

# Vanhan omakotitalon saneeraus

Case : Kuivanto

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikanala  
Ympäristöteknologia  
Energia-ala  
Opinnäytetyö  
23.5.2016  
Viivi Nieminen, Saku Salminen

Lahden ammattikorkeakoulu  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

NIEMINEN, VIIVI  
SALMINEN, SAKU

Vanhan omakotitalon  
saneeraus  
Case : Kuivanto

Ympäristötekniikan opinnäytetyö, 35 sivua, 4 liitesivua

Kevät 2016

TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyön aiheena oli vanhan omakotitalon saneeraus. Työssä keskityttiin saneerausta ennen tapahtuvaan suunnitteluun ja siihen, mitä saneerauksen aikana tulee ottaa huomioon. Apuna suunnittelutyössä käytettiin Revit 2015-ohjelmistoa, jolla kohde mallinnettiin olemassa oleviin mittoihinsa. Myös 3D-kuvat suunnitelmasta tehtiin kyseisellä ohjelmistolla. Lisäksi apuna käytettiin Fluken Ti25 -mallin lämpökameraa, jolla saatiin käsitys kohteen rakenteellisista ongelmakohtista lämmönkarkauksen osalta. Suunnittelutyössä huomioitiin myös asukkaiden kokemukset ja toiveet.

Teoriaosuudessa käytiin läpi Suomen pientalojen historiassa ja nykypäivänä. Työssä tutustuttiin eri aikakausien tyyppisiin piirteisiin pientalojen rakentamisessa. Käytiin läpi myös pientalojen energiaratkaisua, ja sitä, millä tavalla pientalojen energiatehokkuuteen ja ekologiseen kestävyys voi vaikuttaa.

Asiasanat: omakotitalo, pientalo, ekotehokkuus, ekologinen kestävyys, lämpökuvaukset, 3D-mallinnus

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Environmental Technology

NIEMINEN, VIIVI  
SALMINEN, SAKU

Renovation of old small residential  
house  
Case: Kuivanto

Bachelor's Thesis in environmental engineering, 35 pages, 4 pages of  
appendices

Spring 2016

ABSTRACT

---

This thesis handles the renovation for an old house. The main focus was on the planning before the renovation as well as on the points to consider during the renovation. Revit 2015 BIM-modeling software was used to planning, the 3D-pictures and floor plans were made with it. The house was investigated using a thermography camera to get information on possible thermostructural problems. The experiences and hopes of the residents were also considered in the planning work.

The theory part reviews the historical and modern small residential houses in Finland. The thesis explores the time periods and typical features of each period. Different energy solutions of houses and the ways to improve energy efficiency and ecological resistance were also investigated.

Key words: small residential house, detached house, energy efficiency, ecological resistance, thermography, 3D-modeling

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	LÄHTÖKOHDAT	2
2.1	Pientalojen historia	2
2.2	Pientalot nykypäivänä	5
3	ENERGIANKULUTUS PIENTALOISSA	7
3.1	Vanhat pientalot	7
3.2	Uudet pientalot	8
3.2.1	Matalaenergiatalo	9
3.2.2	Passiivienergiatalo	10
3.2.3	Nollaenergiatalo ja plusenergiatalo	10
3.3	Ekologinen kestävyys	11
4	KOHTEEN ALKUTILANNE	12
5	TALON MALLINNUS	14
5.1	Revit 2015 -ohjelmisto	14
5.2	Rakennuksen ja rakenteiden mittaaminen	16
5.3	3D-mallinnus	17
6	LÄMPÖKUVAUS	18
6.1	Lämpökamera	18
6.2	Kuvien käsittely	18
6.3	Lämpökuvauksen kriteerit ja toteuttamisolosuhteet	19
6.4	Rakenteisiin tutustuminen	20
6.4.1	Ikkunat ja ovet	20
6.4.2	Lattiat ja portaikko	20
6.4.3	Seinät	21
6.5	Kuvauksen tulokset	21
6.5.1	Kuvien analysointi	21
6.5.2	Kuistin analysointi	22
7	SUUNNITTELU	23
7.1	Tavoitteet	23
7.2	Rakenteelliset muutokset	23
7.3	Lopullinen huonejako	24
7.3.1	Yläkerran suunnitelma	25

7.3.2	Portaikko ja kuisti	26
7.4	Saneerauksen oikea-aikaisuus	27
7.5	Lupamenettely	27
8	TOTEUTUS JA SANEERAUKSEN TYÖVAIHE	29
8.1	Purkuvaihe ja havaitut vauriot	29
8.1.1	Yläpohja	29
8.1.2	Ulkovuori	30
8.1.3	Yläkerta	31
8.2	Ympäristörasitteet ja kierrätys	31
8.2.1	Kierrätysmateriaalien käyttö kohteessa	32
8.2.2	Jätteiden kierrätys	32
9	YHTEENVETO	34
	LÄHTEET	36
	LIITTEET	40

## **KÄSITTEET**

### **Pientalo**

Pientalo on talo, jossa on yksi tai kaksi asuntoa. Pientaloja ovat omakotitalot ja paritalot.

### **Hybridilämmitys**

Hybridilämmityksellä tarkoitetaan useamman eri energialähteen käyttämistä lämmitykseen samanaikaisesti.

### **Ekologinen kestävyys**

Ekologisella kestävyydellä tarkoitetaan toimimista luonnon kantokyvyn rajoissa ja sen monimuotoisuutta kunnioittaen.

### **Ekotehokkuus**

Ekotehokuudessa pyritään minimoimaan ympäristöä rasittavat tekijät, kuten päästöt ja saasteet, kuitenkin niin, ettei hyvinvoinnista tingitä.

### **Emissiivisyys**

Emissiivisyydellä tarkoitetaan kappaleen lähettämää säteilyä verrattua täysin mustan kappaleen säteilyyn.

### **Kylmäsilta**

Kylmäsilat ovat rakennuksen vaipan rakenteessa olevia kohtia, joissa on suuri lämpöhäviö.

## 1 JOHDANTO

Pientalon saneerauksen suunnittelu vaatii aikaa. Jokainen pientalo on omanlainen yksilönsä, jonka remontoinnissa on huomioitava juuri kyseisen talon tarpeet ja vaatimukset. Suunnitteluvaiheessa on tärkeää miettiä, mitä remontoitavaa on rakenteellisista näkökulmista tehtävä ja mitä viihtyvyyden näkökulmasta halutaan tehdä. Jos esimerkiksi märkätiloissa halutaan vaihtaa laattalattia toiseen ja wc-kalusteet uudempiin, kannattaa tässä vaiheessa miettiä, olisiko myös putkiremontti aiheellinen.

Tämän työn kohde on vanha pientalo, jonka alkuperäinen hirsirunko on peräisin jo 1800-luvulta. Pientaloon tehtiin laajamittaiset remontit 1950-luvulla ja tämän vuoksi talolla on paljon piirteitä tuon ajan tyyppirakentamisesta. Voidaankin sanoa talon olevan omaleimainen rintamamiestalo.

Tässä työssä keskitytään kohteen saneerauksen suunnitteluun ekotehokkuuden näkökulmasta. Työssä tarkastellaan ekotehokkuutta tilatehokkuuden kautta ja mietitään lisäeristyksellisiä tarpeita. Kohteen saneeraus pyritään tekemään vanhaa kunnioittaen ja kierrätysmateriaaleja hyväksi käyttäen. Tilatehokkuuden optimoinnin suunnittelussa on käytetty apuna Revit 2015-ohjelmistoa. Fluken Ti25 –mallin lämpökameraa on käytetty paikantamaan kohteen mahdolliset eristykselliset ongelmakohdat rakenteissa. Kohdetta on saneerattu suunnitelmien mukaan koko opinnäytetyöprosessin ajan. Saneerauksessa on tullut vastaan asioita, jotka ovat viivästyttäneet niin saneeraus- kuin opinnäytetyöprosessia.

## 2 LÄHTÖKOHDAT

Suomessa oli vuoden 2014 lopussa kaikkiaan hieman yli 2,9 miljoonaa asuntoa. Näistä asunnoista noin 1,1 miljoonaa oli erillisiä pientaloja, ja niissä asuu noin 40 % Suomen väestöstä. Vuodesta 1990 lähtien uusia asuntoja on noussut keskimäärin 30 000 kappaletta vuodessa. Vuonna 2014 niitä nousi kuitenkin enää vain 12 000, joten asuntokannan kasvu on hidastunut. Useimmiten uudet pientalot nousevat suurien kaupunkien taajamiin. (Rakennuskanta 2014, 2015.)

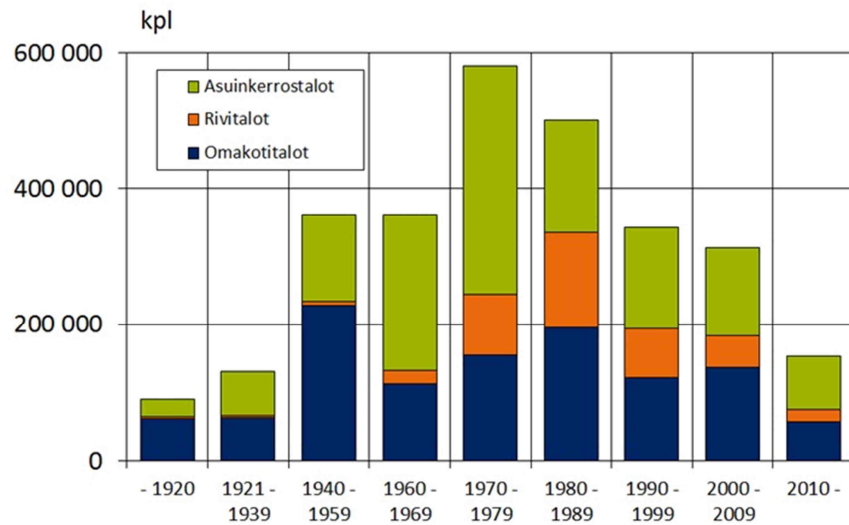
Suomessa sijaitsevan tilastokeskuksen rakennustietojen mukaan vuonna 2014 yhteensä 300 000 asuntoa ilman vakituisia asukkaita, näistä hieman yli puolet oli pientaloja (Rakennuskanta 2014, 2015). Eniten tyhjiillään olevia pientaloja on harvaan asutulla maaseudulla, tällaisella alueella tyhjiillään olevien talojen osuus koko rakennuskannasta on suuri. Näiden kokonaan tyhjien pientalojen lisäksi harvaan asutuilla alueilla on paljon taloja, jotka ovat kesämökkikäytössä. (Maaseudun tyhjien asuinrakennusten sijainti, käyttö ja tulevaisuus 2013.)

### 2.1 Pientalojen historia

Pientalojen rakentaminen vilkastui Suomessa 1900-luvulla. Tällöin väkiluvun kasvu oli nopeaa, eikä koko perhe mahtunut enää asumaan samassa pirtissä. Venäjän vallankumousten ja Suomen itsenäistymisen jälkeen vuonna 1917 yhä useammalla oli mahdollisuus ostaa itselleen maata ja rakentaa oma talo. Talorakentamista kiihdytti myös hirsirakentamisen rinnalle nousseen lautarakentamisen yleistyminen. (Ilveskoski 2014, 20.)

Pientalojen rakentamista ovat aina ohjanneet kullekin aikakaudelle tyypilliset piirteet. Sotien jälkeen 1940- ja 1950-luvulla omakotitalojen rakentaminen kasvoi räjähdysmäisesti (KUVIO 1), ja silloin rakennettiin paljon niin sanottuja rintamiestaloja. Sotien jälkeen noin 300 000 rakennetusta rintamamiestalosta on tällä hetkellä jäljellä noin puolet (Vihersalo 2013, 7).



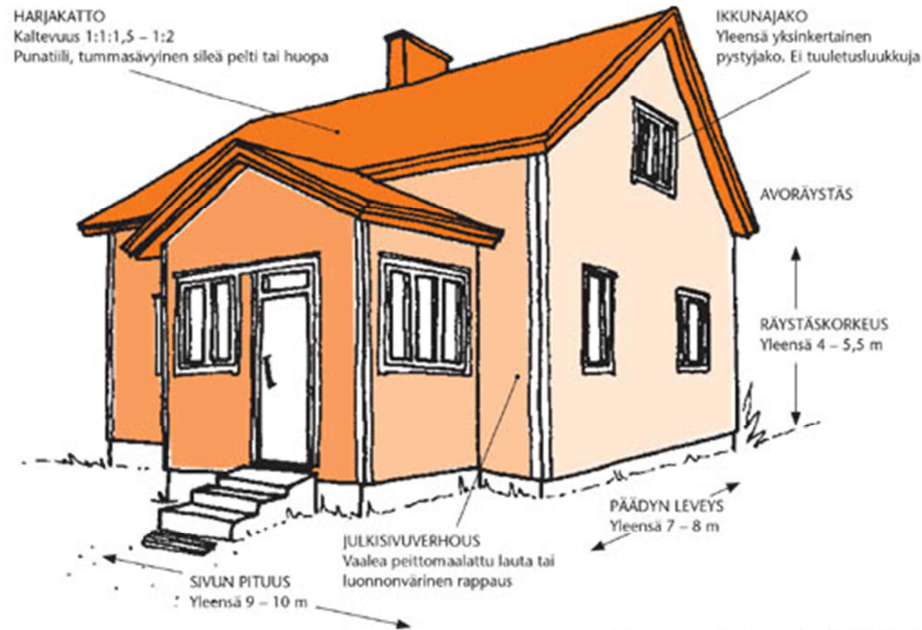


KUVIO 1. Asuntokannan ikäjakauma vuonna 2014 (Rakennusteollisuus 2014)

Nykypäivänä rintamiestalot ovat ensiasunnon ostajien suosiossa. Pohjaratkaisultaan toimiva ja kompakti talo on erinomainen pienelle perheelle. Rintamamiestalojen suurena etuna on niiden sijainti taajamassa, tonttien suuri koko ja usein kaunis ja vihreä piha. Näitä ominaisuuksia uuden talon rakentajan on vaikea saada. (Rintamamiestalo yhä suosiossa 2014.)

Rintamamiestaloille tyypillistä on neliön muotoinen pohjaratkaisu, jossa asuintilat on sijoitettu keskellä sijaitsevan savuhormin ympärille. Taloissa on alakerrassa yleensä eteinen, keittiö ja kaksi huonetta.

Rintamamiestalon tunnistaa neliön mallisesta muodosta ja ulkonevasta kuistista (KUVIO 2). Saniteettitilat taloihin on rakennettu yleensä jälkikäteen rungon sisälle, kellariin tai kuistille. Taloissa on yleensä myös kylmä kellari, johon jälkikäteen on rakennettu saunatilat. Toiseen kerrokseen johtavat portaat ovat sijoitettu lähelle ulko-ovea ja yläkerrassa on tyypillisesti kaksi lämmintä huonetta ja sivuilla kylmät tilat. (Olenius, Koskenvesa & Penttilä 2006, 10.)



KUVIO 2. Ritamamiestalon pääpiirteet (Miten rintamamiestalo on rakennettu? 2013)

1960-luvun pientalo rakennettiin tyypillisesti 1-kerroksiseksi ja suorakaiteen muotoiseksi. Taloille ominaista oli loiva harjakatto ja vaakasuuntaiset, usein epäsymmetriset ikkunat. 1960-luvun pientaloissa puueristeet olivat väistyneet ja tilalle oli tullut paremmin eristävät villaeristeet. Julkisivu taloissa oli puuta tai kiveä. (Pientaloratkaisut aikakauden mukaan 2016); (Energiatehokkuus eri vuosikymmenillä rakennetuissa taloissa 2016.)

1970-luvun pientalot olivat usein yksi- tai kaksikerroksisia, ja joko tasakattoisia tai hyvin jyrkkäkattoisia. Energiakriisin myötä talonrakentajat joutuivat kiinnittämään enemmän huomiota talon eriste- ja energiaratkaisuihin. 1970-luvulla siirryttiin kolminkertaisiin ikkunalaseihin. (Pientaloratkaisut aikakauden mukaan 2016); (Energiatehokkuus eri vuosikymmenillä rakennetuissa taloissa 2016.)

1980- ja 1990-luvulla omakotitalojen rakentaminen alkoi teollistua ja taloja rakennettiin useammin talopaketeista. Tämän aikakauden talot ovat yleensä energiaa säästäväisempiä kuin edeltäjänsä. Näin ollen myös

talojen asumismukavuus on suurempi. Vesikiertoinen lattialämmitys yleistyi 1990-luvulla. Julkisivumateriaalina oli usein tiiliverhous tai rappaus. (Energiatehokkuus eri vuosikymmenillä rakennetuissa taloissa 2016); (Pientaloratkaisut aikakauden mukaan 2016.)

## 2.2 Pientalot nykypäivänä

Suomalainen arvostaa pientaloasumista ja pientaloasumisen uskotaankin yhä olevan suosittua Suomessa. Tähän asti pientaloasuminen on ollut erityisesti lapsiperheiden suosiossa. Nykytrendiksi on kuitenkin noussut myös pienten omakotitalojen rakentaminen (KUVIO 3). Pienimmät uudet omakotitalot ovat alle 50m<sup>2</sup>, ja niissä asuvat yksin ja kaksin eläjät niin nuoret kuin vanhatkin. Tämä uusi trendi on tuonut pientaloasumisen helpommin mahdolliseksi kaikille niille, joita omakotitaloasuminen viehättää, talouden kokoa katsomatta. Pienissä omakotitaloissa on löytyy kaikki tarvittava ja ne ovat erittäin tilatehokkaita. (Miksi pienitalo? 2016.)



KUVIO 3. Jukkatalon malliston pieni omakotitalo, jossa huoneistoalaa on vain 65m<sup>2</sup> (Jukkatalo Oy 2016)

Vuosittain rakennetuista noin 15 000 pientalosta hieman yli 75 % rakentuu talopaketeista. Suosituin julkisivumateriaali nykytaloissa on puulaudoitus, mutta myös hirsi- ja kivitaloja rakennetaan jonkin verran. Talopakettitalot

valmistuvat nopeasti tehtaalla valmiiksi rakennettujen kokonaisuuksien ansiosta. Nykyaikaiset talot rakennetaan yhä useammin passiivi- tai nollaenergiataloiksi. Rakentamisessa kiinnitetään erityisesti huomiota rakenteiden lämmöneristävyyteen ja tiiveyteen. (Pientalot rakennetaan talopaketeista 2016.)

### 3 ENERGIANKULUTUS PIENTALOISSA

Suomen oloissa pientalojen kokonaisenergiankulutuksesta keskimäärin hieman yli puolet kuluu tilojen lämmitykseen ja noin 20 % käyttöveden lämmitykseen. Loput energiasta kuluu kodinkoneisiin, ja –laitteisiin, valaistusratkaisuihin ja muihin asumisesta aiheutuviin kuluihin. (Pientalojen energiankulutus ja päästöt 2016.)

Uusien ja vanhojen pientalojen lämmitysjärjestelmissä on luonnollisesti eroja. Valinnat eri lämmitysjärjestelmien välillä on aina määräytynyt kannattavuuden ja osaamisen mukaan. Tekniikan kehittyessä ja vanhojen lämmitysjärjestelmien kannattavuuden laskiessa vanhojen talojen lämmitysjärjestelmiä joudutaan miettimään uudelleen ja yhä useammin ne päädytään päivittämään nykyaikaisemmiksi.

#### 3.1 Vanhat pientalot

Lähtökohtaisesti vanhat pientalot tarvitsevat enemmän energiaa lämmitykseen kuin uudet. Vanhojen talojen tiiveys ja eristys ovat heikompia ja hukkalämpöä syntyy enemmän. Energiankulutuksen näkökulmasta lämmitystarpeen vähentäminen tapahtuu yksinkertaisimmin talojen lisäeristämällä. Ongelmakohtia ovat usein ylä- ja alapohjat, joiden kautta lämmönkarkausta tapahtuu paljon. Koska lämpö nousee ylöspäin, on lämmön karkaaminen helppo pysäyttää yläpohjaa lisäeristäen. Alapohjan lisäeristäminen on työläämpää, sillä se vaatii lattian ainakin osittaista poistamista työn ajaksi. Myös huonosti eristetyistä seinistä karkaa lämpöä. Mahdollisuuksien mukaan seiniä voi lisäeristää sisältä tai ulkoa päin. Lisäeristäminen on kuitenkin tapahduttava maltilla ja harkitusti, sillä vanhojen talojen kohtaloksi on usein koitunut vääriin paikkoihin kertynyt kosteus ja homeongelmat. Myös ilmanvaihtoon on kiinnitettävä huomiota, koska taloissa on usein painovoimainen ilmanvaihto, jolloin korvausilman riittävästä saannista on huolehdittava. Mikäli vanhasta talosta saneerataan hyvin tiivis, on koneellista ilmanvaihtoa mietittävä. (Rinne 2009c.)

Vanhoissa taloissa on usein vesikiertoinen lämmitys, joka on toteutettu puulla tai öljyllä, ja myös varaava tai suora sähkölämmitys on yleinen. Öljylämmityksen suuren osuuden Suomessa selittää sen alhainen hintataso vielä muutama vuosikymmen sitten. Öljylämmityksen trendi muuttui vuonna 1973, kun maailma paini öljykriisissä ja öljyn hinta lähti voimakkaaseen nousuun. 1990-luvun taitteessa päädyttiin usein käyttämään suoraa sähkölämmitystä sähkön hinnan ollessa tällöin edullinen. Sähkön hinta on kuitenkin nykypäivään tultaessa noussut jatkuvasti ja usein sähkölämmityksestä halutaankin nykyään eroon, kokonaan tai osittain. (Lämmitysmuodot 2016.)

Seinillä olevat lämmityspatterit ovat vanhaan taloon hyvä ja riskitön ratkaisu. Vesikiertoista lämmitystä nykyaikaistetaan usein vanhojen putkistoja käyttäen. Nykyaikaisia vaihtoehtoja ovat esimerkiksi maalämpö, aurinkolämpö, kaukolämpö, pelletti ja hake. Myös ilmalämpöpumpun tuominen pääasiallisen lämmitysmuodon rinnalle on helppo ja riskitön vaihtoehto, jolla voidaan vähentää kalliin lämmitysmuodon tarvetta. Vanhojen talojen omat tulisijat kannattaa myös pitää käytössä. Lämmön saannin lisäksi, varsinkin painovoimaisen ilmanvaihdon omaavissa taloissa, alakerran puulämmitys auttaa ilmankiertoon talossa. (Rinne 2009c.)

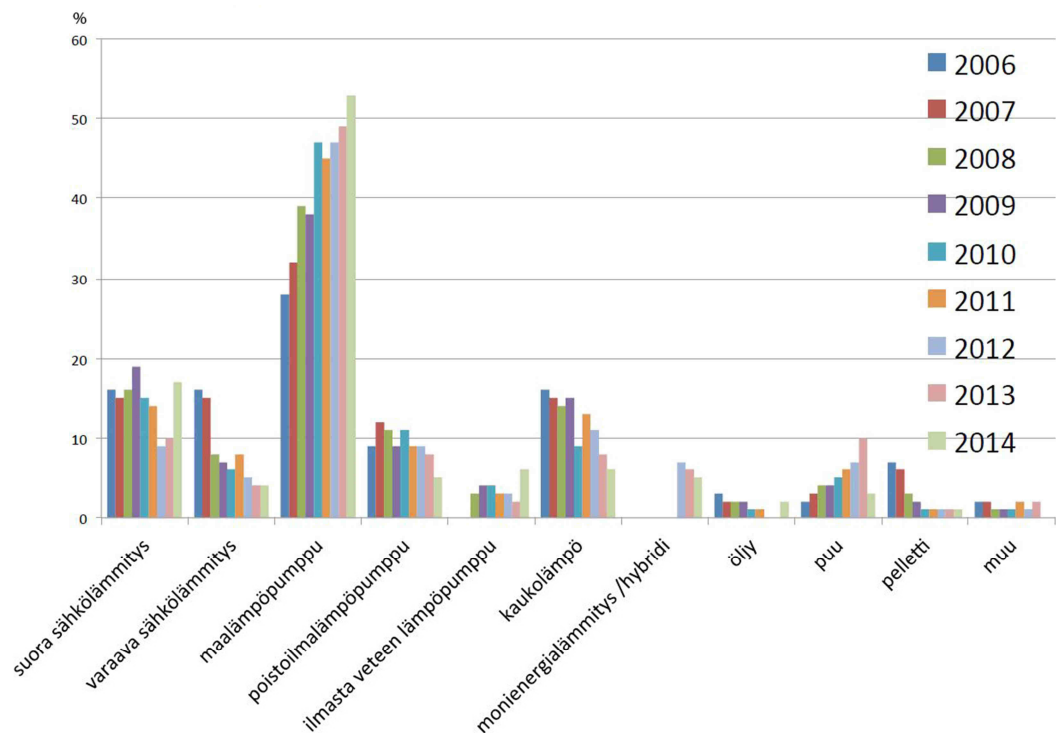
### 3.2 Uudet pientalot

Energianhinnan uskotaan tulevaisuudessa nousevan edelleen. Tästä syystä uudet pientalot pyritään rakentamaan niin, että niiden lämmitystarve on mahdollisimman pieni tai sitä ei ole ollenkaan. (Lämmitysjärjestelmän valinta 2015.)

Kun lämmitystä tarvitaan, on nykyään tarjolla useita eri vaihtoehtoja. Siihen, mihin lämmitysjärjestelmään päädytään, vaikuttavat taloudellisuuden lisäksi uuden talon omistajan henkilökohtainen tahto ja näkemykset. Toiset ajattelevat asiaa enemmän ympäristön kannalta,

vaikka ne olisivatkin hieman kalliimpia kuin vähemmän ympäristöystävälliset vaihtoehdot.

Uudet talot lämpenevät yhä useammin maalämmöllä, sähkölämmityksen osuus on pysynyt tasaisena ja hybridilämmitys on lisääntynyt (KUVIO 4). Hybridilämmityksessä esimerkiksi aurinkolämpöä tai ilma-vesilämpöpumppua pidetään suoran sähkölämmityksen rinnalla. Uusiutuviin energianlähteisiin kuten aurinkoenergiaan ja maalämpöön perustuvat lämmitysmuodot ovat yleistyneet viime vuosien aikana. Lisääntyvä kiinnostus johtuu mm. kaukolämmön hintatason vaikeasta ennustettavuudesta ja Suomen energiansäästöavoitteista. (Lämmitysjärjestelmän valinta 2015.)



KUVIO 4. Lämmitysjärjestelmien markkinaosuudet uusissa pientaloissa vuosina 2006–2014 (Lämmitysjärjestelmän valinta 2015)

### 3.2.1 Matalaenergiatalo

Tunnetun, joskin vanhentuneen määritelmän mukaan, matalaenergiatalon lämmitysenergiankulutus on puolet verrattuna rakennusmääräysten minimivaatimukset täyttävään taloon. Vuoden 2010 alusta voimaan

tulleiden rakennusmääräysten ohjeiden mukaan matalaenergiatalo on talo, jossa laskennalliset lämpöhäviöt ovat alle 85 % rakennukselle määritetystä vertailulämpöhäviöstä. Etelä-Suomessa matalaenergiatalo kuluttaa lämmitysenergiaa 50-60 kWh/brm<sup>2</sup> ja Pohjois-Suomessa 60-90 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa. Useimmiten nykypäivänä rakennettu talo on matalaenergiatalo. Lisäksi useilta talotehtailta löytyy valikoimastaan valmiita matalaenergiatoratkaisuja. (Matalaenergiatalon määritelmä 2015); (Matalaenergiatalo 2016.)

### 3.2.2 Passiivenergiatalo

Yleisen määrittelyn mukaan passiivenergiatalossa ei lämmitysenergiaa tarvita ollenkaan. Suomen kylmässä ilmastossa ei kuitenkaan ole vielä päästy tähän, vaan lämmitysenergiaa tarvitaan edelleen, joskin hyvin vähän. Määrittelyn mukaan lämmitysenergiaa tarvitaan Etelä-Suomessa noin 20 kWh/brm<sup>2</sup> ja Pohjois-Suomessa noin 30 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa. (Matalaenergiatalon määritelmä 2015.)

Passiivitalon rakentaminen vaatii tarkkaa suunnittelua ja rakennustöiden laadusta tinkimättömyyttä. Rakennustöissä on kiinnitettävä erityistä huomiota vaipan tiivyyteen ja ilmanvaihdon lämmön takaisinottoon. Passiivitalon lämpöenergia saadaan usein uusiutuvista energianlähteistä. (Passiivi info 2009.)

### 3.2.3 Nollaenergiatalo ja plusenergiatalo

Nollaenergiatalon energiantarve on nimensä mukaan 0 kWh/brm<sup>2</sup> vuodessa, tällainen talo tuottaa energiaa vuositasolla yhtä paljon kuin kuluttaa. Lämpöenergian lähde voi tällaisessa talossa olla esimerkiksi aurinko tai puu, sähköenergia voidaan tuottaa niin ikään auringon avulla, tai tuulisilla alueilla tuulta hyödyntäen. (Nolla- ja plusenergiatalo 2016.)

Plusenergiatalon energiankulutus vuoden aikana on positiivinen, eli se tuottaa enemmän kuin kuluttaa. Ylijäämäenergia voidaan myydä



valtakunnan sähköverkkoon, tai vaikkapa lähinaapureille. (Nolla- ja plusenergiatalo 2016); (Ylijäämäsiähkön myynti 2015.)

### 3.3 Ekologinen kestävyys

Ekologinen kestävyys pientaloasumisessa ei ole yksiselitteinen asia. Ekologisuuteen vaikuttavat niin rakennusvaiheen- kuin asumisenratkaisut. Keskeisiä käsitteitä ovat päärakenteiden hiilijalanjälki, energiatehokkuus, tilatehokkuus ja pientalon energia-muoto. Uusien pientalojen rakentamisesta ohjaa tiukentuneet energiasäädökset, mutta vanhojen pientalojen kohdalla parhaan mahdollisen energiatehokkuuden saavuttamiseksi valinnat tulee tehdä vallitsevien olosuhteiden puitteissa. (Järvinen 2014.)

Ekologiseen kestävyteen ja ekotehokkuuteen voi myös talon asukas itse vaikuttaa. Mahdollisimman tehokkaaseen ja kestäväan elämään pyrkiessä on ensin tärkeä miettiä, vastaako talo kooltaan sitä tarvetta mikä nykyhetkessä on. Nykyajan taloissa ekotehokkuus on usein otettu hyvin huomioon rakenteellisissa seikoissa ja energiavalinnoissa, mutta ihminen asuu nykyään yhä isommissa taloissa, joten tilatehokkuus on heikkoa ja se vähentää todellista ekotehokkuutta. Rakennusvaiheessa suureen taloon kuluu enemmän materiaaleja ja käytönaikana turhan tilan lämmitys syö energiaa. (Järvinen 2014.)

Käytönaikaisen lämmitykseen kuluva energia on pienennettävissä sisäilmanlämpötilaa laskemalla, myös lämpimän käyttöveden käyttöä kannattaa säännöstellä. Vanhat kodinkoneet ovat usein energiasyöppöjä ja ne kannattaa päivittää uudempiin, paremman energialuokan koneisiin. Yleisesti ottaen asukkaan omilla valinnoilla on suuri vaikutus asunnon käytönaikaiseen ekologiseen kestävyteen. (Järvinen 2014.)

#### 4 KOHTEEN ALKUTILANNE

Kohteena oleva pientalo sijaitsee Orimattilan kunnassa Kuivannon kylässä. Kohteessa asuu neljä henkeä, joista kaksi on pieniä lapsia. Kohteena oleva pientalo on vanha, hirsirunkoinen ja omaleimainen rintamiestalo, jota aikojen saatossa on laajennettu niin vaaka-, kuin pystysuunnassakin (KUVIO 5).



KUVIO 5. Kuva kohteena olevasta pientalosta

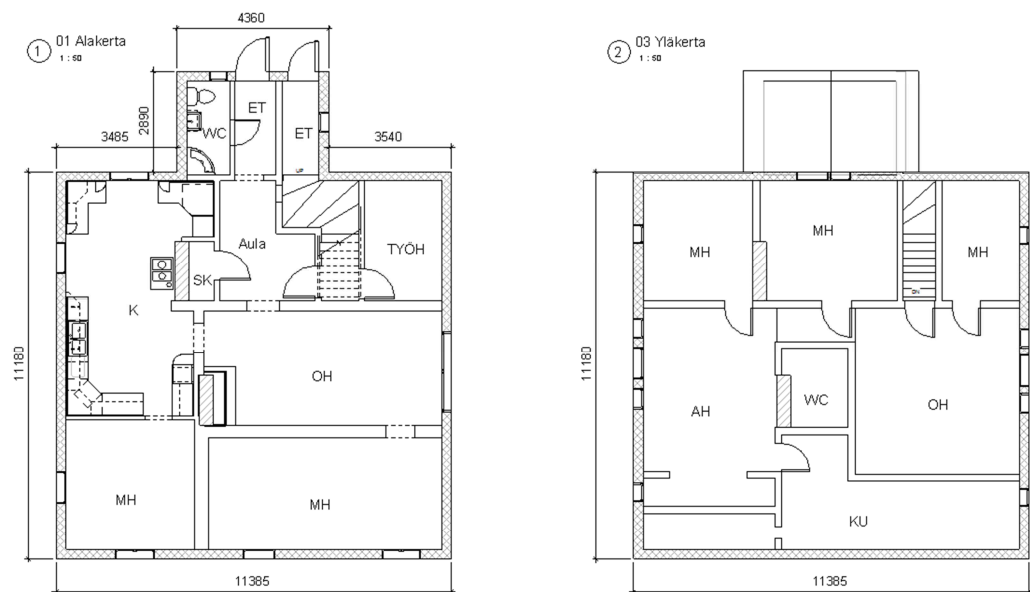
Alkujaan talon rungossa olevat hirret on purettu Venäjällä sijainneesta huvilasta ja ne on kuljetettu Suomeen jo 1800-luvulla. Vuonna 1952 taloon tehtiin laajamittaiset remontit ja tämän takia talo piirteiltään muistuttaa tämän ajan rintamamiestaloa. Pientalossa on ollut kaksi erillistä asuntoa, joista toinen sijaitsi alakerrassa ja toinen yläkerrassa. Yläkerta saneerattiin lämpimäksi omaksi asunnoksi vuonna 1975, jolloin sinne on asennettu lämpöpatterit, sähköt ja eristeratkaisuja.

Kahden asunnon omakotitaloa on alettu muuttaa yhdeksi isoksi omakotiloksi 2000-luvun alussa, jolloin yläkerran keittiö purettiin ja kerrosten väliin portaikkoon puhkaistiin aukko, jolloin kerrosten välillä

kulkemisesta sisäkautta tuli mahdollista. 2000-luvun taitteessa alakerta remontoitiin huone kerrallaan, ja silloin uusittiin myös alapohjan eristys ja seiniin laitettiin lisäeristystä. Kahdesta erillisestä asunnosta muistuttaa edelleen portaikon epäkäytännöllisyyden lisäksi kaksi ulko-ovea. Lämmitettyä asuinpinta-alaa omakotitalossa on kaikkiaan noin 170m<sup>2</sup>, mutta koska ainoastaan ala-kerta on ollut käytössä, asumiseen on kokonaisalasta käytetty todellisuudessa vain hieman yli puolet. Pientalossa on vesikiertoinen keskuslämmitys ja pääasiallisena lämmitysmuotona on hake. Hakeuuni ja –siilo sijaitsevat pihapiirissä olevassa navetassa. Alkusyksyllä ja loppukevällä, kun lämmitystarve on hyvin pieni, on hakelämmitys kytketty pois päältä, ja lämmitysmuotona käytetään tällöin varaavaa sähkölämmitystä. Lisäksi talossa leivinuuni ja takka, joista leivinuunia käytetään usein kylminä talvipäivinä sekä syksyisin ja keväisin sähkölämmityksen tarvetta pienentämään.

## 5 TALON MALLINNUS

Ennen rakenteiden tutkimista ja lämpökuvausta talo mallinnettiin jo olemassa oleviin mittoihinsa Revit 2015-ohjelmistoa käyttäen. Kuviosta 6 nähdään kohteen alkutilanteen huonejaot. Mallinnuksen avulla saatiin luotua mittasuhteiltaan realistinen 3D-malli talosta. Lattioiden, katon tai seinien pintamateriaaleja ei kuitenkaan mallinnettu. Kiinteistä kalusteista mallinnettiin wc- ja suihkukalusteet, leivinuuni, keittiökalusteet sekä takka.



KUVIO 6. Pohjapiirustus kohteen alkutilanteesta

### 5.1 Revit 2015 -ohjelmisto

Revit 2015 on AutoDeskin building information modeling eli BIM -ohjelmisto. Ohjelmisto sisältää itsessään sekä rakenne- (structure) että arkkitehtisuunnittelun (architectural design). Molemmat osat ovat osa yhtenäistä sovellusta ja jakavat komponentit keskenään.

Revit:llä mallinnus on parametristä eli kaikilla rakenteilla on absoluuttiset mitat ja sijainnit. Seinä-, lattia- ja kattorakenteet koostuvat materiaaleista ja tarkoista mitoista. Materiaalille voidaan antaa väri tai kaava eli pattern, jota se 3D-mallinnuksessa toistaa. Näin voidaan jäljitellä esimerkiksi laattalattiaa tai tiettyä tapettikuviointia. Kaikki pinnat voidaan myös maalata

ohjelmassa. Seinärakenne voi sisältää esimerkiksi ulkoverhoilun, eristeen, höyrynsulun ja sisäverhoilun.

Jokaisella materiaalilla ja rakenteella voi olla fysikaalisia ominaisuuksia, kuten tiheys, myötölujuus ja lämmönjohtavuus. Näistä ominaisuuksista työn kannalta olennaisin oli lämmönjohtavuus (KUVIO 7). Ohjelma laskee koko seinärakenteelle lämmönvastuksen  $R$ , jonka yksikkö rakennusfysiikassa on  $(K \cdot m^2)/W$ . Koko rakenteen lämmönvastus  $R_t$  saadaan laskemalla eri rakennekerrokset yhteen kaavalla:

$$R_t = \sum_{i=1}^n R_i = R_1 + R_2 \dots R_3$$

Type:	väliseinä - gyproc13mm + 50mm KL32 + gyproc13mm		
Total thickness:	76.0		
Resistance (R):	1.5625 (m <sup>2</sup> ·K)/W		
Thermal Mass:	0.13 kJ/K		
Layers			
			EXTERIOR SIDE
	Function	Material	Thickness
1	Finish 2 [5]	Kipsilevy	13.0
2	Core Boundary	Layers Above Wrap	0.0
3	Structure [1]	Mineraalivilla ISOVER KL-32	50.0
4	Core Boundary	Layers Below Wrap	0.0
5	Finish 2 [5]	Kipsilevy	13.0
			INTERIOR SIDE

KUVIO 7. Esimerkki näkymästä, josta nähdään seinän materiaalit, materiaalipaksuudet, kokonaispaksuus, sekä koko rakenteen lämmönvastus  $R$

Edellä mainittujen toimintojen avulla voidaan mallintaa tuotteita tai materiaaleja, joita suunnittelussa käytetään, kuten alla olevan kuvan eriste ISOVER KL-32 (KUVIO 8). Kerran luotua materiaali voidaan käyttää uusien rakennekokonaisuuksien luomisessa tarpeen vaatiessa. Tämä

ominaisuus mahdollistaa erilaisten materiaalien ja rakennekokonaisuuksien jakamisen suunnittelijoille.

The screenshot shows a software window titled 'Mineraalivilla ISOVER KL-32'. It is divided into two main sections: 'Information' and 'Properties'.

**Information section:**

- Name: Mineraalivilla ISOVER KL-32
- Description: Paksuudet: 50, 70, 100, 125, 150mm Pal...
- Keywords: Mineraalivilla, lasivilla, eriste
- Type: Solid
- Subclass: Eristeet
- Source: ISOVER
- Source URL: <http://www.isover.fi/>

**Properties section:**

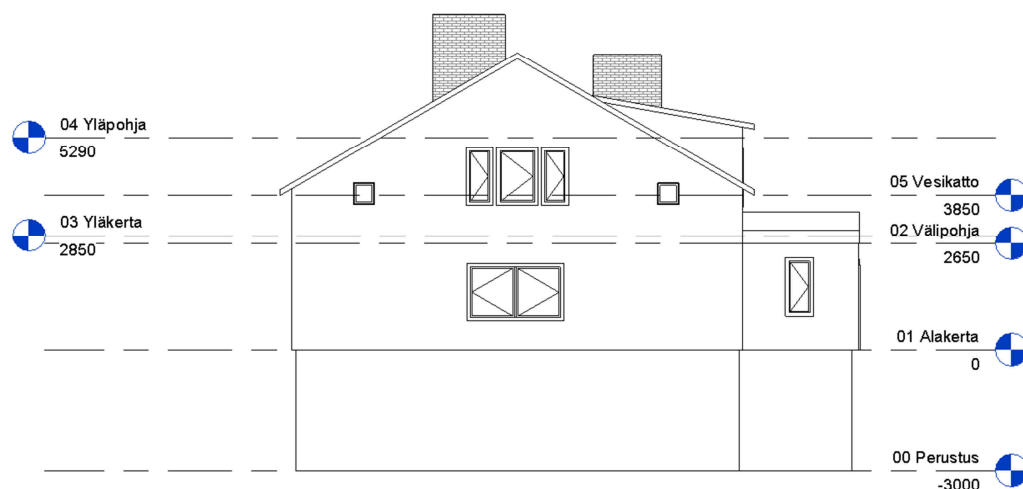
- Transmits Light
- Behavior: Isotropic
- Thermal Conductivity: 0,0320 W/(m·K)
- Specific Heat: 0,9000 J/(g·°C)
- Density: 30,00 kg/m<sup>3</sup>

KUVIO 8. Uuden materiaalin ominaisuuksille annetaan arvot, kirjataan tuotetiedot ja avainsanat. Näillä materiaalit pysyvät järjestyksessä ja ovat jatkossa helposti löydettävissä.

## 5.2 Rakennuksen ja rakenteiden mittaaminen

Talosta piirrettiin hahmottavia kuvia eri ilmansuunnista ja hahmottavat pohjapiirustukset ikkunoineen ja ovineen, joihin mittaustulokset saatiin vaivattomasti merkittyä (KUVIO 9). Seinän paksuudet saatiin mitattua ikkunoiden kohdalta. Koska ulkoseinä kokonaisuudessaan tulee sokkelista yli, niin sokkeli mitattiin erikseen. Sisäseinien mitat otettiin useista suunnista ja tarvittaessa käytettiin kolmiomittausta, minkä ansiosta väliseinien sijainnit ja paksuudet saatiin tarkasti pohjapiirustukseen.

### 5.3 3D-mallinnus



KUVIO 9. Eri kerrokset idästä katsottuna sekä niiden etäisyys nollapisteestä, joka työssä oli alakerran tasolla

Kerrosten luomisen jälkeen saatiin seinät siirrettyä helposti mitattujen arvojen avulla ohjelmaan. Seinien luomisen jälkeen lisättiin ovet, ikkunat ja piiput. Viimeisenä luotiin portaikko sekä kiinteät kalusteet saniteettitiloihin ja keittiöön. Kaikkien rakenteiden mallintamisen jälkeen pohjapiirustuksiin lisättiin havainnollistavat mitat. Mallinnuksen oli tarkoitus toimia pohjatyönä niin suunnittelua kuin lämpökuvaustakin varten. Se oli ylivoimaisesti opinnäytetyön työvaiheista työläin.

## 6 LÄMPÖKUVAUS

Talo kuvattiin kokonaisuudessaan, vaikka alakerta osittain 2000-luvun alussa onkin saneerattu. Itse kuvaamiseen käytettiin kaksi aamua, jolloin olosuhteet olivat suotuisat. Yläkerran kylmä ullakko ei täyttänyt kuvauskriteerejä lämpötilan osalta, joten sitä ei kuvattu.

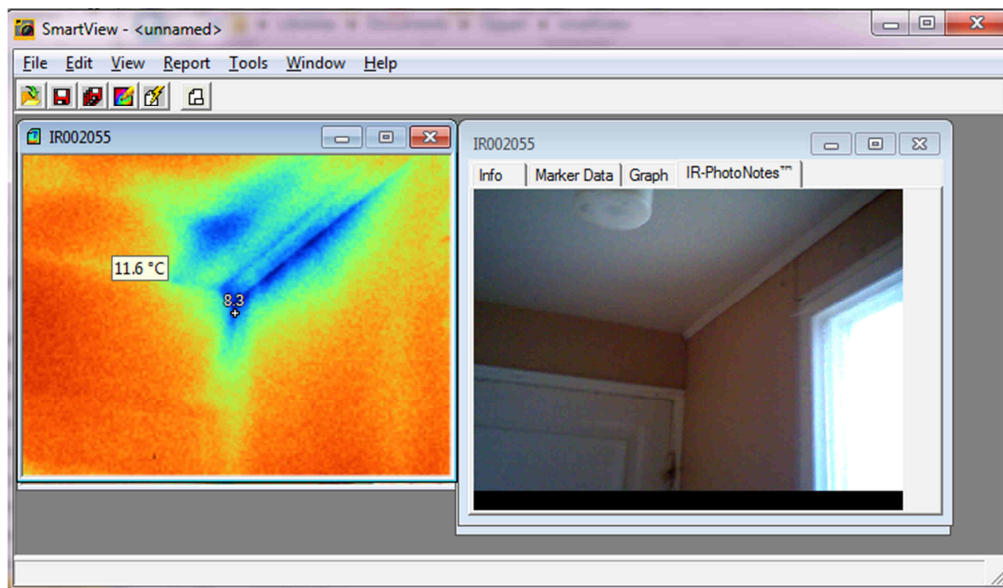
### 6.1 Lämpökamera

Lämpökuvaus suoritettiin Lahden Ammattikorkeakoulun omistamalla Fluken Ti25 –mallin lämpökameralla. Vaikka kamera ei ole Fluken tuoreimpia malleja, saatiin sillä informatiivisellä tasolla kattava kuvaus suoritettua. Suurin ongelma kameran kanssa oli akun heikko kestävyys. Vaikka kuvien resoluutio ei yllä aivan nykyaikaisten laitteiden tasalle, niin itse kuvauksen lopputuloksen kannalta sillä ei ollut merkitystä.

### 6.2 Kuvien käsittely

Kuvausformaattina käytettiin Fluken omaa .is2 –formaattia, jonka käsittelyyn vaaditaan esimerkiksi Fluken tarjoama SmartView –ohjelma. Formaatin etuna perinteisiin kuvaformaatteihin, kuten .jpeg ja .bmp voidaan pitää .is2 formaatin muokattavuutta Fluken ohjelmistoilla sekä sen sisältämän informaation määrää. Fluken SmartViewillä kuvia avattaessa saadaan kuvista näkyvän spektrin kuva eli valokuva nähtäväksi (KUVIO 10). Tämän avulla kuvat ovat helposti tunnistettavissa.





KUVIO 10. Näkymä Fluken SmartViewistä. Vasemmalla käsittelyssä oleva kuva ja oikealla kuvan informaation näyttävä ikkuna

SmartViewillä voidaan muokata kuvan emissiivisyyttä, jolloin kuvan lämpötilat päivittyvät sellaisiksi kuin ne muutetulla emissiivisyydellä kuvattaessa olisivat olleet. Ohjelmalla saadaan luettua kuvan alin ja ylin lämpötila, nähdään kuvatessa vallinneet asetukset sekä kuvan lämpötilan keskiarvo. Kuvasta voidaan lukea lämpötiloja helposti kursorin avulla.

### 6.3 Lämpökuvauksen kriteerit ja toteuttamisolosuhteet

Kuvaus suoritettiin maaliskuussa 2015. Ajankohdasta johtuen kuvaus täytyi tehdä aamulla ennen auringon nousua, jotta auringon säteily ei päässyt lämmittämään rakenteita ja näin vääristämään kuvaustuloksia. Illalla kuvaus ei olisi ollut mahdollinen, koska sisä- ja ulkolämpötilan erotus päivisin oli alle 15C.

Sisä- ja ulkolämpötilan tulee olla riittävän suuri, jotta lämpökuvaus on luotettava. Talon lämmitys pidettiin normaalisti päällä, mutta leivinuunia ei käytetty yli vuorokauteen ennen kuvausta. Koska lämpötilat vaihtelevat huoneittain ja tiloittain, mitattiin jokaisen huoneen lämpötila sillä hetkellä, kun kuvaus suoritettiin. Myös ulkolämpötilasta pidettiin kirjaa kokoajan.

## 6.4 Rakenteisiin tutustuminen

Ennen varsinaista kuvausta tutustuttiin rakenteisiin ulkoisesti, jotta mahdollisia ongelmakohtia ei itse kuvauksessa päässyt syntymään ja saatiin kaikki mahdolliset kuvattavat kohteet kirjattua.

### 6.4.1 Ikkunat ja ovet

Suurin osa ikkunoista on kolmilasisia lämpöikkunoita, mutta eteisestä, vessasta, rapusta ja toisesta kerroksesta löytyi kaksilasisia ikkunoita, jotka ovat mahdollisesti jääneet vaihtamatta, kun kylmiä tiloja on muutettu aikanaan lämpöisiksi. Kaksilasisten ikkunoiden tiivisteet ja karmit vaikuttivat huonokuntoisilta ja ilmaa vuotavilta. Vanhoissa taloissa ikkunat toimivat kuitenkin usein korvausilmakanavina eli korvaavat puuttuvat korvausilmaventtiilit. Siksi niiden ilmapuotoon ei tässä opinnäytetyössä otettu kantaa (Ikkuna korvausilmareittinä 2016).

Vanhan yläkerran asunnon ulko-ovi oli ohut, ja puinen, ja siinä olevat lasirakenteet olivat yksilasisia. Oven tiiveys vaikutti huonolta, ja edes sisäoven kanssa se ei vaikuttanut erityisen hyvältä lämpöisen tilan ratkaisulta.

### 6.4.2 Lattiat ja portaikko

Vanhan ulkoeteisen lattia on selvästi kylmempi kuin sen olettaisi olevan. Ulkoa katsoessa ulkoeteisen viereinen sokkeli oli paljaana ja kellarista katsottuna lattian pohja oli myös paljaana.

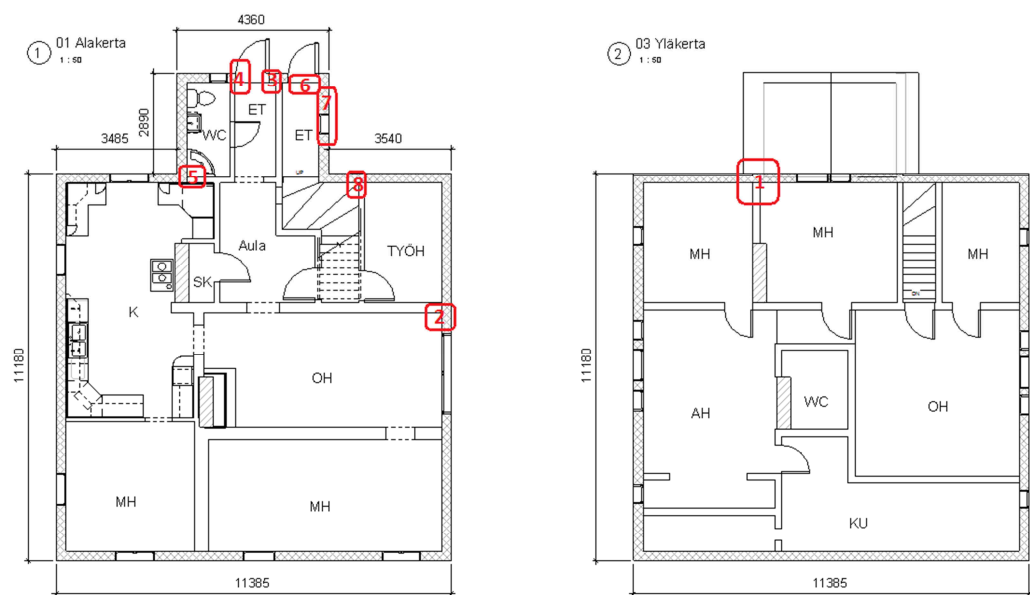
Portaikko toiseen kerrokseen on suoraan kellarin portaikon yläpuolella. Kellarin portaikko on kylmää tilaa, mutta ainoastaan porraslaudat ja muovipinnoite erottivat nämä tilat toisistaan.

### 6.4.3 Seinät

Seinät vaikuttivat olevan yleisesti suhteellisen hyvässä kunnossa. Selviä kylmiä kohtia tai seiniä, joista eristeet tuntuivat puuttuvan, ei löytynyt. Kuistirakennuksen eli vanhan eteisen seinät olivat tasaisesti viileät, minkä alustavasti voisi olettaa johtuvan huonokuntoisesta ulko-ovesta.

### 6.5 Kuvauksen tulokset

Tulokset eivät tuottaneet suuria yllätyksiä ja noudattivat ulkoisten tarkastusten linjaa. Kuvat käytiin yksitellen läpi ja selvät poikkeavuudet jätettiin analysoitaviksi. Analysoitavat kuvat numeroitiin pohjapiirustukseen selventämään löydettyjä vuotokohtia (KUVIO 11).



KUVIO 11. Analysoitavien kuvien sijainnit

#### 6.5.1 Kuvien analysointi

Lämpökuvauksella ei havaittu kuin muutamia kohtia, joissa lämpökuvauksen perusteella oli ympäröiviä rakenteita viileämpiä kohtia, vaikka selvää ilmavuotoa ei ollut havaittavissa. Nämä kohteet olivat yläkerran portaikon nurkassa, kuistin ja päärakennuksen liitoskohdassa sekä alakerran olohuoneen ylänurkassa.

Kahdeksasta analysoitavasta kuvasta seitsemän sijoittuu talon purueristeiselle puolelle. Lämpökuvauksen jälkeen ei syntynyt suurta huolta sisäisistä rakenneaurioista. Suurin osa kylmäsiltoista johtui suurella todennäköisyydellä purueristeiden painumisesta tai epätasaisesta jakautumisesta onteloissa.

### 6.5.2 Kuistin analysointi

Vanhan kuistin oven puoleisessa seinässä on ylänurkissa sekä pystykulmassa havaittavissa lämpövuotoja, jotka luultavasti johtuvat puutteellisesta eristyksestä. Myös kuistin ikkunan yläpuolella oli selkeä lämpövuoto, jonka syy oli mahdollisesti eristävän purukerroksen painuminen.

Vanhan kuistin eristys ei ole luultavasti alun alkaenkaan ollut erityisen hyvä, sillä kuistit ovat ennen vanhaan toimineet vain sisäänkäynteinä ja olleet kylmiä tai enintään puoli-kylmiä tiloja. (Rinne 2009b.)

Kuistin toiselle puolelle noin vuonna 2000 rakennetussa kylpyhuoneessa ei havaittu samanlaisia kylmäsiltoja, joten voidaan olettaa eristyksen olevan siltä osin kunnossa. Lämpökuvien (LIITE 1) perusteella kuistin rakennuksen liitoskohdassa on kylmäsilta, jota voidaan rakenteet avaamalla tilkitä sisältä käsin tai kuistin vesikatteen ja talon seinän välissä oleva vesipelti poistamalla. Jos kuistin vesikate tulevaisuudessa uusitaan, olisi kuistin yläpohjan eristyksen lisäys tai uusiminen hyvä tehdä samalla.

## 7 SUUNNITTELU

Talon mallinnuksen, ulkoisen kartoituksen sekä lämpökuvauksen jälkeen pohdittiin suunnittelun tavoitteita uudelleen sekä mietittiin ennen kaikkea käytännöllisiä toteutuksia.

### 7.1 Tavoitteet

Talo on aiemmin ollut kahden sukupolven käytössä, joten huonejaot sekä makuuhuoneiden määrät otettiin ensimmäisenä tarkasteluun. Talon oli tarkoitus palvella yhtä keskivertoperhettä, joten makuuhuoneiden tarpeellisen määrän oletettiin olevan neljä tai viisi. Tarkoituksena oli saada kaikki tilat tarpeelliseen käyttöön, jotta hukkaneliöitä olisi mahdollisimman vähän ja talosta saataisiin viihtyisä. Portaikosta haluttiin niin sanottu U-portaikko, ja sen toivottiin olevan mahdollisimman avara, jotta ylä- ja alakerta olisivat osa suurempaa kokonaisuutta.

### 7.2 Rakenteelliset muutokset

Suunnitelma pyrittiin tekemään ilman suurempia rakenteellisia muutoksia, mutta yläpohjan katon vuotamisesta johtuneet lahovauriot kuitenkin pakottivat osittaiseen purujen poistoon yläpohjasta. Kylmän ullakkotilan ja yläkerran huonokuntoisten lattian tasassa olleiden ikkunoiden aiheuttamien lahovaurioiden vuoksi huonokuntoiset ikkunat poistettiin käytöstä. Vuotava vesikate ja puuttuva ulkovuoren tuuletusrako olivat vahingoittaneet myös eteläpäädyn ulkoseinää. Ulkovuoraus päätettiin uusiksi, jotta mahdolliset hirsirakenteissa olleet lahovauriot saatiin kartoitettua. Ulkovuoren alle laitettiin asianmukaiset tuulensuojalevyt, jotka estävät vedon ja kylmän ilman pääsyn sisälle taloon (Tehokas ja tiivis ulkoseinärakenne 2015). Nämä toimenpiteet viivästyttivät huomattavasti työn valmistumista, mutta olivat pakollisia talon kunnossapidon kannalta.

Poistettujen purueristeiden tilalle asennettiin ekovillan puhallusvilla. Tähän puhallusvillaan päädyttiin sen hengittävyden ja ekologisuuden

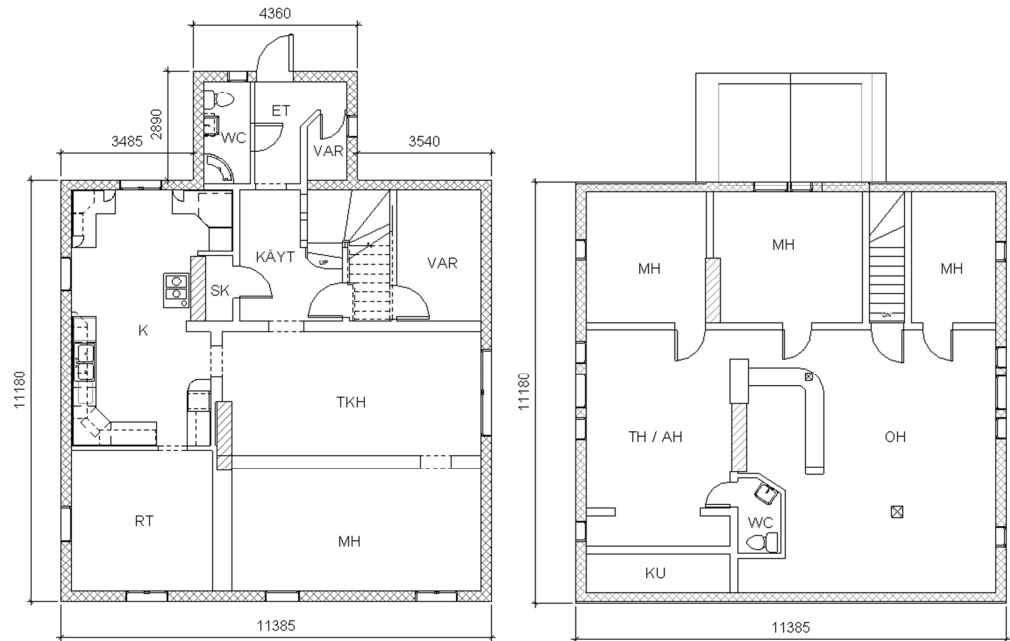
takia. Ekovillan puhallusvilla sitoo ja luovuttaa kosteutta tehokkaasti. Tämä ominaisuus on tärkeä varsinkin vanhemmissa talossa, joissa rakenteiden tiiveys ei aina ole paras mahdollinen. Ekologiseksi ekovillan tekee se, ettei sen valmistusprosessin kuluttama energia ei ole suuri, ja lisäksi ekovillan pääasiallinen materiaali on kierrätyspaperi. (Ekovillan puhallusvilla 2016.)

Lahovaurioista kärsineiden ikkunoiden käyttötarkoitusta arvioidessa päätettiin, että ne poistetaan kokonaan. Ikkunoiden poistamista tuki myös niiden huonokuntoisuus, lisäksi ne olivat vanhat ja vetävät kaksilaiset ikkunat. Mikäli ikkunat olisi päätetty pitää, niiden vaihto huonokuntoisuutensa takia olisi tullut lähitulevaisuudessa ajankohtaiseksi. Erikoisen kokonsa vuoksi ikkunoiden uusiminen olisi ollut kallista, joten taloudellisesti ajateltunakin niiden poistaminen kannatti tehdä nyt.

Pellavarivettä käytettiin tilkitsemään eteläseinän hirsien välejä. Pellavarive on nimensä mukaan pellavasta valmistettua eristettä, jonka ekologinen jalanjälki on pieni. Pellava on uusiutuva luonnonvara, jonka viljelyn ympäristökuormitus on vähäistä. Fysikaalisilta ominaisuuksiltaan se eristää hyvin ja hengittää. (Pellavaeristeen ominaisuudet 2016.)

### 7.3 Lopullinen huonejako

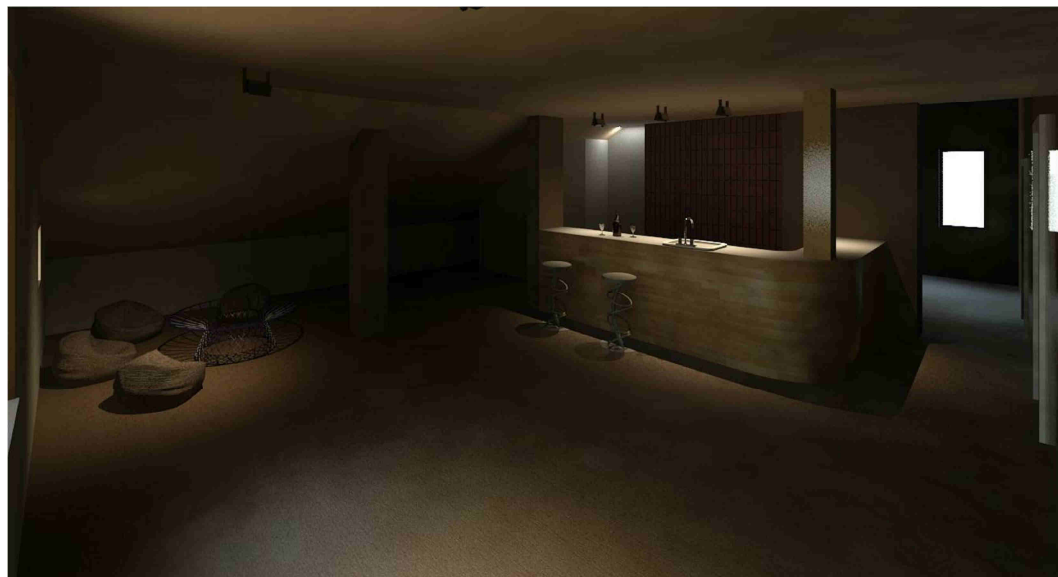
Makuuhuoneiden riittäväksi määräksi arvioitiin viisi, joista yksi palvelisi mahdollisesti työhuoneena. Lämpimäksi varastotilaksi arvioitiin riittävän 5m<sup>2</sup>. Talon pinta-ala huomioiden päätettiin suosia mahdollisimman suuria yhtenäisiä tiloja, jotta käyttämättömiä huoneita ei pääsisi syntymään. Yläkertaan toivottiin vesipistettä ja wc-tilaa. Suunnittelussa otettiin huomioon olemassa olleiden wc- ja keittiötilojen sijainnit, jotta uudet käyttövesi- sekä viemäriputket saataisiin samoista kanavista vedetty. Tämän ansiosta olemassa olevia kantavia lattiarakenteita ei tarvinnut lovetta tai tehdä lattiaan uusia läpivientejä (KUVIO 12).



KUVIO 12. Valmiin suunnitelman pohjapiirustukset

### 7.3.1 Yläkerran suunnitelma

Yläkertaan muodostuvaan suureen noin 40m<sup>2</sup>:n tilaan suunniteltiin uusi olohuone (KUVIO 13), joka sisältää baaritiskin vesipisteellä. Tilat ja liitännät mahdollistavat myös astianpesukoneen sekä kylmäkaapin asennuksen. Wc-tiloista suunniteltiin kompaktin kokoinen. Suunnitelmassa hyödynnettiin jo olemassa olevaa oviaukkoa sekä WC:n entistä sijaintia.



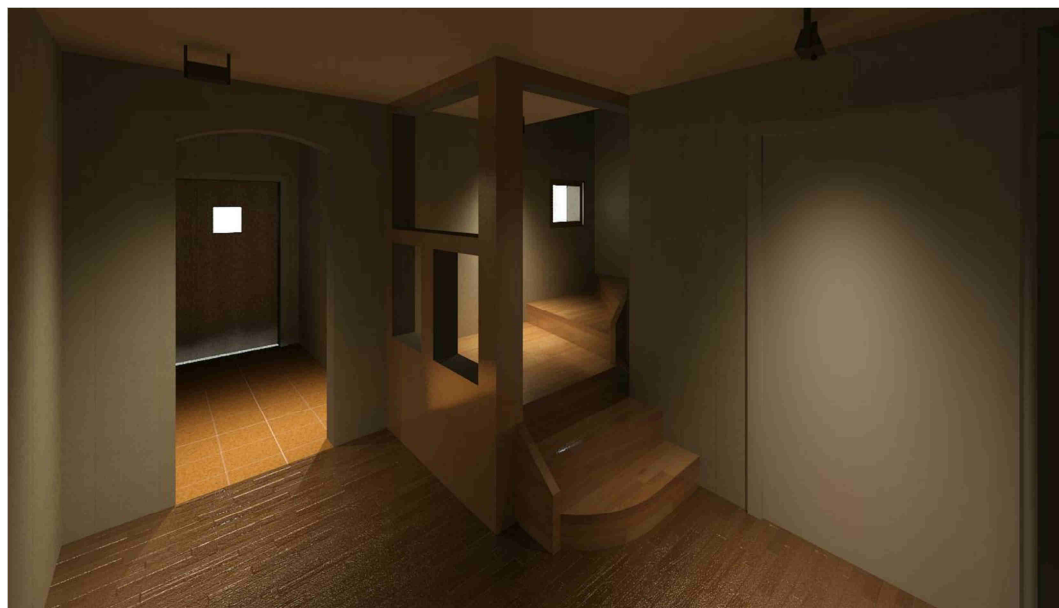
KUVIO 13. 3D-mallinnus kuva yläkerran olohuoneesta (Salminen 2015)

### 7.3.2 Portaikko ja kuisti

Suunnitelmassa kuistin toinen sisäänkäynti poistetaan ja eristetään asianmukaisesti. Portaikosta tehdään avonainen aulaan, mutta suljetaan kuistille eristetyllä seinällä (KUVIO 14). Ulko-oven vierestä avataan pieni syvennys vanhaan kuistiin, joka mahdollistaa naulakon esimerkiksi kenkätelineen tai naulakon asentamisen. Loppuosa kuistista jää esimerkiksi kausivaatteiden varastointiin, ja sinne kulku käy syvennykseen asennettavan oven kautta.

Kuistin jakavan seinän poistaminen kokonaan olisi vaatinut vesipattereiden ja sähköjohtojen uudelleenvetoja sekä edellisten purkua. Koska kuistin rakenteesta ei ollut varmuutta, olisi väliseinän poistaminen vaatinut kantavuuslaskelmia sekä todennäköisesti uusia tukirakenteita tai vanhojen vahvistamista.





KUVIO 14. Avonainen portaikko tuo valoa rapun ikkunasta sekä yhdistää kerrokset yhdeksi kokonaisuudeksi

#### 7.4 Saneerauksen oikea-aikaisuus

Vuotavan vesikatteen vuoksi kohteen saneeraus oli aloitettava mahdollisimman nopeasti, jotta laajemmilta rakenteiden kosteusvaurioilta vältytään. Remontointi haluttiin toteuttaa niin, että se lopputulos palvelisi mahdollisimman pitkään, tästä syystä talon yläkertaan uusittiin pian aikansa päähän tulevat vesi- ja viemäriputket.

Voidaankin todeta, että kohteen remontointi oli rakenteellisista syistä ajankohtaista. Ekotehokkuutta ajatellen tilatehokkuuden parantaminen yläkerran hukkaneliöiden osalta oli hyvä tehdä viimeistään nyt, kun asukkaiden tilantarve tulee kasvamaan.

#### 7.5 Lupamenettely

Rakennuksen rakentamiseen tarvitaan aina rakennuslupa. Rakennuslupa tarvitaan myös korjausrakentamiselle, mikäli se on verrattavissa uuden rakennuksen rakentamiseen. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi ne, jolloin huonejärjestys tai julkisivu oleellisesti muuttuu. Myös se, sijaitseeko kohde

asemakaava-alueella, vai sen ulkopuolella, vaikuttaa siihen tarvitaanko rakennuslupa. Asemakaava-alueita ovat taajama-alueet, tai muut alueet, joilla rakentaminen on tiiviimpään. Joissakin tapauksissa saneerauksesta tarvitsee tehdä ilmoitus paikkakunnan rakennusvalvontaan, toisinaan taas ei tarvita sitäkään. (Tarvitaanko remontiin lupa? 2011.)

Kohteeseen rakennuslupaa tai ilmoitusta ei tarvittu (Orimattilan kaupungin Rakennusjärjestys 2013). Koska kohde sijaitsee taajama-alueen ulkopuolella, eikä se ole asemakaava-alueita, remontointia ohjavat verrattain löyhät Rakennusjärjestyksen säädökset. Rakennusjärjestyksen mukaan ilmoitus rakennusvalvontaan olisi tarvittu ikkunajaon oleellisessa muuttamisessa. Kohteessa yläkerran kaksi pientä ikkunaa laitettiin umpeen, eli ikkuna jako muuttui. Mutta koska kyseessä oli pienet, ulospäin lähes huomaamattomat ikkunat, ei ilmoituksen tekeminen ollut tarpeellista. Lisäksi Rakennusjärjestyksessä on maininta, jonka mukaan talon sisällä tapahtuville tilojen muutoksille on haettava rakennuslupa, jos muutoksella on vaikutusta terveyteen tai tilojen käyttötarkoitukseen. Tällaisia tilanteita on esimerkiksi wc:n rakentaminen. Kohteessa wc remontointiin alusta loppuun uudeksi, mutta koska wc on aiemminkin sijainnut yläkerrassa, ei ilmoitusta tarvittu. (Orimattilan kaupungin Rakennusjärjestys 2013.)

## 8 TOTEUTUS JA SANEERAUKSEN TYÖVAIHE

Kuivannon saneerauksen työvaihe on tämän opinnäytetyön valmistumisen aikaan lähes päätöksessä. Ottaen huomioon talon iän, talon kuntoa ylläpitävää remontoitavaa kohteessa tulee olemaan jatkossakin, mutta suuria remonttikokonaisuuksia ei pitäisi lähitulevaisuudessa olla. Tässä kappaleessa käydään läpi yleisesti sitä, mitä on hyvä ottaa huomioon tämän kaltaisessa saneerauskohteessa. Remontoinnin toteuttamiseen ei puututa.

### 8.1 Purkuvaihe ja havaitut vauriot

Remontoinnissa purkuvaihe on toteutettava tarkasti ja harkitusti. On tiedettävä, missä esimerkiksi sähkö- ja vesijohdot kulkevat. Lisäksi varsinkin vanhoja taloja remontoitaessa on varauduttava siihen, että yllätyksiä saattaa ilmetä ja suunnitelmia voi joutua niiden takia muuttamaan. Purkuvaiheessa kannattaa myös miettiä materiaalien uusiokäyttöä remontin myöhemmässä vaiheessa. Esimerkiksi lattia-, katto- ja ovilistat ovat vanhoissa taloissa usein tyylikkäitä. Sisäisellä kierrätyksellä säilytetään vanha talo vanhana, säästetään ympäristöä ja kustannuksia.

#### 8.1.1 Yläpohja

Kohteen saneeraus aloitettiin yläkerran sisäkaton purkamisella ja yläpohjan eristyksen, eristepurun osittaisella poistamisella lahovaurion vuoksi. Eristeenä puru on hyvä ja hengittävä materiaali. Vanhoissa painovoimaisen ilmanvaihdon omaavissa taloissa yläpohjaan saattaa nousta lämpimän ilman mukana kosteutta, jolloin eristemateriaalin on oltava sellaista, ettei se sido kosteutta itseensä pitkäksi aikaa. Eristävyydeltään puru on heikkoa silloin, jos se on painunut kasaan. (Rinne 2009a) Koska kohteessa purua jouduttiin yläpohjan saneerauksen vuoksi poistamaan runsaasti, nähtiin sen takaisin kantaminen niin

työlääksi, että eristepuru päätettiin osittain korvata ekovillan puhallusvillalla.

### 8.1.2 Ulkovuori

Yläkerran purkutöiden jälkeen aloitettiin ulkovuoren purkaminen. Seinän hirsirakenne oli suhteellisen hyvässä kunnossa lukuun ottamatta alimmaista hirttä sekä kohtaa, johon vesikatteen vuotokohdalta oli valunut vettä. Seinässä oli kuitenkin myös täysin eristämätön, suhteellisen iso kohta ikkunoiden yläpuolella. Tätä ei huomattu edes rakenteiden lämpökuvauksessa. Ennen nykyisiä ikkunoita talossa ovat olleet lähes koko alakerran huonekorkeuden korkuiset ikkunat. Kun ikkunat vaihdettiin 3-lasisiksi, niin karmin yläpuolinen tila on yritetty eristää sahanpurulla, mikä myöhemmin on painautunut kasaan (KUVIO 15). Tämä selitti osaltaan sen, miksi alakerran isompi makuuhuone oli talvisin kylmän tuntuinen. Lämpökuvauksessa kylmä alue ei näkynyt, sillä selvää kylmäsiltaa ulko- ja sisätilan välillä ei ollut, vaan kylmyys oli levinnyt laajasti ja tasaisesti sekä sijaitti kuvauksen kannalta ikävästi osittain välipohjan kohdalla.



KUVIO 15. Jäännös eteläseinän isoista ikkunoista; painuneet purut ja eristämätön kohta

### 8.1.3 Yläkerta

Alkuperäisistä suunnitelmista poiketen päätettiin yläkerta saneerata laajemmin. Yläkerran vanha vessa haluttiin purkaa kokonaan, sillä se oli alkuperäisessä kunnossaan (KUVIO 16). Purkamisella varmistettiin, ettei kosteusvaurioita ollut. Yläkerran wc:n sekä vesipisteen käyttövesiputket uusittiin, koska alkuperäiset olivat 1970-luvulla asennetut kupariset putket. Nykyään asennettavien kupariputkistojen eliniäksi lasketaan noin 50 vuotta (Kupari suosituin putkimateriaali 2016).



KUVIO 16. Yläkerta purkutöiden jälkeen, oikealta laattaseinän edestä purettu wc

## 8.2 Ympäristörasitteet ja kierrätys

Rakennus – ja saneerauskohteissa lopputulos määrittää helposti sen, miten energiatehokkaaksi talo mielletään. On kuitenkin tärkeä muistaa, että myös materiaalivalinnoilla on aina suuri merkitys todellisen energiatehokkuuden ja ekologisen kestävyuden kannalta. Tämän vuoksi materiaalivalinnoissa kannattaa suosia mahdollisuuksien mukaan kierrätettyjä vaihtoehtoja ja erilaisia ylijäämämateriaaleja. Saneerauskohteissa myös jätettä tulee väistämättä paljon, jotta ekotehokkuus toteutuisi parhaalla mahdollisella tavalla, on jätteiden oikeaoppisesta kierrätyksestä huolehdittava purku- ja

rakentamisvaiheessa. On järjenvastaista, että esimerkiksi energiatehokasta passiivitaloa rakennettaessa rakennusvaiheen jätteiden kierrätys on toissijainen asia.

### 8.2.1 Kierrätysmateriaalien käyttö kohteessa

Syntymätön jäte on aina paras mahdollinen ratkaisu ympäristön ja kukkaron kannalta. Aina ei tarvita uusinta materiaalia parhaaseen lopputulokseen päästäkseen. Varsinkin vanhempiin kohteisiin sopivimmat materiaalit saattavat hyvinkin olla kierrätystavaraa. Case Kuivannon kohteessa pyrittiin lisäämään ekologista ja taloudellista tehokkuutta vanhoja materiaaleja uudelleen käyttämällä.

Ulkoseinän uusittaessa vanhan ulkovuoren alta löytyi vanhempi, ajan patinoima tumma ulkolaudoitus. Lautoja hyödynnettiin saneerauksessa alakerran portaikossa ja yläkerran tv-nurkkauksen tehosteseinässä. Yläkerran oleskeluhuoneen vanhat vajaasärmäiset pystytolpat vaihdettiin viiden tuuman hirsiiin, jotka olivat peräisin aikaisemmin puretusta pihapiirin riihestä.

### 8.2.2 Jätteiden kierrätys

Materiaalit, joita ei voi käyttää uudelleen, on toimitettava jäteasemille, missä ne käsitellään ja kierrätetään oikeaoppisesti. Tässä kappaleessa käsitellään pientalon saneerauksessa tavallisesti syntyviä jätteitä ja niiden kierrättämistä Päijät-Hämeen alueella.

Päijät-Hämeen alueella toimiva Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy (PHJ) ottaa maksuttomasti vastaan puuta ja puunpurua jäteasemille. Jätepuu murskataan, toimitetaan eteenpäin ja lopulta se hyödynnetään lämpönä kaukolämpöverkossa. Puupuru, tässä tapauksessa yläpohjan eristyksestä vastannut kutteripurun ja sahanpurun sekoitus, on mahdollista järkevinä määrinä sekoittaa maa-ainekseen omalla tontilla. Puutavaran lisäksi myös kaikki metallit ja sähkölaitteet voi PHJ:lle viedä maksutta (esim. vanhat

kupariset vesiputket ja sähköjohdot). (Asukkainen palvelupisteet ja hinnasto 2016, 19.)

Maksullista jätettä PHJ:llä ovat sekajäte ja energiajäte. Sekajätteeseen lukeutuvat mm. vanhat muovimatot ja eriste villat. Myös kipsijäte vastaanotetaan sekajätteen hinnalla, vaikka se kierrätetäänkin uudelleen kipsijätteeksi. Saneerauskohteessa yleensä syntyvää energiajätettä ovat styroxit ja erilaiset suojamuovit ja -paperit. Pakkausmateriaaleista kartongit kannattaa lajitella energiajätteestä erikseen, sillä niiden vieminen jäteasemille tapahtuu maksutta. (Asukkainen palvelupisteet ja hinnasto 2016, 19.)

## 9 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli tehdä suunnitelma saneerauksesta kohteena olevaan pientaloon. Kohteen saneeraus toteutettiin suunnitelman pohjalta ja sitä kunnioittaen. Opinnäytetyön valmistumisen aikaan kohteen saneeraus kokonaisuudessaan oli lähes valmis.

Kohteen saneerauspäätöksen suurin suunnannäyttävä oli halu lisätä kohteen energiatehokkuutta tilatehokkuuden näkökulmasta. Pientalossa on aiemmin ollut kaksi erillistä asuinhuoneistoa, mutta tulevaisuudessa sen halutaan palvelevan yhtä keskivertoperhettä. Suunnittelussa paneuduttiin miettimään tilojen käyttötarkoitusta ja sitä, miten tiloista saisi toimivamman kokonaisuuden. Suurin tekijä saneeraukseen ryhtymiselle nyt olivat yläpohjan eristeauriot, jotka johtuivat vesikatteen vuotaneesta saumasta. Vesikatteen vuotokohta ja siitä aiheutuneet rakenteelliset vauriot oli korjattava mahdollisimman nopeasti, jotta vauriot eivät pääse laajenemaan tai aiheuttamaan esimerkiksi homeongelmia tai vakavampia lahovaurioita.

Opinnäytetyön tekoa hankaloittava tekijä oli projektin pitkäaikaisuus. Saneeraustyö itsessään vaati paljon aikaa. Vaikka opinnäytetyössä keskityttiinkin suunnitteluvaiheeseen, olisi mielestämme ollut mahdoton saattaa opinnäytetyöprojekti loppuun, ennen kuin olisi käsitys siitä, miten suunnitelmat toteutuvat ja saadaanko saneerauspuolella valmista ollenkaan. Opinnäytetyön tekeminen oli välillä katkolla jopa kuukausia, jolloin keskityttiin remontoinnin tekemiseen. Sitten taas istuttiin alas ja kirjoitettiin mitä tehtiin ja miksi. Vuoden takaiset tekstit tuntuvat nyt kaukaisilta, mutta luotamme siihen, että silloin kirjoitettu sisältö on oikea, ovathan tapahtumat olleet silloin lähimuistissa.

Kaiken kaikkiaan projektista jäi käteen paljon hyvää ja tarpeellista. Työtä tehdessä pientaloon tutustuttiin läpikotaisin, alimmista hirsistä yläpohjaan ja vesikatteeseen. Tätä tietotaitoa tulemme käyttämään tulevaisuudessa remontoinnissa, sekä ihan arkipäiväisissä asioissa, sillä nyt tunnemme talon heikot kohdat ja osaamme huomioida ne. Projektin edetessä kohteen



omistajuus vaihtui ja lopussa teimmekin tätä kokonaan itsellemme. Vaikka motivaatio projektiin oli alussakin hyvä, omistajuusvaihdoksella oli tottakai sitä lisäävä vaikutus. Kukaan ei ole tulossa tekemisiämme ja ratkaisujamme korjaamaan tai muuttamaan. Kaikki valinnat ja ratkaisut on tehty niin hyvin kuin mahdollista ja sillä periaatteella, että tämä pientalo tulee palvelemaan tarpeitamme vielä monta kymmentä vuotta eteenpäin. Projektin kokonaisuutena on ollut työläs, mutta ennen kaikkea opettavainen. Uudestaan projektiin lähtisimme kyllä, mikäli valinta olisi mahdollista tehdä uudelleen. Saneerauksessa tekisimme suurilta osin ja isoissa linjoissa samalla tavalla kuin nyt teimme. Opinnäytetyön kohdalla kiinnittäisimme huomiota aikataulutukseen.

## LÄHTEET

- Cupori Oy. 2016. Kupari suosituin putkimateriaali [viitattu 1.5.2016]  
Saatavissa: [http://www.cupori.com/kerrostalon\\_putkiremontti/uudet-putket-vai-lisaaikaa/kupariputki-suosituin](http://www.cupori.com/kerrostalon_putkiremontti/uudet-putket-vai-lisaaikaa/kupariputki-suosituin)
- Ilveskoski, O. 2014. Johdatus korjausrakentamiseen [viitattu 17.5.2016]  
AMK-opinnäytetyö. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/>
- Isolina Oy. 2016. Pellalämmöneristeen ominaisuudet [viitattu: 14.5.2016]  
Saatavissa: <http://www.isolina.com/fi/eriste.cfm>
- Jukkatalo Oy. 2016. I65-10. [viitattu: 20.5.2016] Saatavissa:  
<http://www.jukkatalo.fi/mallisto/pikkujukka/i65-10/>
- Järvinen, E. 2014. Pientalon ekologisuus puntarissa [viitattu 22.1.2016]  
Saatavissa Suomen ympäristökeskuksen nettisivuilla: [http://www.syke.fi/fi-FI/Julkaisut/Ymparistolehti/2014/Pientalon\\_ekologisuus\\_puntarissa%2831641](http://www.syke.fi/fi-FI/Julkaisut/Ymparistolehti/2014/Pientalon_ekologisuus_puntarissa%2831641)
- Lylykangas, K & Nieminen, J. 2009. Passiivi info [viitattu: 14.5.2016]  
Saatavissa: <http://www.passiivi.info/data.php?sivu=etusivu>
- Kingspan Insulation Oy. 2015a. Pientaloratkaisut aikakauden mukaan [viitattu 29.2.2016] Saatavissa: <http://www.spu.fi/ratkaisut/pientalot-ja-rivitalot/eri-aikakausien-pientalot>
- Kingspan Insulation Oy. 2015b. Passiivi ja nollaenergiatalot [viitattu 1.5.2016] Saatavissa: <http://www.spu.fi/ratkaisut/pientalot-ja-rivitalot/passiivi-ja-nollaenergiatalot/>
- Motiva Oy. 2015a. Lämmitysjärjestelmän valinta [viitattu 6.3.2016]  
Saatavissa:  
[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta)
- Motiva Oy. 2015b. Matalaenergiatalon määritelmä [viitattu 18.5.2016]  
Saatavissa:

[http://www.motiva.fi/rakentaminen/millainen\\_on\\_energiatehokas\\_pientalo/matalaenergiatalon\\_maaritelmia](http://www.motiva.fi/rakentaminen/millainen_on_energiatehokas_pientalo/matalaenergiatalon_maaritelmia)

Motiva Oy. 2015c. Ylijäämänsähkön myynti. [viitattu 18.5.2016] Saatavissa: [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelman\\_kaytto/ylijaamasahkon\\_myynti](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelman_kaytto/ylijaamasahkon_myynti)

Motiva Oy. 2016. Lämmitysmuodot [viitattu 25.4.2016] Saatavissa: [http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/lammitysmuodot](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot)

Olenius, A., Koskenvesa, A. & Penttilä, H. 2006. Puutalon Remontti. 1. painos. Tampere: Rakennustieto Oy.

Orimattila. 2013. Orimattilan kaupungin Rakennusjärjestys [viitattu 24.3.2016] Saatavissa: <http://www.orimattila.fi/liitteet/968.pdf>

Pienitalo. 2016. Miksi pienitalo? [viitattu: 19.5.2016] Saatavissa: <http://www.pienitalo.fi/>

Pientaloteollisuus PTT ry. 2016. Pientalot rakennetaan talopaketeista. [viitattu: 21.3.2016] Saatavissa: [http://www.pientaloteollisuus.fi/fin/tietoa\\_pientaloista](http://www.pientaloteollisuus.fi/fin/tietoa_pientaloista)

Puuinfo Oy. 2016. Ekovillan puhallusvilla [viitattu 14.5.2016] Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/tuote/ekovillan-puhallusvilla>

Päijät-Hämeen Jätehuolto Oy. 2016. Asukkaiden palvelupisteet ja hinnasto 2016. Esite.

Rakennusteollisuus RT ry. 2014. Asuntokannan ikäjakauma vuonna 2014. [viitattu 1.4.2016] Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/Asuntomarkkinat/Asuntokanta/>

Rautia. 2016. Energiatehokkuus eri vuosikymmenillä rakennetuissa taloissa. [viitattu 16.5.2016] Saatavissa:

<http://rautianenergiaosaaja.fi/energiatehokkuus.php>

Rinne H. 2009a. Väli- ja yläpohja. Perinnemestari [viitattu 1.5.2016]

Saatavissa: <http://www.perinnemestari.fi/?id=65&id2=77>

Rinne, H. 2009b. Kuisti suojaa sisääntulon ja näyttää talon vaurauden.

Perinnemestari [viitattu 29.5.2016] Saatavissa:

<http://www.perinnemestari.fi/?id=67&id2=86>

Rinne H. 2009c. Vanha talo ja lämmitystekniikka. Perinnemestari

[18.5.2016] Saatavissa: <http://www.perinnemestari.fi/?id=66&id2=88>

Sanoma Media Finland Oy. 2011. Tarvitaanko remonttiin lupa? [viitattu

1.4.2016] Saatavissa:

[http://www.rakentaja.fi/artikkelit/8355/tarvitaanko\\_remontointiin\\_lupa.htm](http://www.rakentaja.fi/artikkelit/8355/tarvitaanko_remontointiin_lupa.htm)

Sanoma Media Finland Oy. 2014. Rintamamiestalo yhä suosiossa [viitattu

1.5.2016] Saatavissa:

[http://www.rakentaja.fi/artikkelit/12048/rintamamiestalo\\_yha\\_suosiossa.htm](http://www.rakentaja.fi/artikkelit/12048/rintamamiestalo_yha_suosiossa.htm)

Sanoma Media Finland Oy. 2015. Tehokas ja tiivis ulkoseinärakenne ja

[viitattu: 13.5.2016] Saatavissa:

[http://www.rakentaja.fi/artikkelit/11268/tehokas\\_ja\\_ttiivis.htm](http://www.rakentaja.fi/artikkelit/11268/tehokas_ja_ttiivis.htm)

Sanoma Media Finland Oy. 2016. Miten rintamamiestalo on rakennettu?

[viitattu 3.4.2016] Saatavissa:

[http://www.rakentaja.fi/artikkelit/6650/miten\\_rintamamiestalo\\_on\\_rakennettu.htm](http://www.rakentaja.fi/artikkelit/6650/miten_rintamamiestalo_on_rakennettu.htm)

Seuna, S ja Motiva Oy. 2016a. Matalaenergiatalo [viitattu 18.5.2016]

Saatavissa:

[http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/hyva\\_tietaa/matalaenergiatalo](http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/hyva_tietaa/matalaenergiatalo)

Seuna, S ja Motiva Oy. 2016b. Nolla- ja plusenergiatalo [viitattu 18.5.2016] Saatavissa:

[http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/hyva\\_tietaa/nolla-ja\\_plusenergiatalo](http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/hyva_tietaa/nolla-ja_plusenergiatalo)

Kontio, P., Vepsäläinen, M., Pitkänen, K. & Hiltunen, M. 2012. Maaseudun ja tyhjiä asuinrakennusten sijainti, käyttö ja tulevaisuus (MATARA) [viitattu 18.5.2016] Saatavissa Suomen ympäristökeskuksen nettisivuilla:

<http://www.syke.fi/fi->

[fi-Tutkimus\\_\\_kehittaminen/Tutkimus\\_ja\\_kehittamishankkeet/Hankkeet/Maaseudun\\_tyhjiä\\_asuinrakennusten\\_sijainti\\_kaytto\\_ja\\_tulevaisuus\\_MATARA](http://www.syke.fi/fi-Tutkimus__kehittaminen/Tutkimus_ja_kehittamishankkeet/Hankkeet/Maaseudun_tyhjiä_asuinrakennusten_sijainti_kaytto_ja_tulevaisuus_MATARA)

Tilastokeskus. 2014. Rakennuskanta 2013 [viitattu 2.2.2016]. Saatavissa:

[http://www.stat.fi/til/rakke/2013/rakke\\_2013\\_2014-05-23\\_kat\\_002\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/rakke/2013/rakke_2013_2014-05-23_kat_002_fi.html)

Valtion ympäristöhallinto. 2016a. Ikkuna korvausilmareittinä. [viitattu 24.3.2016] Saatavissa:

<http://www.korjaustieto.fi/pientalot/korjaushankkeet/taydentavien-rakennusosien-korjaukset/ikkunoiden-korjaukset-ja-vaihto/ikkunan-ja-oven-tiivistysohje/ikkuna-korvausilmareittina.html>

Valtion Ympäristöhallinto. 2016b. Pientalojen energiankulutus ja päästöt. [viitattu 29.3.2016]. Saatavissa:

<http://www.korjaustieto.fi/pientalot/pientalojen-energiatehokkuus/energiatehokkuus-pientaloissa/pientalon-energiankulutus-ja-paastot.html>

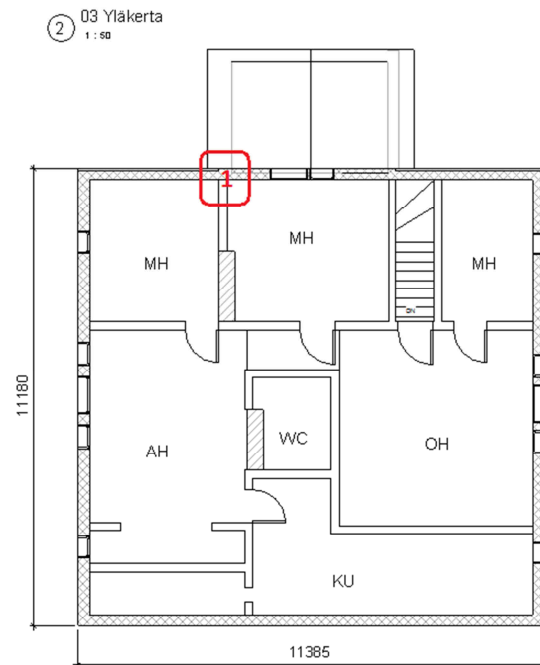
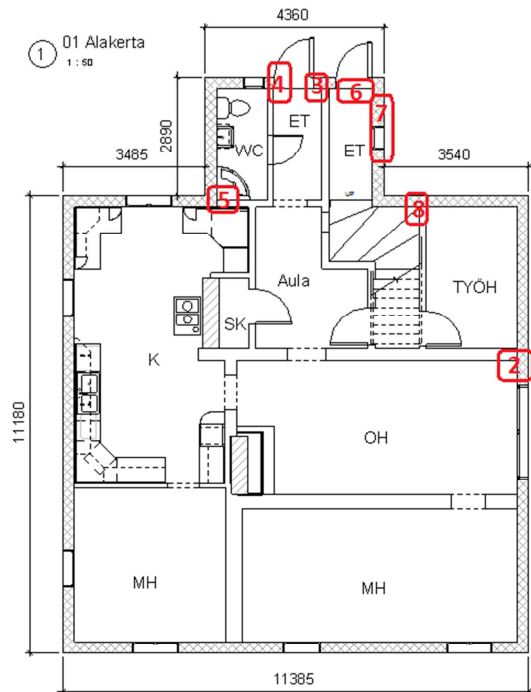
Vihersalo, T. 2013. Rintamamiestalon energiatehokkuuden parantaminen saneerauksen yhteydessä. AMK-opinnäytetyö. Saatavissa:

<https://www.theseus.fi/>

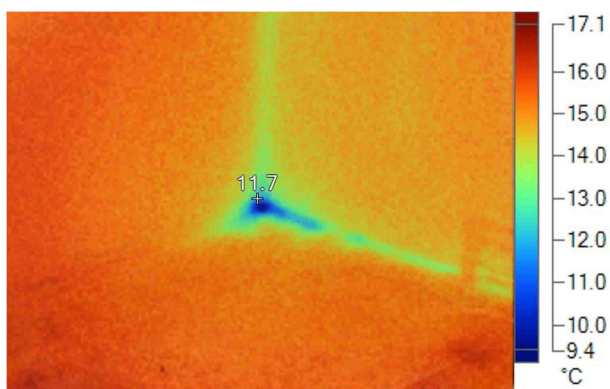
## LIITTEET

### LIITE 1 Lämpökuvauksen tulokset

LÄMPÖKUVAUKSEN TULOKSET



1.

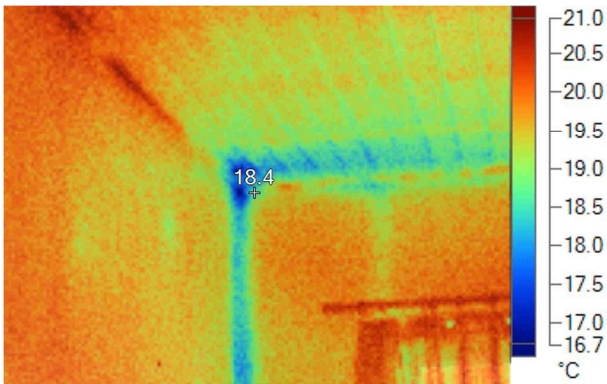


IR002064.IS2

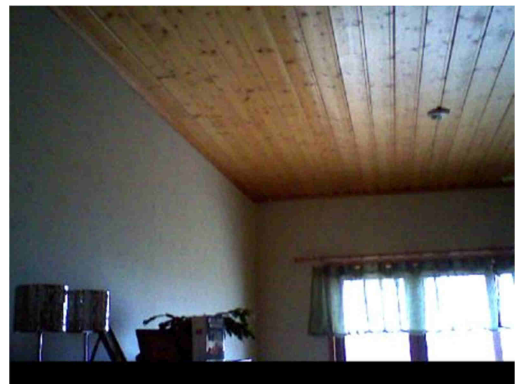


Visible Light Image

2.

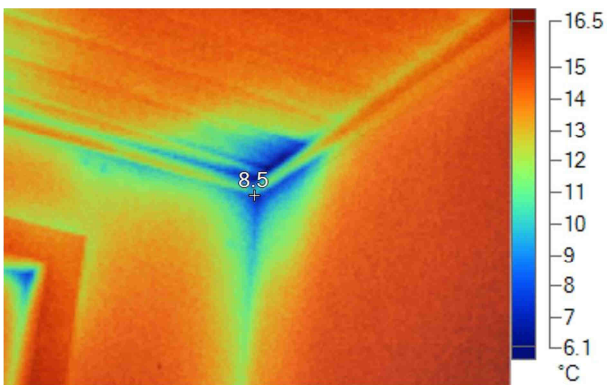


IR002071.IS2

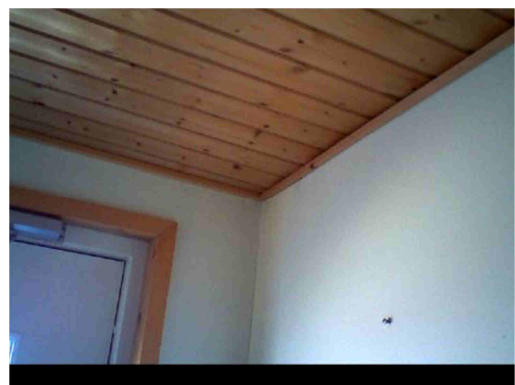


Visible Light Image

3.

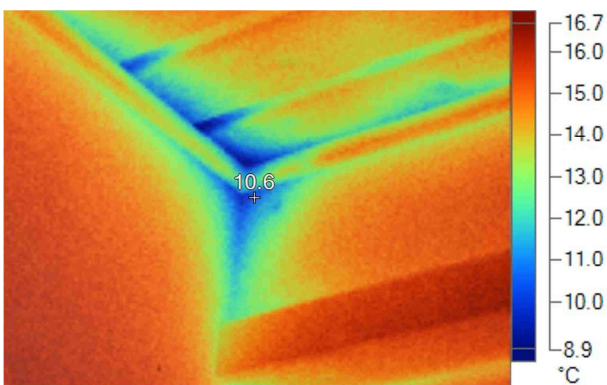


IR002031.IS2

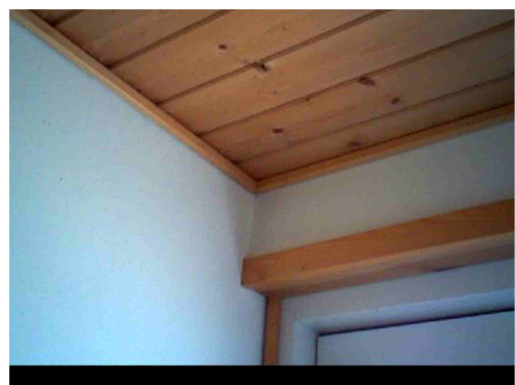


Visible Light Image

4.



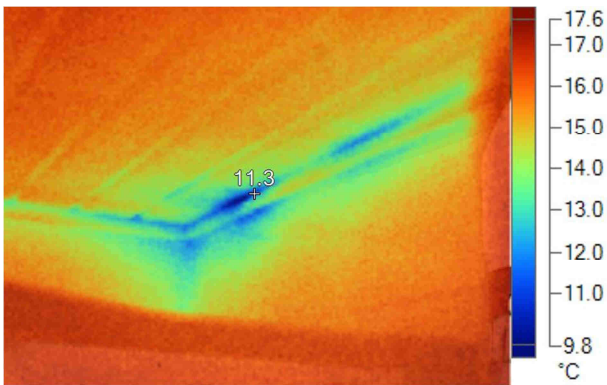
IR002032.IS2



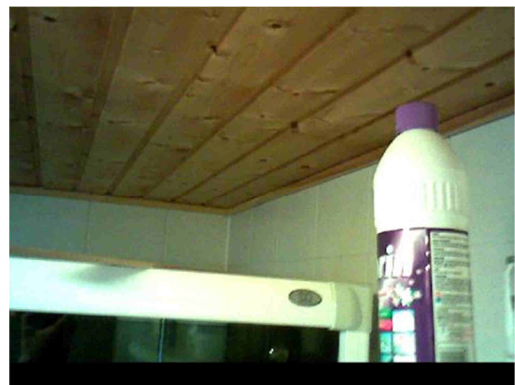
Visible Light Image



5.

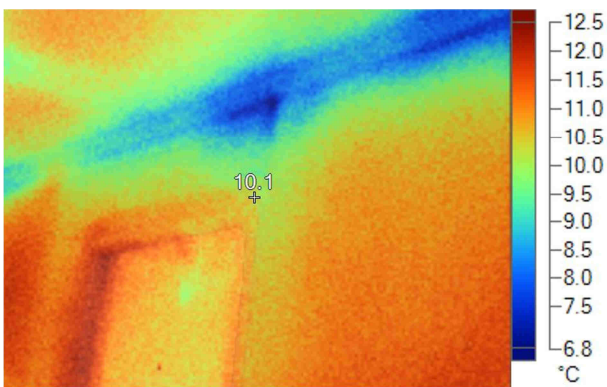


IR002034.IS2

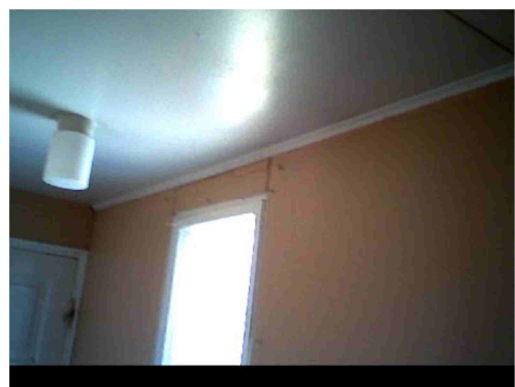


Visible Light Image

6.

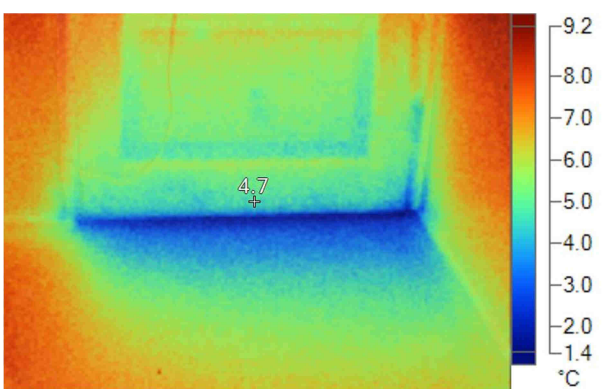


IR002041.IS2

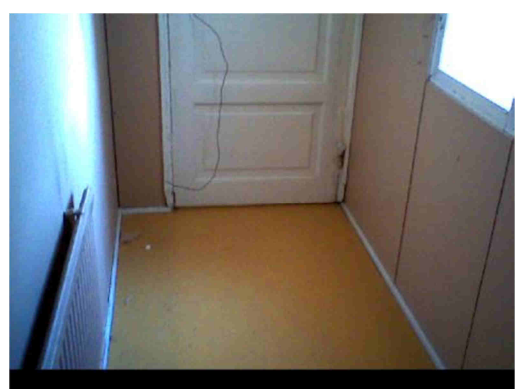


Visible Light Image

7.

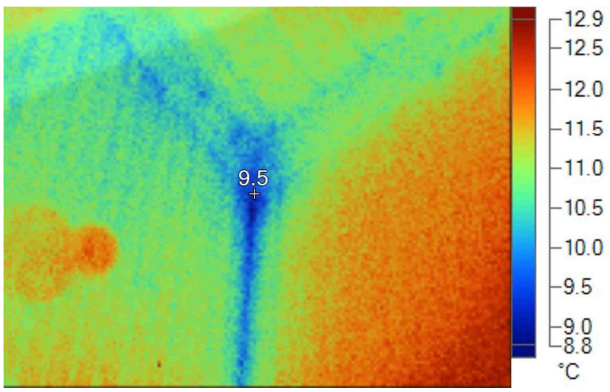


IR002039.IS2

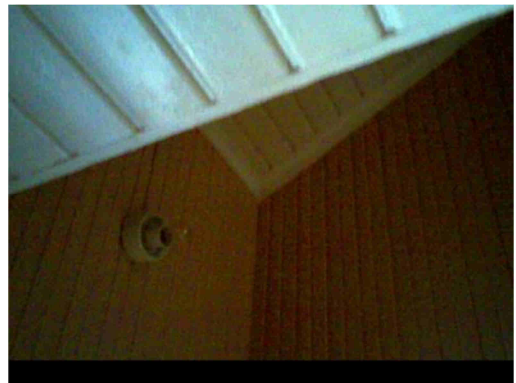


Visible Light Image

8.



IR002044.IS2



Visible Light Image