



Karelia-ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan insinööri (AMK)

1970-luvun omakotitalon kuntotutkimus ja energiatehokkuuden parantaminen

Simo Koistinen

Opinnäytetyö, Kesäkuu 2023

www.karelia.fi



OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2023
Rakennustekniikan koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä
Simo Koistinen

Nimeke
1970-luvun omakotitalon kuntotutkimus ja energiatehokkuuden parantaminen

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tehdä vuonna 1970 rakennetulle omakotitalolle kuntotutkimus, jonka avulla tehdään rakennukselle ehdotukset energiatehokkaaseen peruskorjaukseen. Kuntotutkimuksen avulla tehdään myös korjausehdotuksia sekä parannuksia energiatehokkuuteen.

Opinnäytetyössä käydään läpi 70-luvulla rakennetun talon riskirakenteita sekä menetelmiä rakennuksen kunnan tutkimiseen. Kiinteistön kunnan arvioinnissa menetelminä käytin lämpökamerakuvausta, kosteusmittausta, rakenneavausta, aistinvaraista tutkimusta ja käyttäjien haastatteluja.

Kuntotutkimuksen lopputulos oli odotusten mukainen. Päällisin puolin aistinvaraisesti tutkittuna kohdekiinteistö vaikutti olevan ikäisekseen kohtalaisen hyvässä kunnossa, mulla lämpökamerakuvausten avulla löytyi useita ilmapuotoja. Rakenneavausta tehdessä sekä alajuoksussa että eristeessä oli hiukan kosteutta kosteusmittarilla mitattuna, mutta selkeitä merkkejä kosteusvaurioista ei löytynyt.

Korjausehdotuksina suosittelen kiinteistön omistajille salaoja- ja sadevesijärjestelmien uusimista kattoremontin yhteydessä. Energiatehokkuuden parantamiseksi kiinteistön omistajille suosittelen lisälämmöneristystä yläpohjaan ja öljylämmityksen korvaamista ilmalämpöpumpulla.

Kieli
suomi

Sivuja 43
Liitteet 2
Liitesivumäärä 17

Asiasanat
omakotitalo, kuntotutkimus, energiatehokkuus, korjausehdotus



THESIS
June 2023
Degree Programme in Construction
Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author (s)
Simo Koistinen

Title
Condition Study of a 1970s Detached House and Improvement of Energy Efficiency

Abstract

The aim of this thesis was to determine the condition of 1970's detached house, which is located in North Karelia. Based on the condition survey, proposals for energy-efficient renovation are made, as well as proposals for improving overall energy efficiency.

The target house was built in 1970. The houses built in the seventies have several different risk structures, and those risk structures which are discussed in this thesis. The methods used in the condition survey were resident interviews, sensory methods, thermographic imaging and opening the structures.

The results of the survey were as expected. After sensory inspection, the target seemed to be quite healthy for its age, but with thermographic camera, several air leaks were found. When the structures were opened, some moisture was found, but no clear signs of moisture damages.

As repairing proposals, it is recommended to the owners to replace the drainage and rainwater systems, when the roof repairing is current. Furthermore, the residents should consider additional insulation, and replacing the oil heating with air-source heat pump.

Language
Finnish

Pages 43
Appendices 2
Pages of Appendices 17

Keywords
detached house, condition survey, energy efficiency, repairing proposal

Sisältö

1	Johdanto	6
1.1	Opinnäytetyön lähtökohta	6
1.2	Opinnäytetyön tavoite	7
1.3	Tutkimusmenetelmät	7
1.4	Luotettavuus ja eettisyys	8
2	1970-luvulla rakennettu tyypillinen omakotitalo.....	9
2.1	Rakenteet ja materiaalit	9
2.2	Riskirakenteet ja haitta-aineet.....	10
2.3	Rakentamista koskevat säädökset 1970-luvulla	11
2.4	Ilmanvaihto	11
2.5	Märkätilat	14
3	Kuntotutkimus	15
3.1	Mitä tarkoittaa kuntotutkimus ja kuntoarvio	15
3.2	Kuntotutkimuksen tekijän pätevyudet.....	16
3.3	Kuntoluokat.....	17
3.4	Korjaussuunnitelma	17
4	Tutkittava omakotitalo	18
5	Kuntoarviossa käytetyt menetelmät	19
5.1	Lämpökamerakuvaus	19
5.2	Rakenneavaus.....	19
5.3	Kosteusmittaus	19
5.4	Aistinvarainen tutkimus.....	19
6	Kuntoarvion varsinainen tekeminen	20
6.1	Perustukset, ulkoseinät, vesikatto, ilmanvaihto ja märkätilat	20
6.2	Lämpökamerakuvaus	20
6.2.1	Tavoitteet.....	20
6.2.2	Ajankohta ja sääolosuhteet.....	20
6.2.3	Kuvausvälineet	21
6.2.4	Lämpökamerakuvausten paikat	22
6.3	Rakenneavaus.....	23
6.3.1	Rakenneavauksen kohdan valinta	23
6.3.2	Rakenneavauksen toteutus	25
6.3.3	Rakenneavauksen suoritus.....	26
6.4	Haastattelu.....	29
7	Tulokset	30
7.1	Lämpökameramittausten tulokset	30
7.2	Rakenneavauksen tulokset.....	31
8	Korjausehdotukset ja energiatehokkuuden parantaminen	32
8.1	Korjausehdotukset, energiatehokkuuden ja U-arvon parantaminen ..	32
8.2	Termopalkki	33
8.3	Ulkoseinä rakenne	34
8.4	Yläpohja.....	37
8.5	Ikkunat ja ovet.....	37
8.6	Lämmitysmuoto	38
9	Pohdinta.....	39
	Lähteet.....	40

Liitteet

Liite 1 Valesokkelin rakenneavaus

Liite 2 Lämpökamerakuvausraportti

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön lähtökohta

Opinnäytetyön aiheena on tehdä kuntotutkimus 1970-luvulla rakennettuun omakotitaloon. Kiinteistö sijaitsee Polvijärvellä Pohjois-Karjalassa. Rakennus on asuinkäytössä, mutta siitä ei ole koskaan tehty kuntotutkimusta. Siksi kuntotutkimuksen ja mahdollisen energiatehokkaan korjaussuunnitelman tekeminen on ajankohtaista. Nämä olisivat asukkaiden hyödynnettävissä esimerkiksi remonttia tai mahdollista myyntiä suunnitellessa.

Kuntotutkimusta varten perehdyin laajemmin perustusten, ulkoseinien, vesikaton, ilmanvaihdon ja märkätilojen kuntoon. Työssäni tarkastin seinän ja alajuoksun kunto kosteusmittarilla. Lisäksi tein lämpökamerakuvauksen, jossa selvitin merkittävimmät vuotokohdat ja rakenteiden ilmatiiveyden.

Tämä kuntotutkimuksen perusteella tehdään myöhemmin korjaussuunnitelman, vaikka tällä hetkellä ei mainittavia ongelmia olisikaan. Kuitenkin remontit alkaisivat olla ajankohtaisia ja monet rakenteiden riskikohdat ja talotekniikka ovat käyttökänsä päässä. On kuitenkin parempi pitää rakenteet kunnossa ennen kuin ongelmia tulee. Lisäksi työssäni pohditaan kiinteistön energiatehokkuutta ja teen mahdollisia ehdotuksia energiakorjauksesta. Työssäni tarkastelen vaihtoehtoisia lämmitysmuotoja käyttökänsä päässä olevalle öljypolttimolle.

Mielestäni jokainen rakennus on yksilö riippuen sen asukkaiden taidoista ja kyvyistä huolehtia asumuksestaan, joten uskon, että tutkimukseni hyödyttää asukkaiden lisäksi muitakin, jotka aikovat tehdä kuntotutkimuksen omaan kohteeseensa. Pääpainona opinnäytetyössäni on kuitenkin saada asukkaille tietoa rakennuksen kunnosta sekä korjaustarpeista, unohtamatta oman osaamiseni kehittämistä.

1.2 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tavoite on saada asukkaille tietoa rakennuksen kunnosta ja korjaustarpeista energiatehokkaaseen korjaamiseen. Lisäksi tutkimukseni voi hyödyttää myös muita, jotka suunnittelevat peruskorjausta 1970-luvulla rakennettuun taloon. Nykyisestä rakennuskannasta löytyy melko paljon juuri tällä mainitsemani vuosikymmenellä rakennettuja omakotitaloja, joissa on ongelmia ja monenlaisia riskirakenteita. Mielestäni monet tuolloin 1970-luvulla rakennetut rakenteet alkavat olla jo käyttöikänsä päässä. Keräämääni tietoa on mahdollista soveltaa myös muihin rakennuksiin ja yleisesti korjausrakentamisessa.

Erityisesti pidän kuntotutkimusta merkittävänä talon omistajille. He toimivat opinnäytetyöni toimeksiantajana, sillä luonnollisesti talon tämänhetkinen kunto kiinnostaa heitä. Talon asukkaat saavat uusia näkemyksiä talon kunnosta ja tietävät paremmin, mitä kannattaa korjata ja kunnostaa. Talon käyttäjät saavat tietoa myös muista mahdollisista lämmitysratkaisuista. Nämä tiedot auttavat heitä huolehtimaan rakennuksen kunnosta ja säilyttämään tai jopa parantamaan asunnon arvoa.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Kuntoarvioita ja korjaussuunnitelmia kiinteistöille on tutkittu aiemminkin useissa eri opinnäytetöissä. Tietoa aiheesta ja esimerkiksi eri ikäkausina rakennettujen talojen riskirakenteista löytyy paljon, joten näitä tutkimuksia aion hyödyntää omassakin työssäni. Lähteinä työssäni aion käyttää luotettavaa rakentamisen kirjallisuutta ja aiheeseen liittyviä muita opinnäytetöitä. Lisäksi hyödynnän internet-sivuja, kuten esimerkiksi puuinfo ja rakennustieto-kortteja.

Tietoperustana aion hyödyntää myös omaa kokemustani rakennusalaista. Minulta löytyy aihealueeseen jokseenkin paljon tietoa talonrakentajan ammattikoulutuksen ja rakennusalan työkokemuksen kautta. Karelia Ammattikorkeakoulussa olen suorittanut kursseja korjausrakentamisesta ja kuntotutkimuksesta. Lisäksi olen perehtynyt erilaisiin korjausratkaisuihin -ja tuotteisiin korjausrakentamisessa.

Työn käytännöllisessä osuudessa puran ja tarkastelen rakenteiden kuntoa esimerkiksi kosteusmittareiden ja lämpökameran avulla. Nämä työvaiheet sekä niiden tulokset esittelen esimerkiksi kuvien avulla tutkimuksessani.

Kuntokartoituksen perusteella syntyy mahdollisesti myös korjaussuunnitelma, joka on opinnäytetyöni toimeksiantajan, eli asukkaiden hyödynnettävissä.

Lopputuloksena syntyy siis toiminnallinen opinnäytetyö, jossa käytäntö ja teoria yhdistyy.

1.4 Luotettavuus ja eettisyys

Kuntoarvion käsite on melko laaja, joten pidän tätä tutkimukseni kannalta hieman ongelmallisena. Kuntoarviossa voidaan tutkia rakenteiden kuntoa hyvinkin suppeasti tai toisaalta todella laajasti. Tämän takia minun piti itsekkin pohtia, mitkä rakenteet olisivat tärkeintä tutkia, sekä suunnitella asiaa myös asukkaiden kanssa. He eivät kuitenkaan halunneet minun kajoavan liikaa esimerkiksi kylpyhuoneen rakenteisiin, mitkä mielestäni olisi voinut tutkia perusteellisemmin.

Pidän tulevaa kuntoarviota kuitenkin melko luotettavana, koska teen lämpökuvauksen, avaan seinän ja teen alajuoksuun kosteusmittauksen. Tutkin siis talon kuntoa mielestäni riittävän laajasti ja useilla eri menetelmillä. Lämpökameralla ja kosteusmittarilla saadaan parhaiten luotettavaa ja helpoiten tulkittavaa tietoa. Lisäksi lämpökuvauksille paras aika on juuri marraskuusta huhtikuuhun.

Myös käyttämäni lähteet ovat luotettavia, sillä käytän ajankohtaista kirjallisuutta sekä muita varteenotettavia lähteitä. Oman kokemukseni perusteella osaan myös jo arvioida lähteiden asiantuntevuutta. Tätä tukee oma osaamiseni korjausrakentamisesta ja materiaaleista.

2 1970-luvulla rakennettu tyypillinen omakotitalo

Hyvinvointiyhteiskunta kehittyi ja Suomi jatkoi menestymistään 1970-luvulla. Taloudellisesti ja energiankulutuksellisesti alettiin säästäväiseksi 1973 tulleen öljykriisin seurauksena. 1970-luvulla rakennettu pientalo on tyypillisesti laatikkomainen matala tasakattoinen valesokkelinen tiiliverhottu talo. (Raksystems 2023, Asuinrakennukset.fi 2023.)

Elintasoja nostavia elementtejä alettiin suosimaan, kuten uima-altaita, takkahuoneita, kylmiöitä ja vaatehuoneita. Nykyään 70-luvulla käytetty hyvä rakennustapa onkin osoittautunut puutteelliseksi ja riskirakenteiseksi. Rakenteen tarkempi kunto täytyy tutkia kuntotutkimus menetelmin, eikä riskirakenne välttämättä tarkoita vauriota. (Raksystems 2023, Asuinrakennukset.fi 2023.)



Kuva 1. Tyypillinen omakotitalo (Hometalkoot 2023)

2.1 Rakenteet ja materiaalit

Rakentamisessa käytettiin 1960-luvulla kehitettyä valesokkelia. Yleinen toteutustapa oli puu-rankarunko tiiliverhouksella. Tuulensuojana oli monesti bitumilla kyllästetty puukuitulevy eli bituliitti rungon ulkopuolella. Puurunkoseinät olivat usein rakennettu 50x100 tai 50x120 sahatavarasta, joissa eristeenä oli mineraalivillaa. Yleinen ulkoseinärakenne 1970-luvun pientalossa on tiili-villa-tiili, jota erehdyttävästi kutsutaan myös täystiilitaloksi. Punatiiliverhotut julkisivut

olivat suosittuja. Ulkoverhouksessa käytettiin myös puuta ja levyjä. (Raksystems 2023.)

1970-luvun alussa kosteuden pääsyn estämistä eristeeseen alettiin käyttämään höyrynsulkua, joka oli muovitettua paperia tai myöhemmin muovia. Ilmanvaihdon ollessa riittämätön ja höyrynsulun tiiviiden takia rakennuksen sisäilman laatu heikkeni ja rakennuksista käytettiin nimitystä pullotalo. Vesikatot olivat usein tasakattoisia tai loivia harjakattoja. Rakennuksille salaojitus on ollut pakollinen vasta vuodesta 1999 alkaen, jos maaperätutkimuksessa ei voida osoittaa, ettei salaojitus ole tarpeellinen. Tavallisesti salaojitusta tai sadevesiviemäriä ei ollut rakennettu, jolloin sade- ja lumien sulamisvedet ovat menneet perustuksen viereen. (Raksystems 2023.)

2.2 Riskirakenteet ja haitta-aineet

Rakenteen tarkempi kunto täytyy tutkia kuntotutkimus menetelmin, eikä riskirakenne välttämättä tarkoita vauriota. 1970-luvulla oli tyypillistä valesokkelirakentaminen, joka on riskirakenne. Tasakatto, maanvastainen sisäpuolelta eristetty seinä ja kaksoisbetonilaattarakenne ovat tyypillisiä riskirakenteita. Maaperässä oleva kosteus voi nousta rakenteisiin kapilaarisesti tai diffuusiolla vesihöyrymuodossa, jos salaojitus on puutteellinen. Seinärakenteen kosteusongelmat aiheutuvat, jos tiilijulkisivun ja tuulensuojalevyn välissä ei ole riittävää tuuletusrakoa tai julkisivulaudoituksen taustalta puuttuu tuuletusrako. Sisäilman laatu heikkeni riittämättömän ilmanvaihdon ja höyrynsulun tiiviiden takia. (Raksystems 2023, Ympäristö.fi 2023.)

Haitta-aineet ovat terveydelle tai ympäristölle haitallisia orgaanisia tai epäorgaanisia yhdisteitä, joita käytettiin rakentamisessa ja niiden korjaamisessa. 1988 asbestin käyttö muuttui luvanvaraiseksi ja 1994 alusta sen käyttö kiellettiin kokonaan. Haitta-aine- ja asbestikartoitus on tehtävä ennen vuotta 1994 valmistuneeseen rakennukseen ennen purku- ja korjaustöitä. 1970-luvulla käytettiin paljon erilaisia haitta-aineita ja asbestin käyttö oli yleistä rakentamisessa. Näytepalan laboratoriossa tehtävällä analyysillä pystytään

todentamaan materiaalin asbesti- ja haitta-ainepitoisuus. (Raksystems 2023, Ympäristö.fi 2023.)

Kosteudeneristeenä käytettiin pikisivelyä. Kylpyhuoneissa käytettiin asbestia yleisesti laattojen kiinnitys ja saumausaineissa. Ulkoverhouslevyissä käytettiin monesti asbestia sisältäviä sementtilevyjä. Muita yleisiä asbestipitoisia rakennusmateriaaleja olivat rakennuslevyt, lämmöneristeet, vedeneristeet, liimat, laastit ja lattiapäällysteet. (Hometalkoot.fi 2023, Lotus Demolition 2023.)

2.3 Rakentamista koskevat säädökset 1970-luvulla

Tarkempaa huomiota kiinnitettiin asuntojen energiatehokkuuteen 1973 tulleessa öljykriisissä. Suomen rakentamismääräyskokoelma velvoitti puutalojen seiniin asennettavaksi 150 mm mineraalivillaa. Myös edellytettiin parempaa lämmöneristämistä, jolloin kehittyivät lämpöeristetyt ovet, erilliset tuuletusikkunat ja ikkunat pienentyivät. (Raksystems 2023, Asuinrakennukset.fi 2023.)

2.4 Ilmanvaihto

Toimiva ilmanvaihto on tärkeää hyväkuntoisille rakennuksille ja sen käyttäjille. Sitä tarvitaan tuomaan puhdasta ilmaa käyttäjille ja poistamaan epäpuhtaudet rakennuksesta. Siksi se on myös oleellinen osa-alue, kun tutkitaan rakennuksen kuntoa.

Epäpuhtauksia syntyy rakennuksissa, joiden aiheuttajia ei voida kokonaan poistaa. Tätä varten rakennuksessa on oltava tarpeeksi riittävä ilmanvaihto. Hiilidioksidi -ja kosteus pitoisuudet onnistutaan sen avulla pitämään terveellisellä tasolla rakennukselle ja sen käyttäjälle. Puutteellisesti toimiva ilmanvaihto voi saada aikaan ummehtuneen ja tunkkaisen hajun rakennuksessa, joka siis ei välttämättä tarkoita homeongelmaa. (Ilmakas.fi 2023.)

Ilma kulkee suuremmasta paineesta pienempään, johon ilmanvaihdon toiminta perustuu. Rakennuksissa paine-ero saadaan aikaan puhaltimilla, jolloin kyseessä on koneellinen ilmanvaihto. Tai se voidaan saada aikaan

lämpötilaeron ja tuulen yhteisvaikutuksella, jolloin puhutaan painovoimaisesta ilmanvaihdosta. Kyseessä on tulo -ja poistoilmanvaihto, mikäli tuloilma puhalletaan koneellisesti tilaan, muussa tapauksessa vain poistoilmanvaihto. Ilmastointi viilentää tai kostuttaa tuloilmaa. Korvausilman suunniteltu sekä oikeaoppinen ja hallittu sisäänotto esim. ulkoilmaventtiilien kautta on tärkeää poistoilmanvaihdon toteutuksessa. (Sisäilmayhdistys ry 2023.

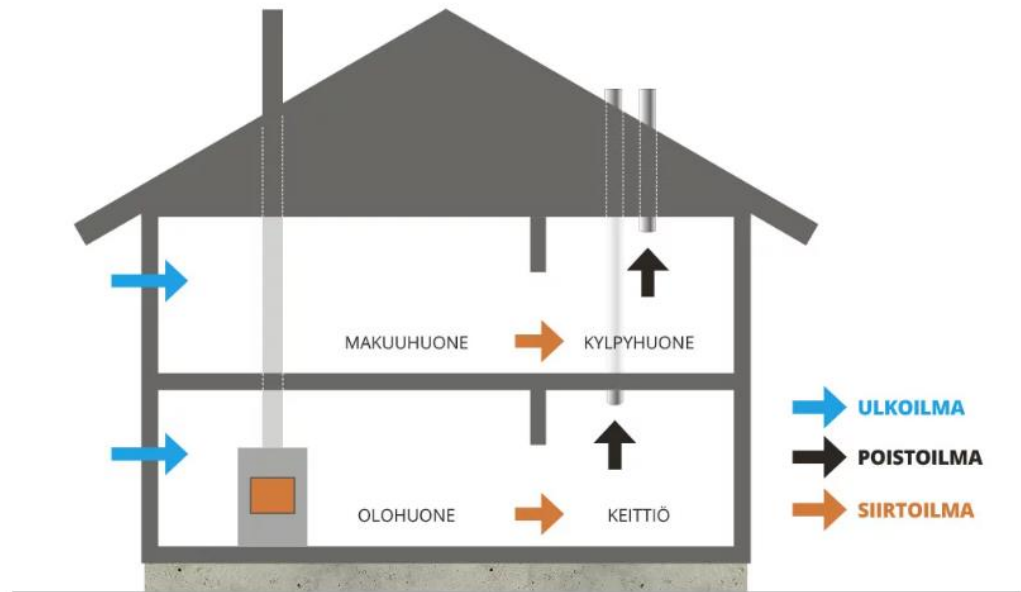
Toimivien rakennusten tulisi olla vähän alipaineisia ulkoilmaan nähden, sillä se vähentää rakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta. Liian suuri alipaine rakennuksessa voi saada aikaan epäpuhtauksien siirtymisen ilmapuotojen mukana rakenteista, ryömintätiloista ja täyttömaista sisäänpäin sisäilmaan.

Sisäilmalla on suuri vaikutus rakennuksen käyttäjien terveyteen, sillä se voi saada aikaan tukkoisuutta, väsymystä, pääsärkyä tai kurkkukipua. Astmaoireita voi ilmetä pitkäaikaisessa huonossa sisäilmassa. Huono sisäilma voi pahentaa astmaatikkojen oireita ja voi olla syy asumisterveydelliseen haittaan.

(Raksystems 2023.)

1970-luvun pientaloissa on useasti käytössä painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä tai koneellinen poistoilmanvaihto. Suosio painovoimaiseen poistoilmanvaihtoon asuinrakennuksissa perustui mataliin investointikustannuksiin. Eikä se itsessään aiheuta ääntä, mutta tuuletus ikkunan kautta voi olla tulla melusaastetta. (Hometalkoot.fi, 29–32.)

Painovoimainen ilmanvaihto:



Kuva 2. Painovoimaisen ilmanvaihdon toimintaperiaate (Ilmakas.fi 2023)

Oikein toimivassa ilmanvaihtojärjestelmässä tulee olla korvausilmaventtiilit kaikkien makuuhuoneiden, olohuoneen, takahuoneen ja työhuoneen ulkoseinässä tai ikkunassa. Korvausilmaventtiileitä ei saa tukkia, vaan ne tulee pitää koko ajan auki, joiden kautta sisätiloihin saadaan uutta ja raikasta ilmaa. Lämmitettävillä korvausilmaventtiileillä voidaan vähentää aiheutuvaa vedon tunnetta. (Hometalkoot.fi, 29–32.)

Ilmanvaihdon täytyy toimia koko ajan, koska epäpuhdas ilma ja kosteus on poistettava rakennuksesta. Poistoilmaventtiilit täytyy olla vessan, keittiön, pesuhuoneen, kylpyhuoneen, saunan, varaston ja vaatehuoneen katossa. Liesituulettimesta ohjataan yleensä koneellista poistoilmanvaihtojärjestelmää, joka aikaansaadaan katolla tai liesituulettimessa olevalla puhaltimella. (Hometalkoot.fi, 29–32.)

Ongelmia ilmanvaihdossa 70-luvun pientaloissa löytyy erityisesti ilmanvaihtoputkien läpivienneissä, ikkunoiden toiminnassa ja tiiviydessä, märkätilojen ilmanvaihdossa, korvausilmaventtileissä, vedon tunnetta korvausilmaventtiileistä, ilmanvaihtokanavistojen likaisuus/ epäpuhtaudet ja

ilmanvaihtokanavien puutteellisessa eristyksessä. Myös puutteellisesti toimivasta ilmanvaihdosta voi seurata homekasvustoa rakenteiden sisäpinnoille. Tulo- ja poistoilmaventtiileissä voi olla pölyä ja muita epäpuhtauksia, jotka tulisi puhdistaa kaksi kertaa vuodessa. Jälkeenpäin joihinkin rakennuksiin on voitu laittaa koneellinen poistoilmanvaihto. Mutta vain poistoilman lisääminen ilman korvausilman lisäämistä saa aikaan tuloilman hallitsemattoman virtaamisen rakenteiden lävitse, mikä aiheuttaa kosteusvaurioriskin. (Hometalkoot.fi, 29–32.)

2.5 Märkätilat

Toimivissa märkätiloissa on otettu huomioon vedeneristykseen ja riittävään ilmanvaihtoon. 1960–70 luvuilla märkätilojen ja saunojen rakentamisen määrä kasvoi rakennuksen sisätiloihin. Veden käytön määrä ja kosteusrasitus kasvoi sisätiloissa.

Merkittävimmät vauriot ja ongelmat märkätiloissa johtuvat vedeneristeistä ja niiden puuttumisesta. Tuolloin oli vähän tietoa veden ja kosteuden toiminnasta eri rakenteissa. Siitä johtuen kyseisen aikakauden märkätilojen kosteusvauriot ja niiden riskit ovat tavallisia.



Kuva 3. Suihkutilan poistoilmaventtiili (Hometalkoot.fi 2023)

Erillisiä vedeneristeitä ei käytetty tai se ei ollut tavallista. Bitumisivelyä, muovimattoja ja -tapetteja käytettiin vedeneristeenä. Kuitenkin muovimattojen auelleista saumoista on voinut päästä vesi rakenteisiin. Myös vanha muovimatto on voitu jättää vedeneristeeksi laatoitukselle. Putkien läpiviennit ja riittämätön ilmanvaihto aiheuttavat myös ongelmia. (Hometalkoot.fi 2023, 21–22.)

3 Kuntotutkimus

3.1 Mitä tarkoittaa kuntotutkimus ja kuntoarvio

Kuntotutkimus, kuntotarkastus, kuntoarvio ja kartoitus ovat usein asuntokaupan yhteydessä käytettyjä termejä ja menevät helposti sekaisin. Siitä huolimatta niillä tarkoitetaan eri asioita. Kuntotarkastuksessa selviää rakennuksen tai asunnon kunto, mahdolliset riskipaikat ja ennustettavia huolto ja saneeraus kohtia. Kuntoarvio antaa kiinteistöstä kokonaisvaltaista tietoa rakenteista ja järjestelmien kunnosta, jolla selvitetään tulevat korjaustarpeet ja kustannukset. Vaurion tai tietyn ongelman laajuutta tutkiessa tarkemmin valitaan kuntokartoitus. (Raksystems 2023.)

Yksityiskohtaisempaa tietoa rakenteista tai järjestelmien kunnosta antaa kuntotutkimus, jota käytetään apuna korjaussuunnittelussa ja oikean korjausmenetelmän valinnassa. (Raksystems 2023.)

Rakenteen ja rakenneosan kuntoa selvitetään kuntotutkimuksella. Tämä on tärkeää tutkittavan rakenteen korjaussuunnittelussa. Muuten vaarana on tehdä väärin korjaukset tai ne tehdään turhaan.

Kuntotutkimuksessa selvitetään jonkin tietyn rakenteen tai sen osan kuntoa, kuten esimerkiksi ilmanvaihdolle, vesikatolle, sähköjärjestelmälle sekä putkistolle.

Tavallisesti kuntotutkimus suoritetaan epäilyyn ongelman ja vaurion ollessa vaikeasti selvitettävä. Eikä sitä luotettavasti pystytä selvittämään mittauksilla tai aistinvaraisilla havainnoilla tarpeeksi riittävällä tarkkuudella rakenteita avaamatta. (Rakennustieto 2007, 2.)

Hyvä kuntotutkimus antaa tietoa vaurion alkuperäisestä syystä. Lisäksi myös selvitetään oikea korjaustapa, ajankohta ja laajuus. Tutkimustapa on oltava oikea, sen mukaan onko tutkittavana kohteena esimerkiksi ilma, rakenne tms. Yleensä kuntotutkimukseen kuuluu myös materiaalinäytteiden ottaminen ja tutkiminen. (Ympäristöministeriö 2016, 141, Raxsystems 2023.)

Kuntotutkimusta käytetään rakenteiden, ilman, sähköjärjestelmän ja putkiston ongelmia tutkiessa. Tarkoituksena on varmistaa epäilykset vahingosta. Myös arvioidaan korjauksen kiireellisyys, laaditaan selvitys vauriosta ja tehdään korjaustapaehdotus. (Ympäristöministeriö 2016, 141, Raxsystems 2023.)

Näytteiden tutkimisella ja mikrobianalyyseillä voidaan tutkia tarkemmin ja luotettavammin kohdetta ja vauriota. Vaikeissa tilanteissa näytteen laboratorioanalyysi on tarpeellista. Tulosten avulla rakennuksen omistaja voi valita sopivan korjaustavan, jonka jälkeen pystytään tekemään korjaussuunnitelma -ja aikataulu. (Ympäristöministeriö 2016, 141, Raxsystems 2023.)

Kuntotutkimuksessa on myös mahdollista, ettei saatujen tulosten perusteella rakennuksessa ole mitään vauriota tai vikaa, jota pitäisi korjata. Kuitenkin vaurio voi olla jossakin muualla vastaavassa paikassa, jonne ei ole tehty tutkimusta. (Ympäristöministeriö 2016, 141, Raxsystems 2023.)

3.2 Kuntotutkimuksen tekijän pätevyyydet

Kuntotutkimuksen tekijällä täytyy olla suoritettuna koulutus, joka sisältää tutkinnon, pätevyyskoulutuksen ja tentin. Tekijältä vaaditaan rakennus alalla suoritettua tutkintoa, joka on vähintään rakennusmestari (AMK) tai vastaava aiempi, vähintään teknikon tutkinto. (Fise 2023.)

3.3 Kuntoluokat

Kuntoluokka on kuntoarvion tai kuntotutkimuksen perusteella määräytyvä luokka, johon tarkastettavan kohteen arvioidaan kuuluvan kuntosaa ja korjaustarpeensa kiireellisyyden puolesta. Luokituksen avulla rakennusosia ja rakennuksia voidaan verrata toisiinsa. (Rakennustieto 2019.)

Kuntoluokka	Kuvaus
5	uusi, ei toimenpiteitä seuraavan 10 vuoden kuluessa
4	hyvä, kevyt huoltokorjaus 6...10 vuoden kuluessa
3	tydyttävä, kevyt huoltokorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai peruskorjaus 6...10 vuoden kuluessa
2	välttävä, peruskorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai uusiminen 6...10 vuoden kuluessa
1	heikko, uusitaan 1...5 vuoden kuluessa

Kuva 4. Kuntoluokat RT 103098 2019 Kiinteistön kuntoarvio (Rakennustieto 2019.)

Luokkia on viisi. Jos tarkastettavan kohteen kuntoa ei voida määrittellä luokituksen mukaisesti (esimerkiksi purkukuntoinen rakenne tai järjestelmä), ilmoitetaan siitä tilaajalle erikseen sekä selvitetään asia kuntoarvioraportissa. (Rakennustieto 2019.)

3.4 Korjaussuunnitelma

Tarpeeksi laajat ja tarkat korjaussuunnitelmat ja kuntotutkimukset on tehtävä ennen kyseessä olevia korjauksia. Rakennuksen tulevaisuudessa saneerauksia ja korjauksia on mahdollista miettiä ja suunnitella korjaussuunnitelmaa apuna käyttäen.

Havaitut vauriot ja mahdolliset epäilyt on huomioitava korjaussuunnitelmassa. Mahdollisten korjausta vaativien rakenteiden, laajuuden ja materiaalien täytyy olla korjaussuunnitelmassa. Myös kustannuksiin ja aikatauluihin koskevat tekijät tulee esittää.

4 Tutkittava omakotitalo

Kuvauskohde on yksikerroksinen tiiliverhoiltu valesokkelinen 1970-luvulla rakennettu omakotitalo. Kaikki rakenteet ovat alkuperäisiä. Talossa on painovoimainen ilmanvaihto. Taloa lämmitetään puu leivinuuneilla ja vesikiertoisilla pattereilla. Lämmintä vettä lämmitetään öljypolttimolla.

Yläpohjassa on lastulevy, koolaus, pahvi, kattotuolin alapaarre, mineraalivilla 100 mm, sahanpuru 200 mm, yläpaarre, ruoteet ja konesaumapeltikate. Seinissä on sisäverhouslevynä lastulevy 12mm, höyrynsulkupaperi, runko 50x100 mm, mineraalivilla 100 mm, bituliitti tuulensuojalevy 12mm, ilmarako ja ulkoverhousstiili. Lattiassa on lattian pintamateriaali, betonilaatta ja eriste. Vesikattona on alkuperäinen konesaumakatto. Sadevedet ohjataan sadevesikaivoon, josta putkea pitkin tontin reunalla kulkevaan ojaan. Salaojitusta ei ole.



Kuva 5. Kohdetalo

Kunnasta ei löytynyt mitään rakennepiirustuksia, joten piirsin itse pohjapiirustuksen mittojen perusteella. Kuitenkin internetistä Fise ja Raksystems -sivuilta löytyi hyvin tietoa ja leikkauskuvia.

5 Kuntoarviossa käytetyt menetelmät

5.1 Lämpökamerakuvaus

Lämpökuvauksen tavoitteena on selvittää rakennuksen merkittävät lämpö- ja ilmavuodot ja kylmäsiilat. Myös arvioidaan yksittäisten rakenneosien kuntoa, kuten ikkunoita, ovia ja ilmanvaihtoventtiilejä. Tällä tavalla voidaan rakenteita rikkomatta jo selvittää suurimmat lämpövuoto- ja virhekohdat rakenteissa. Lämpökamerakuvausella saadaan luotettavaa tietoa helposti kuntotutkimusta varten. Lämpökuvauksen tulosten perusteella voidaan rakennuksen omistajaa neuvoa talotekniikassa, huoltotoimenpiteissä, korjauksissa ja lisätutkimuksissa.

5.2 Rakenneavaus

Rakenteiden todellisen kunnon pystyy selvittämään vain tekemällä rakennetutkimuksia, sillä rakenteiden kunto ei välttämättä näy päälle päin. Lisäksi piirustuksissa esitetyt rakennepaksumetrit -ja ratkaisut eivät aina pidä paikkaansa, joten rakenneavauksissa tehdyt havainnot ovat tärkeitä korjaussuunnittelussa.

1970-luvulla oli tyypillistä rakentaa sisäverhouslevy, höyrynsulkumuovi, puurunko ja eriste, tuulensuojalevy ja tiiliverhous.

5.3 Kosteusmittaus

Epäiltäessä kosteusongelmaa tehdään rakenteisiin kosteusmittaus. Kartoittaessa kosteusongelman laajuutta ja mahdollista kosteuden lähdettä käytetään kosteusmittausta. Kuntotutkimuksessa voidaan tehdä kosteusmittauksia. (Urakkamaailma 2023).

5.4 Aistinvarainen tutkimus

Ennen rakennuksessa suoritettavia mittauksia, tulee kohde käydä läpi aistinvaraisesti. Kohdetta tarkastellaan sisä -ja ulkopuolelta systemaattisesti läpi. Aistinvaraisessa tutkimuksessa pyritään löytämään näkyvät kosteusvauriot,

riskirakenteet, ilmanvaihtuvuus, homeen ja muut hajut. (Sisäilmayhdistys, 2023.)

6 Kuntoarvion varsinainen tekeminen

6.1 Perustukset, ulkoseinät, vesikatto, ilmanvaihto ja märkätilat

Aloitin rakennuksen kunnon tutkimisen etsimällä ja yrittämällä hankkia rakennepiirustuksia. Haastattelin talon omistajia talon historiasta ja siihen tehdyistä korjauksista. Luin internetistä tietoa tyypillisistä 1970-luvun pientalojen rakenteista, ongelmakohtista ja korjausratkaisuista.

Rakennuspiirustukset piirsin mittojen pohjalta. Taloa tutkin aistinvaraisesti arvioimalla, lämpökamerakuvausella ja kosteusmittauksella rakenneavauksesta. Kohdetalosta otin valokuvia ja tein muistiinpanoja.

6.2 Lämpökamerakuvaus

6.2.1 Tavoitteet

Lämpökuvauksen tavoitteena on selvittää rakennuksen merkittävät lämpö- ja ilmapuodot ja kylmäsillat. Myös arvioidaan yksittäisten rakenneosien kuntoa, kuten ikkunoita, ovia ja ilmanvaihtoventtiilejä. Tällä tavalla voidaan rakenteita rikkomatta jo selvittää suurimmat lämpövuoto- ja virhekohdat rakenteissa.

6.2.2 Ajankohta ja sääolosuhteet

Lämpökuvauus tehtiin 4.4.2023 sään ollessa selkeä ja tyyni. Keittiössä oli liesituuletin suurimmalla teholla ja poistoilmapuhaltimet olivat päällä vessassa ja kylpyhuoneessa. Lämpökuvauksille paras aika on marraskuusta huhtikuuhun.

Lämpökamerakuvausta ei ole tehty RT 14-11239 mukaisesti, mutta se on toteutettu mukauttaen kyseisiä ohjeita.

Sisäilmalämpötila: 21 °C

Sisäilman suhteellinen kosteus RH: 40 %

Ulkoilman lämpötila: -13 °C

Ulkoilman suhteellinen kosteus RH: 72 %

6.2.3 Kuvausvälineet

Lämpökamera oli lainassa Karelian ammattikorkeakoulun rakennustekniikan laboratorion. Lämpökamera kuvaa kohteen pinnan emissiivisyyttä ja muuttaa lämpösäteilyn väreiksi voimakkuuden mukaan.

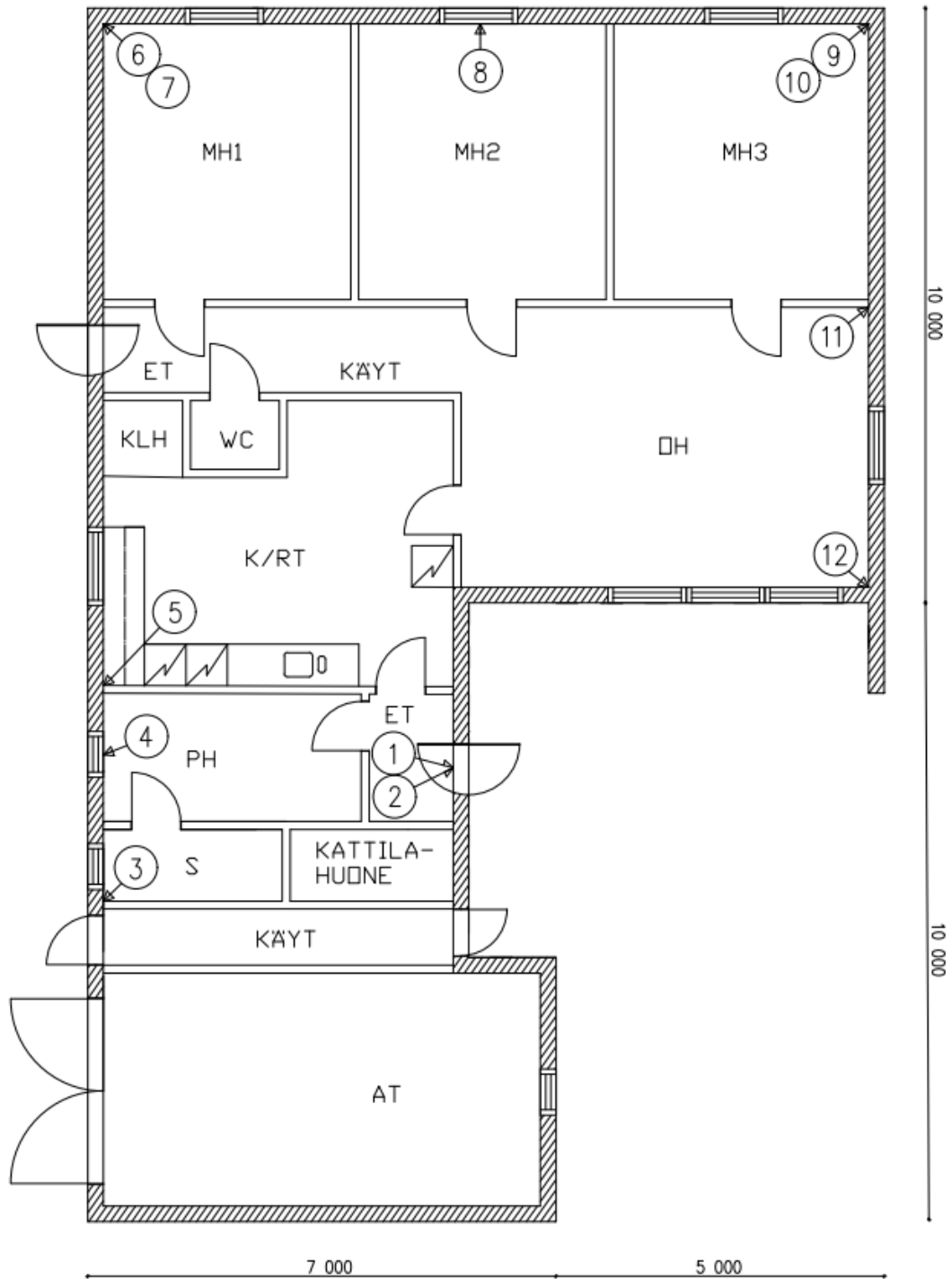
Lämpökamera

-Flir E76 42°

Valokuvauskamera

-Nikon Coolpix L26

6.2.4 Lämpökamerakuvausten paikat



Kuva 6. Lämpökamerakuvausten sijainnit pohjakuvassa

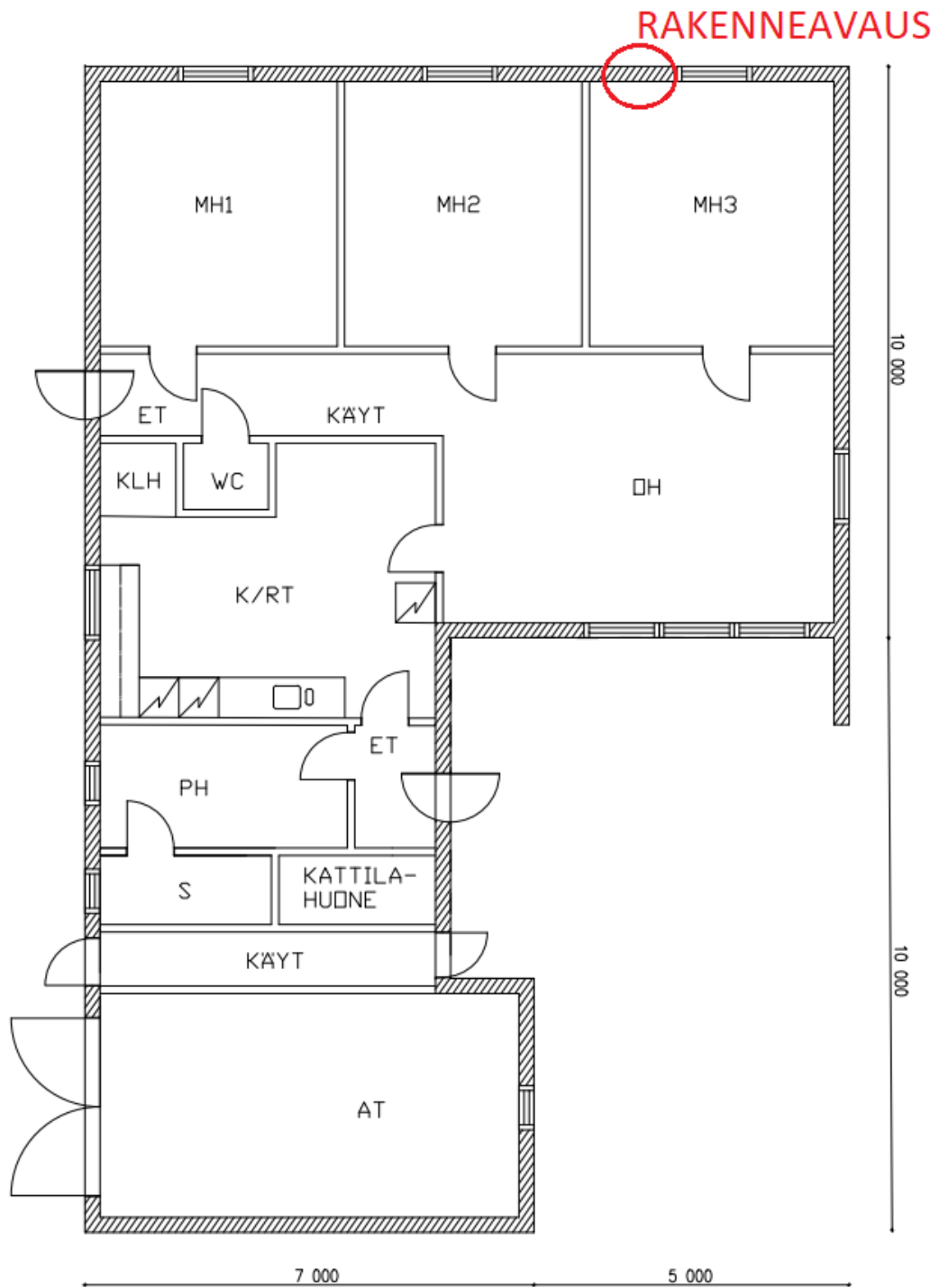
6.3 Rakenneavaus

6.3.1 Rakenneavauksen kohdan valinta

Rakenneavauksen tavoitteena on selvittää alaohjauspuun kunto ja seinän tarkempi rakenne. Tämän vuoksi valitaan paikka, jossa alaohjauspuulla olisi suurin kosteusrasitus.

Tämän pisteen valitsin makuuhuoneen seinästä, jossa pitäisi olla suurin kosteusrasitus keväällä lumien sulaessa ja kesällä vesisateella. Myöskään sähköpistorasioita tai muita rakenteellisia esteitä ei ollut lähellä. Tämän hetken tietojen mukaan talossa ei ole salaojajärjestelmää.

Rakenneavaus kohdassa seinärakenne on sisäverhouslevynä lastulevy 12 mm, höyrünsulkupaperi, runko 50x100 mm, mineraalivilla 100 mm, bituliitti tuulensuojalevy 12 mm, ilmarako ja ulkoverhousstiili. Rakenneavauskohtaan on tarkoitus tehdä 30cmx30cm reikä sisäverhouslevyyn.



Kuva 7. Rakenneavauksen sijainti pohjakuvassa

6.3.2 Rakenneavauksen toteutus

Rakenteiden todellisen kunnon pystyy selvittämään vain tekemällä rakennetutkimuksia sillä kunto ei välttämättä näy päälle päin.

Kohdetalossa ei ole hajuhaittoja tai muuta syytä epäillä kosteusvaurioita. Myöskään ei ollut syytä epäillä seinän sisältävän haitta-aineita tai asbestia.

Joten avauksessa riittää P2-luokan hengityssuojain, suoja-puku ja suojakäsineet. Kuten ohjekortissa RT 80-10712 joulukuu ohjeistetaan. (Rakennustieto 1999.)

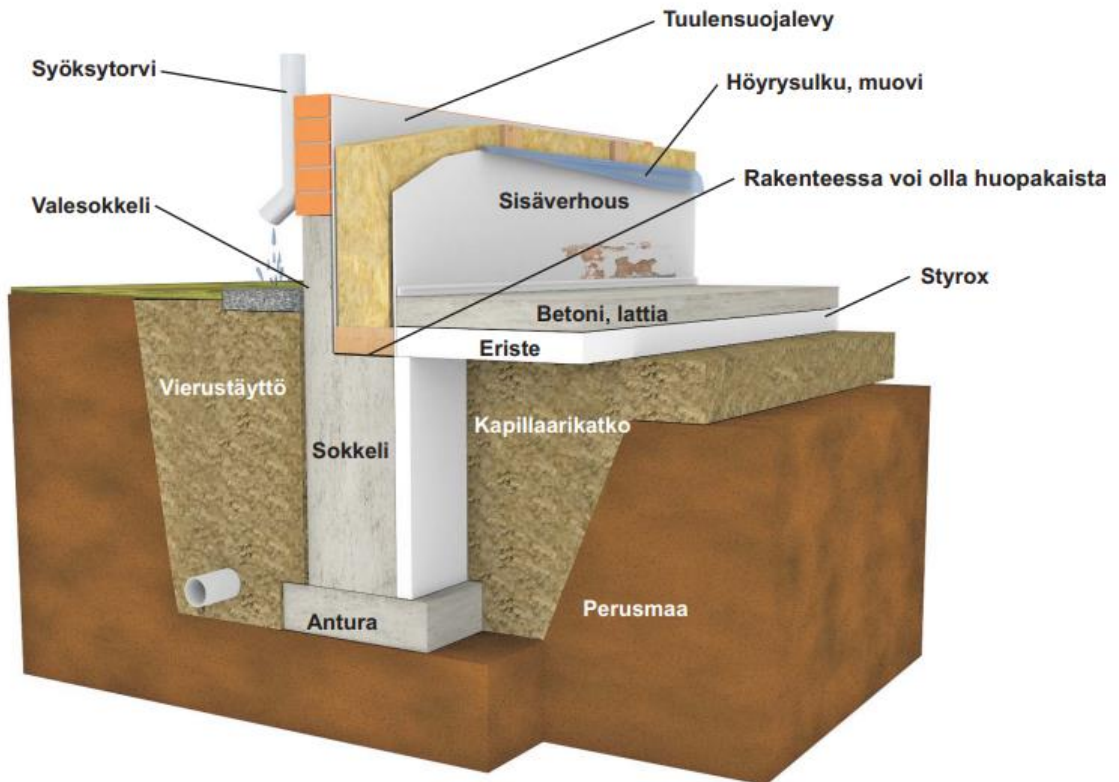
Purettava materiaali	Hengityssuojain	Suojakäsineet ja suoja-puku	Osastointi + tiivistäminen	Osastointi ja osaston alipaineistus	Kohdepoisto	Sulkutila
Ei näkyvää kosteus- tai homevaurioita. rakennuksen käyttäjillä ei ole mikrobialtistuksesta johtuvia oireita	P2					
Ilmään havaittava kosteusvaurio tai rakennuksen on aiemmin tapahtunut kosteusvaurio	P2	x	x			
Ei näkyviä vaurioita. Rakennuksen käyttäjillä on homealtistuksesta johtuvia oireita	P2	x	x			
Pieni paikallinen kosteusvaurio (< 0,5 m ²)	P2	x			x	
Näkyvää homekasvua laajalla alalla (> 0,5 m ²)	P2	x + suoja-puku		x	x	
Rakenteissa tai ilmanäytteistä on todettu toksineja tuottavia homesienilajeja, mustaa homekasvua, rakenteet ovat märkiä tai vaurion syynä on pitkäaikainen putki- vuoto tai veden pääsy rakenteisiin	P3	x + suoja-puku		x	x	x

Kuva 8. Suojautumisohjeet purkutöissä (Rakennustieto 1999.)

Ennen avautusta tutustuin tyypillisiin seinärakenteisiin kyseisellä aikakaudella, -70 luvulla. Tuolloin oli tyypillistä rakentaa sisäverhouslevy, höyrinsulkumuovi, puurunko ja eriste, tuulensuojalevy ja tiiliverhous.

PIENTALOJEN RISKIRAKENTEET

Valesokkelin rakennemalli



Kuva 9. Valesokkelin rakenne (Hometalkoot.fi 2023)

Aina piirustuksissa esitetyt rakennepaksuudet -ja ratkaisut eivät kuitenkaan pidä paikkaansa, joten rakenneavauksissa tehdyt havainnot ovat tärkeitä korjaussuunnittelussa.

6.3.3 Rakenneavauksen suoritus

Ennen rakenneavausta huoneesta siirrettiin huonekalut ja tavarat. Työkaluina käytettiin monitoimityökalua, porakonetta ja käsityökaluja. Seinäavauspallaa takaisin asentaessa saumoihin laitettiin saumanauha ja tasoite.



Kuva 10. Seinäavaus

Leikkasin rungon alajuoksusta palan, jonka alta paljastui höyrynsulkupaperi ja eriste. Alajuoksun alapinnassa oli hiukan kosteutta kosteusmittarilla mitattuna, mutta muuten seinän runkorakenteet vaikuttivat melko kuivilta ja lujilta.



Kuva 11. Alajuoksu ja siitä leikattu pala

Silmämääräisesti missään rakenteissa eikä eristeessä näkynyt mitään vaurioita. Myöskään ei ollut havaittavissa mitään epämääräisiä hajuja. Kosteus- ja mikrobivauriot eivät ole aina selkeästi nähtävissä, koska täysin puhtaan näköisestä kuivasta näytteestä voi laboratoriossa löytyä homekasvustoa. (Ympäristöministeriö 2016.)



Kuva 12. Alajuoksun ja eristeen kosteusmittaus Testo 616-pintakosteusmittarilla



Kuva 13. Alajuoksun alapinta on 20 cm syvyydellä lattian tasosta ja seinärunko on rakennettu 50x100 sahatavarasta.

6.4 Haastattelu

Asukashaastattelu antaa paljon tärkeää tietoa kohderakennuksesta ja luo hyvän perustan kuntotutkimukselle. Kunnan rakennusvalvonnasta ei löytynyt lupa- tai rakennekuvia, joten asukkaiden haastattelu oli erittäin tärkeää ennen kuntotutkimuksen tekoa. Olin etukäteen ottanut selvää kyseisen aikakauden riskirakenteista ja miettinyt hyödyllisiä kysymyksiä rakennuksen tämänhetkisestä kunnosta ja historiasta. Kysymyksiä miettiessä mietin tutkittavan talon mahdollisia riskirakenteita ja muita aistinvaraisesti havaittavia asioita, kuten lämpötilat ja hajut. (Sisäilmayhdistys 2023.)

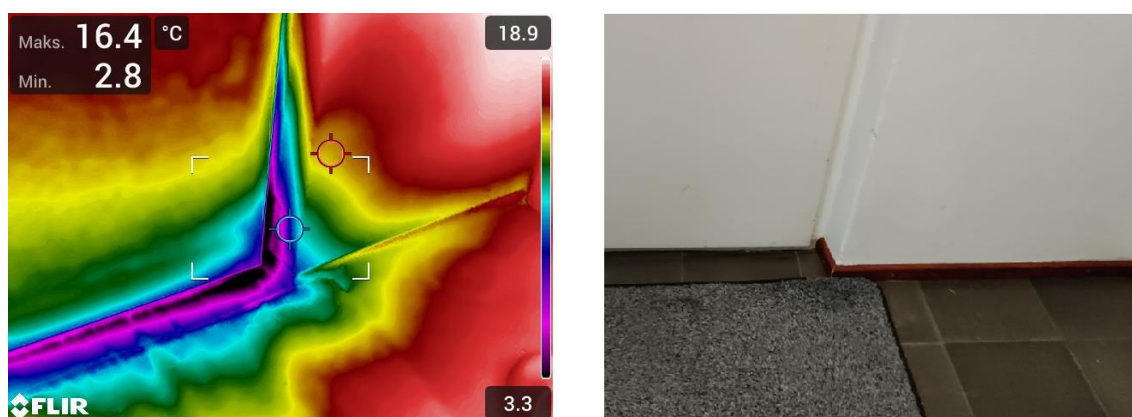
Haastattelussa etukäteen mietityt kysymykset osoittautuivat hyviksi ja kohde rakennuksesta paljon tietoa antaviksi. Haastattelun tein ennen lämpökamerakuvausta ja seinäavausta. Tietoa sain paljon rakennuksen historiasta ja tehdyistä korjauksista. Peltikatto on maalattu 12 vuotta sitten. Saunaan on vaihdettu seinäpaneelit ja makuuhuoneissa seiniä maalattu 6 vuotta sitten. Myös sain paljon tietoa rakennuksen lämmityksestä, sekä öljyn ja polttopuiden kulutuksesta. Kohdekäynneillä sisäilma oli hyvä, jota myös talon omistajat kehuivat eikä epämääräisiä hajuja löytynyt. Talvella leivinuuneja pitää lämmittää usein etenkin kovien pakkasten aikaan, jolloin sisälämpötila voi hetkellisesti laskea. Polttopuiden menekki on vuodessa 20 pinokuutiota

sekapuuta sisältäen saunapuut. Tarkkaa öljymäärää on vaikea arvioida, koska käytettävä öljy tuodaan polttoainekanisterissa. Kesällä sisäilma on sopivan viileä tiiliverhouksen ansiosta.

7 Tulokset

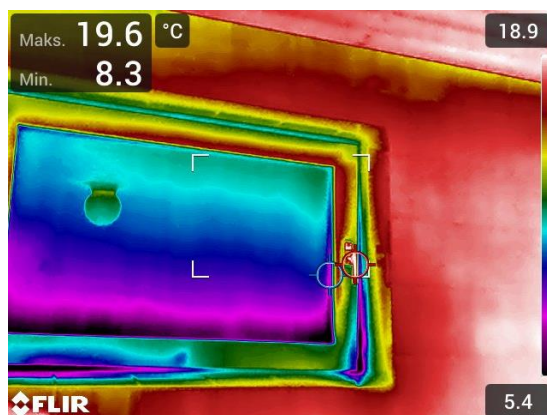
7.1 Lämpökameramittausten tulokset

Lämpökamerakuvauksen perusteella tein seuraavanlaisia huomioita rakennuksen kunnosta. Rakennuksen ulko-ovi on alkuperäinen. Tiivisteissä on huomattavissa suurta ilmavuotoa. Tiivisteiden tai oven vaihto olisi ajankohtainen.



Kuva 16. Ulko-oven lämpökamerakuvaus

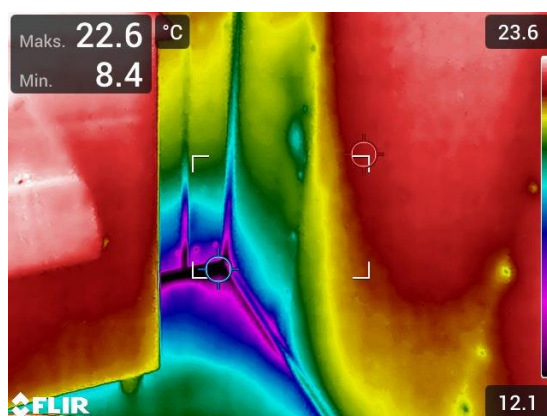
Saunan nurkassa on havaittavissa kylmempi kohta. Syynä luultavasti kylmäsilta ja ilmasulun vuoto. Pesuhuoneen ikkunan tiivisteet ovat jo käyttöikänsä päässä tai ikkunan vaihtoa harkittava energiatehokkaampaan.



Kuva 17. Pesuhuoneen ikkunan lämpökamerakuva

Keittiön nurkassa on havaittavissa kylmempi kohta. Syynä luultavasti kylmäsilta ja ilmasulun vuoto. Samanlaiset vuotokohtat löytyivät myös makuuhuoneen nurkista. Lisäksi ikkunan tiivisteet ovat jo käyttöikänsä päässä tai ikkunan vaihtoa harkittava energiatehokkaampaan.

Olohuoneesta löytyi myös useampi kylmempi kohta nurkasta ja väliseinän kohdalta, joihin syynä on luultavasti samat kylmäsilan ja ilmasulun vuodot.



Kuva 18. Lämpökamerakuva olohuoneen väliseinästä

Lämpökamerakuvauksen perusteella löytyi siis useampi vuotokohta, jotka pitäisi korjata.

7.2 Rakenneavauksen tulokset

Rakenneavausta tehdessä paljastui, että alajuoksussa ja eristeessä oli hiukan kosteutta kosteusmittarilla mitattuna, mutta muuten vaikuttivat melko kuivilta ja lujilta. Silmämääräisesti missään rakenteissa eikä eristeessä näkynyt mitään

vaurioita. Myöskään ei ollut havaittavissa mitään epämääräisiä hajuja. Kosteus- ja mikrobivauriot eivät ole aina selkeästi nähtävissä, koska täysin puhtaan näköisestä kuivasta näytteestä voi laboratoriossa löytyä homekasvustoa. (Hometalkoot.fi 2023, 48.)

8 Korjausehdotukset ja energiatehokkuuden parantaminen

8.1 Korjausehdotukset, energiatehokkuuden ja U-arvon parantaminen

Kohdetaloon tehtiin lämpökamerakuvaus ja rakenneavaus opinnäytetyötä aloittaessa. Myös samanaikaisesti selvitettiin ja mitattiin eri materiaalien ainepaksuudet, jotta U-arvon laskeminen onnistuu. Lämmitysmuotona on puulämmitteiset leivinuunit ja vesikiertoiset patterit. Öljypolttimolla lämmitetään lämmintä vettä.

U-arvon laskemiseen täytyi selvittää eri rakenteet ja niiden paksuudet. U-arvo kertoo lämpövirran tiheyden, joka kulkee kyseessä olevan rakennusosan lävitse. Rakenne eristää sitä paremmin, mitä pienempi on U-arvo.

Eri rakenteille on laskettu eri vertailuarvot, joita ei saisi ylittää.

Energiatehokkaampi rakenne saavutetaan pääsemällä lähelle tavoitearvoja. Kuitenkaan näihin arvoihin ei välttämättä pidä päästä, koska tutkittava ei ole uudisrakennus ja samankaltaisia määräyksiä ei ole.

U-arvon parannukseen suosituimmat ja helpoimmat rakenneosat ovat ala- ja yläpohja. Vanhoissa taloissa ei ole U-arvo vaatimuksia, kuten uudisrakennuksissa U-arvon pitää olla 1,0 W/m²K tai pienempi. Parhaimman U-arvon ja arvokkaimpia ikkunoita ei kannata kuitenkaan valita, jos muut rakenteet eivät ole oikein toimivia tai kunnossa. (Ympäristöministeriö 2003.)

Laskennassa hyödynnetään standardin SFS EN ISO 6946 mukaisia rakennusaineiden lämmönjohtavuuksien suunnitteluarvoja. Excel-pohjainen ohjelma laskee rakenteelle kokonaislämmönvastuksen ala- ja yläliikiarvon,

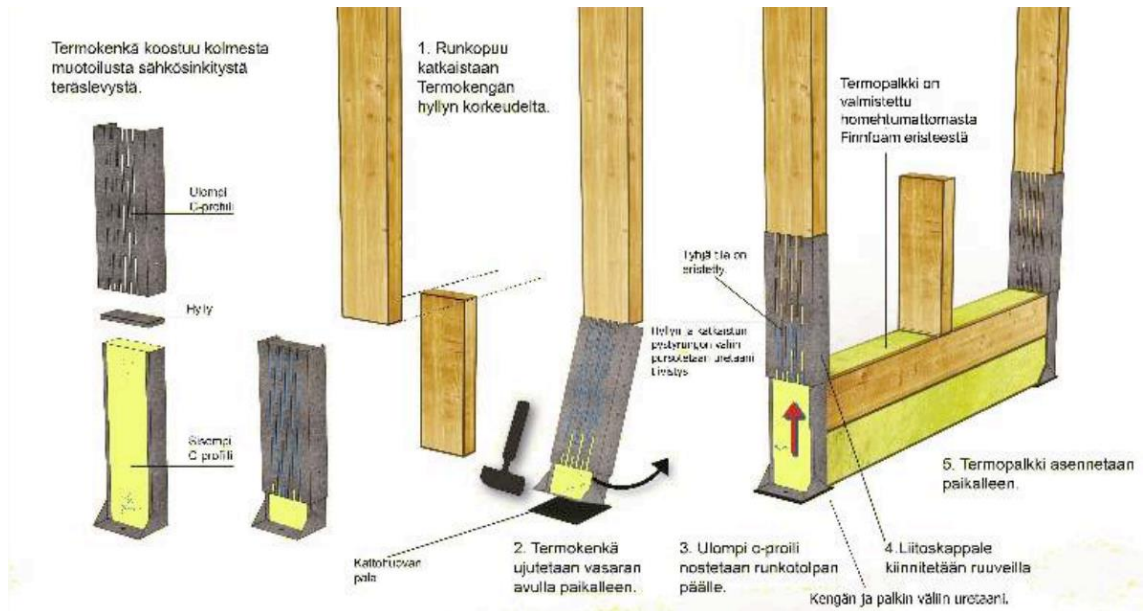
joiden perusteella lasketaan rakenteen U-arvo. Saadut tulokset eivät ole virallisia ja päteviä, vaan suuntaa antavia. (Puuinfo 2023.)

Eli yläpohja tarvitsisi lisälämmöneristystä. Selluvillalla se olisi helposti ja kustannustehokkaasti toteutettavissa, jota lisäisin 200–300 mm sahanpurun päälle. Yläpohjan lisälämmöneristys on mahdollista harjakaton kohdalla ja autotallin päällä olevaan tasakattoon se ei ole mahdollista. Energiatehokkuutta lisäisi myös valesokkelin korjaaminen Termopalkilla, vaikka vielä ei ole ongelmia valesokkelissa. Ilmalämpöpumppu olisi energiatehokas vaihtoehto öljyn tilalle. Käyttöikänsä päässä oleva vesikatto, sadevesi ja salaojaremontit olisivat ajankohtaisia. Vesijohto- ja viemäriremontti kannattaisi tehdä ennakoivasti, vaikka vielä ei löydykään ongelmia.

Korjausehdotuksilla olisi mahdollista pidentää rakennuksen käyttöikä, pienentää kosteusvaurioriskiä ja parantaa energiatehokkuutta. Myös lisätä asumismukavuutta ja tehdä lämmityksestä helpompaa.

8.2 Termopalkki

Mielestäni paras valesokkelin korjaustapa on Lamox Oy:n Termotuotteilla, jotka voidaan asentaa valesokkelin sisäpuolelle. Valesokkelin korjaukseen on myös muita tapoja, kuten harkkomuuraus, valesokkelikenkä ja terästassu. Harkkomuuraukseen verrattuna Termotuotteilla on parempi U-arvo eikä seinään tule kylmäsiltaa. Patentoitu Termotuote on tehokas ja edullinen ratkaisu. Korjausmenetelmä sisältää kuumasinkitystä teräksestä valmistetun termokengän ja homehtumattomasta XPS-eristeestä valmistetun termopalkin. Samalla on mahdollista tarkastaa runkotolppien ja villaeristeiden kunto ja vaihtaa huonokuntoiset. Termotuotetta käyttämällä seinärakenteen kosteusteknistä toimivuutta ja U-arvoa saadaan parannettua $0,37\text{W/m}^2\text{K} > 0,28\text{W/m}^2\text{K}$.



Kuva 14. Termotuotteen asennusohje (Lamox 2023.)

8.3 Ulkoseinä rakenne

Ulkoseinän rakenne on ulkoa sisälle: ulkoverhoustiili, ilmarako, bituliitti tuulensuojalevy 12 mm, mineraalivilla 100 mm, runko 50x100 mm, höyrynsulkupaperi ja sisäverhouslevynä lastulevy 12 mm.

Ulkoseinissä ei ole havaittavissa kosteusvauriota, joten seinien avaaminen ja lisäeristäminen ei ole järkevää. Eikä seinien lisälämmöneristys ei ole kannattavaa kustannuksiltaan. Energiatehokkuuden parantaminen muilla tavoin olisi järkevämpää.

Suunnitteluinsti	Työn nro	Sivu
X	X	1 / 2
	Päiväys	Tekijä
	X	X
Rakennuskohde	Sisältö	
X	U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	

RAKENTEEN TIEDOT

[Info](#)

TARKASTELTAVA RAKENNE: Puurakenteinen ulkoseinä (lämpövirran suunta vaakasuoraan) ▼

RAKENNEKERROKSET

Sisäpinta

1 Lastulevy ▼
 Kerroksen paksuus [d] 12,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,210 W/mK

2 Ilman- ja höyrynsulku ▼

3 Lämmöneriste (sisältää koolauksen) ▼
 Kerroksen paksuus [d] 100,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,037 W/mK
 Koolaussuunta (p / v) v

4 Kuitulevy ▼
 Kerroksen paksuus [d] 12,0 mm
 Lämmönjohtavuus [λ] 0,210 W/mK

5 Ei rakennekerrosta ▼

6 Ei rakennekerrosta ▼

7 Ei rakennekerrosta ▼

8 Ei rakennekerrosta ▼

Ulkopinta

ILMARAKOJEN TIEDOT

Ulkopuolen tuuletusrako Hyvin tuulettuva ▼

Ilmarakojen korjaustekijä Korjaustaso 1 ▼

METALLISTEN MUURAUSSITEIDEN TIEDOT

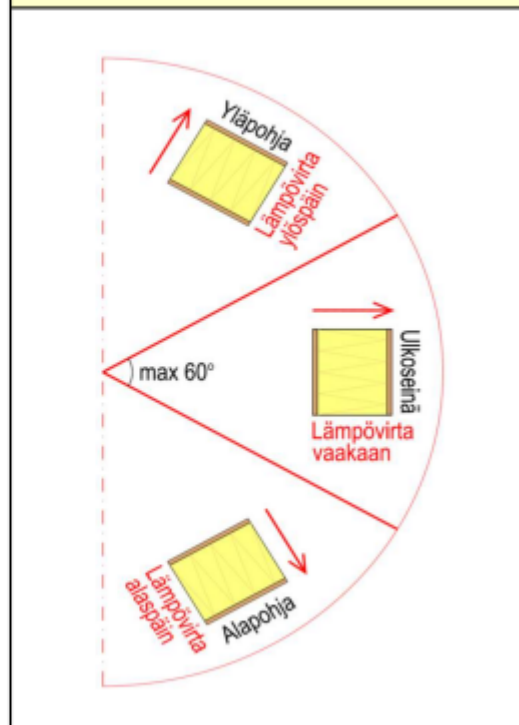
Muuraussiteiden tyyppi Ei muuraussiteitä ▼

KOOLAUKSEN TIEDOT

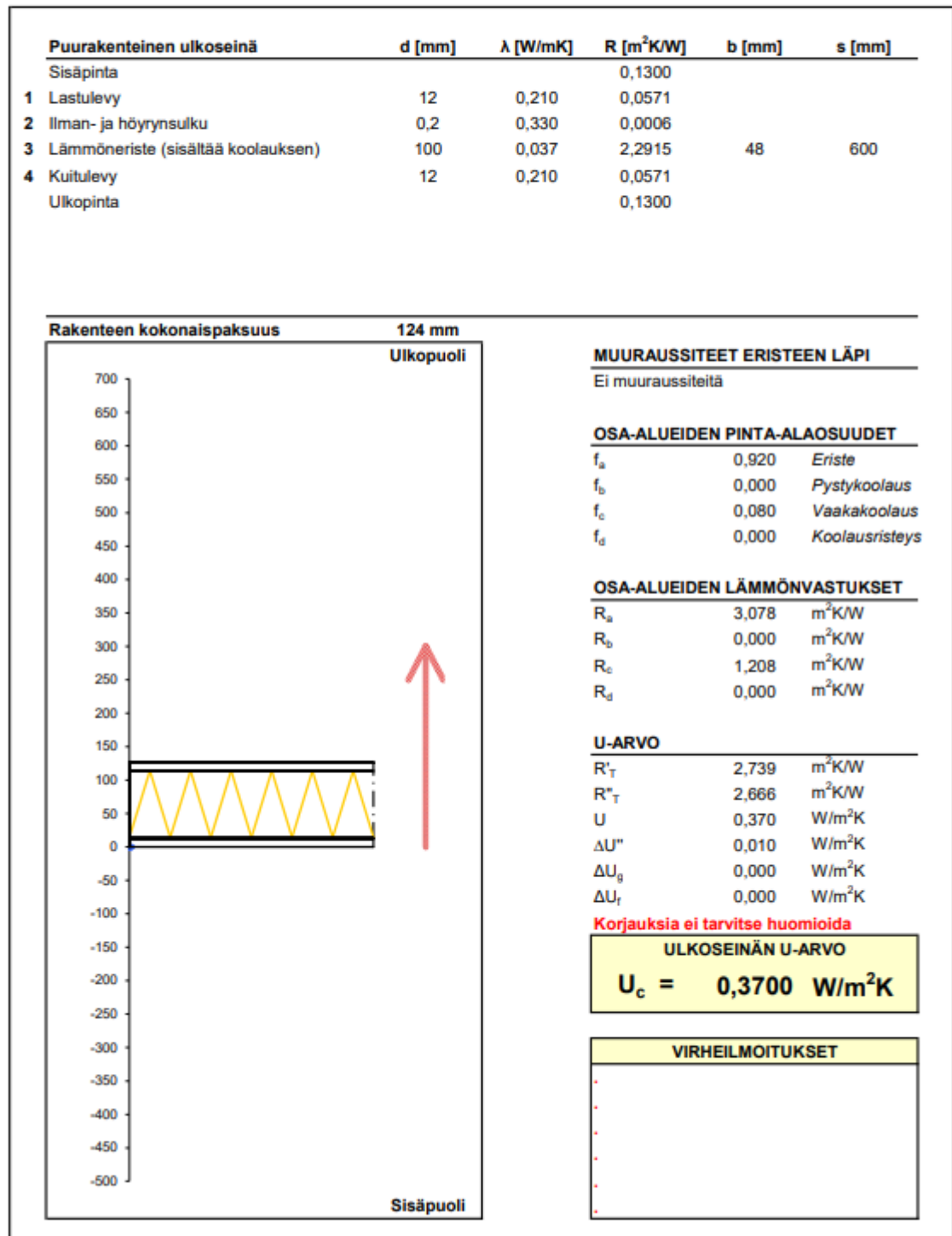
Koolauspuun leveys [b] 48 mm ▼
 Koolauspuun lämmönjohtavuus [λ] 0,120 W/mK

Vaakakoolauksen k-jako [s] 600 mm

RAKENNE / LÄMPÖVIRTA



Suunnitteluomisto X	Työn nro X	Sivu 2 / 2
	Päiväys X	
Rakennuskohde X	Sisältö U-arvon määrittäminen (SFS-EN ISO 6946)	



Kuva 15. Tämänhetkinen ulkoseinän u-arvo Puufon laskurilla laskettuna

8.4 Yläpohja

Yläpohja on tavallisimpia ja helpoimpia rakenteita U-arvon parantamiseen. Yläpohjaan eristettä voidaan lisätä yläpuolelta vanhan eristeen päälle tai laittaa lisää eristettä alapuolelta yläpohjaan.

Kohdetalossa on loiva harjakatto ja tasakatto. Vesikatteena konesaumattu peltikate. Yläpohjassa on eristeenä mineraalivillaa, jonka päällä lisäeristeenä sahanpurua. Ullakkotilassa ei ollut havaittavia kosteusvaurioita tai muita ongelmia.

150 mm mineraalivillan U-arvo on 0,29 W/m²K. Lisäeristyksen jälkeen U-arvo paransi 0,09 W/m²K, joka vastaa uuden talon yläpohjarakenteen vaatimuksia. (Rakentaja 2023.)

Puhallusselluvillalla olisi helpoin ja huolettomin ratkaisu tehdä lisäeristäminen. Selluvilla on hygroskooppinen lämmöneriste. Eriste luovuttaa kosteuden pois ilman kosteusongelmaa, jos siihen imeytyy kosteutta. Myös tuulenohjaimet pitäisi asentaa, ettei yläpohjan tuuletus heikkenisi tai puhallusvilla turhaan liikkuisi. (Termex 2023.)

8.5 Ikkunat ja ovet

Uusien ikkunoiden vaihtaminen kannattaa, koska talossa on vielä alkuperäiset kaksi lasiset ikkunat. Kovilla pakkasilla ikkunoiden lähellä on vedon tunnetta ja alareunaan voi muodostua jäätä. Myös ikkunat huurtuvat usein.

Uusilla ikkunoilla energiankulutus vähenee, vaikka yksinomaan ikkunoilla ei merkittävästi voi pienentää talon energiatehokkuutta. Uudet ikkunat on helppo pitää puhtaana. Asumisviihtyvyys paranee, kun vedon tunne häviää eikä ikkuna tunnu kylmältä. Ikkunat eristävät ääntä paremmin ja ulkonäkö kohentuu. Vanhat ikkunat ovat U-arvoltaan 2,7W/m²K. Uusilla kolmilasisilla Hyvä Skaala Beeta ikkunoilla se parantuisi 0,9W/m²K. Ikkunoihin olisi mahdollista saada modernit sisäilmaa parantavat raitisilmaventtiilit ja muut lisätarvikkeet. (Rakentajat 2023, Skaala 2023.)

Ulko-ovien tai tiivisteiden vaihtaminen myös kannattaa, koska talossa on vielä alkuperäiset ovet. Ulkoisesti ovet ovat siistissä kunnossa, eikä maalit ole hilseilyt tai ole lahovaurioita.

8.6 Lämmitysmuoto

Rakennusta lämmitetään tällä hetkellä kahdella puulämmitteisellä leivinuunilla ja vesikiertoisilla pattereilla. Lämmintä vettä lämmitetään öljypolttimolla.

Pääasiassa taloa lämmitetään puu leivinuuneilla. Talossa on painovoimainen ilmanvaihto.

Ilmalämpöpumppu alentaa lämmityskuluja, parantaa sisäilman laatua ja sen avulla kasvaa asuinmukavuus. Joten ilmalämpöpumpun hankinta olisi järkevä ratkaisu kokonaisenergian säästön ja asumismukavuuden kannalta. Vaikka ilmalämpöpumpun myötä sähkönkulutus kasvaisi. Asennettuna se maksaa keskimäärin 1700 euroa riippuen valitusta mallista. Takaisin se maksaa itsensä säästöinä lämmityskuluissa noin kolmessa vuodessa. (Rakentaja 2023.)

Muita vaihtoehtoja ilmalämpöpumpun lisäksi ovat poistoilmalämpöpumppu ja ilmavesilämpöpumppu. Aurinkolämpö, maalämpö, puu- ja pellettikattila ovat myös vaihtoehtoja öljyn tilalle. Puu on halvin lämmitysmuoto, mutta se vaatii paljon säilytystilaa. Maalämpö vaatii ison investoinnin. Myös poistoilmalämpöpumppu, ilmavesilämpöpumppu ja aurinkolämpö ovat kalliimpia investointeja verrattuna ilmalämpöpumppuun. Puu- ja pellettikattila vaatii huoltamista ja pelletti on kalliimpaa kuin puu.

9 Pohdinta

Opinnäytetyötäni pystyvät talon omistajat hyödyntämään, saaden tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa tietoa rakenteiden kunnosta ja vaihtoehtoisista lämmitysmuodoista. Muut 1970-luvulla rakennettujen omakotitalojen omistajat ja korjaamista suunnittelevat voivat myös hyötyä tästä opinnäytetyöstä. Nykyisin energian hinta on kasvamassa ja halutaan vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä, kuten öljyä. Joten öljylle vaihtoehtoisia lämmitysmuotoja on järkevää miettiä.

Opinnäytetyössä oli mielenkiintoista tehdä lämpökamerakuvaus ja seinän rakenneavaus, jotka antoivat runsaasti uutta tietoa rakennuksesta ja rakenteiden oikeasta kunnosta, koska ulkoisesti ei pysty kaikkea näkemään. Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet täyttyivät hyvin. Rakennus näyttäisi olevan paremmassa kunnossa, kuin alun perin ajattelin, ottaen huomioon rakennuksen olevan lähes alkuperäiskuntoinen 1970-luvun rakennus. Kuitenkin siinä riittää korjattavaa ja lisää tutkittavaa.

Jatkoa ajatellen kuntokartoitusta laatiessa vuodenaika on kevät, joten mahdolliset talven kylmän sään aiheuttamat ongelmat eivät näy tässä tutkimuksessa. Siksi voisi olla hyödyllistä tehdä erillinen kuntokartoitus myös talvella. Mielestäni rakennusta voisi tutkia perusteellisemminkin esimerkiksi kylpyhuoneen osalta, joten asukkaiden suostuessa laajempi kuntokartoitus voisi olla kiinnostavaa tehdä. Opinnäytetyötäni voisi hyödyntää myös tulevissa opinnäytetöissä niin, että useampaa samanikäisen omakotitalon kuntokartoitusta vertailtaisiin, ja pohdittaisiin tämän tutkimuksen tulosta ja mahdollisia eroavaisuuksia, sekä niiden syitä.

Alussa haasteena oli rakennuspiirustusten puuttuminen. Kuitenkin internetistä löytyi Fise ja Raksystems -sivuilta hyvin tietoa ja leikkauskuvia.

Valesokkelin rakenneavauksessa pystyttiin hyvin näkemään ja tutkimaan rakenteen todellista kuntoa ja toimivuutta, jonka perusteella pystytään harkitsemaan mahdollisen lisätutkimuksen tarvetta.

Lähteet

Alma Media. 2023. Kosteusmittauksilla voidaan arvioida kosteusvaurioita ja sisäilman laatua. <https://www.urakkamaailma.fi/kosteusmittaus>. 11.5.2023.

Asuinrakennukset. 2023. 1970-luvun omakotitalot. <https://www.asuinrakennukset.fi/rakennukset/1970-luvun-omakotitalo/>. 14.5.2023.

Finlex. 2003. Ympäristöministeriön asetus lämmöneristyksestä. <https://www.finlex.fi/data/normit/1931-C4s.pdf>. 3.5.2023.

Fise. 2023. Asuntokaupan kuntotarkastaja. <https://fise.fi/patevyysspalvelu/hae-patevyytta/energia-ja-kuntoasiantuntijat/asuntokaupan-kuntotarkastaja-akk/>. 17.5.2023.

Hengitysliitto. 2023. 1970-luvun talo. https://www.hometalkoot.fi/pdf/omakotitalo/1970_omakotitalo_osat.pdf. 3.5.2023.

Hildén, Sari. 2010. Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen. http://kosteusvauriokorjaus.savonia.fi/jdownloads/Muut%20julkaisut/Rakentajain%20kalenteri/Sisailmaongelmaisten_koulurakennusten_korjaaminen_-_Hilden_2011.pdf. 21.4.2023.

Ilmakas.fi. 2023. Vanhan talon ilmanvaihdon parantaminen. <https://ilmakas.fi/vanhan-talon-ilmanvaihdon-parantaminen/>. 21.4.2023.

Insinööritoimisto Tapani Joensuu. 2023. Lämpökamerakuvaukset. <https://www.takuumestarit.fi/lampokamerakuvaukset-2/>. 14.4.2023.

KH 90-00394. 2007. Kuntotarkastus asuntokaupan yhteydessä. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS. 15.5.2023.

Lamox Oy. 2023. Asennusohjeet. <https://www.lamox.fi/asennusohje-2>. 21.4.2023.

Lotus Demolition. 2023. ASBESTI- JA HAITTA-AINEKARTOITUS.
<https://lotusdemolition.fi/palvelu/tutkimukset-ja-kartoitukset/asbesti-ja-haitta-ainekartoitus/>. 20.5.2023.

Prima. 2023. Ikkunan vaihto. <https://prima-rakentajat.fi/ikkunan-vaihto/>.
13.5.2023.

Puuinfo. 2021. Puurakenteen U-arvon määrittäminen.
<https://puuinfo.fi/suunnittelu/mitoitustyokalu/puurakenteen-u-arvon-maarittaminen/>. 28-5-2023.

Raksystems. 2023. Hyvin toimiva ilmanvaihto.
<https://raksystems.fi/ajankohtaista/hyvin-toimiva-ilmanvaihto/>. 29.4.2023.

Raksystems. 2023. Kuntotarkastus, kuntoarvio ja kuntotutkimus.
<https://raksystems.fi/ajankohtaista/kuntotarkastus-kuntoarvio-ja-kuntotutkimus-miten-valita-oikea-tutkimus/>. 15.4.2023.

Raksystems. 2023. 1970-luvun pientalot.
<https://raksystems.fi/ajankohtaista/1970-luvun-pientalot-ja-niille-ominaiset-rakennusratkaisut/>. 15.4.2023.

Raksystems. 2023. Lämpökuvaus. <https://raksystems.fi/kodit-ja-asuminen/lampokuvaus/>. 1.5.2023.

Raksystem. 2023. Asbesti- ja haittaainekartoitus. <https://raksystems.fi/taloyhtiot-ja-isannoitsijat/asbesti-ja-haitta-ainekartoitus/>. 1.5.2023.

Raksystems. 2023. Vesikatto. <https://raksystems.fi/sanasto/vesikatto/>. 1.5.2023.

RT 103098. 2019. Kiinteistön kuntoarvio. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.
22.4.2023.

RT 10-11222 2016. Talonrakennushankkeen kulku, Rakennushankkeen osapuolet. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS. 15.5.2023.

RT-14-11239. 2016. Rakennuksen Lämpökuvaus. Helsinki:
Rakennustietosäätiö RTS. 1.5.2023.

RT 80-10712. 1999. Rakennuksen kosteusja mikrobivauriot. Helsinki:
Rakennustietosäätiö RTS. 15.5.2023.

RT 89-11002. 2010. Pihojen pohja- ja päällysrakenteet. Helsinki:
Rakennustietosäätiö RTS. 14.5.2023.

Schibsted Suomi Oy. 2023. Parempaa sisäilmaa ilmalämpöpumpulla.
https://www.rakentaja.fi/artikkelit/9222/rakennusosien_u_arvot.htm. 22.5.2023.

Serviz. 2023. Valesokkeli. <https://www.kunnontarkastus.fi/valesokkeli/>.
22.5.2023.

Sisäilmayhdistys ry. 2023. Ilmanvaihdon perusteet.
<https://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Ilmanvaihdon-perusteet>.
21.4.2023.

Sisäilmayhdistys ry. 2023. Tehtävät ennen mittauksia.
<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Rakennustekniset-tutkimukset/Tehtavat-ennen-mittauksia>.
21.4.2023.

Skaala. 2023. Sisään aukeava ikkuna. <https://www.skaala.com/fi/kaikki-ikkunat/sisaanaukeava-ikkuna/>. 28.4.2023.

Termex-Eriste Oy. 2023. Yläpohjaeristys. <https://termex.fi/ylapohjaeristys>.
28.4.2023.

Urakkamaailma. 2023. Kosteusmittauksilla voidaan arvioida kosteusvaurioita ja sisäilman laatua. <https://www.urakkamaailma.fi/kosteusmittaus>. 13.5.2023.

Valvira. 2003. Asumisterveysohje.
<https://www.valvira.fi/documents/14444/262965/Asumisterveysohje/e6844993-382c-4711-900f-37c94718fa1a>. 17.5.2023.

Ympäristö.fi. 2023. Rakennusmateriaalien haitta-aineet.

<https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/rakentaminen/kiinteistojen-yllapito-ja-korjaaminen/rakennusmateriaalien-haitta-aineet>. 12.4.2023.

Ympäristöministeriö. 2016. Ympäristöopas 2016 Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen tutkimus.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75517/YO_2016_Kuntotutkimusopas.pdf. 28.4.2023.

Liite 1 Rakenneavausraportti

Kohde: omakotitalo

Päivämäärä: 4.4.2023

Kuvaaja: Simo Koistinen, RI-opiskelija

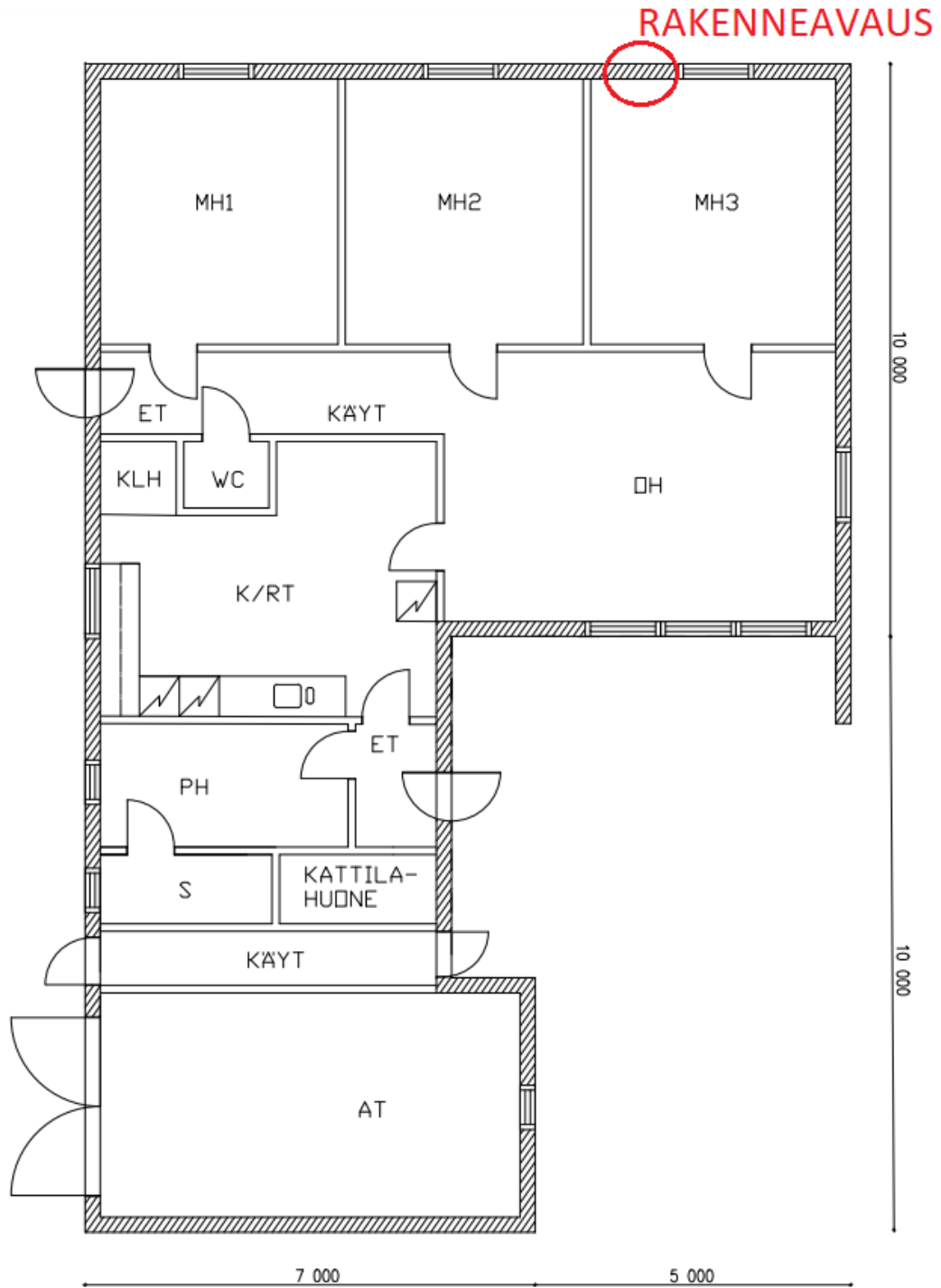
Rakenneavaus

Rakenneavauksen kohdan valinta

Rakenneavauksen tavoitteena on selvittää alaohjauspuun kunto ja seinän tarkempi rakenne. Tämän vuoksi valitaan paikka, jossa alaohjauspuulla olisi suurin kosteusrasitus.

Tämän pisteen valitsin makuuhuoneen seinästä, jossa pitäisi olla suurin kosteusrasitus keväällä lumien sulaessa ja kesällä vesisateella. Myöskään sähköpistorasioita tai muita rakenteellisia esteitä ei ollut lähellä.

Tämän hetken tietojen mukaan talossa ei ole salaojajärjestelmää. Eikä seinän rakennetta tarkkaan tiedetä, koska kunnasta ei löytynyt rakennepiirustuksia.



Kuva 1. Rakenneavauksen sijainti pohjakuvassa

Rakenneavauksen suoritus

Ennen rakenneavausta huoneesta siirrettiin huonekalut ja tavarat. Työkaluina käytin monitoimityökalua, porakonetta ja käsityökaluja. Seinäavauspala takaisin asentaessa saumoihin laitoin saumanauhan ja tasoitteen.



Kuva 3. Seinäavaus

Leikkasin rungon alajuoksusta palan, jonka alta paljastui höyrynsulkupaperi ja eriste. Alajuoksun alapinnassa oli hiukan kosteutta kosteusmittarilla mitattuna, mutta muuten seinän runkorakenteet vaikuttivat melko kuivilta ja lujilta.



Kuva 4. Alajuoksu ja siitä leikattu pala

Silmämääräisesti missään rakenteissa eikä eristeessä näkynyt mitään vaurioita. Myöskään ei ollut havaittavissa mitään epämääräisiä hajuja. Kosteus- ja mikrobivauriot eivät ole aina selkeästi nähtävissä, koska täysin puhtaan näköisestä kuivasta näytteestä voi laboratoriossa löytyä homekasvustoa. (Ympäristöministeriö 2016, 48.)



Kuva 5. Alajuoksun ja eristeen kosteusmittaus Testo 616-pintakosteusmittarilla



Kuva 6. Alajuoksun alapinta on 20 cm syvyydellä lattian tasosta ja seinärunko on rakennettu 50x100 sahatavarasta

Liite 2 Lämpökamerakuvausraportti

Kohde: omakotitalo

Päivämäärä: 4.4.2023

Kuvaaja: Simo Koistinen, RI-opiskelija



Lämpökamerakuvausraportti

Esitiedot kuvauskohteesta

Kuvauskohde on yksikerroksinen tiiliverhoiltu valesokkelinen 1970-luvulla rakennettu omakotitalo. Kaikki rakenteet ovat alkuperäisiä. Talossa on painovoimainen ilmanvaihto. Taloa lämmitetään puu leivinuuneilla ja vesikiertoisilla pattereilla. Lämmintä vettä lämmitetään öljypolttimolla.

Yläpohjassa on lastulevy, koolaus, pahvi, kattotuolin alapaarre, mineraalivilla, sahanpuru, yläpaarre, ruoteet ja konesaumapeltikate. Seinissä on sisäverhouslevynä lastulevy, höyrynsulkupaperi, runko, mineraalivilla, tuulensuojalevy, ilmarako ja ulkoverhousstiili. Lattiassa on lattian pintamateriaali, betonilaatta ja eriste.

Tavoitteet

Lämpökuvauksen tavoitteena on selvittää rakennuksen merkittävät lämpö- ja ilmavuodot ja kylmäsiilat. Myös arvioidaan yksittäisten rakenneosien kuntoa, kuten ikkunoita, ovia ja ilmanvaihtoventtiilejä. Tällä tavalla voidaan rakenteita rikkomatta jo selvittää suurimmat lämpövuoto- ja virhekohdat rakenteissa.

Ajankohta ja sääolosuhteet

Lämpökuvaus tehtiin 4.4.2023 sään ollessa selkeä ja tyyni. Keittiössä oli liesituuletin suurimmalla teholla ja poistoilmapuhaltimet olivat päällä vessassa ja kylpyhuoneessa. Lämpökuvauksille paras aika on marraskuusta huhtikuuhun, eli opinnäytetyöni ajankohta.

Lämpökamerakuvausta ei ole tehty RT 14-11239 mukaisesti, mutta se on toteutettu mukauttaen kyseisiä ohjeita.

Sisäilmalämpötila: 21 °C

Sisäilman suhteellinen kosteus RH: 40 %

Ulkoilman lämpötila: -13 °C

Ulkoilman suhteellinen kosteus RH: 72 %

Lämpötilaindeksi

Lämpötilaindeksin (thermal index) ohjearvot pohjautuvat Asumisterveysohjeeseen. Mittausolosuhteen ohjearvot ovat ulkolämpötila -5°C ja sisäilman lämpötila 21°C . Mittaustulosten poiketessa vertailuolosuhteista, voidaan mitattuja pintalämpötiloja verrata ohjearvoihin lämpötilaindeksiä käyttäen. (Valvira 2003, 13.)

Lämpötilaindeksiä käyttämällä on mahdollista tarkastella ja tutkia rakennusten eri lämpöominaisuuksia. Se antaa mahdollisuuden verrata vastaavia rakennuksia keskenään, jotka sijaitsevat eri puolilla Suomea.

$$TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100 \text{ [%]}$$

TI = lämpötilaindeksi

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

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

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

Kuva 1. Lämpötilaindeksin laskukaava (Valvira 2003).

Asunto ja muu oleskelutila	välttävä taso	TI	hyvä taso	TI
Huoneilman lämpötila ($^{\circ}\text{C}$) ¹⁾	18 ¹⁾		21	
Operatiivinen lämpötila ($^{\circ}\text{C}$)	18 ²⁾		20	
Seinän lämpötila ($^{\circ}\text{C}$) ³⁾	16	81	18	87
Lattian lämpötila ($^{\circ}\text{C}$) ³⁾	18	87	20	97
Pistemäinen pintalämpötila ($^{\circ}\text{C}$)	11 ⁴⁾	61	12	65
Ilman virtausnopeus ⁵⁾	vetokäyrä 3		Vetokäyrä 2	

Kuva 2. Lämpötilojen ja lämpötilaindeksien ohjeellisia arvoja asunnoissa ja muissa oleskelutiloissa (Valvira 2003). TI=Thermal Index eli lämpötilaindeksi.

$$TI = (19 - (-13)) / (21 - (-13)) \times 100 \text{ [%]}$$

$$TI = 94 \text{ %}$$

Yllä olevassa laskussa on laskettu lämpötilaindeksi. Kohdetalossa mitatuilla lämpötiloilla on lämpötilaindeksitaulukon mukainen 94 %, hyvä taso. Rajalämpötila on 16°C .

Kuvausvälineet

Lämpökamera oli lainassa Karelian ammattikorkeakoulun rakennustekniikan laboratoriosta. Lämpökamera kuvaa kohteen pinnan emissiivisyyttä ja muuttaa lämpösäteilyn väreiksi voimakkuuden mukaan.

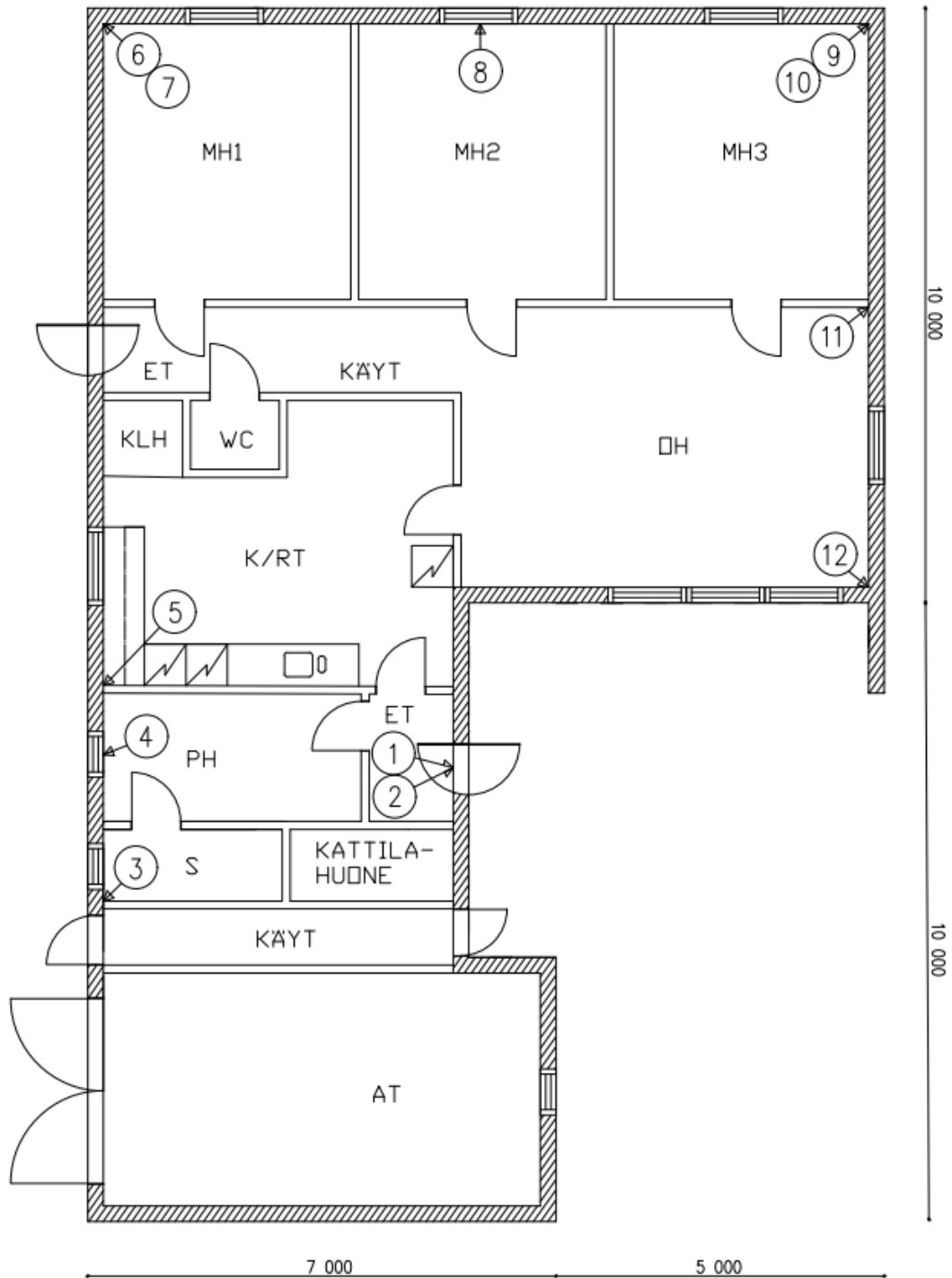
Lämpökamera

-Flir E76 42°

Valokuvauskamera

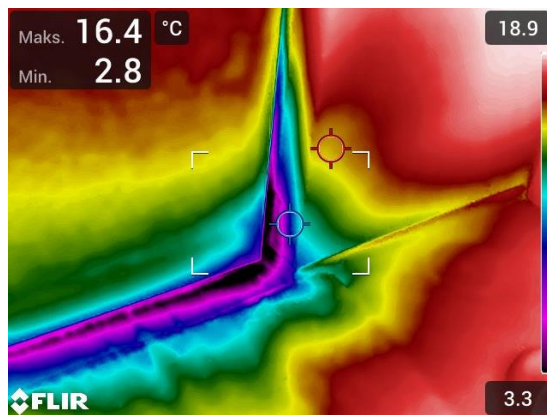
-Nikon Coolpix L26

Lämpökamerakuvausten paikat



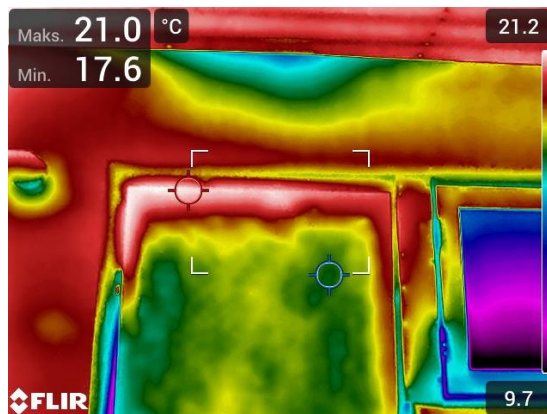
Kuva 3. Lämpökamerakuvausten sijainnit pohjakuvassa

Mittaustulokset



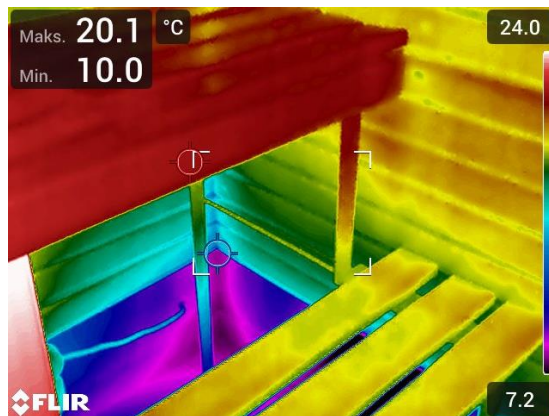
Kuvauspaikka: 1. Ulko-ovi

Johtopäätökset: Ulko-ovi on alkuperäinen. Tiivisteissä huomattavissa suurta ilmavuotoa. Tiivisteiden tai oven vaihto olisi ajankohtainen.



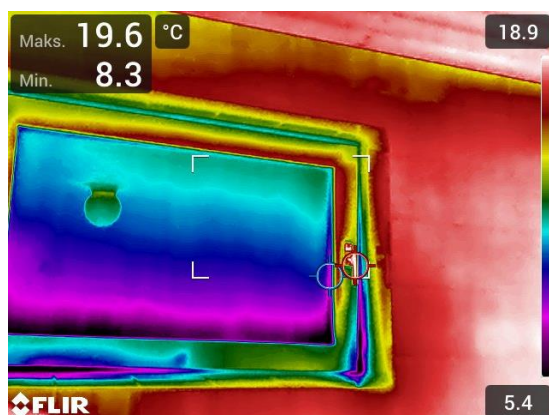
Kuvauspaikka: 2. Ulko-ovi

Johtopäätökset: Ulko-ovi on alkuperäinen. Tiivisteissä huomattavissa suurta ilmavuotoa. Tiivisteiden tai oven ja ikkunan vaihto olisi ajankohtainen.



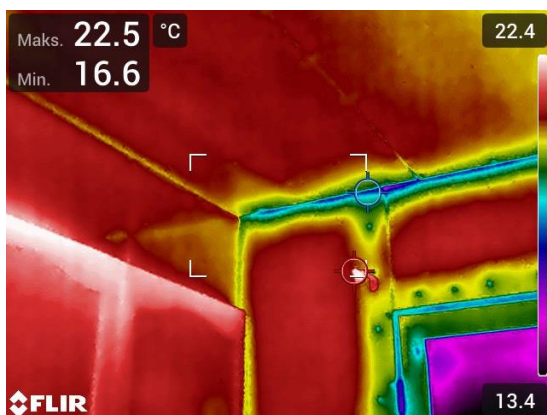
Kuvauspaikka: 3. Sauna

Johtopäätökset: Saunan nurkassa havaittavissa kylmempi kohta. Syynä luultavasti kylmäsilta ja ilmasulun vuoto.



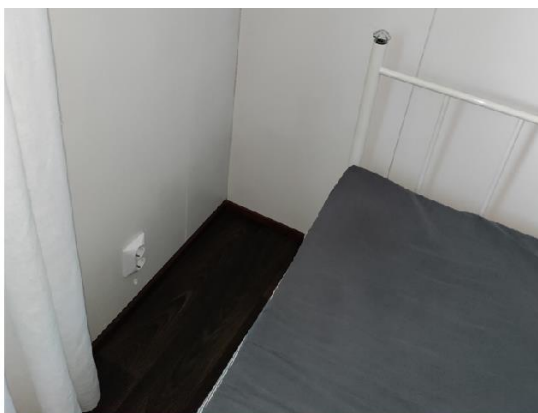
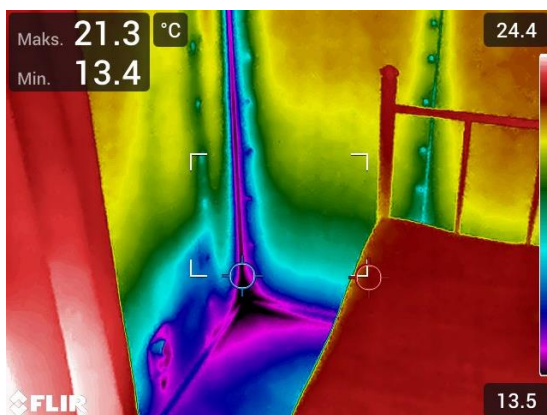
Kuvauspaikka: 4. Pesuhuone

Johtopäätökset: Pesuhuoneen ikkunan tiivisteet ovat jo käyttöikänsä päässä tai ikkunan vaihtoa harkittava energiatehokkaampaan.



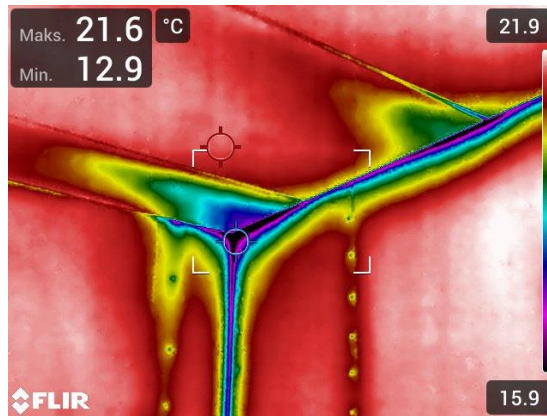
Kuvauspaikka: 5. Keittiö

Johtopäätökset: Nurkassa havaittavissa kylmempi kohta. Syynä luultavasti kylmäsilta ja ilmasulun vuoto.



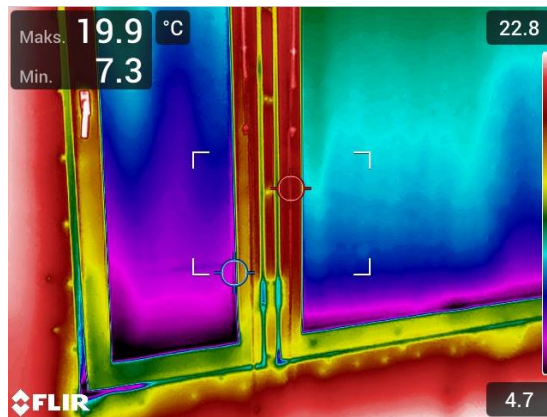
Kuvauspaikka: 6. Makuuhuone

Johtopäätökset: Nurkassa havaittavissa kylmempi kohta. Syynä luultavasti kylmäsilta ja ilmasulun vuoto.



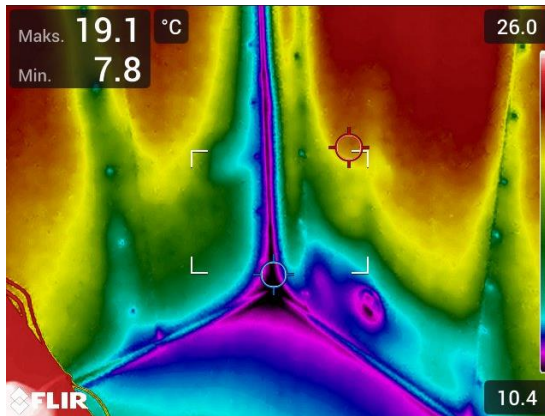
Kuvauspaikka: 7. Makuuhuone

Johtopäätökset: Nurkassa havaittavissa kylmempi kohta. Syynä luultavasti kylmäsilta ja ilmasulun vuoto.



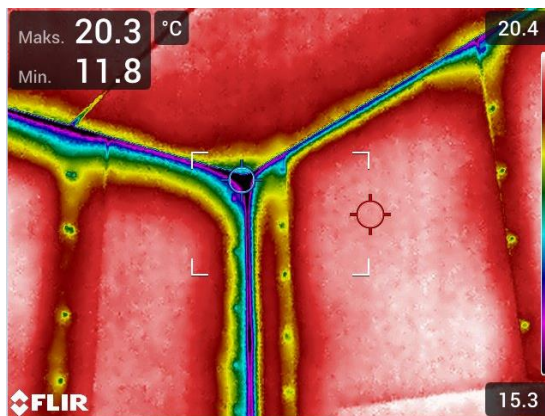
Kuvauspaikka: 8. Makuuhuone

Johtopäätökset: Ikkunan tiivisteet ovat jo käyttöikänsä päässä tai ikkunan vaihtoa harkittava energiatehokkaampaan.



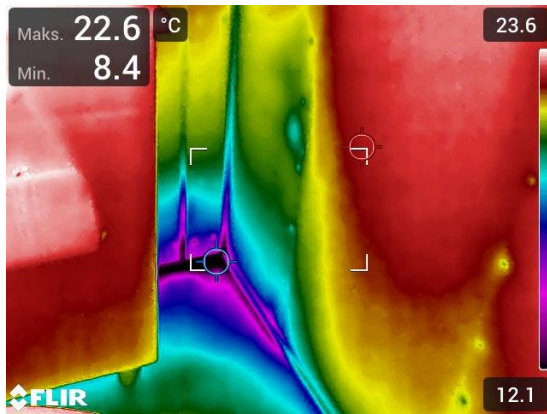
Kuvauspaikka: 9. Makuuhuone

Johtopäätökset: Nurkassa havaittavissa kylmempi kohta. Syynä luultavasti kylmäsilta ja ilmasulun vuoto.



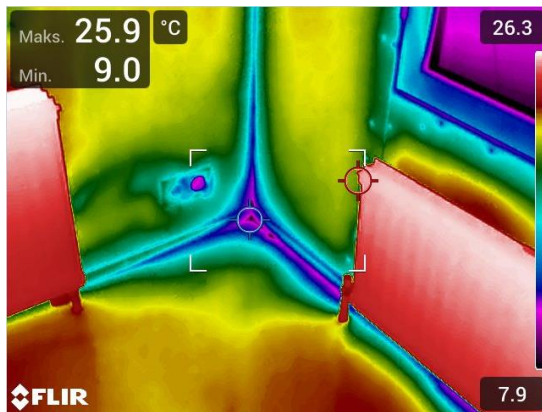
Kuvauspaikka: 10. Makuuhuone

Johtopäätökset: Nurkassa havaittavissa kylmempi kohta. Syynä luultavasti kylmäsilta ja ilmasulun vuoto.



Kuvauspaikka: 11. Olohuone

Johtopäätökset: Väliseinän kohdalla havaittavissa kylmempi kohta. Syynä luultavasti kylmäsilta ja ilmasulun vuoto.



Kuvauspaikka: 12. Olohuone

Johtopäätökset: Nurkassa havaittavissa kylmempi kohta. Syynä luultavasti kylmäsilta ja ilmasulun vuoto.