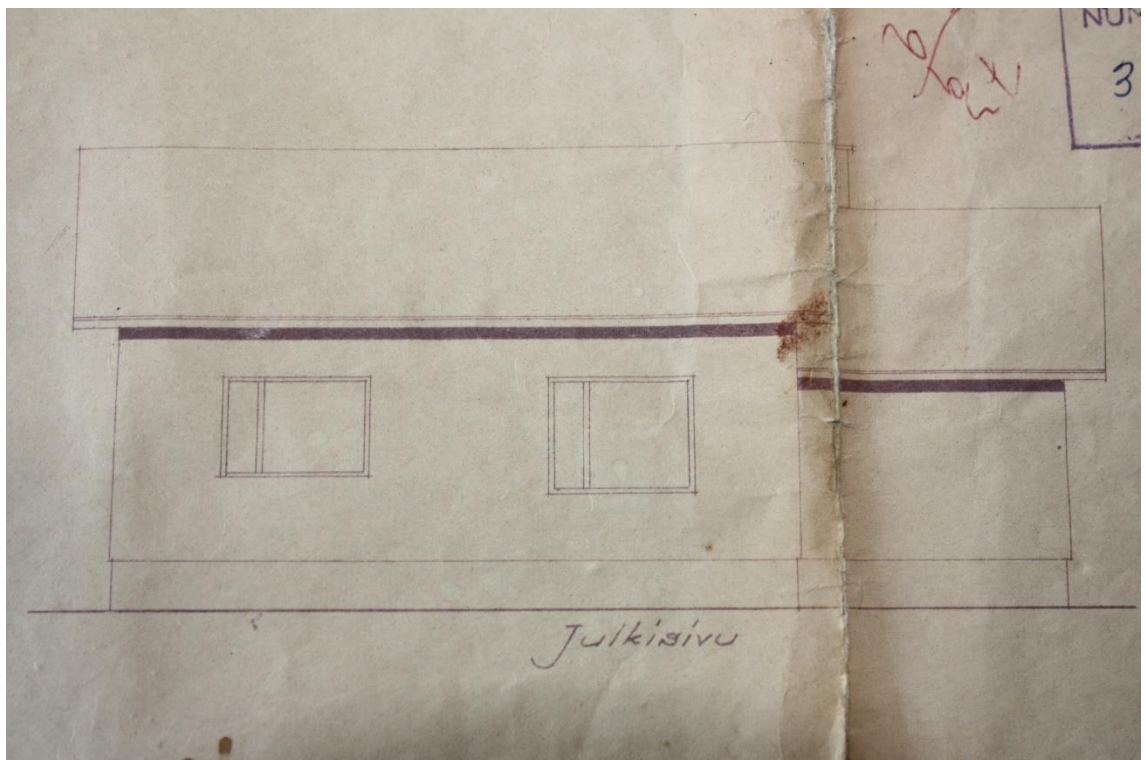


Kuva 17. Rakennuksen pohjoisen puoleinen julkisivu.

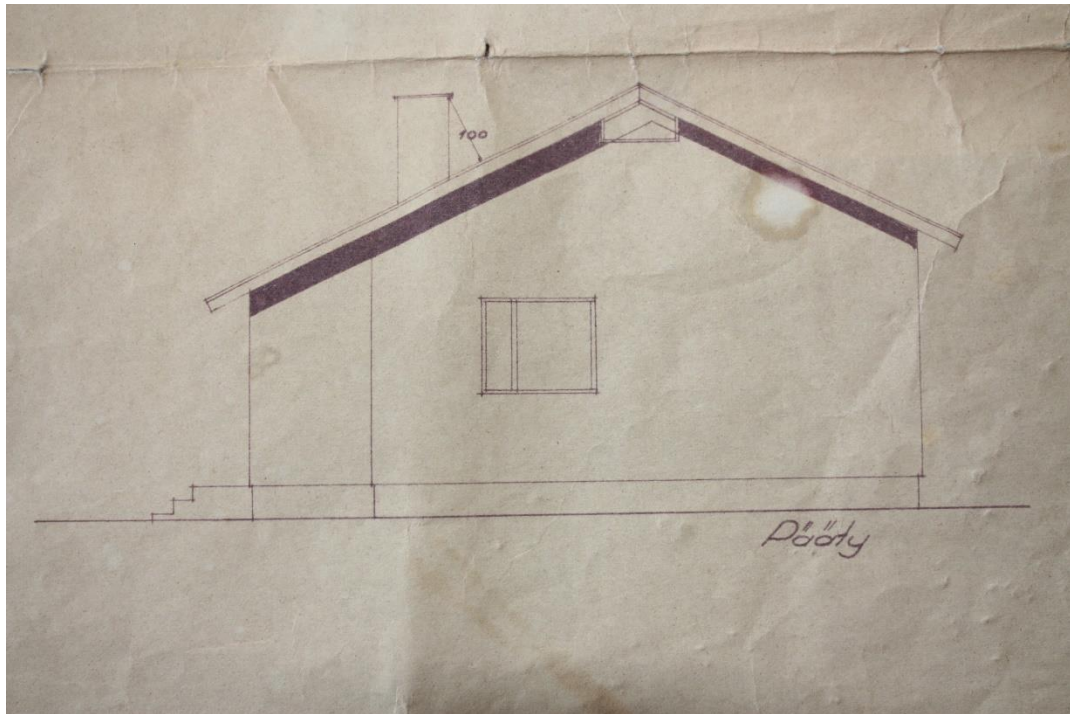




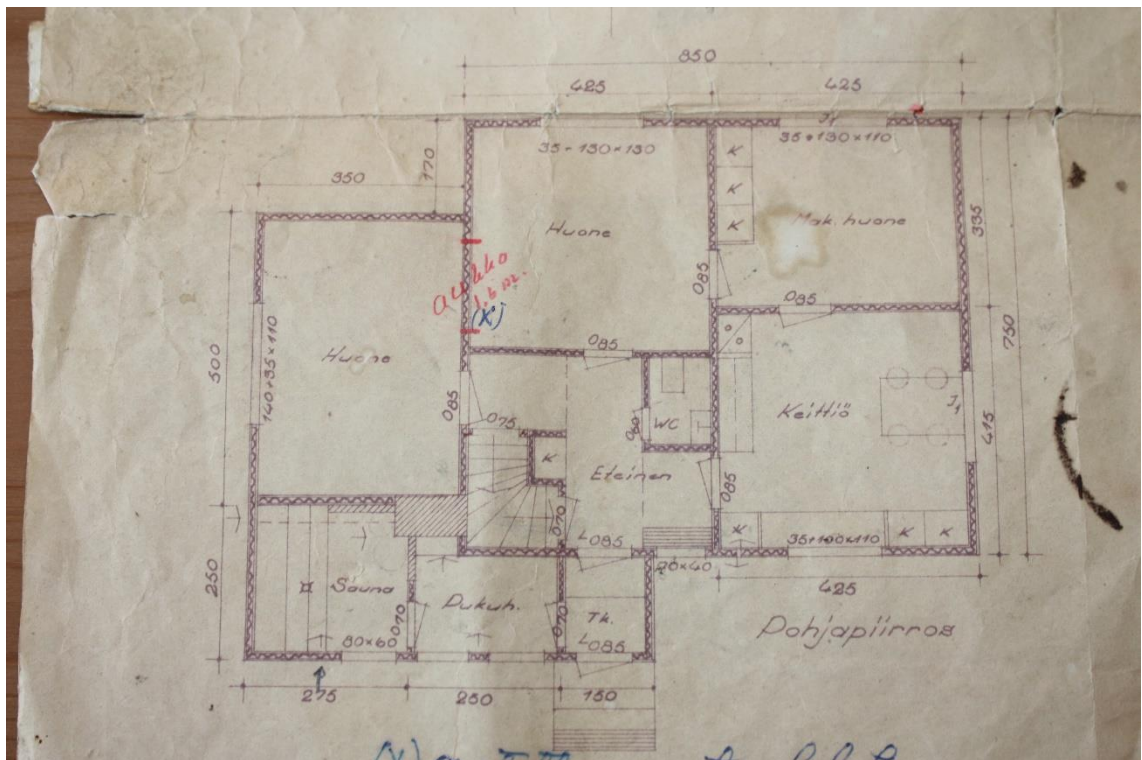
Kuva 18. Rakennuksen lännen puoleinen julkisivu.



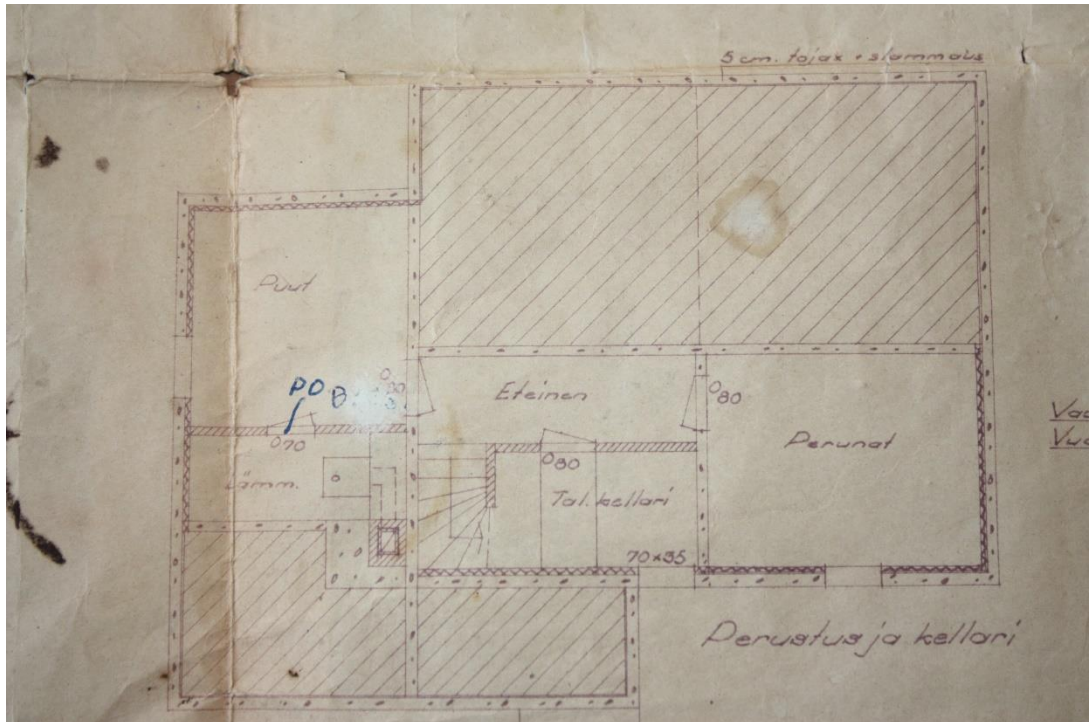
Kuva 19. Rakennuksen etelän puoleinen julkisivu.



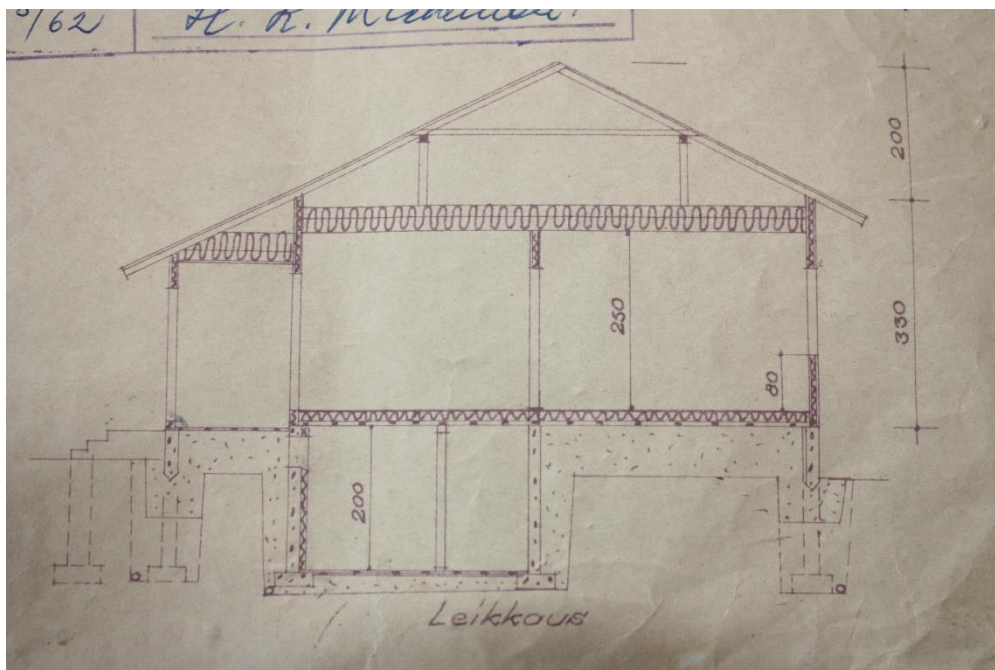
Kuva 20. Rakennuksen idän puoleinen julkisivu.



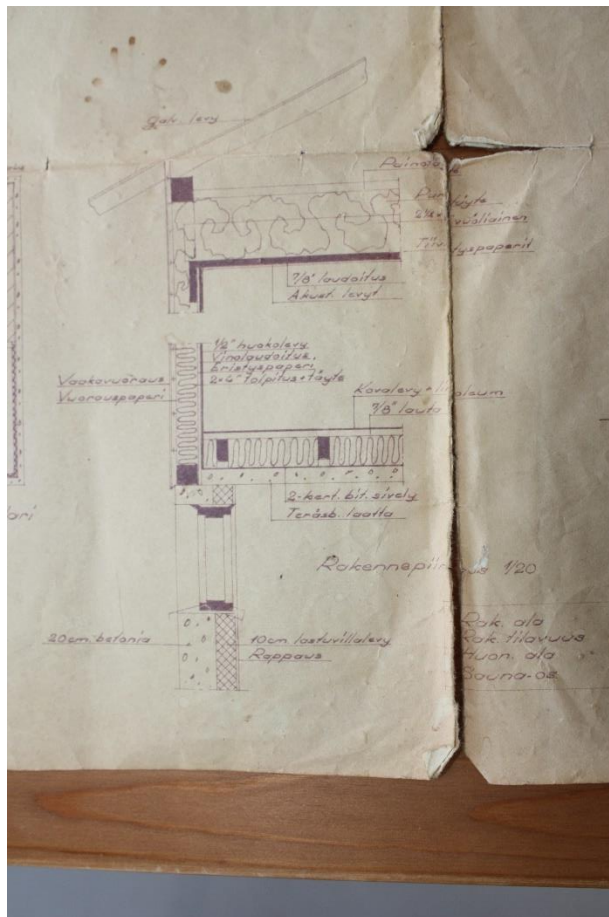
Kuva 21. Asuinkerroksen pohjapiirustus.



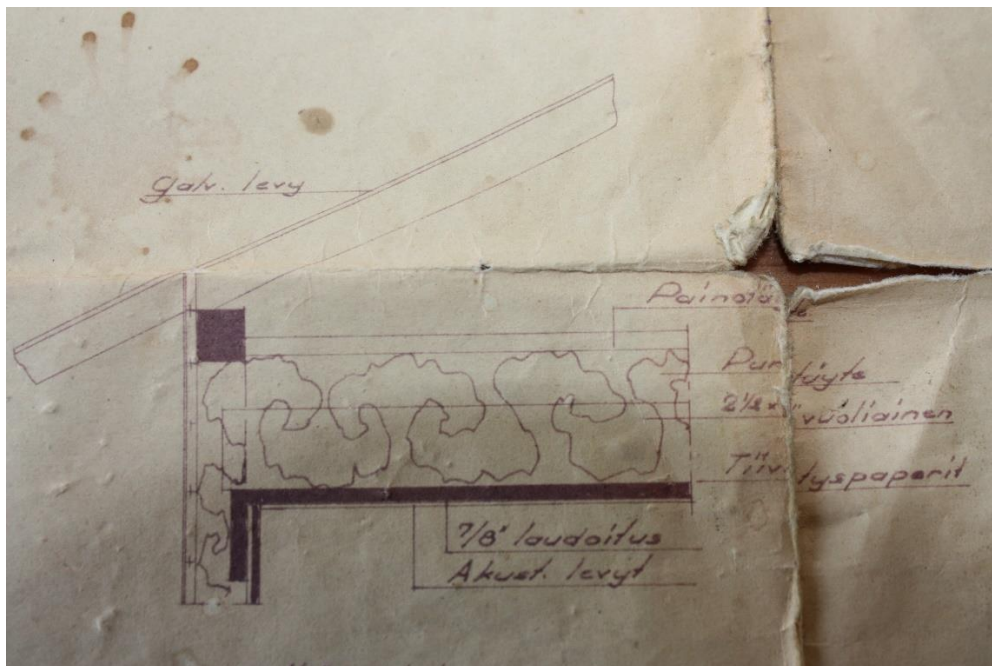
Kuva 22. Kellarin pohjapiirustus.



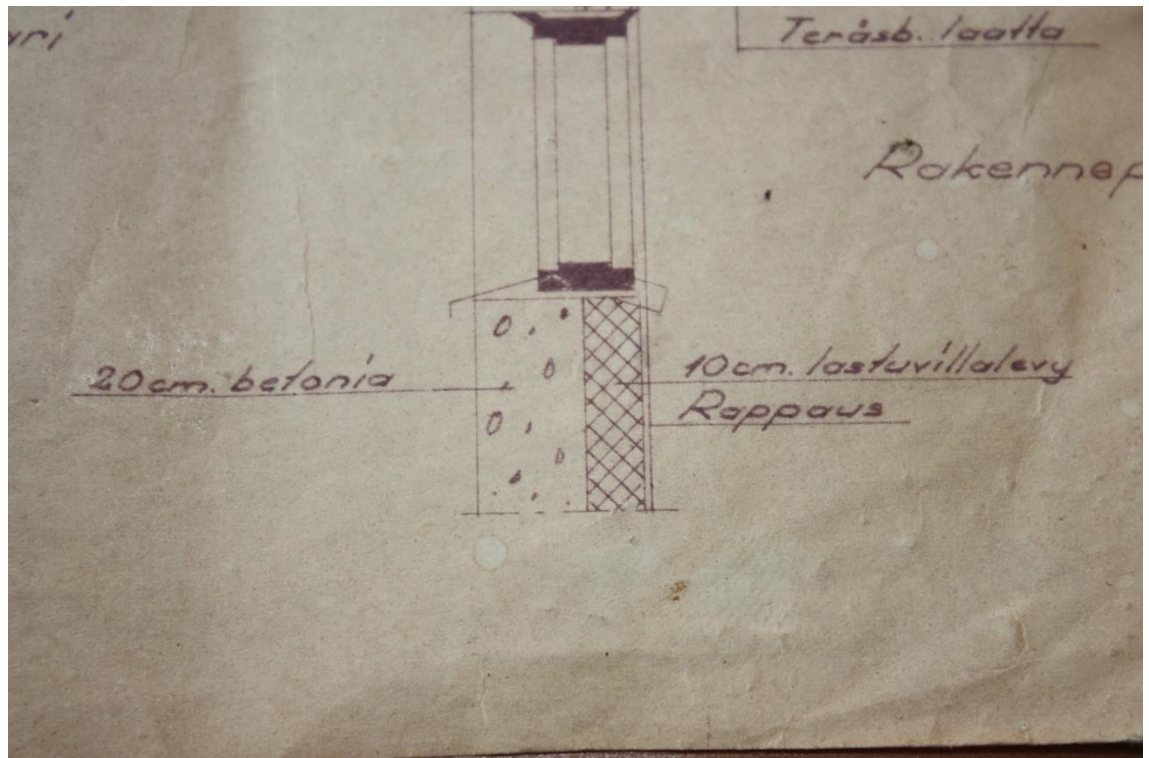
Kuva 23. Rakennekuva.



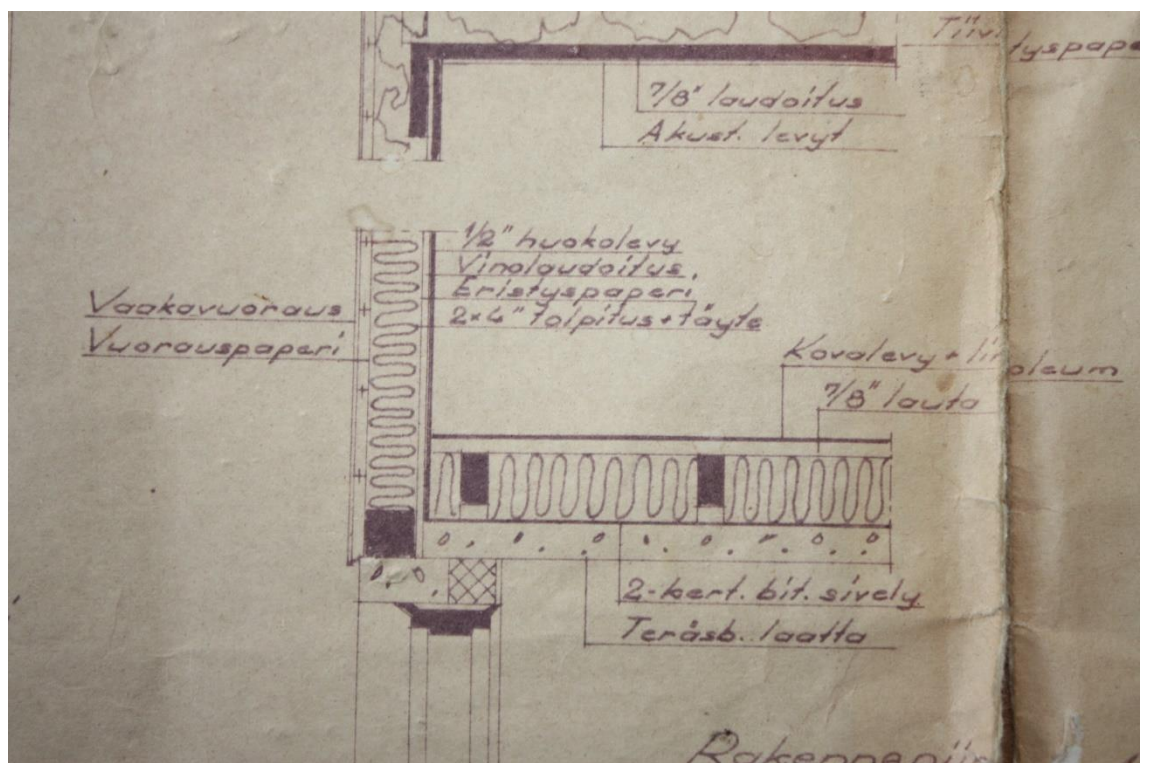
Kuva 24. Rakennekuva.



Kuva 25. Yläpohjan rakennekuva.



Kuva 26. Perusmuurin rakennekuva.



Kuva 27. Ulkoseinien ja välipohjan rakennekuva.

## 6.2 Rakennuksen ulkopuoliset tekijät

Talo sijaitsee tontin pohjoisreunalla. Maasto on talon lähiympäristössä tasaista, mutta tontin länsipuolella maa viettää tontille päin. Talon itäpuolella maasto puolestaan viettää suhteellisen jyrkästi talosta rantaan päin. Tontin maaperä on noin 30 cm:n syvyydestä lähtien hiekkaa.



Kuva 28. Rakennuksen länsipuolella maa viettää rantaan päin.

Rakennuksen ympärillä ei ole salaojajärjestelmää, vaikka ne piirustuksista löytyvätkin. Myös sadevesijärjestelmä on puutteellinen. Vesikourut on asennettu vain rakennuksen pohjoispuolelle, mutta ne ovat rikki ja täynnä lehtiä.



Kuva 29. Vesikourun paikkaus vuotanut.

Syöksytoria ei ole, vaan vesi putoaa vapaasti vesikourusta talon nurkalle ja vettä roiskuu myös talon perustuksiin. Vesikouru jatkuu noin metrin verran kattoa pidemmälle, joka hieman parantaa tilannetta.



Kuva 30. Vesikourusta vesi putoaa reilun metrin päähän sokkelista.

Maan pinta rakennuksen vierellä pysyy suhteellisen kuivana sadekeleilläkin. Talon lähistössä on useita lehtipuita, jotka varmasti imevät suuren osan vedestä talon läheisyydestä. Puiden lehdistä suuri osa tippuu syksyllä rakennuksen katolle ja täyttää vesikourut.



Kuva 31. Runsaasti lehtipuita rakennuksen välittömässä läheisyydessä.

Pihatie oli aiemmin vanhaa peltoa, eikä se kestänyt auton painoa märkinä vuodenaikoina. Pihatie on kunnostettu vuonna 2015. Pintamaata kuorittiin 20-30 cm:n syvyydeltä, jolloin vastaan tuli hiekkaa. Hiekan päälle tielle levitettiin soraa.

### 6.3 Perustukset

Piirustusten ja koekuopan perusteella rakennuksen ympärillä ei ole routasuojasta eikä perusmuuria ole vedeneristetty. Hiekka, josta maaperä talon ympärillä koostuu, on yleensä routimatonta. Sokkelin korkeus on selvästi minivaatimusta (400 mm) korkeampi. Sokkelissa ei ole suurempia halkeamia jotka viittaisivat routavaurioihin. Muutamassa kohdassa on havaittavissa pakkasrapautumaa. Rapautuma on maanpinnan tasolla kohdissa, joissa maa viettää sokkeliin päin.





Kuva 32. Pientä rapautumaa nähtävissä perusmuurissa.

Sokkelin maalipinta on kohtuullisen hyvässä kunnossa, lähinnä pesua kaipaisi. Kellarin ikkunat on levytetty umpeen. Kellarin ikkunoiden puitteet ovat puuta, ja puu on jonkin verran lahonnut, koska ikkunat ovat lähellä maanpintaa ja joutuvat suurelle kosteusrasitukselle.



Kuva 33. Kellarin ikkunoiden puuosat joutuvat kovaan vesirasitukseen.

## 6.4 Ulkoseinät

Rakennuksessa on kohtuullisen mittaiset räystäät. Ulkoseinät ovat uudelleenmaalausta lukuun ottamatta alkuperäisessä kunnossa. Ulkoverhouspaneelien takana ei ole tuuletusrakoa.



Kuva 34. Räästäät ovat noin 40 cm pitkät ympäri talon.

Ulkoseinien maalipinta lohkeilee irti paikoitellen ja maalin alla puu on joistain paikoista lahonnut. Koska seinämaali lohkeilee irti suurina palasina ja palat ovat joustavia, on maalina käytetty selvästi lateksimaalia. Vanhat vesihöyryä läpäisemättömät lateksimaalit eivät toimi seinärakenteessa, jossa ei ole tuuletusrakoa.



Kuva 35. Lohkeilevaa maalipintaa etelän puoleisella seinällä.

Puuverhous ei ole pahemmin halkeillut eikä vääntyillyt. Myös ikkunoiden alapuoliset kohdat ovat suoria. Päätykolmioissa on ikkunat yläpohjaan talon molemmissa päädyissä. Toinen ikkunalasi on halki ja on mahdollista, että esimerkiksi myrskyn aikana lasin palasia saattaa tippua alas.



Kuva 36. Haljennut ikkunalasi sekä lahonnut räystäslauta.

## 6.5 Asuinkerroksen sisätilat

Asuinkerros muodostuu tuulikaapista, eteisestä, WC:stä, keittiöstä, kolmesta huoneesta sekä pukuhuoneesta ja saunasta/pesutilasta.

### 6.5.1 Tuulikaappi

Tuulikaapissa on selvästi normaalista poikkeavaa hajua, vaikka ulko-ovi ei ole tiivis ja tilassa ilma pääsee vaihtumaan.

Tuulikaapissa maali hilseilee ja lohkeilee voimakkaasti seinä- ja kattopinnoilta. Maalin irtoaminen johtuu siitä, että ulko-ovi ei ole tiivis, joten eteinen on talvella kylmä. Tuulikaappiin tulee runsaasti kosteutta saunottaessa, joka sitten tiivistyy vedeksi kylmille pinnoille.



Kuva 37. Lohkeileva maalipinta tuulikaapin seinässä sekä homepilkkuja kuitulevyssä.



Kuva 38. Irtoavaa maalikalvoa tuulikaapissa.

Lattian muovimatossa on palovaurio. Tietojen mukaan lattialle on kaatunut palavaa rasvaa. Siitä ei ole tietoa, miten rasvapalo on sammutettu, mutta mahdollisesti lattialle on heitetty virheellisesti vettä.

Tuulikaapin alla ei ole kellaria. Lattia on maavarainen betonilaatta, jonka päälle on tehty puukoroke. Puukorokkeen muodostama tila varsinaisen lattian alla on eristetty purulla. Rakennekuvien mukaan betonilaatan yläpinta on vedeneristetty bitumilla. Puruissa ja puukorokkeissa voi silti olla kosteutta ja homeetta. Asian selvittämiseksi kannattaa harkita lattian rakenteiden avaamista.

### 6.5.2 Eteinen

Eteisessä lattian muovimatto kupruilee jonkin verran. Muovimaton saumoja ei ole tiivistetty, jolloin muovimaton alle mahdollisesti noussut kosteus on päässyt ainakin jonkin verran haihtumaan. Muovimaton alta olisi hyvä mitata kosteus.

Eteisestä on ovet kellariin ja yläpohjaan. Molemmat ovet ovat tavallisia väliovia eivätkä eristä lämpöä eivätkä ole tiiviitä. Kellarin ovi on tiivistetty mahdollisimman hyvin vuonna 2015, ettei kellarin kostea ja mahdollisesti homeinen ilma kulkeudu asuintiloihin. Yläpohjaan vievän oven raot on teipattu umpeen, koska talvella oven alla oli vesilammikko. Oven alareunassa tuntui kädellä myös kovaa vetoa. Vesilammikko johtui todennäköisesti sisäilman kosteuden tiivistymisestä. Saumojen teippauksen jälkeen vettä ei ole enää muodostunut.



Kuva 39. Kellariin vievä ovi.



Kuva 40. Yläpohjaan vievä ovi.

### 6.5.3 Pukuhuone

Pukuhuoneessa on painovoimaisen ilmanvaihdon poistoventtiili, joka on ollut pitkään suljettuna. Pukuhuoneessa on myös jonkin verran tunkkaista hajua. Merkkisavukokeen perusteella pukuhuoneen poistoilmakanava toimi.



Kuva 41. Pukuhuoneen poistoilmaventtiili

Pukuhuoneen lattia on tehty todennäköisesti samalla tavalla kuin eteisen lattia. Lattian eristeisiin on päässyt mahdollisesti vettä pesutilan puolelta, koska suihku sijaitsee pukuhuoneen vastaisella seinällä oven vieressä. Pukuhuoneen ja saunan/pesutilan välinen seinä on lahonnut saunan puolelta. Myös oven kynnyksen ja lattia kynnyksen vierestä on lahonnut. On syytä epäillä, että vettä on päässyt pidemmän aikaa myös pukuhuoneen lattian alle. Siellä vesi on voinut kulkeutua kapillaarisesti eristeessä hyvinkin laajalle alueelle. Pukuhuoneen lattiaa avattiin saunan läheisyydestä. Lattian purueristeet vaikuttivat kuivilta.



Kuva 42. Pukuhuoneen lattian purueristeet vaikuttivat kuivilta.

#### 6.5.4 Sauna/Pesutila

Saunassa on yksi korvausilmaventtiili seinän yläosassa. Myös toinen on ilmeisesti ollut tarkoitus asentaa, mutta reikää ei ole viety ulkoverhouksen läpi.



Kuva 43. Saunan korvausilmaventtiili

Poistoilmalle on tehty kanava murattuun hormiin. Se ei merkisavukokeen perusteella kuitenkaan toimi jostain syystä.



Kuva 44. Saunan poistoilmakanava muuratussa hormissa.



Saunassa on puukiuas, joka tarvitsee paljon happea. Tällä hetkellä korvausilma tulee saunan seinässä olevasta venttiilistä. Kosteaa ilmaa kulkee saunan oven raoista pukutiilaan, siitä tuulikaappiin ja edelleen sisätiloihin. Jos pukuhuone ei ole lämmennyt kunnolla ennen löylyjen heittämistä, tiivistyy siellä kosteus kaikille pinnoille vedeksi. Kosteaa ilmaa aiheuttaa myös vaurioita kylmässä tuulikaapissa ja aiheuttaa lisäksi kaikkien sisäikkunoiden huurustumisen.



Kuva 45. Kosteuden tiivistymisen vaikutuksia tuulikaapissa.



Kuva 46. Saunomisen aiheuttaman kosteuden tiivistymistä keittiön ikkunaan.

Saunan lattia on käsittelemätön maavarainen betonilaatta. Laatta on painunut jonkin verran, jolloin laatan ja seinän liitoskohdat ovat auenneet. Liitoskohdat on paikattu vuonna 2015.

Laatan painumisen johdosta alkuperäinen valurautainen lattiakaivo oli noin 5 cm:ä lattiaa korkeammalla. Kaikki vesi pääsi lattiakaivon juuresta lattialaatan alle. Lattiakaivo on uusittu myös vuonna 2015. Laatan alla oli karkeaa hiekkaa, joka tuntui kuivalta. Laatan ja hiekan välissä oli noin 10 cm:ä tyhjää tilaa. Todennäköisesti tämä johtuu ainakin osittain sinne valuneesta vedestä, joka on tiivistänyt hiekkaa.

Alkuperäisesti saunaan ei ole tullut juoksevaa vettä, vaan käytössä on ollut puulämmitteinen vesipata. Myöhemmin tilaan on asennettu suihku. Suihkulle on tuotu eristämättömät putket seinän läpi. Seinälle oli naulattu teräslevyt hanan alapuolelle sekä oven alapuolelle. Suihku on myös asennettu pukuhuoneeseen johtavan oven viereen, eikä suihkun viereen ole asennettu edes mitään roiskevesisuojaa.



Kuva 47. Saunan uuden kynnyksen alta näkyy vanhaa lahonnutta kynnystä.

Suihkun käytön vuoksi seinä, jolla suihku sijaitsee, on lahonnut täysin peltilevyjen takaa. Myös oven alapuolelta seinä on lahonnut. Lahonneiden puurakenteiden väleistä valuu

purueristettä saunan lattialle. Kastuessaan purut kuljettavat kapillaarisesti vettä pukuhuoneen lattian alle.



Kuva 48. Peseytymispaikka ennen korjauksia.

Saunan puolelta lahonneet osat on purettu. Seinälle on asennettu filmivaneri, jonka reumat on tiivistetty polyuretaanimassalla. Suihkun eteen on purettu vanhan vesipadan tilalle asennettu amme, josta vedet on ohjattu suoraan lattiakaivoon. Myös roiskevesien pääsy pukuhuoneeseen on estetty lasiseinällä.



Kuva 49. Peseytymispaikka korjausten jälkeen.

#### 6.5.5 WC

WC:n ilmanvaihto ei toimi. Viemäriputki on vuotanut lattian ja seinän rajaan pidemmän aikaa. Liittymäkohta olisi hyvä avata tutkia rakenne kosteusvaurion varalta. Putkisto on nyt uusittu ja tiivistetty.



Kuva 50. WC:n lavuaarin viemäri.

WC-pytyn ja viemärin liitos ei ole tiivis, koska tiiviste on niin vanha ja kutistunut. Tästä aiheutuu hajuhaittoja. WC-pytyn vesisäiliön pintaan kondensoituu kosteutta, joka valuu lattialle. Myös vesiputken pintaan tiivistyy kosteutta, josta se valuu lattialle ja pääsee läpiviennin saumasta muovimaton alle.



Kuva 51. WC-pöntön vanhat huonot tiivisteet. Läpivientjä ei ole tiivistetty.

Lattia on muovimattoa, jonka saumoja ei ole tiivistetty. Muovimatto on kupruilla.



Kuva 52. WC:n muovimaton alle päässyt saumoista vettä.

### 6.5.6 Keittiö

Keittiön kaapistot ovat alkuperäiset ja huonossa kunnossa. Katossa on nähtävissä vanha kosteusvaurio, joka johtui vesikaton vuodosta. Myös ulkoseinillä olevissa kaapeissa on sisäpuolella havaittavissa jälkiä kosteusvaurioista.



Kuva 53. Keittiön katossa näkyy vanha kosteusvaurio.

Viemäriputket ovat valurautaa, ja hajulukon kohdalta putki on ruostunut puhki jo vuosia sitten. Putken reikää on paikkailtu ja vesipistettä on käytetty normaalisti. Paikkaukset eivät ole pitäneet, vaan vettä on tihkunut allaskaapin sisään. Kaapin sisältä viemäriputki on sahattu pois, mutta putki on tukossa jostain syvemmältä eikä vesipiste ole käytössä tällä hetkellä. Allaskaapin pohja olisi hyvä purkaa ja mitata lattian kosteus viemäriin lähetyviltä.



Kuva 54. Keittiön lavuaarin viemäri vuotanut kaapin pohjalle.

Keittiössä on painovoimaisen ilmanvaihdon poistoventtiili. Poistoilmakanava päättyy yläpohjan eristeiden tasolle, ja purueriste on tukkinut kanavan. Keittiössä on myös liesituuletin, mutta siitä ei ole vedetty putkia mihinkään, eli se vain kierrättää sisäilmaa suodattimien läpi.



Kuva 55. Keittiön poistoilmaventtiili.

#### 6.5.7 Makuuhuone

Makuuhuoneessa tuntuu talvella vetoa. Etenkin ulkoseinien nurkasta tuntuu, että puhaltaa kylmää ilmaa. Kaapeissa on tunkkainen haju. Tila on muuten kohtuullisessa kunnossa.

#### 6.5.8 Olohuone

Olohuoneen lattia narisee makuuhuoneeseen vievän oven edustalta. Todennäköisesti kyseessä on vain puulattian liikkuminen, koska kesällä kosteuden ollessa suurempi, lattia ei narise. Olohuone on kohtuullisessa kunnossa.

#### 6.5.9 Vieras-/leikkihuone

Vierashuoneessa oli paha kosteusvaurio yläpohjassa. Piipun juuresta oli vuosia päässyt vettä yläpohjaan ja purueriste oli noin 1m<sup>2</sup> alueelta edelleen märkänä. Myös katon sisä-

katon rakenteet olivat lahonneet samalta alueelta. Sisäkatto on purettu kyseiseltä alueelta ja märät eristeet on poistettu. Sisäkatto on uusittu, uusia eristeitä ei ole vielä asennettu purettujen tilalle.



Kuva 56. Vesikatto vuotanut sisään asti muuratun hormin juuresta.

Vierashuoneen ikkuna huurustuu talvella voimakkaasti, ja valuessaan vesi kastelee ikkunapokan alapuuta. Muuten vierashuone on hyvässä kunnossa.



Kuva 57. Ikkunalasiin tiivistyneen kosteuden aiheuttamaa maalin irtoamista.



## 6.6 Kellarikerros

Kellari on toiminut varastona koko rakennuksen käyttöä. Yhdessä tilassa on vesimittari, vesivaraaja ja jo käytöstä poistettu turpeenpolttokattila. Yhdessä tilassa on varastoitu polttopuita, yhdessä on varastoitu turvetta ja yhdessä on ollut perunoita itämässä. Kellarissa on paljon homehtuvaa materiaalia.



Kuva 58. Turvevarasto kellarissa. Ilmanvaihtoaukko on tukittu kankaalla.

Seinäpinnat on mahdollisesti maalattu aikoinaan kalkkimaalilla, joka on hengittävä maali. Seinäpinnoilla on eristeenä käytetty Tojax-levyjä. Perusmuurissa ei ole vedeneristystä ulko- eikä sisäpuolella. Kellarin ilma on tunkkainen. Pinnoilla helmeilee syksyisin tiivistynyttä kosteutta. Betonipinnoilla näkyy sienikasvustoa. Lattia on maavarainen betoni-laatta.



Kuva 59. Tojax-levyn ja perusmuurin välissä ei näkynyt vedeneristettä



Kuva 60. Kellarin puuvaraston lattia on kauttaaltaan homeessa.

Kaikki ilmanvaihtosäleiköt on tukittu eikä kellarissa ole käytännössä minkäänlaista ilmanvaihtoa. Asuintiloihin vievän oven pinta on homepilkuissa kellarin puolelta. Homepilkut lisääntyivät oven tiivistämisen jälkeen.



Kuva 61. Homepilkkuja kellarin ovesa kellarin puolella.

Kellarissa kulkevat, käytöstä poistetut, keskuslämmityksen vesiputket on eristetty. Eristeessä on mahdollisesti asbestia.



Kuva 62. Mahdollisesti asbestia sisältävät putken eristeet kellarissa.

## 6.7 Yläpohja

Aluskatetta ei ole asennettu, joten kaikki vesikaton vuodot valuvat suoraan yläpohjan eristeisiin. Talvella kosteus tiivistyy peltikaton alapintaan ja sulaa siitä myös yläpohjan eristeisiin.



Kuva 63. Yläpohjan eristeiden päällä näkyy muovipressuja.

Yläpohjan eristeenä on puupurua, joka pystyy sitomaan ja haihduttamaan jonkin verran kosteutta. Yläpohjan eristeiden päälle on varastoitu tavaraa. Lisäksi eristeiden päälle on levitetty muovipressu, ilmeisesti vesikaton vuotojen takia. Pressun alla on suuri mikrobivaurion riski. Keittiön ilmanvaihtoputki päättyy yläpohjaan ja WC:n ilmanvaihtoputki on katki yläpohjassa ja vesikaton läpimenevä osa ei ole asennettu tiiviisti. Katonkannattimet ovat lahonneet savupiipun juuresta.



Kuva 64. Vesikatto vuotanut savupiipun juuresta.

## 6.8 Ulko-ovi ja ikkunat

Sekä ulko-ovi, että ikkunat ovat alkuperäiset. Ulko-ovi ei juurikaan eristä lämpöä ja on vääntynyt sekä karmi kulunut niin, että oven ja karmin välistä rakoja on lähes mahdotonta saada tiiviiksi. Ovi on myös hieman lahonnut alareunasta. Ovessa lukkopesän avaimen reikä on avoin koko oven läpi, jolloin kylmä ulkoilma pääsee sisätiloihin. Talvella kovilla pakkasilla ulko-oven sisäpintaan muodostuu jäätä, etenkin saunottaessa.



Kuva 65. Ulko-ovi sisäpuolelta.

Puisissa ikkunapuitteissa maalipinta hilseilee irti, ja niissä on myös jonkin verran laho-  
vaurioita. Ikkunat on asennettu kiinteästi, eikä tuulettaminen niiden kautta onnistu.

Ikkunapellit ovat puutteelliset. Myös ikkunoiden alareunoissa on vaurioita jotka mahdol-  
listavat veden tunkeutumisen ikkunan rakenteisiin. Ikkunoiden lasit ovat ehjät.



Kuva 66. Puutteelliset ikkunapellytykset ja ikkunapokien vaurio.

Lasit huurustuvat talvella. Sekä sisemmän, että ulomman lasin sisäpinta huurustuu. Ul-  
kolasin sisäpinta on kovilla pakkasilla paksussa jäässä. Sisälasi huurustuu etenkin silloin  
kun saunotaan.



Kuva 67. Molempien lasien sisäpinnat huurustuu ja valuva vesi aiheuttaa vaurioita puusiin.

## 6.9 Vesikatto

Vesikatto on maalaamatonta aaltopeltiä. Peltikatto ei kestä astumista ollenkaan, mikä vaikeuttaa katon korjaamista. Vesikatolla on useita pienempiä ja suurempia vuotokohtia. Jokainen läpivienti vuotaa juuresta vettä.



Kuva 68. WC:n poistoilmaputki päättyy yläpohjaan ja läpivientiaukko tukittu kankaalla.

Vesikaton matalamman osan ja sen viereisen seinän liittymäkohtaa ei ole tehty asianmukaisesti.



Kuva 69. Vesikatteen ja seinän liittymä. Pahemman vesivuodon estää todennäköisesti räystäs.

Osa nauloista on noussut kattopelleistä, jolloin naulan rei'istä pääsee vettä yläpohjaan. Muuratun savupiipun juuresta vettä on päässyt sisään enemmänkin, nyt se on väliaikaisesti paikattu bitumiteipillä ja -massalla.



Kuva 70. Muuratun hormin juuri paikattu tilapäisesti bitumiteipillä.

Muurattu savupiippu on erittäin huonossa kunnossa vesikatteen yläpuolelta. Puuosat räystäällä ovat lahonneet. Lapetikkaat on uusittu vuonna 2015.



Kuva 71. Muuratun savuhormin yläosa on rapautunut pahasti.



## 6.10 Talotekniikka

Sähköjärjestelmään ei oteta tässä työssä kantaa. Uusien sähköpattereiden asennuksen yhteydessä pattereille vedettiin omat kaapelit, muuten sähköjärjestelmä on alkuperäisessä kunnossa.

Lämmitysjärjestelmä on suora sähkölämmitys, ja lämmityspatterit ovat kohtuullisessa kunnossa. Termostaatit ovat hieman hankalat, koska niissä ei ole lämpötila-asteikkoa.

Käyttövesiputket eivät vuoda ja toimivat. Veden paine on heikohko. Putket saattavat olla hieman tukkeutuneet. Putkia ei ole vedetty ja kiinnitetty kovinkaan ammattimaisesti.



Kuva 72. Käyttövesiputki kellarissa.

Vettä ei käytetty rakennuksessa pariin vuoteen, jonka jälkeen putkista tuli pitkään ruskeaa sakkasta vettä. Myös nykyään pitkän tauon jälkeen saattaa hanasta tulla ruosteista vettä. Vesivaraaja toimii, mutta on turhan pieni omakotitalon tarpeisiin, vain 30 litraa.

Viemäriputkisto on näkyviltä osin valurautaa. Maanalaiset osat, ainakin saunasta menevä putki, on betonia. Valurautaputket ovat jo aika huonossa kunnossa, ja osittain tukossa.

Viemäriputket ovat myös vuotaneet lattialle jokaisen vesipisteen kohdalla. WC:ssä näkyvät putken on uusittu ja tiivistetty.

Rakennuksen painovoimainen ilmanvaihto toimii heikosti. Suuri osa rakennuksen ongelmista johtuu puutteellisesta ilmanvaihdosta. Kellarissa ilmanvaihtoa ei käytännössä ole lainkaan, vaikka siellä tarvittaisiin suuresta kosteusrasituksesta johtuen suhteellisen tehokasta ilmanvaihtoa.

Yläpohjassa ilmanvaihto toimii rakenteissa olevien rakojen kautta. Kaikki räystäät ovat ummessa, päätykolmioissa ei ole tuuletussäleikköjä ja lisäksi sisältä tulee lämmin ja kostea ilma yläpohjaan.

Asuinkerroksessa ei ole, saunaa lukuun ottamatta, yhtään korvausilmaventtiiliä ja neljästä poistoilmakanavasta merkkisavukokeen perusteella vain pukuhuoneen kanava toimii kunnolla. Lämpökuvauksen perusteella WC:n ja keittiön poistoilmakanavista jonkin verran lämmintä ilmaa virtasi yläpohjaan.

#### 6.11 Muita huomioita

Rakennuksen kuisti ja ulkoportaat ovat heikossa kunnossa. Ne on molemmat uusittava mahdollisimman pian tai tuettava kunnolla.



Kuva 73. Rakennuksen portaat on vaarallisen heikossa kunnossa.

## 6.12 Rakennuksen lämpökuvaus

Lämpökuvaus suoritettiin Dali LT3-P lämpökameralla. Kuvaus tehtiin 29.2-3.3.2016 välisenä aikana. Kuvausten aikana ulkolämpötila vaihteli  $-1^{\circ}\text{C}$  ja  $-3^{\circ}\text{C}$  välillä. Sisälämpötila oli kuvausten aikana välillä  $21^{\circ}\text{C}$  -  $24^{\circ}\text{C}$ .

Lämpökuvausraportti on esitetty liitteessä 1. Rakennuksessa havaittiin useita tarkistusta tai korjausta vaativia kohtia lämpökuvauksen avulla.

## 6.13 Merkkisavukokeet

Merkkisavukokeet suoritettiin merkkisavukynien avulla. Merkkisavukokeiden kuvia on esitetty liitteessä 2. Kokeiden perusteella ei löydetty mitään suurempia haitallisia ilmavirtauksia. Kokeiden avulla todettiin kuitenkin ilmanvaihdon toimimattomuus.

## 6.14 Sisäilmastomittaukset

Mittaukset suoritettiin Pietiko Oy:n sisäilmastomittarilla HD21AB17 24.-28.3.2016 välisenä aikana. Mittalaite sijaitsi makuuhuoneessa, jossa nukkui kaksi aikuista, yksi lapsi sekä koira. Huomioitavaa on, että asunnossa oli lisäksi 4 aikuista 26.-27.3.2016 välisenä aikana. He nukkuivat kuitenkin muissa huoneissa. Mittaustulokset sisäilman lämpötilasta, suhteellisesta kosteudesta sekä hiilidioksidipitoisuudesta on esitetty liitteessä 3. Muita tuloksia ei ole esitetty liitteessä, koska niissä ei ollut mitään oleellista tietoa.

Lämpötila pysyi aika vakiona koko mittausjakson ajan. Ainoastaan 27.3 aamupäivänä lämpötila on selvästi kohonnut. Todennäköisesti aurinko on paistanut huoneen ikkunasta mittalaitteeseen.

Sisäilman suhteellinen kosteus on aika suuri. Kosteus laski aina kun ilmanvaihtoa tehostettiin ikkunatuuletuksella. Kosteuden suuruuteen vaikuttaa myös se, että asunnossa pidettiin peruslämpöä vielä vuorokausi ennen mittausten aloittamista. Lämpötila nostettiin vasta päivää ennen mittausten aloittamista.

Hiilidioksidipitoisuus oli mittausten alkaessa aika alhainen. Tämä johtui siitä, että asunto oli ollut tyhjillään ennen mittausten aloittamista. Hiilidioksidipitoisuus nousi kuitenkin parissa tunnissa yli 1500 ppm:n. 26.3 iltapäivällä CO<sub>2</sub>-pitoisuus ylitti 4000 ppm:n rajan. Tällöin asunnossa oli paikalla 6 aikuista. Kaikki aistivat sisäilman tunkkaisuuden, jolloin aloitettiin ikkunatuuletus. Tämä pudottikin CO<sub>2</sub>-pitoisuutta yli puolella.

Vaikka sisäilmastomittauksissa on jonkin verran virhettä, voidaan niiden perusteella sanoa, että asunnossa on riittämätön ilmanvaihto.

#### 6.15 Kosteussimulointi WUFI:lla

Kosteussimulointi suoritettiin WUFI5-ohjelmalla. Materiaalikirjastoista ei löytynyt suoraan kaikkia rakenteissa käytettyjä materiaaleja. Simuloinnissa pyrittiin käyttämään materiaaleja, jotka mahdollisimman hyvin vastaisi todellisessa rakenteessa olevia materiaaleja.

Sää tiedostona simuloinnissa käytettiin Espoon sää tiedostoa, koska ohjelma ei avannut Jyväskylän sää tiedostoa, joka olisi paremmin vastannut rakennuksen sijainnin sääolosuhteita.

Simuloinnissa sisäilman olosuhteet asetettiin riippuvaiseksi ulkoilman olosuhteista standardin EN 15026 mukaisesti. Simuloinnin laskenta-ajaksi asetettiin 20 vuotta.

Kellarin seinän kosteussimuloinnissa ulkoilman olosuhteet asetettiin vakioksi rankimman mahdollisen olosuhteen mukaisesti, eli suhteellinen kosteus RH asetettiin 100 %:iin.

Kaikki simuloinnit tehtiin ilman pinnoitteita, koska simuloinnissa pinnoite päästää veden rakenteeseen, mutta hidastaa vesihöyryn pääsyä pois rakenteesta.

Simulointeja tehtiin useita, varsinkin kellarin seinästä, olosuhteita muuttaen. Liitteessä 4 on esitetty kuvaajat simuloinneista. Kuvaajissa on nykytilanteet sekä asuinkerroksen, että kellarin seinästä. Lisäksi liitteessä on kuvaajat molemmista seinistä lisälämmöneristyksen jälkeen.

Simulointien tuloksista voidaan nähdä, että asuinkerroksen seinässä on riski homehtumiselle. Purueristeessä suhteellinen kosteus RH nousee yli 80 %:iin. Ulkopuolisella lisälämmöneristyksellä tilanne paranee huomattavasti.

Kellarin seinän simuloinnista voidaan todeta, että rakenne toimii jotenkin nykyiselläänkin, mikäli kellarin ilmanvaihto pitää sisäilman suhteellisen kosteuden RH:n alle 60 %:ssa. Rakenteen toimivuus edellyttää myös, että seinän sisäpintaan ei laiteta mitään vesihöyryn läpäisyä hidastavaa pinnoitetta. Ulkopuolisella lisälämmöneristyksellä XPS-levyllä tilanne paranee huomattavasti. Kuvaajasta nähdään, että suhteellinen kosteus RH, on sisäpuolisessa eristeessä huomattavasti alhaisempi kuin alkuperäisessä tilanteessa. Kellarin seinän kosteusrasitusta voidaan pienentää myös salaojajärjestelmällä.

Simulointien tulokset ovat vain suuntaa antavia, mutta kertovat jotain rakenteiden kosteusteknisestä toimivuudesta.

## **7 Korjaussuunnitelma**

Jokaiseen korjauskohteeseen on tehty kaksi vaihtoehtoista korjaussuunnitelmaa, jos se vain on ollut mahdollista. Ensimmäinen vaihtoehto on vanhojen rakenteiden kunnostaminen ja sitä kautta muutamien lisäkäyttövuosien saavuttaminen. Toisessa vaihtoehdossa on esitetty huonokuntoisten rakenteiden uusiminen.

Välttämättä vanhan rakenteen kunnostaminen ei ole kaikissa kohteissa taloudellisesti järkevää, varsinkaan, jos kunnostuksen joutuu teettämään ulkopuolisella yrityksellä.

### **7.1 Rakennuksen ulkopuoliset tekijät**

Perusmuurin vierellä kulkeva kuoppa tulisi täyttää niin, että maa viettäisi rakennuksesta pois päin myös perusmuurin vierellä. Kellaritilojen kosteusrasitusta voitaisiin pienentää merkittävästi asentamalla rakennuksen ympärille salaojat. Myös toimiva sadevesijärjestelmä vähentäisi perusmuuriin ja sitä kautta myös kellariin kohdistuvaa kosteusrasitusta.

## 7.2 Rakennuksen ulkopinnat

Muuratun hormin rapautunut osa tulisi purkaa ja muurata uudestaan. Samalla hormi voidaan pellittää ja asentaa piipunhattu.

Vesikatteen kaikki naulat olisi hyvä vaihtaa kateruuveihin, pienet reiät tulisi paikata esimerkiksi bitumiteipillä, päätyräystäiden lahonneet puuosat tulisi vaihtaa ja samalla räystätöllyt olisi hyvä pellittää, peltikatteen ja seinän liittymä tulisi tehdä asianmukaisesti, kaikki läpiviennit tulisi tiivistää ja lopuksi katto olisi hyvä pestä ja maalata joustavalla maalilla tai pinnoitteella. Kaiken tuon työn jälkeen vesikatto ei välttämättä ole tiivis kovin pitkään. Täytyy myös muistaa, ettei kattopelti kestä astumista, mikä hankaloittaa korjaamista.

Vesikatto olisi hyvä uusita kokonaisuudessaan ja samalla asentaa asianmukainen aluskate ja tehdä läpiviennit tiiviiksi. Vesikourut syöksytorvilla tulisi myös uusita. Nykyisen vesikatteen kunnostaminen on hankalaa, mutta huomattavasti edullisempi vaihtoehto.

Sokkelista tulisi korjata rapautuneet kohdat laastipaikkauksella. Jos puiset kellarin ikkunat eivät ole täysin lahonneet, niistä voidaan kaapia vanha irtoava maali pois ja maalata uudestaan. Samalla kannattaa asentaa kellarin ikkunoihin ikkunapellit tai tehdä pieni kaato jollain muulla tavoin ikkuna-aukon pohjalle. Perusmuurin ulkopuolista lämmön- ja vedeneristystä kannattaa harkita siinä vaiheessa, jos ulkoseinien puuverhous uusitaan ja tehdään tuuletusraolla. Tällöin seinärakenne kasvaa ulospäin, jolloin ei haittaisi, että sokkelin pintakin siirtyy hieman ulospäin. Jos tällaiseen ratkaisuun päädytään, kannattaa samalla kaivuulla asentaa salaoja- ja sadevesijärjestelmät.

Rakennuksen puuverhous voidaan kunnostaa, mutta se on erittäin suuritöinen urakka. Puupaneeleista tulisi poistaa vanha lateksimaali kokonaan ja vaihtaa muutama lahonnut paneelin pala. Maalinpoistoon voisi kokeilla soodapuhallusta, mutta se ei välttämättä toimi lateksimaalin poistamisessa. Tämän jälkeen puupinnat olisi hyvä käsitellä jollain pohjusteaineella, esimerkiksi peruskyllästeellä joka estää puupintaa homehtumasta. Lopuksi puupinnat tulisi maalata jollain hengittävällä maalilla, esimerkiksi petroliöljymaalilla. Kyseisen maalin etuna on, että se ei vaadi erillistä pohjamaalausta.

Toinen vaihtoehto on purkaa nykyinen puuverhous ja tehdä julkisivut kokonaan uusiksi. Uusi julkisivu kannattaa tehdä tuuletusraolla ja asentaa seinälle ensin tuulensuojalevyt, jolloin rakennuksen lämmöneristyskin paranee.

Nykyiset ikkunat ovat kunnostettavissa pintakäsittelyllä. Etelän ja idän puoleiset ulkoikkunat vaativat myös puuosien vaihtamista. Ulko-ikkunoiden pokiin olisi hyvä tehdä pari reikää ala- ja yläreunaan, jolloin ulkoikkunan lasin sisäpinnan huurustumisen ja jäätyminen todennäköisesti loppuisi.

Jos rakennusta aletaan käyttämään ympärivuotisesti, kannattaa suuritoinen ikkunoiden kunnostus unohtaa ja vaihtaa energiataloudellisemmat uudet ikkunat vanhojen tilalle. Ikkunapellitykset pitäisi myös uusida niin, että pellityksien päädyt on nostettu ylöspäin.

Ulko-ovi kannattaa uusida karmeineen ihan suosiolla. Sisäänkäynnin yhteydessä olevat portaat tulisi uusida mahdollisimman pian. Jos portaiden yläosaan tehdään tasanne, tulisi sen olla hieman nykyistä alempana, ettei siihen kertyvä lumi sulaessaan valu oven ja kynnyksen väliin. Myös ulko-oven edustalle olisi hyvä asentaa kynnykseltä.

### 7.3 Rakennuksen sisätilat

Asuinkerroksen kaikki huoneet vierashuonetta lukuun ottamatta kaipaisi pintaremonttia. Tuulikaapissa kaikki levyt seiniltä ja katosta tulisi uusida, koska nykyisissä on homepilkkuja. Tuulikaapin lattia olisi hyvä avata korjauksen yhteydessä ja varmistaa ettei eristeet ole märkiä. Tuulikaapissa kannattaa käyttää hyvin kosteutta kestäviä materiaaleja.

Pukuhuoneen lattian eristeet on tarkistettu ja todettu kuiviksi yhdestä kohtaa. Pukuhuoneen lattian levytys olisi hyvä uusida ja samalla voidaan tarkastaa lattian rakenteet ja eristeet laajemmalla alueella. Lattian pintamateriaaliksi kannattaa valita jokin hyvin kosteutta kestävä vaihtoehto. Pukuhuoneen seinä- ja kattopinnot voidaan pintakäsitellä tai halutessa uusida pintamateriaalit. Seinissä ja katossa olisi myös hyvä käyttää hyvin kosteutta kestäviä materiaaleja.

Saunassa on jo tehty korjaustoimenpiteitä, joilla on saatu lisäkäyttövuosia. Saunan betoninen lattialaatta on tällä hetkellä ainakin osittain tyhjän päällä. Lattialaatan purkua kannattaa tulevaisuudessa harkita. Uuden lattialaatan alle voidaan tehdä asianmukainen lämmöneristys.

Keittiön kaapistot tulisi uusia. Nykyisten kaappien lastulevyrungot ovat sisäpuolilta pinnoittamattomia ja kastuneet. Lastulevyistä irtoaa pölyä ja niissä näkyy homepilkkuja. Ennen uusien kaappien asennusta lattian vanha maalipinta kannattaa pestä, hioa ja huoltomaalata. Myös liesi ja liesituuletin olisi syytä uusia.

Makuuhuoneessa kiinteiden vaatekaappien sisäpinnat olisi hyvä maalata tai levyttää esimerkiksi kovalevyllä. Kaappien sisäpinnat ovat käsittelemätöntä huoko- ja lastulevyä, joista irtoaa pölyä vaatteisiin ja huoneilmaan. Seuraavan pintaremontin yhteydessä makuuhuoneen ulkonurkan tiiveys tulisi tarkastaa. Olohuone ja Eteinen kaipaavat lähinnä pintaremonttia. Eteisen niiden väliovien uusimista kannattaa harkita jotka ovat tuulikaappiin, kellariin ja yläpohjaan vievissä oviaukoissa. Vähintään täytyy varmistaa nykyisten ovien tiiveys.

WC:n kaikki pinnat ja kalusteet olisi hyvä uusia. Remontin yhteydessä lattiaa olisi hyvä avata hieman enemmänkin ja tarkistaa ettei lattiarakenteissa ole kosteus- tai homevaurioita. Lattian uusiminen kannattaa tehdä viemäri- ja käyttövesiputkien uusimisen yhteydessä.

Kellari tulisi tyhjentää kaikesta homehtuvasta materiaalista. Kaikki pinnat tulisi pestä homepesulla. Mitään homehtuvaa materiaalia ei tulisi säilyttää kellarissa suorassa kosketuksessa lattiaan tai seiniin. Tärkeää on järjestää kellariin riittävä ilmanvaihto.

Yläpohja tulisi tyhjentää ylimääräisestä tavarasta sekä poistaa muovipressut. Yläpohjan tuulettusta olisi hyvä parantaa tekemällä seiniin tuuletusaukkoja. Puuttuvat eristeet tulisi korvata uudella eristeellä. Myös muovipressujen alta mahdollisesti homehtuneet eristeet tulee korvata uudella eristeellä. Eristeenä voidaan käyttää esimerkiksi puhallettavaa ekovillaa. Ilmanvaihtoputket tulee jatkaa vesikaton yläpuolelle ja eristää.

#### 7.4 Talotekniikka

Sähköjärjestelmän kuntoon ei tässä työssä otettu kantaa. Ainoastaan sähkökeskuksen ja vanhojen upotettujen pistorasioiden taustat on tarkistettava ja lisättävä lämmöneristettä, ettei kylmiin metallipintoihin tiivisty kosteutta.



Vanhat valurautaiset viemäriputket olisi hyvä purkaa ja korvata muovisilla. Välttämättä talon alla kulkevaa putkea ei kannata lähteä uusimaan. Alueelle yritetään saada lähivuosi- kunnallista viemäriverkostoa, ja vaikka se ei onnistuisikaan, nykyiset sakosäiliöt on korvattava jollain nykymääräykset täyttävällä järjestelmällä. Samalla voidaan uusia rakennuksesta ulos menevät viemäriputket, eikä niitä tarvitse kaivaa kellarin lattian alle.

Nykyinen pieni vesivaraaja olisi hyvä vaihtaa suurempaan. Käyttövesiputket olisi hyvä uusia samalla. Putkien asennus, eristys ja läpivientien tiivistys tulee tehdä asianmukaisesti. Suihkulle putket olisi hyvä tuoda ylhäältäpäin ja keittiössä allaskaapin sisään, jolloin nykyinen keittiön seinässä oleva suihkuhana voidaan vaihtaa normaaliin keittiöhaanaan astianpesukoneliitännällä.

Ilmanvaihtoa tulisi parantaa sekä kellarissa, asuinkerroksessa että yläpohjassa. Kellarin nykyiset korvausilma-aukot tulee avata ja tarvittaessa tehdä lisää. Kellarista täytyisi saada kostea ilma jotenkin poistumaan. Yksi vaihtoehto olisi hyödyntää käytöstä poistetun lämmityskattilan savuhormia. Se on ainut kanava kellarista vesikaton yläpuolelle, jonne jäteilma on johdettava. Pelkästään painovoimaisesti järjestettynä ilmanvaihto ei ole riittävä kellaritiloissa, joissa kosteusrasitus on suurta, vaan tarvitaan esimerkiksi huipputuuletin tai kanavapuhallin.

Yläpohjan tuuletusta voidaan parantaa tekemällä seinien yläosiin aukkoja jokaisen kattotuolin väliin. Lisäksi tulisi tehdä ilmanvaihtoaukot päätykolmioiden yläosiin. Lisäksi asuinkerroksen poistoilmaputket tulee johtaa vesikaton ulkopuolelle, ettei kostea ilma tule sisätiloista yläpohjaan.

Asuinkerrokseen tulisi tehdä korvausilmaventtiilit jokaiseen huoneeseen. WC:n, keittiön ja saunan poistoilmakanavat täytyy saada toimimaan. Keittiössä kanavaan voidaan liittää liesituuletin, jolloin ilmanvaihtoa voidaan tarvittaessa tehostaa. Poistoilmaa ei voida tehostaa, ellei ole huolehdittu siitä, että korvausilma tulee hallitusti.

Asuinkerroksessa huonekorkeus mahdollistaisi myös koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän asennuksen. Jos rakennusta aletaan käyttämään säännöllisesti ympärivuotisesti, kannattaa järjestelmän asentamista harkita. Myös ilmalämpöpumpun asennusta kannattaa harkita, mikäli rakennusta käytetään talvella.

## 8 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli selvittää vanhan puurakenteisen omakotitalon nykkynto sekä korjaustarpeet ja pohtia erilaisia korjausmenetelmiä. Mielestäni rakennuksen nykykunnosta sekä korjaustarpeista saatiin aika kattava käsitys. Korjausmenetelmiä pohdittaessa todennäköisesti järkevimmäksi ratkaisuksi osoittautui mahdollisimman pitkälle nykyisten rakenteiden korjaus, joilla rakennukselle saada joitain lisäkäyttövuosia.

Työn aihe oli mielenkiintoinen ja työ itselle opettavainen ja antoisa, koska olen kiinnostunut erityisesti vanhemmista pientaloista kokonaisuutena. Työn aikana heräsi kiinnostus erityisesti ilmanvaihtoon liittyviin asioihin.

Tutkimusmenetelmistä lämpökuvat kertoivat paljon rakennuksen ilma- ja lämpövuodoista. Merkkisavukokeita oli hankala tulkita, varsinkin kun menetelmästä ei ollut aiempaa kokemusta. Merkkisavukokeet eivät paljastaneet mitään selviä ilmapuotoja. Ilmanvaihdon toimintaa / toimimattomuutta oli hyvin havainnollista tarkastella merkkisavun avulla ja kokeet tukivat sisäilmastomittausten tuloksia riittämättömästä ilmanvaihdosta. Simuloinnin avulla saatiin selvitettyä, että nykyiset seinärakenteet ovat sellaisenaan toimivia, kunhan riittävästä ilmanvaihdosta on huolehdittu.

Suurimmat ongelmat rakennuksessa johtuvat vuotavasta vesikatosta sekä riittämättömästä ilmanvaihdosta kellarissa, asuintiloissa sekä yläpohjassa. Myös huonokuntoiset viemäriputket ovat aiheuttaneet kosteusvaurioita. Monilta vaurioilta olisi voitu välttyä, jos vaurioiden aiheuttajia olisi korjattu aiemmin, eikä vain korjattu syntyneitä vaurioita.

Rakennus vaatii melko paljon pienempiä ja suurempia korjauksia. Taloudellisesti voisi olla järkevämpää purkaa nykyinen rakennus ja rakentaa uusi vapaa-ajan asunto. Varsinkin, jos rakennusta tullaan käyttämään ympärivuotisesti. Suurella omalla työpanoksella rakennuksen korjaaminen voi olla kuitenkin kannattavaa.

Rakennuksen korjauksissa tulee ottaa huomioon, miten sitä tullaan jatkossa käyttämään. Säännöllisessä ympärivuotisessa käytössä kannattaa miettiä laajempia korjauksia kuin siinä tapauksessa, että rakennusta käytetään vain kesäisin lyhyen aikaa. Terveysteen vaikuttavat asiat on kuitenkin korjattava, vaikka rakennusta käytettäisiinkin vain kesäisin. Rakennukseen liittyy myös paljon tunnearvoa, jota ei voi mitata rahassa.

Lisätutkimuksina voisi harkita paine-eromittauksia esimerkiksi asuin- ja kellarikerroksen välillä. Lisäksi korjausten yhteydessä olisi hyvä hieman avata rakennetta, varsinkin eteisen, wc:n ja keittiön lattioista, ja varmistaa rakenteiden ja eristeiden kunto.

## Lähteet

- 1 <[http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus\\_artikkelit/fi\\_FI/Pientalojen\\_rakenteet\\_1940-1970/](http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/Korjaus_artikkelit/fi_FI/Pientalojen_rakenteet_1940-1970/)> Luettu 12.2.2016
- 2 <<http://www.korjaustieto.fi/pientalot/sisailmaongelmat/kosteus-ja-homevauriot/tyypilliset-kosteus-ja-homevauriot-1960-luvulla-ja-aiemmin-rakennetuissa-pientaloissa.html>> Luettu 12.2.2016
- 3 Ruotsalainen Sakari, Diplomityö, 1960- ja -70 lukujen matalat tyyppitalot ja asuminen muutos, Tampereen teknillinen yliopisto 2011
- 4 Ympäristöopas 29, Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. Ympäristöministeriö 1997
- 5 Ojala Kari, Talo ilman hometta, Into 2013
- 6 <<http://slideplayer.biz/slide/2846894/>> Luettu 17.2.2016
- 7 <Hometalkoot.fi> Luettu 15.2.2016
- 8 Rantala Joni, Opinnäytetyö, Perustamisratkaisujen aiheuttamat ongelmat 1950-2000-luvun pientaloissa, Kymenlaakson ammattikorkeakoulu 2011
- 9 Hemgren Per, Pientalon perustukset, Rakennustieto 2007
- 10 Hekkanen Martti, Pientalon kuntoarvio, Rakennustieto, Ympäristöministeriö, 1998
- 11 Hemgren Per, Wannfors Henrik, Uusi pientalon käsikirja, Tammi 2012
- 12 <[http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/rakenteita\\_ja\\_rakennusosia/fi\\_FI/Ulkomaalaus/](http://www.rakennusperinto.fi/Hoito/rakenteita_ja_rakennusosia/fi_FI/Ulkomaalaus/)> Luettu 17.2.2016
- 13 <<http://www.korjaustieto.fi/pientalot/suunnitelmallinen-talonpito/kuntoarvio-ja-tutkimus-kartoittavat-rakenteiden-tilaa.html>> Luettu 17.2.2016
- 14 KH 90-00394, Kuntotarkastus asuntokaupan yhteydessä suoritusohje 2007
- 15 Saksa Juha, Opinnäytetyö, Puisen omakotitalon kuntotutkimus, Vaasan ammattikorkeakoulu 2012
- 16 <<http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Perusperiaatteet>> Luettu 17.2.2016

- 17 <<http://www.sapry.fi/fi/Tutkimukset/Kosteus-%20ja%20homevaurioselvitykset/>> Luettu 17.2.2016
- 18 <[http://www.tikkurila.fi/kotimaalarit/ohjeet/yleisimmat\\_haasteet/huomioitavaa\\_ulkomaalauksessa/maalin\\_tunnistus](http://www.tikkurila.fi/kotimaalarit/ohjeet/yleisimmat_haasteet/huomioitavaa_ulkomaalauksessa/maalin_tunnistus)> Luettu 7.3.2016
- 19 Leppäharju Joni, Opinnäytetyö, Teema Talot Oy talotuotannon laadunvarmistus painekokeen avulla, Seinäjoen ammattikorkeakoulu 2010
- 20 <<http://www.isover.fi/suunnittelu/ilmatiivis-rakentaminen/ilmatiiviyden-mittaaminen>> Luettu 11.2.2016
- 21 <<http://www.lampokuva.com/index.html>> Luettu 11.2.2016
- 22 Karnaattu Risto, Pesonen Reijo, Opinnäytetyö, Piilevien kosteusvaurioiden aiheuttamat terveyshaitat, Itä-Suomen yliopisto, Kuopio 2012
- 23 <<http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Rakennus-tekniset-tutkimukset/Rakenteiden-avaukset>> Luettu 11.2.2016
- 24 <<http://www.hengitysliitto.fi/fi/uutiset/homekorjauksilla-suomi-kuntoon>> Luettu 11.2.2016
- 25 Paloniitty Sauli, Rakennuksen lämpökuvaus, Hämeen ammattikorkeakoulu 2004
- 26 Asumisterveysohje, Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät, sosiaali- ja terveysministeriö 2003
- 27 Saari Sami, Opinnäytetyö, Kosteus- ja lämpösimulointi WUFI Pro 4.2.0- ja WUFI 2D 3.3.0-ohjelmilla, Oulun ammattikorkeakoulu 2015
- 28 Varpiola Jukka, Opinnäytetyö, Lämmön- ja kosteudensiirron simulointi WUFI 5.1 Pro-ohjelmistolla 2013

**Liite 1: Lämpökuvausraportti**

# Rantatöysäntie 465 lämpökuvaus

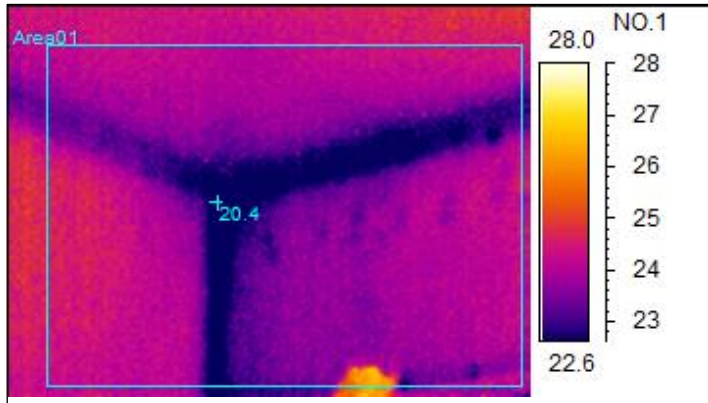
Markus Holm

2016-03-03

Lämpökuvaus suoritettiin Dali LT3-P lämpökameralla. Kuvaus tehtiin 29.2-3.3.2016 välisenä aikana. Kuvausten aikana ulkolämpötila vaihteli  $-1^{\circ}\text{C}$  ja  $-3^{\circ}\text{C}$  välillä. Sisälämpötila oli kuvausten aikana välillä  $21^{\circ}\text{C}$  -  $24^{\circ}\text{C}$ .

Section	Camera type	Created date	Created time
Katon ja seinän liittymä	Dali LT3-P	2016-03-03	12:36:05

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	22.4 °C
Area analysis	Value
Area01Min	20.4 °C

## Fault Analysis

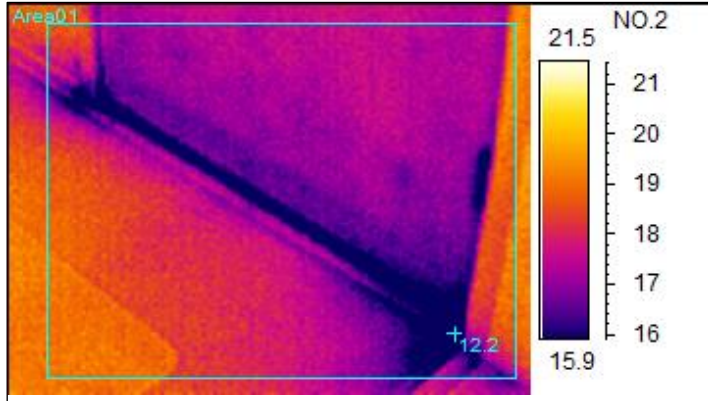
Liittymäkohdissa lieviä kylmäsiltoja. Lämpötilaerot ovat kuitenkin pienet.

## Suggestion

Ei vaadi välittömiä korjaustoimenpiteitä.

Section	Camera type	Created date	Created time
Ovi yläpohjaan	Dali LT3-P	2016-02-29	19:11:52

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	24.5 °C
Area analysis	Value
Area01Min	12.2 °C

## Fault Analysis

Oven eristyskyky on heikko. Lisäksi oven saumoissa on suuret raot, jotka oli kuvaushetkellä teipattu umpeen.

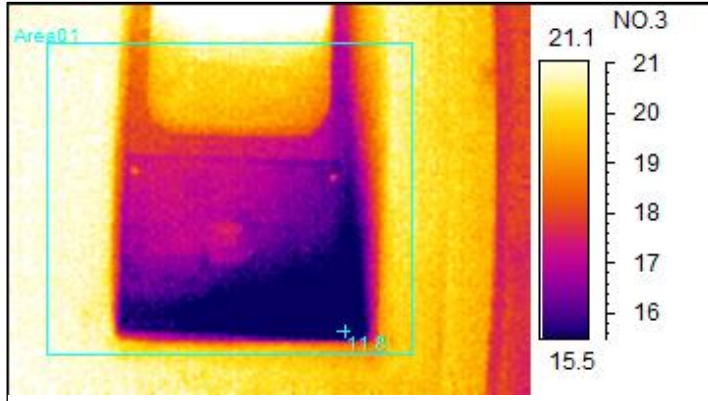
## Suggestion

Ovi kannattaisi vaihtaa paremmin eristävään oveen tai lisäeristää nykyinen ovi kylmältä puolelta. Oven saumat tulisi tiivistää.



Section	Camera type	Created date	Created time
Sähkökeskus	Dali LT3-P	2016-03-02	10:21:00

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	21.5 °C
Area analysis	Value
Area01Min	11.8 °C

### Fault Analysis

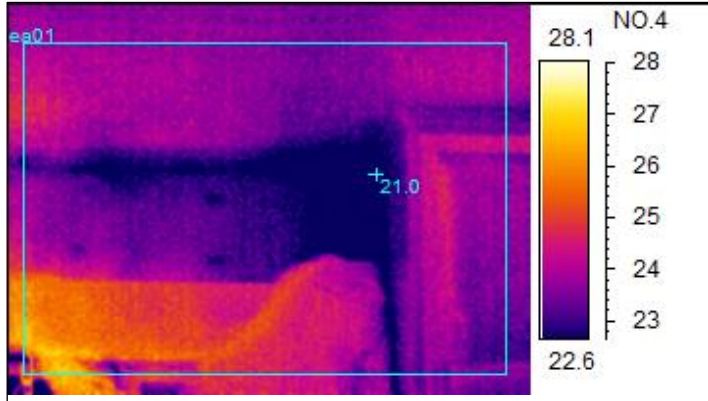
Sähkökeskus on upotettu seinään ja keskuksen takana ei ole riittävästi eristettä. On olemassa riski, että kostettu tiivisty sähkökeskuksen kylmille metallipinnoille.

### Suggestion

Selvitettävä pääsisikö keskuksen taakse lisäämään eristettä.

Section	Camera type	Created date	Created time
Katon ja seinän liittymä	Dali LT3-P	2016-03-03	12:36:08

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	22.9 °C
Area analysis	Value
Area01Min	21.0 °C

## Fault Analysis

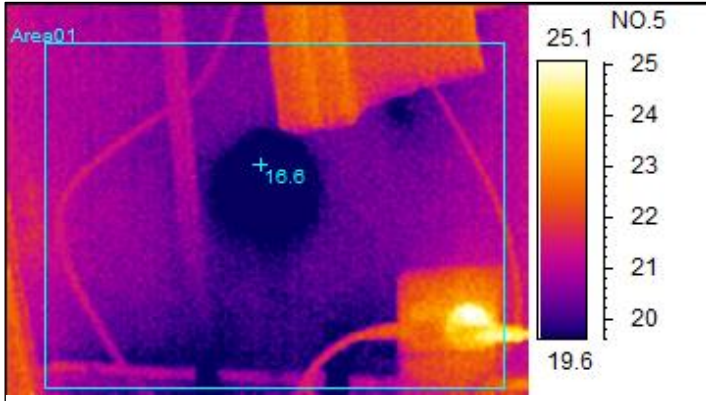
Liittymässä lievä kylmäsilta. Lämpötilaero kuitenkin pieni.

## Suggestion

Ei vaadi välittömiä korjaustoimenpiteitä.

Section	Camera type	Created date	Created time
Upotettu pistorasia	Dali LT3-P	2016-02-29	19:15:28

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	24.6 °C
Area analysis	Value
Area01Min	16.6 °C

Fault Analysis

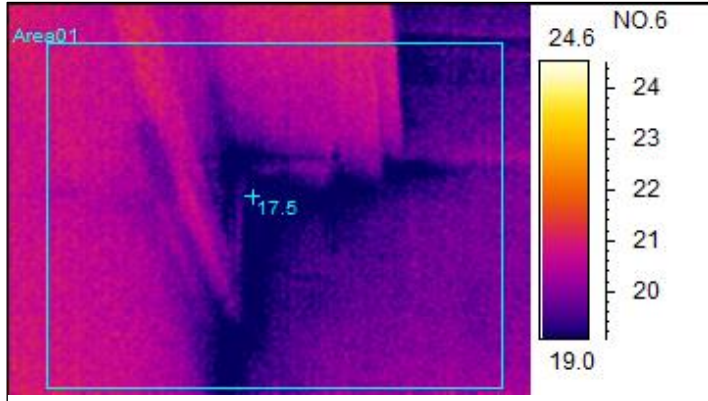
Upotetun pistorasian takana vähän eristettä.

Suggestion

Tarkastetaan onko pistorasian takana tyhjää tilaa, jos on, niin täytetään tila eristeellä.

Section	Camera type	Created date	Created time
Lattian ja väliseinän liittymä	Dali LT3-P	2016-03-01	10:50:22

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	21.4 °C
Area analysis	Value
Area01Min	17.5 °C

### Fault Analysis

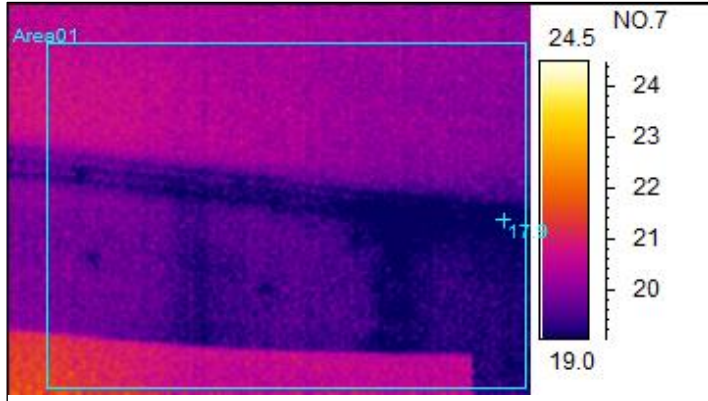
Keittiön kaapin ja lattian liittymän kohta kylmä. Kaapin sisällä on kaksi ilmanvaihtoaukkoa ulkoseinässä, kaapin sisällä on kylmää ilmaa.

### Suggestion

Kaapit puretaan keittiöremontin yhteydessä ja samalla ilmanvaihtoaukot tukitaan. Uudet korvaus-ilma-aukot tehdään muualle.

Section	Camera type	Created date	Created time
Katon ja seinän liittymä	Dali LT3-P	2016-03-02	10:45:04

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	23.1 °C
Area analysis	Value
Area01Min	17.9 °C

## Fault Analysis

Katon ja seinän liittymäkohdassa on lievä kylmäsilta. Lisäksi seinän runkopuut johtavat hieman kylmää.

## Suggestion

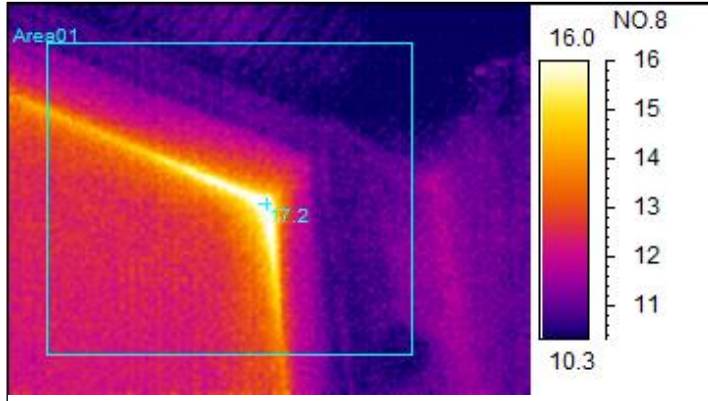
Ei vaadi välittömiä korjaustoimenpiteitä.

# Kellari

Liite 1  
9 (39)

Section	Camera type	Created date	Created time
Ovi asuinkerrokseen	Dali LT3-P	2016-03-01	10:52:22

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	22.0 °C
Area analysis	Value
Area01Max	17.2 °C

Fault Analysis

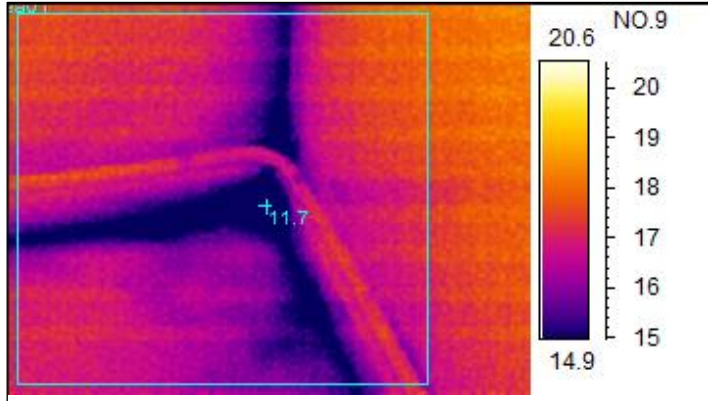
Kellarin ovi ei eristä kovin hyvin lämpöä. Lisäksi oven sauma ei ole tiivis.

Suggestion

Vähintään saumoja tiivistettävä. Oven vaihtamista tai lisäeristämistä kellarin puolelta kannattaa harkita.

Section	Camera type	Created date	Created time
Lattian ja seinän liittymä	Dali LT3-P	2016-02-29	19:18:22

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	24.8 °C
Area analysis	Value
Area01Min	11.7 °C

Fault Analysis

Nurkasta tulee johtumalla kylmää sisätiloihin

Suggestion

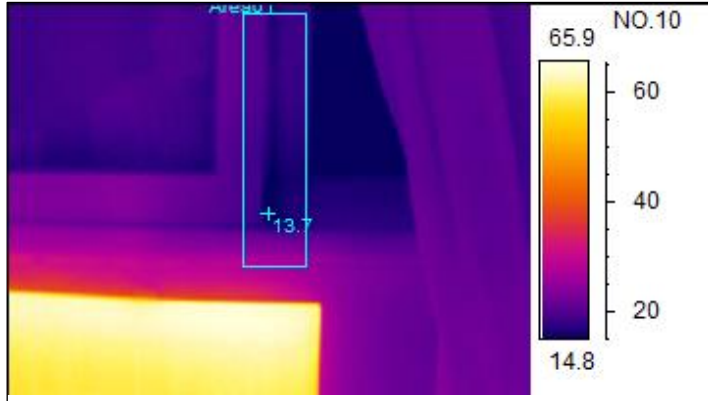
Seuraavan pintaremontin yhteydessä tutkitaan nurkan rakennetta tarkemmin. Mahdollisesti nurkan tiivistys ja sisäpuolinen lisäeristys, esimerkiksi huokoisella kuitulevyllä. Rakenneavauksella voidaan myös varmistaa ettei alasidepuussa ole kosteusvauriota.

# Makuuhuone

Liite 1  
11 (39)

Section	Camera type	Created date	Created time
Ikkuna	Dali LT3-P	2016-02-29	19:20:04

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	24.8 °C
Area analysis	Value
Area01Min	13.7 °C

Fault Analysis

Ikkunan saumasta ei ole tiivis.

Suggestion

Huoneessa ei ole korvausilmaventtiiliä, jolloin korvausilma tulee ikkunan epätiiviyistä saumasta. Huoneeseen kannattaa tehdä uusi korvausilmaventtiili ja sen jälkeen tiivistää ikkuna.

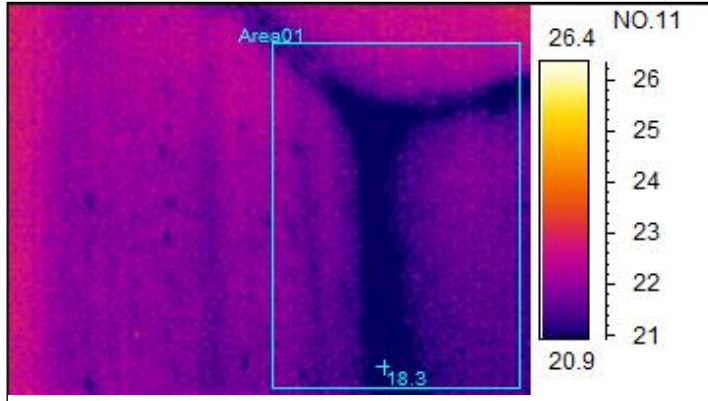


# Olohuone

Liite 1  
12 (39)

Section	Camera type	Created date	Created time
Katon ja seinän liittymä	Dali LT3-P	2016-02-29	17:07:34

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	22.9 °C
Area analysis	Value
Area01Min	18.3 °C

Fault Analysis

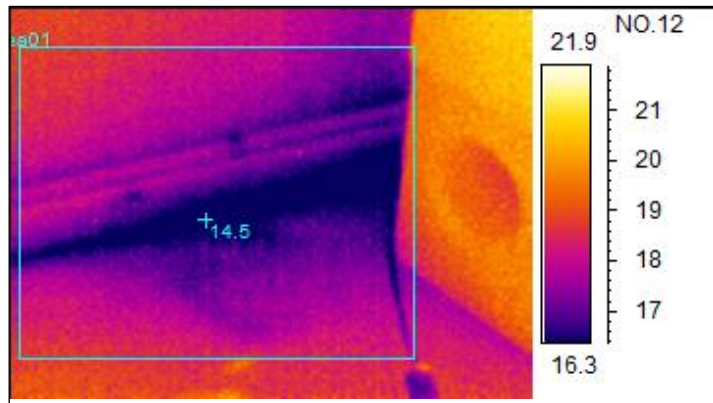
Nurkasta tulee sisälle kylmää johtumalla. Lämpötilaerot kuitenkin aika pienet.

Suggestion

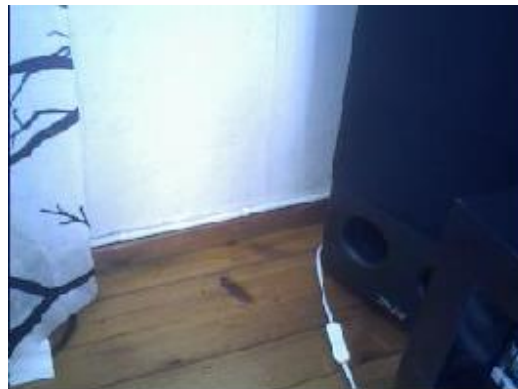
Ei vaadi välittömiä korjaustoimenpiteitä.

Section	Camera type	Created date	Created time
Lattian ja seinän liittymä	Dali LT3-P	2016-03-02	10:43:28

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	23.0 °C
Area analysis	Value
Area01Min	14.5 °C

Fault Analysis

Liittymäkohdasta tulee sisälle johtumalla kylmää.

Suggestion

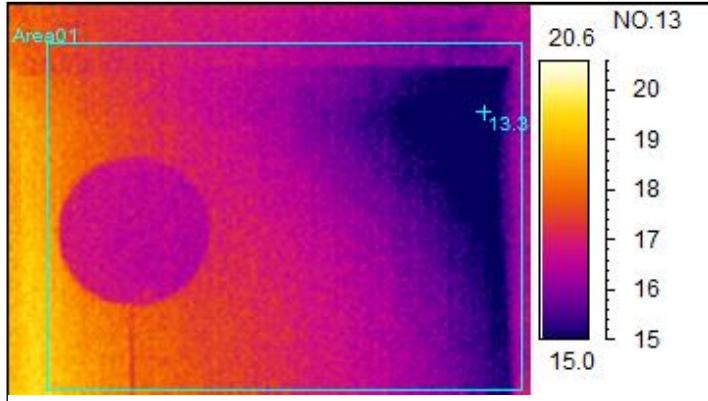
Seuraavan pintaremontin yhteydessä tutkitaan nurkan rakennetta tarkemmin. Mahdollisesti nurkan tiivistys ja sisäpuolinen lisäeristys, esimerkiksi huokoisella kuitulevyllä. Rakenneavauksella voidaan myös varmistaa, ettei alasidepuussa ole kosteusvauriota.

# Pukuhuone

Liite 1  
14 (39)

Section	Camera type	Created date	Created time
Poistoilmakanava	Dali LT3-P	2016-03-02	10:24:06

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	21.7 °C
Area analysis	Value
Area01Min	13.3 °C

Fault Analysis

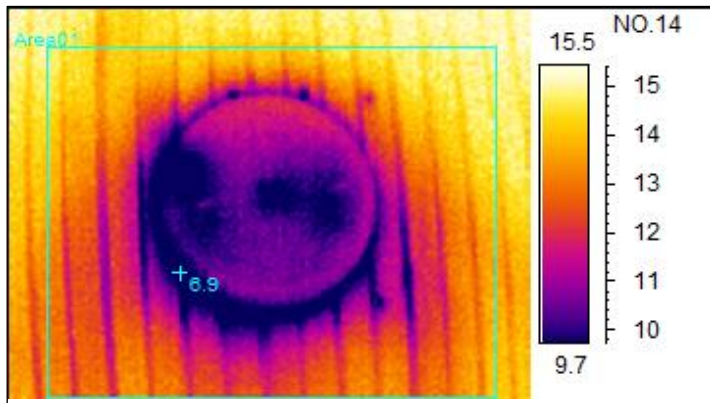
Poistoilmaventtiili erottuu hieman viileämpänä. Muurin saunan puoli on lämpöisenä, koska kiu-  
kaassa on lähiaikana poltettu puita.

Suggestion

Ei vaadi välittömiä korjaustoimenpiteitä.

Section	Camera type	Created date	Created time
Ilmanvaihtoventtiili	Dali LT3-P	2016-03-02	10:25:06

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	21.7 °C
Area analysis	Value
Area01Min	6.9 °C

Fault Analysis

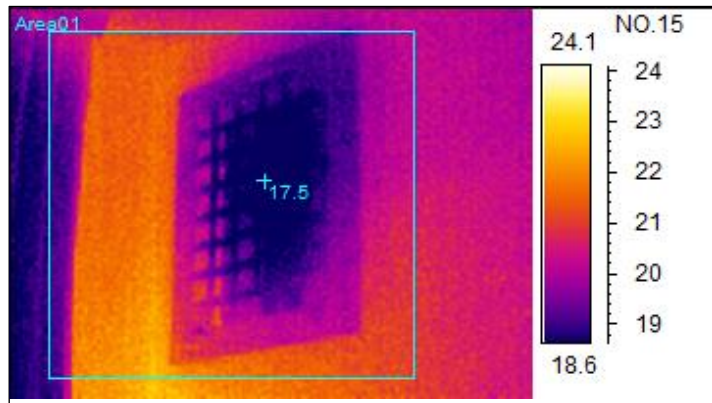
Saunan korvausilmaventtiili erottuu kylmänä.

Suggestion

Ei vaadi välittömiä korjaustoimenpiteitä.

Section	Camera type	Created date	Created time
Poistoilmakanava	Dali LT3-P	2016-03-02	10:25:50

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	21.7 °C
Area analysis	Value
Area01Min	17.5 °C

Fault Analysis

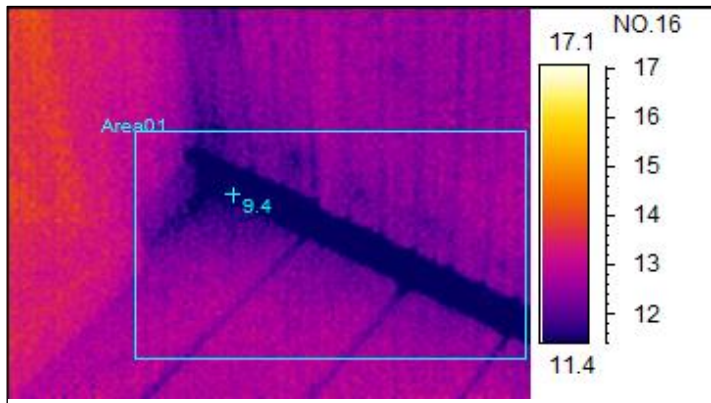
Saunan poistoilmakanava erottuu kylmänä.

Suggestion

Ei vaadi välittömiä korjaustoimenpiteitä.

Section	Camera type	Created date	Created time
Perusmuuri	Dali LT3-P	2016-03-02	10:28:38

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	21.6 °C
Area analysis	Value
Area01Min	9.4 °C

Fault Analysis

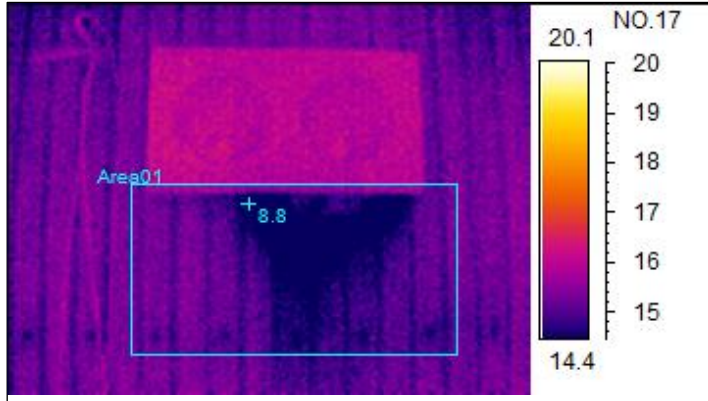
Eristämättömän perusmuurin yläosassa sisäpinnalla oleva "tippapeltti" on kylmä.

Suggestion

Mahdollisesti perusmuurin lämmöneristäminen ulkopuolelta.

Section	Camera type	Created date	Created time
Kesken jäänyt ilmanvaihtoaukko	Dali LT3-P	2016-03-02	10:29:30

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	21.5 °C
Area analysis	Value
Area01Min	8.8 °C

### Fault Analysis

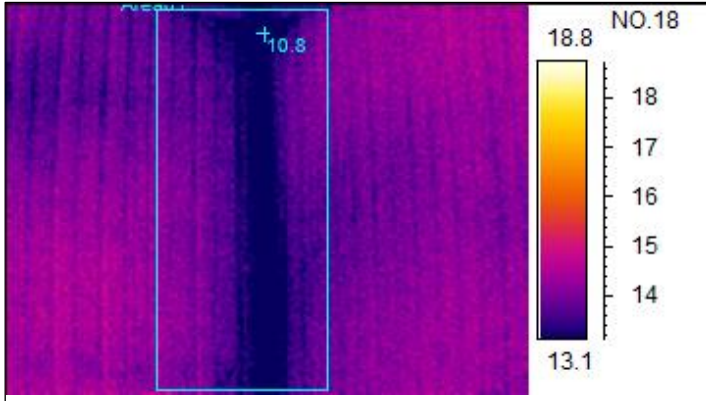
Alun perin korvausilmakanavaksi tarkoitettu kohta kylmänä, koska aukon kohdalla ei ole kuin julkisivulaudat.

### Suggestion

Avataan aukko ulos asti ja asennetaan asianmukainen venttiili, putki ja säleikkö ulkopuolelle.

Section	Camera type	Created date	Created time
Ulkonurkka	Dali LT3-P	2016-03-02	10:30:34

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	21.5 °C
Area analysis	Value
Area01Min	10.8 °C

Fault Analysis

Ulkonurkasta johtuu kylmää sisälle.

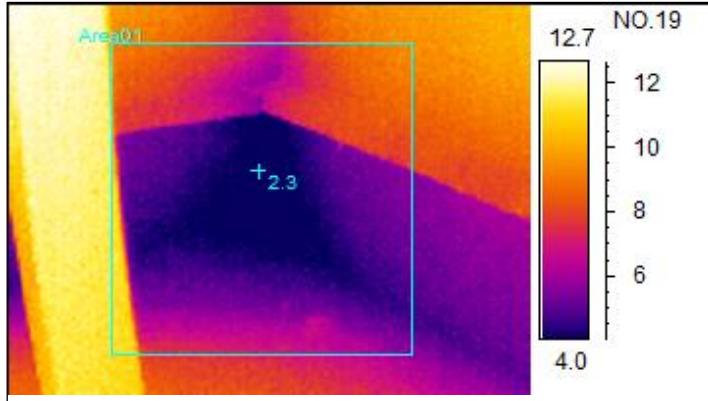
Suggestion

Seuraavan saunaremontin yhteydessä tarkastetaan seinien eristeet ja parannetaan/uusitaan ne.



Section	Camera type	Created date	Created time
Perusmuuri ulkonurkka	Dali LT3-P	2016-03-02	10:31:30

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	21.5 °C
Area analysis	Value
Area01Min	2.3 °C

## Fault Analysis

Eristämättömän perusmuurin nurkka erottuu kylmänä.

## Suggestion

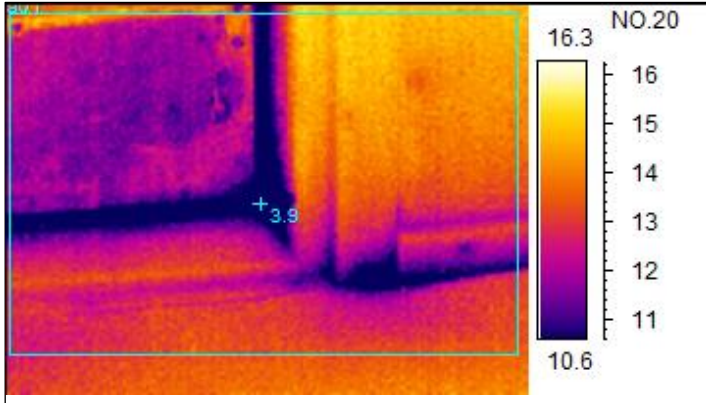
Mahdollisesti perusmuurin lämmöneristäminen ulkopuolelta.

# Tuulikaappi

Liite 1  
21 (39)

Section	Camera type	Created date	Created time
Ulko-ovi ja lattian ja seinän liittymä	Dali LT3-P	2016-02-29	19:23:08

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	24.9 °C
Area analysis	Value
Area01Min	3.9 °C

## Fault Analysis

Huonosti eristävä ulko-ovi johtaa kylmää sisällä. Ulko-oven saumoista pääsee kylmää ilmaa sisälle. Ulkoseinän ja lattian sauma on myös kylmänä.

## Suggestion

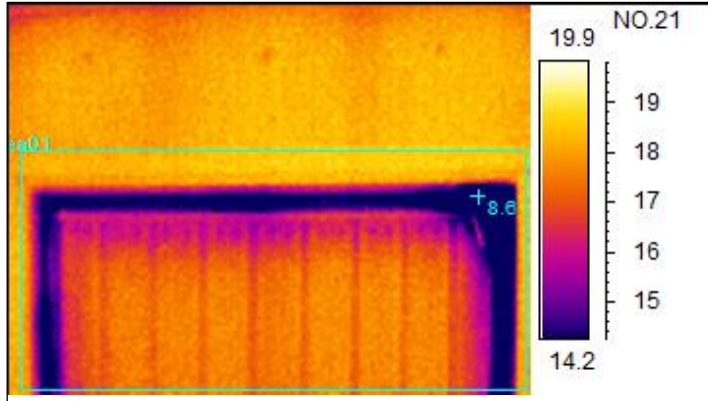
Ulko-ovi kannattaa vaihtaa karmeineen. lattian ja seinän liittymä tiivistettävä.

# Tuulikaappi

Liite 1  
22 (39)

Section	Camera type	Created date	Created time
Ulko-oven yläreuna	Dali LT3-P	2016-02-29	19:23:38

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	24.9 °C
Area analysis	Value
Area01Min	8.6 °C

Fault Analysis

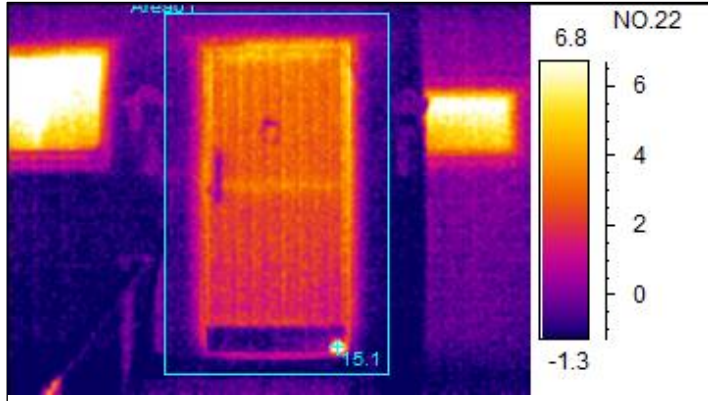
Ulko-oven saumat kylmänä.

Suggestion

Ulko-ovi kannattaa vaihtaa karmeineen.

Section	Camera type	Created date	Created time
Pohjoinen	Dali LT3-P	2016-03-03	12:36:26

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	22.8 °C
Area analysis	Value
Area01Max	15.1 °C

Fault Analysis

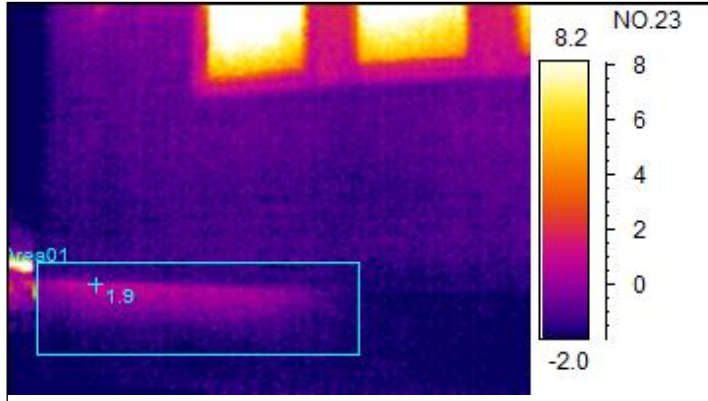
Huonosti lämpöä eristävä ulko-ovi erottuu lämpöisenä ulkoseinästä. Myös epätiivit oven saumat erottuvat.

Suggestion

Ulko-ovi kannattaa vaihtaa karmeineen.

Section	Camera type	Created date	Created time
Pohjoinen	Dali LT3-P	2016-03-03	12:36:30

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	22.5 °C
Area analysis	Value
Area01Max	1.9 °C

Fault Analysis

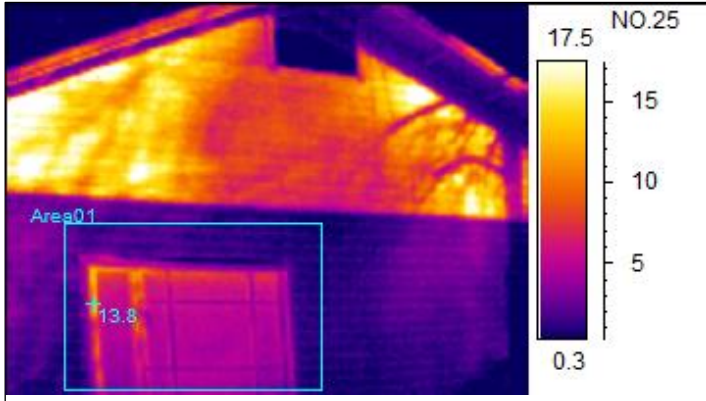
Lämpöisen saunan kohdalta perusmuuri erottuu muuta pintaa lämpöisempänä.

Suggestion

Mahdollisesti perusmuurin lämmöneristäminen ulkopuolelta.

Section	Camera type	Created date	Created time
Länsi	Dali LT3-P	2016-03-03	12:36:37

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	21.4 °C
Area analysis	Value
Area01Max	13.8 °C

## Fault Analysis

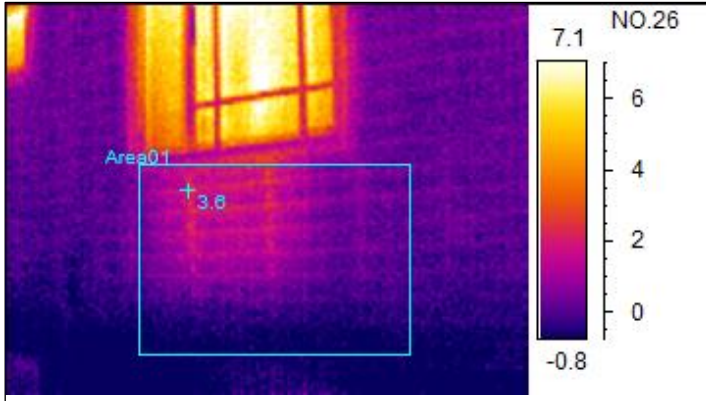
Ikkunan saumat erottuvat muuta pintaa lämpoisempänä. Päätymion lämpötila selittyy tummalla maalilla, joka absorboi auringon lämpösäteilyä valkoista maalia voimakkaammin.

## Suggestion

Ikkunan tiivistys.

Section	Camera type	Created date	Created time
Pohjoinen	Dali LT3-P	2016-03-03	12:36:40

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	20.7 °C
Area analysis	Value
Area01Max	3.6 °C

Fault Analysis

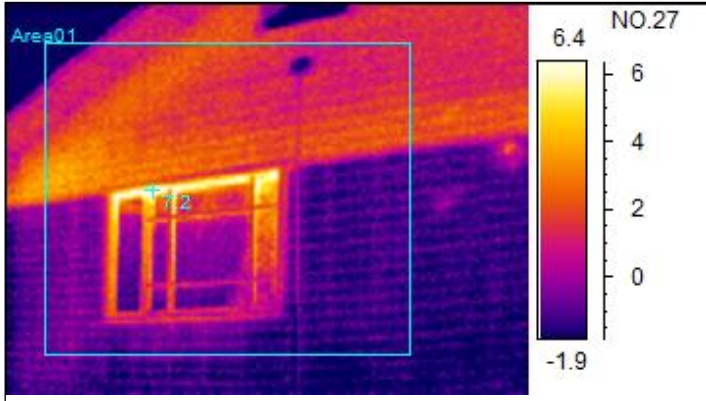
Ikkunan alapuoleinen alue sekä runkopuut erottuvat muuta pintaa lämpimämpänä. Tämä johtuu todennäköisesti seinän toisella puolella olevasta kuumasta lämpöpatterista. Ei näytä siltä, että eristettä puuttuisi tai se olisi painunut ikkunan alta.

Suggestion

Ei vaadi korjaustoimenpiteitä.

Section	Camera type	Created date	Created time
Itä	Dali LT3-P	2016-03-03	12:36:43

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	19.4 °C
Area analysis	Value
Area01Max	7.2 °C

Fault Analysis

Ikkunan saumat erottuvat muuta pintaa lämpoisempänä. Kuvan oikeassa reunassa erottuu myös saunan korvausilmakanava. Päätykolmion lämpötila selittyy tummalla maalilla, joka absorboi auringon lämpösäteilyä valkoista maalia voimakkaammin.

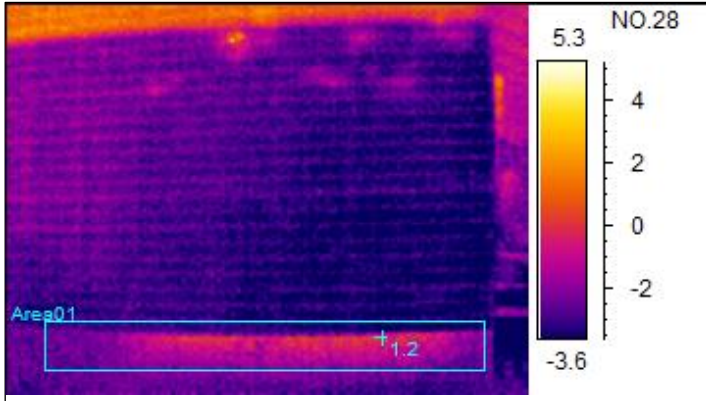
Suggestion

Ikkunan tiivistys.



Section	Camera type	Created date	Created time
Itä	Dali LT3-P	2016-03-03	12:36:47

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	19.1 °C
Area analysis	Value
Area01Max	1.2 °C

Fault Analysis

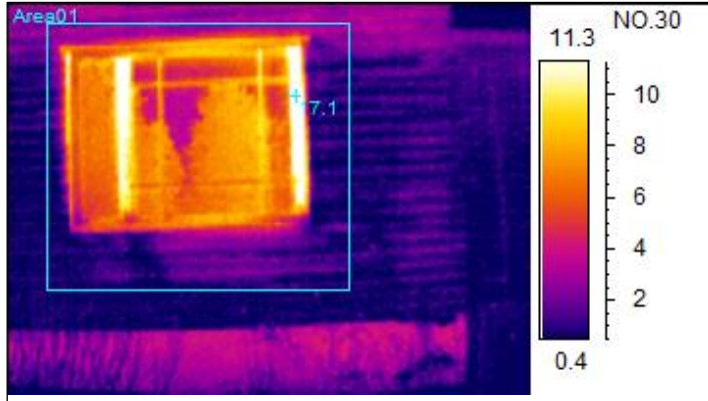
Saunan korvausilmakanava erottuu lämpöisenä. Myös perusmuuri saunan kohdalta on muuta pintaa lämpöisempi.

Suggestion

Mahdollisesti perusmuurin lämmöneristäminen ulkopuolelta.

Section	Camera type	Created date	Created time
Etelä	Dali LT3-P	2016-03-03	12:36:56

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	17.6 °C
Area analysis	Value
Area01Max	17.1 °C

Fault Analysis

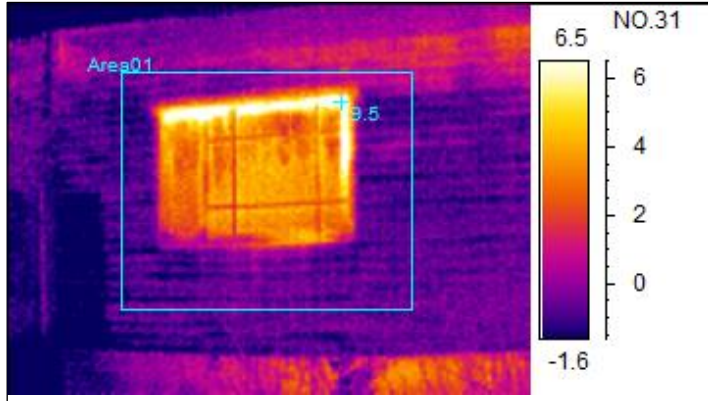
Ikkunan saumat erottuvat lämpöisenä. Perusmuurin lämpötila selittyy auringon lämpösäteilyllä.

Suggestion

Ikkunan tiivistys.

Section	Camera type	Created date	Created time
Etelä	Dali LT3-P	2016-03-03	12:36:59

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	17.4 °C
Area analysis	Value
Area01Max	9.5 °C

## Fault Analysis

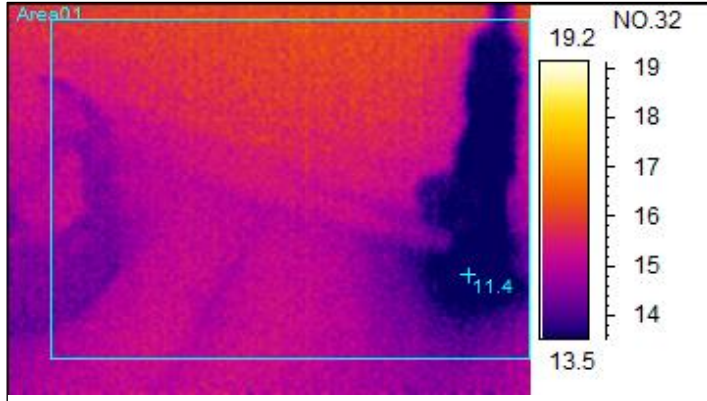
Ikkunan saumat erottuvat lämpöisenä. Perusmuurin ja seinän lämpöisemmät kohdat selittyvät auringon lämpösäteilyllä.

## Suggestion

Ikkunan tiivistys.

Section	Camera type	Created date	Created time
Putkien läpiviennit	Dali LT3-P	2016-03-02	10:18:08

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	21.2 °C
Area analysis	Value
Area01Min	11.4 °C

## Fault Analysis

Kylmävesiputki erottuu kuvasta kylmänä pintana. Putken pintaan tiivistyy kosteutta, joka valuu putkea pitkin läpiviennin saumasta rakenteisiin.

## Suggestion

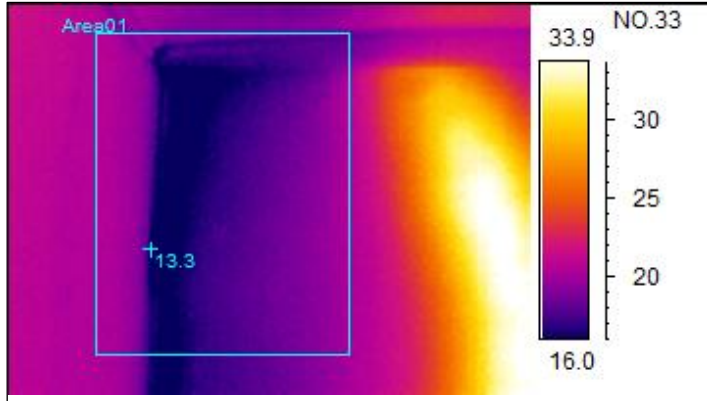
Läpiviennin tiivistys.

# Vierashuone

Liite 1  
32 (39)

Section	Camera type	Created date	Created time
Savuhormin muuri	Dali LT3-P	2016-03-03	12:35:48

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	20.5 °C
Area analysis	Value
Area01Min	13.3 °C

Fault Analysis

Muuratun savuhormin reuna kylmänä. Kuumassa kohtaa muurissa menee saunan kiukaan savuhormi ja kiukaassa on poltettu puita lähiaikana.

Suggestion

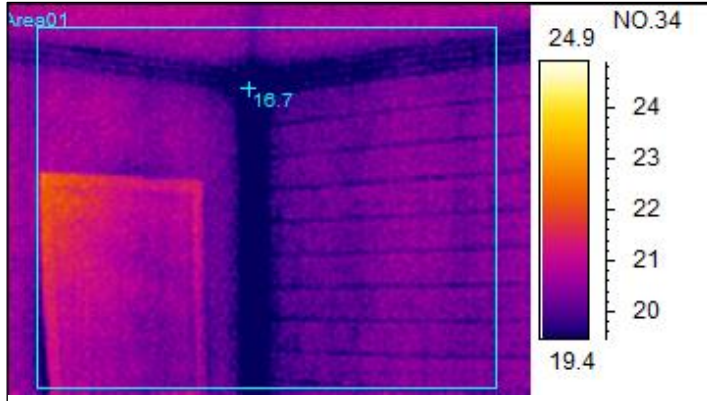
Ei välittömiä korjaustoimenpiteitä.

# Vierashuone

Liite 1  
33 (39)

Section	Camera type	Created date	Created time
Ulkonurkka	Dali LT3-P	2016-03-03	12:35:53

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	21.6 °C
Area analysis	Value
Area01Min	16.7 °C

Fault Analysis

Huoneen kaikki nurkat erottuvat muita pintoja kylmempänä. Lämpötilaerot kuitenkin aika pienet.

Suggestion

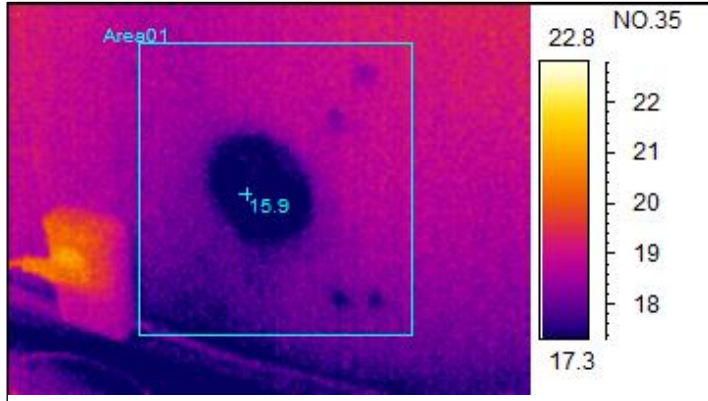
Ei välittömiä korjaustoimenpiteitä.

# Vierashuone

Liite 1  
34 (39)

Section	Camera type	Created date	Created time
Upotettu pistorasia	Dali LT3-P	2016-02-29	19:09:02

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	24.3 °C
Area analysis	Value
Area01Min	15.9 °C

Fault Analysis

Upotetun pistorasian takana vähän eristettä.

Suggestion

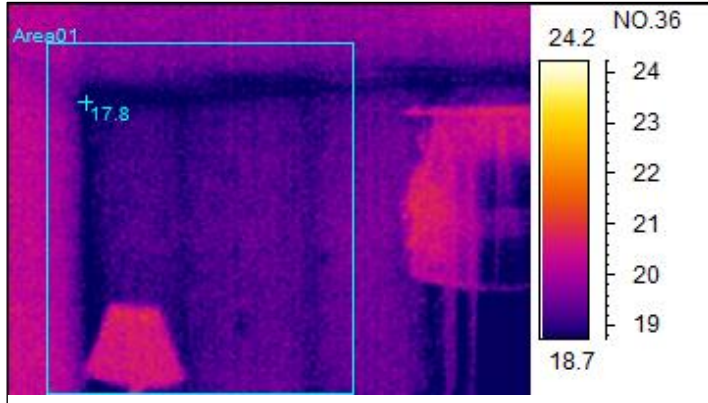
Tarkastetaan, onko pistorasian takana tyhjää tilaa, jos on, niin täytetään tila eristeellä.

# Vierashuone

Liite 1  
35 (39)

Section	Camera type	Created date	Created time
Katon ja seinän liittymä	Dali LT3-P	2016-03-02	10:47:04

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	23.4 °C
Area analysis	Value
Area01Min	17.8 °C

Fault Analysis

Huoneen kaikki nurkat erottuvat muita pintoja kylmempänä. Myös runkokuut erottuvat kuvasta. Lämpötilaerot ovat kuitenkin aika pienet.

Suggestion

Ei välittömiä korjaustoimenpiteitä.

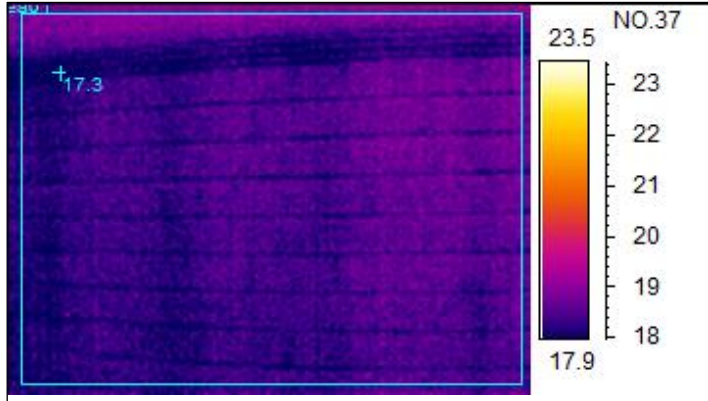


# Vierashuone

Liite 1  
36 (39)

Section	Camera type	Created date	Created time
Seinä	Dali LT3-P	2016-03-02	10:47:38

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	23.5 °C
Area analysis	Value
Area01Min	17.3 °C

Fault Analysis

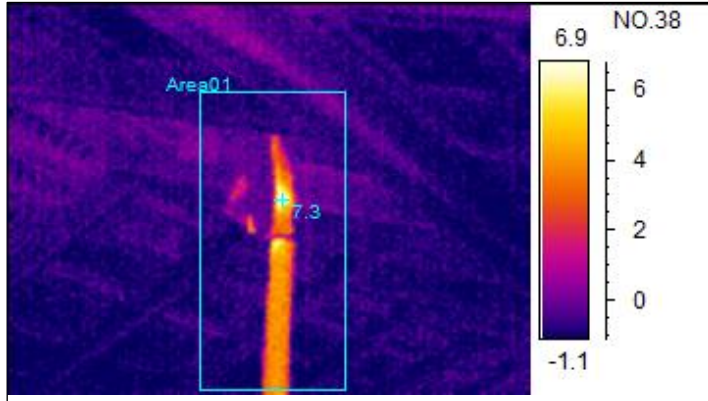
Huoneen kaikki nurkat erottuvat muita pintoja kylmempänä. Myös runkokuut erottuvat kuvasta. Lämpötilaerot ovat kuitenkin aika pienet.

Suggestion

Ei välittömiä korjaustoimenpiteitä.

Section	Camera type	Created date	Created time
WC-poistoilmaputki	Dali LT3-P	2016-03-03	12:36:16

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	24.1 °C
Area analysis	Value
Area01Max	7.3 °C

Fault Analysis

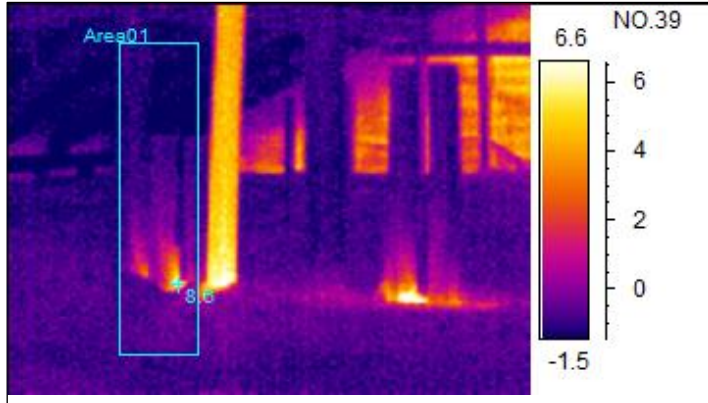
Poistoilmaputki on katki yläpohjassa. Lämmin ja kostea ilma tulee putkea pitkin yläpohjaan.

Suggestion

Poistoilmaputki korjattava/uusittava niin, että poistoilma menee vesikaton ulkopuolelle.

Section	Camera type	Created date	Created time
Keittiön poistoilma-putki	Dali LT3-P	2016-03-03	12:36:20

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	24.1 °C
Area analysis	Value
Area01Max	8.6 °C

## Fault Analysis

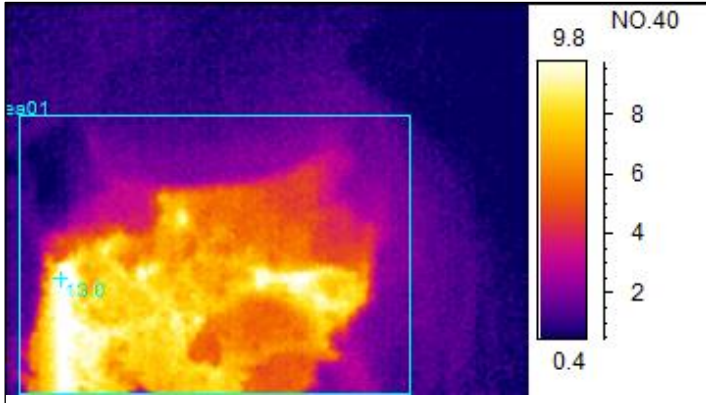
Keittiön poistoilmakanava on tehty väliseinän runkopuiden väliin ja kanava päättyy yläpohjan eristeiden tasolle.

## Suggestion

Poistoilmakanava putkitetaan ja viedään vesikaton yläpuolelle.

Section	Camera type	Created date	Created time
Puuttuvat eristeet	Dali LT3-P	2016-03-03	12:36:23

IR Image



CCD Image



Result table

Parameters	Value
Emissivity	0.96
Ambient	23.8 °C
Area analysis	Value
Area01Max	13.0 °C

Fault Analysis

Savuhormin juuresta on poistettu märät eristeet ja uusia ei ole vielä asennettu.

Suggestion

Täytetään kohta lämmöneristeellä.

## Liite 2: Merkkisavukuvat



Kuva 1. Olohuoneen ikkunan saumoista oli pientä ilmavirtausta havaittavissa sisäänpäin. Myös muissa ikkunoissa huomattiin vastaavaa. Koska rakennuksesta puuttuu korvausilma-venttiilit, tulee korvausilma kaikista epätiiviyistä saumoista.



Kuva 2. Pukuhuoneen poistoilmakanava oli merkisavukokeiden perusteella ainut poistoilmakanava joka toimi.



Kuva 3. Merkkisavukokeessa ei huomattu ainakaan mitään suurempia ilmavirtauksia kellarin oven saumoista. Oven saumat on tiivistetty hiljattain, ettei kellarin mahdollisesti saastunut ilma kulkeutuisi asuintiloihin.



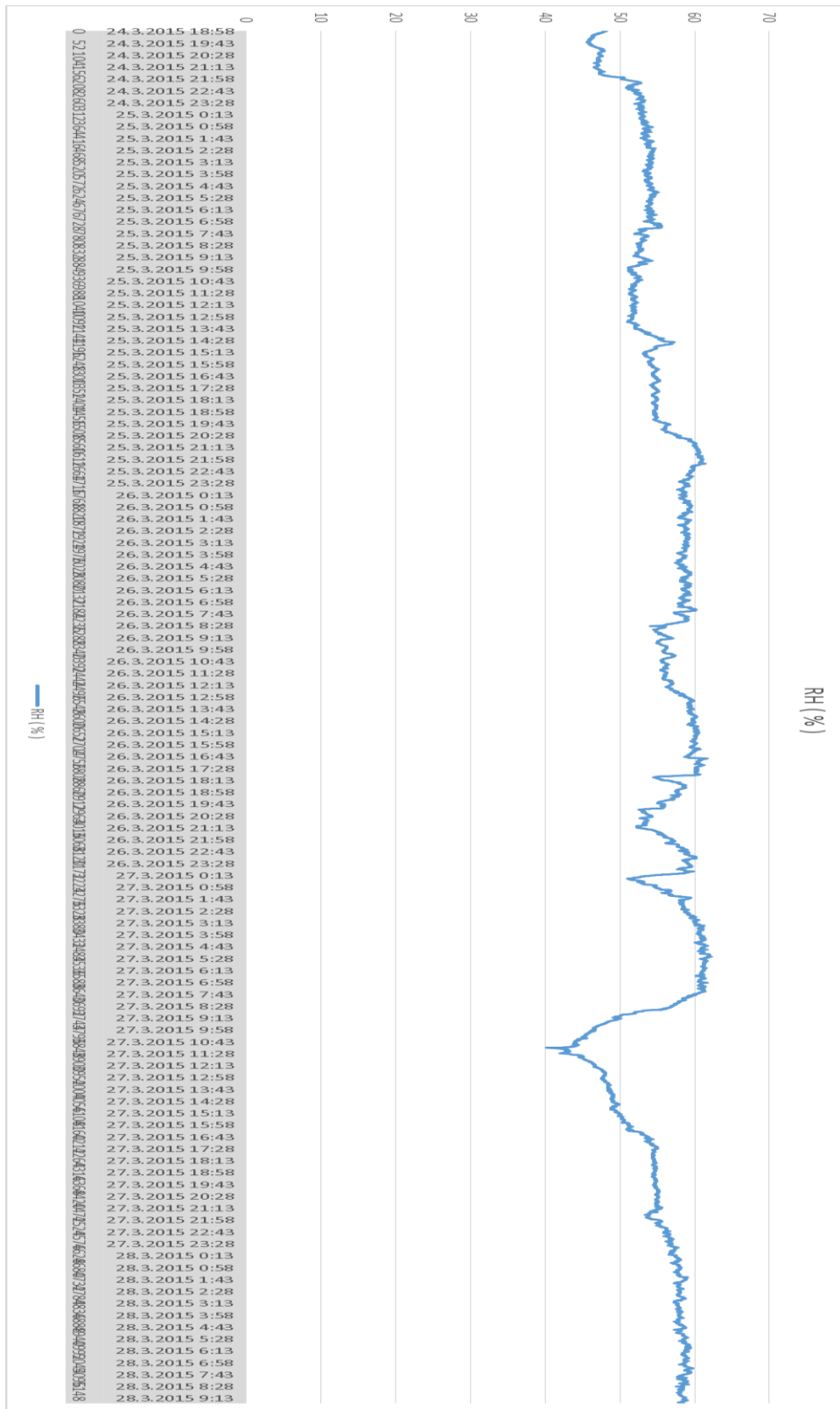
Kuva 4. Kellarin puolelta savu ei ainakaan voimakkaasti kulkeutunut oven saumakohtiin.



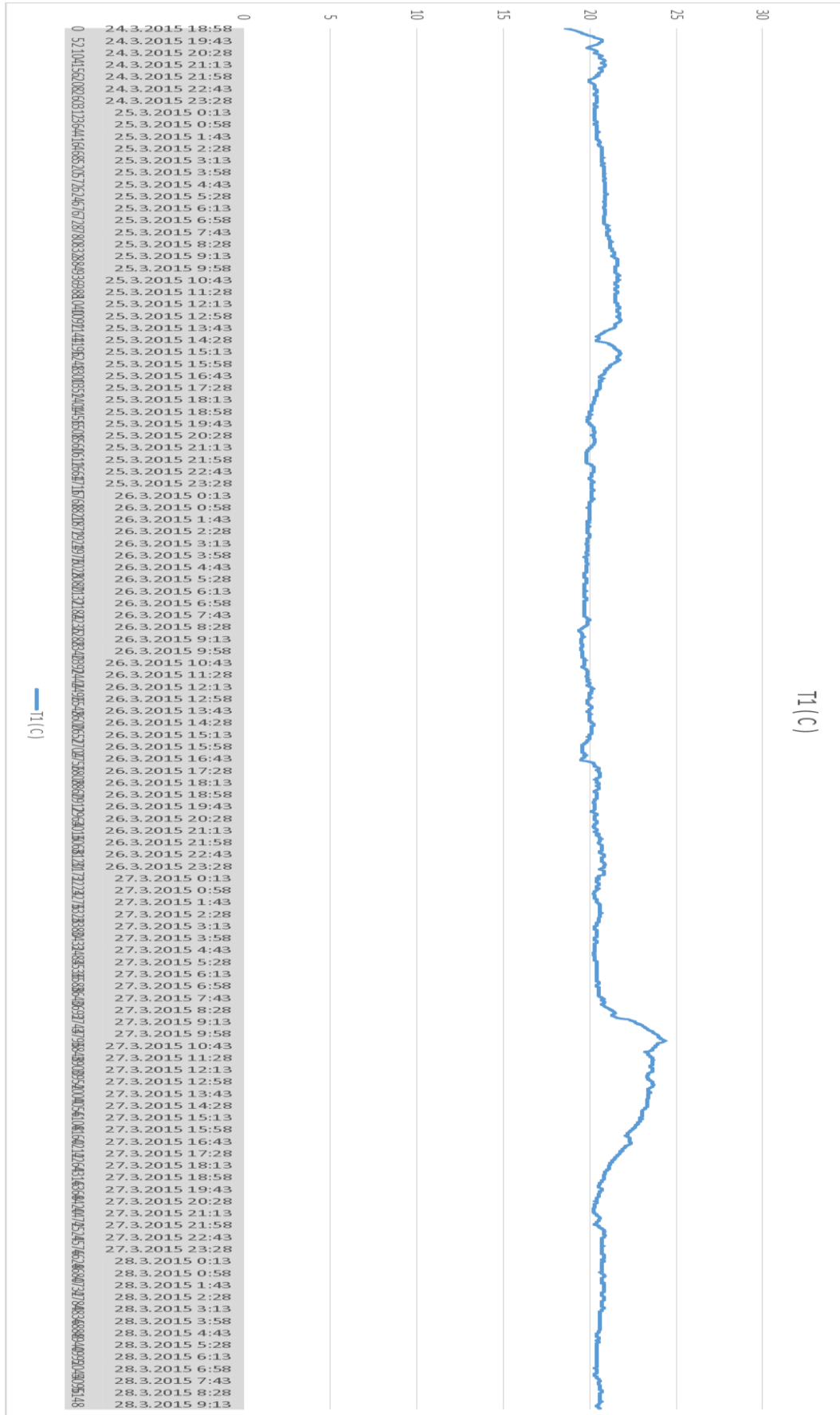


Kuva 5. Kellarinportaiden yläpäässä savu näytti kulkevan jakorasian vierestä katossa olevaan rakoon.

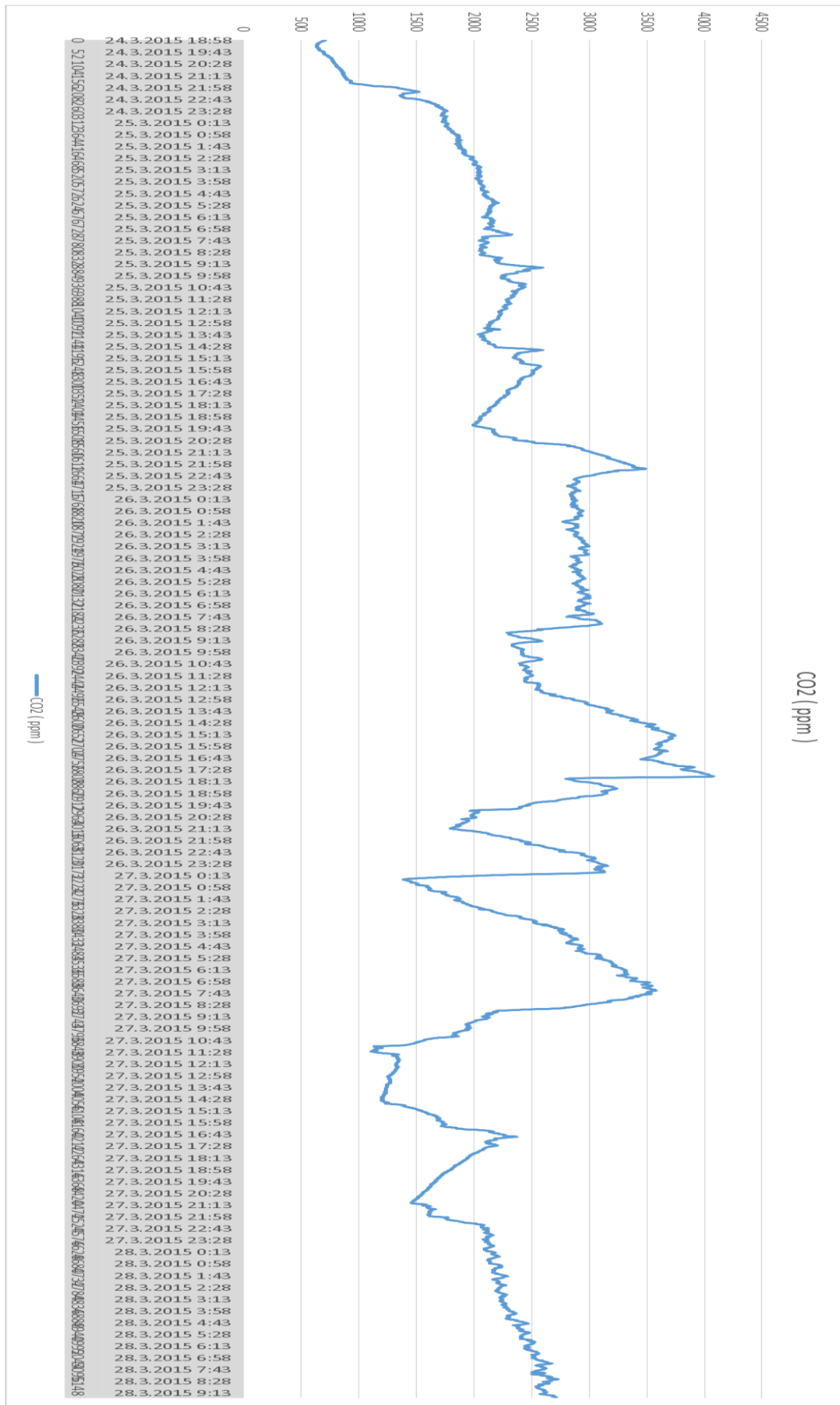
### Liite 3: Sisäilmastomittaukset



Kuva 1. Sisäilman suhteellinen kosteus RH.

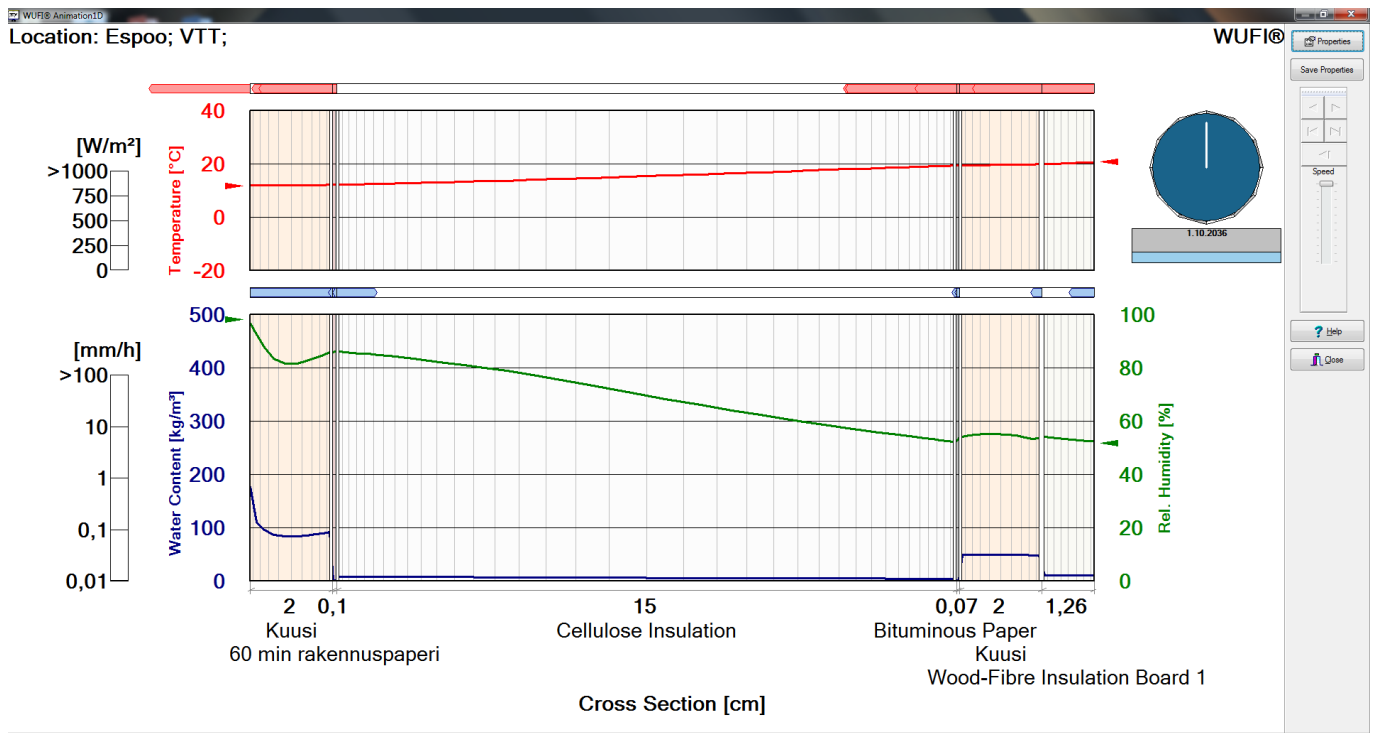


Kuva 2. Sisäilman lämpötila

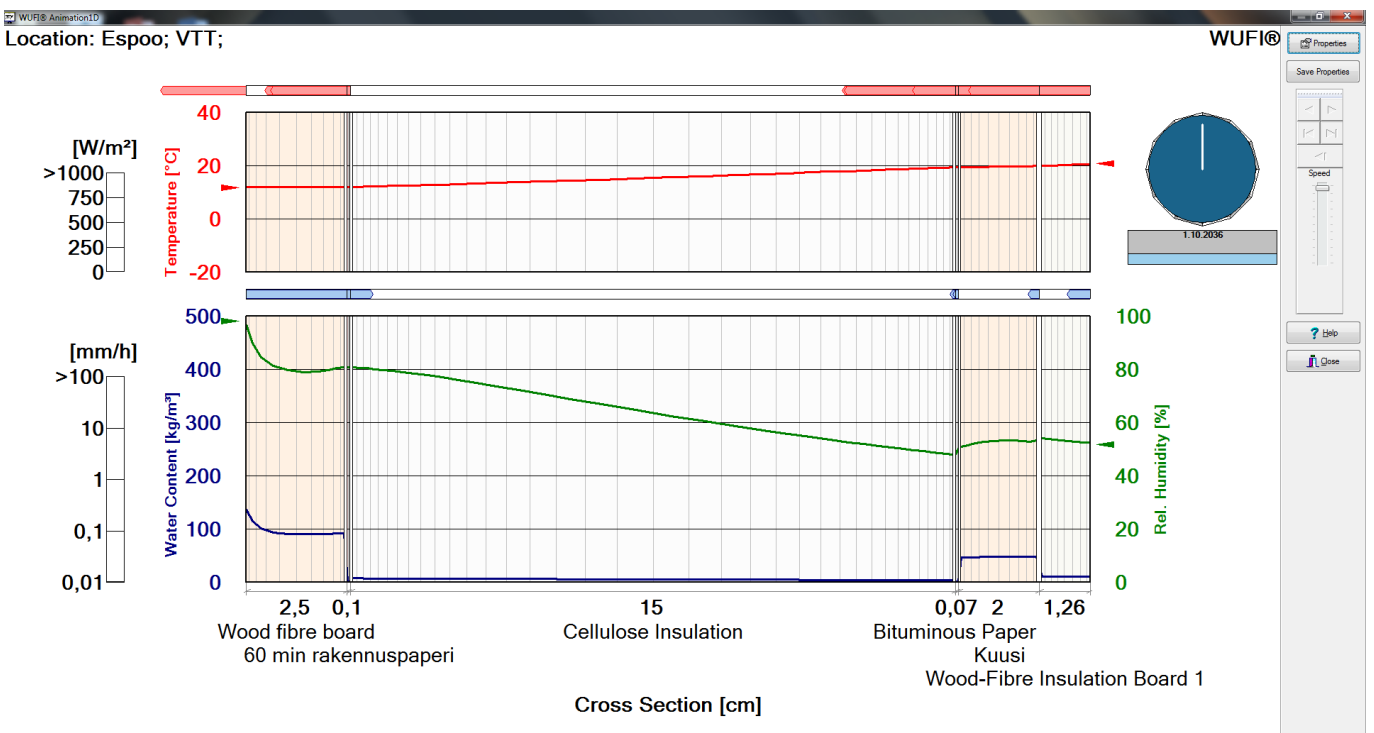


Kuva 3. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus.

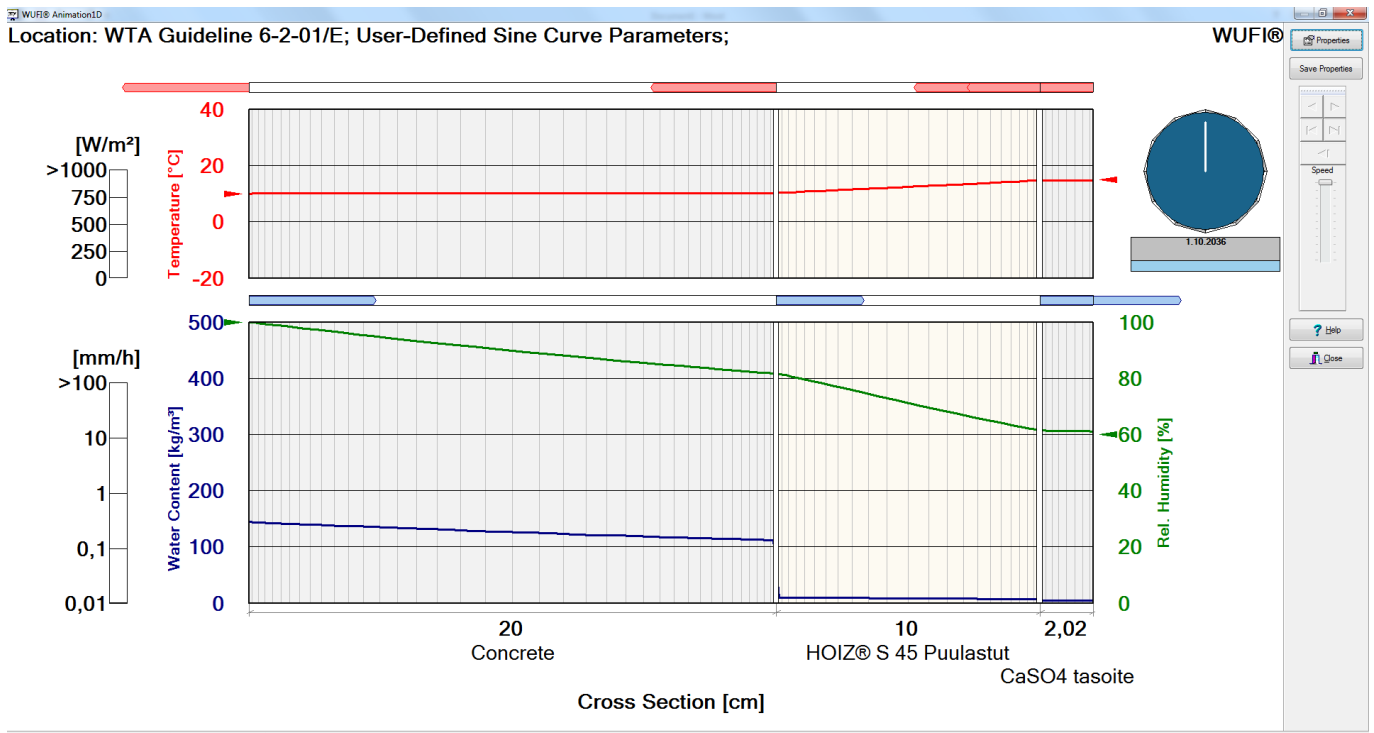
### Liite 4: Kosteussimulointi



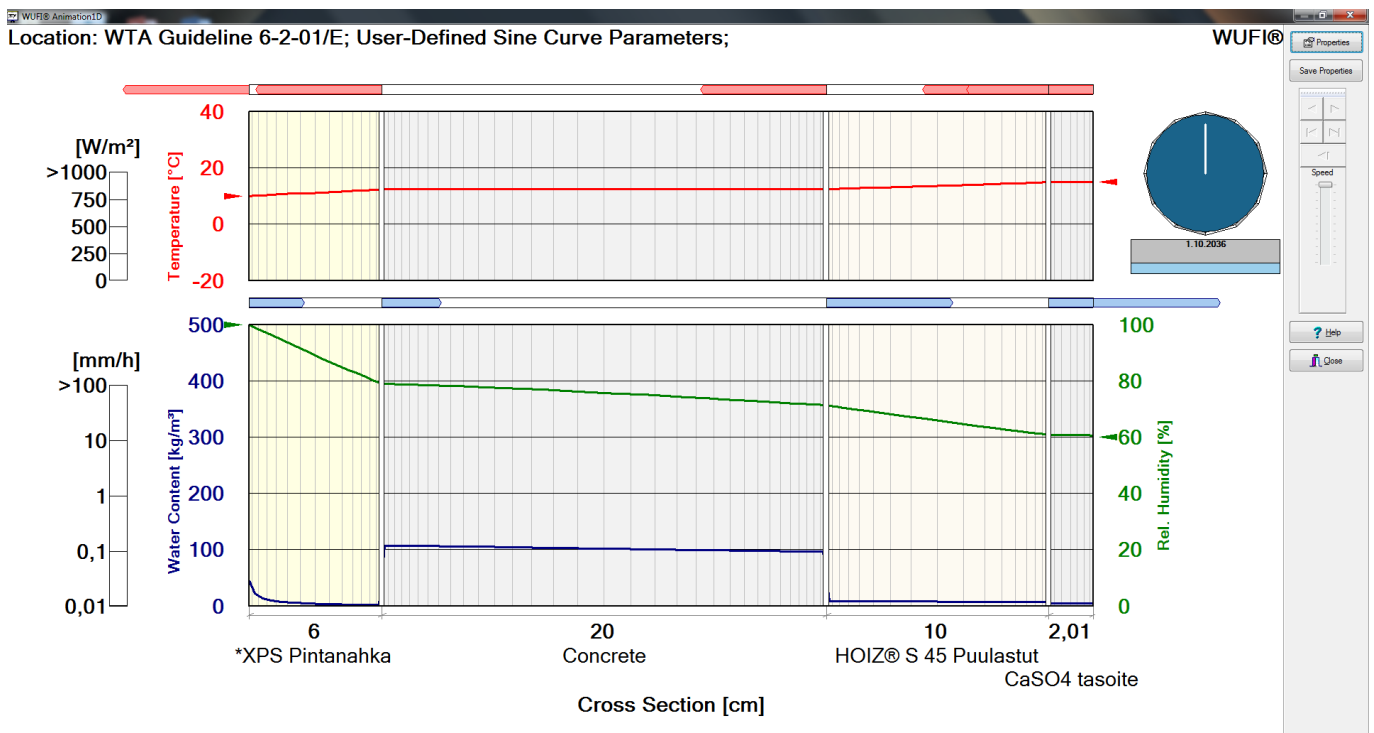
Kuva 1. Asuinkerroksen ulkoseinä, alkuperäinen rakenne.



Kuva 2. Asuinkerroksen ulkoseinä, ulkopuolinen lisälämmöneristys.



Kuva 3. Kellarin ulkoseinä, alkuperäinen rakenne.



Kuva 4. Kellarin ulkoseinä, ulkopuolisella lisälämmöneristyksellä.