

Maiju Heinikoski

VANHAN HIRSITALON KUNTOTUTKIMUS

VANHAN HIRSITALON KUNTOTUTKIMUS

Maiju Heinikoski
Opinnäytetyö
Kevät 2014
Oulun ammattikorkeakoulu,
rakennustekniikka

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, talonrakennus

Tekijä: Maiju Heinikoski
Opinnäytetyön nimi: Vanhan hirsitalon kuntotutkimus
Työn ohjaaja: Kimmo Illikainen (Oamk)
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2014 Sivumäärä:25+7(liitteet)

Pientalot tehtiin 1800-luvun loppupuolelle asti useimmiten hirsistä. Rakennukset ovat kuitenkin yleensä hyväkuntoisia. Tarve hirsirungon korjaamiseen syntyy tavallisimmin vasta, kun selviä vaurioita havaitaan tai rakennus aiotaan kunnostaa perusteellisesti.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä vuonna 1901 rakennetun, lin Kuivaniemessä sijaitsevan hirsitalon korjaussuunnitelma ja sen toteutus. Hirsitalosta tehtiin ympäri vuoden asuttava, kaksikerroksinen koti 4-henkiselle perheelle. Lähtökohtana työlle oli, että sisäpuoli säilyisi mahdollisimman alkuperäisenä. Sisä- ja ulkopuolelle tehtävillä muutoksilla pyrittiin parantamaan haittoja, joita oli havaittu. Työssä käytiin läpi talon rakenteet ja uusittavat osat sekä syyt siihen, miksi rakenteet jouduttiin korjaamaan tai uusimaan.

Korjaussuunnitelman tavoitteena oli omistajan omien toiveiden toteuttaminen sekä rakennuksen vanhan tunnelman säilyttäminen. Rakennuksen käyttötarkoitusta ei haluttu muuttaa, mutta käyttämättömiä tiloja haluttiin ottaa käyttöön. Ennen varastona toimineelle ullakolle rakennettiin huoneet perheen kahdelle lapselle sekä parvi, joka toimii oleskelutilana. Kylmä eteinen tehtiin lämpimäksi, ja sen yläpohja toimii liikennöitynä tasona isolle parvekkeelle.

Avainsanat: hirsirakentaminen, kuntotutkimus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree in Building Construction

Author: Maiju Heinikoski

Title of thesis: The old log house condition survey

Supervisor: Kimmo Illikainen (OAMK)

Term and year when thesis was submitted: Spring 2014 Number of pages:25+7(appendixes)

Single family houses were mostly made of logs until the end of 18th Century. The buildings are generally in good condition. The need for timber frame repair usually occurs when obvious damage to the building is noticed or when the building is going to be repaired thoroughly.

The purpose of my work was to make a repairing plan and its implementation to a log house which was built in 1901 and is located in Ii Kuivaniemi. The house was made to be habitable year-round, two-storey home for a family of 4 people. The aim of the project was to maintain the original appearance of the log house. The repairs were made inside and outside of the building in order to improve the damage that had been discovered. The structures and components of the house were reviewed in the renovation, as well as the reasons why the structures had to be repaired or replaced.

2

The aim of the plan was to carry out the wishes of the house owner as well as preservation of the old atmosphere. The original use of the building was not to be changed, but the unused space was taken in to use. The attic which had been a storage room was renovated to rooms for the family's two children as well as the loft which now serves as a lounge. Cold hallway was insulated and the roof of the hallway acts as a lane for a large balcony.

Keywords: log construction, condition survey

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	1	
ABSTRACT	2	
1 JOHDANTO.....	5	
2 YLEISTÄ KUNTOARVIOSTA.....	6	
2.1 Puurakennusten vaurioiden syyt	7	
2.1.1 Kosteus	7	
2.1.2 Valo	8	
2.1.3 Biologiset tekijät eli mikrobit	8	
2.1.4 Ilman epäpuhtaudet.....	8	
2.1.5 Lahottajasienet.....	8	
2.1.6 Hyönteiset	9	
2.2 Rakennuksen lämpökuvaus.....	9	
3 VANHAN HIRSITALON KUNNOSTAMINEN	11	3
3.1 Korjaus ja hirsirakenteiden käyttökelpoisuus	12	
3.2 Kuntoarvion suorittaminen	12	
3.3 Vuonna 1901 rakennetun hirsitalon kuntoarvio	13	
3.4 Perustukset ja ryömintätila.....	13	
3.5 Hirsirunko.....	14	
3.5.1 Ala-, väli- ja yläpohja.....	15	
3.5.2 Täydentävät rakenteet	17	
4 KORJAUSSUUNNITELMA JA SEN MUKAINEN TOTEUTUS	19	
4.1 Perustukset ja ryömintätila	19	
4.2 Hirsirunko.....	19	
4.3 Ala- ja yläpohja	20	
4.4 Täydentävät rakenteet	20	
5 TULOKSET	21	
6 YHTEENVETO.....	24	
LÄHTEET	25	

LIITTEET**VIRHE. KIRJANMERKKIÄ EI OLE MÄÄRITETTY.**

1 JOHDANTO

Vanhat rakennukset ovat tällä hetkellä suuren mielenkiinnon kohteena. Niitä on alettu kunnostamaan pysyvää asumista ja vapaa-ajan viettoa varten. Rakennusten korjaajalta edellytetään laajaa osaamista rakentamisesta sekä tietoa vanhoista rakennuksista ja niiden rakenteista. Suomessa on satojatuhansia, jopa miljoonia hirsirakennuksia, ja lukumäärä kasvaa edelleen. (Vuolle-Apiala 2007, 7.)

lin Kuivaniemessä sijaitsee vanha hirsirunkoinen rakennus, joka on rakennettu vuonna 1901. Rakennus on kuulunut samalle suvulle, mutta ajan saatossa rakennus on päässyt huonoon kuntoon. Vaihtoehtoina oli purkaa rakennus kokonaan tai tehdä sille laajamittainen korjaustyö. Kuntotutkimuksissa kuitenkin selvisi, että hirret olivat säilyneet hyvässä kunnossa, joten omistaja päätti kunnostaa sen asuintaloksi perheelleen. Rakennuksen kokonaiskerrosala on noin 150 m², joka jakautuu kahteen kerrokseen. Rakennus on ollut vuodesta 2003 perheen kesäkäytössä sukupolven vaihdoksen myötä.

5

Opinnäytetyöhön kuuluu rakennuksesta tehtävä kuntoarvio ja muutos- ja korjaussuunnitelmat. Kuntoarviossa selvitetään rakennuksen kunto tarvittavalla tarkkuudella, rakenteelliset ominaisuudet ja rakennustapa. Kuntoarviota käytetään muutos- ja korjaussuunnittelun apuna. Suunnittelulle asetettiin neljä päätaivoitetta: omistajan omien toiveiden toteuttaminen, rakennuksen vanhan tunnelman säilyttäminen, lisäasuintilan rakentaminen ja rakennuksen nykyaikaistaminen. Kun korjauksia suunnitellaan, pyritään siihen, että vaurioituneet rakenteet pystyttäisiin korjaamaan ja korjauskelvottomat rakenteet saataisiin poistettua. Tällöin ne eivät jää aiheuttamaan uusia vaurioita ja niistä johtuvia korjaustöitä.

2 YLEISTÄ KUNTOARVIOSTA

Kuntoarviolla tarkoitetaan kiinteistön tilojen, rakennusosien, järjestelmien, laitteiden ja ulkoalueiden kunnan selvittämistä pääasiassa aistienvaraisesti ja kokemusperäisesti sekä rakennetta ja materiaaleja rikkomattomin menetelmin. Kuntoarvio tehdään ryhmätyönä, johon kuuluu rakennus-, LVIA- ja sähkötekniikan asiantuntija. Kuntoarvio voidaan tehdä koko kiinteistölle tai jos tarpeita koko kiinteistön käsittävälle kuntoarviolle ei ole, myös jollekin tietylle rakennusosalle, rakenteelle, järjestelmälle tai laitteelle.” (RT 18–11060 2012, 2.) Kuntoarviolla saadaan selville rakennuksen nykyinen kunto. Kuntoarvioraportissa esitetään kohteelle PTS-ehdotus eli pitkän tähtäimen suunnitelma, josta selviää kohteessa olevat korjausta tai huoltoa vaativat asiat. Tällä tavoin saadaan pidennettyä rakennuksen elinkaarta. Pitkän tähtäimen suunnitelma laaditaan seuraavalle 10 vuodelle. (RT 18–11060 2012, 3.)

Kuntoarviota tekevällä henkilöllä olisi hyvä olla rakennusalan teknillinen koulutus ja riittävästi tietoa rakennusfysiikasta sekä taloteknisistä järjestelmistä. Henkilöllä tulisi myös olla kokemusta kuntoarvion laadinnasta. (Perinnerakentaminen, 2014.)

Aistinvaraisessa arvioinnissa ei pystytä luotettavasti tarkastamaan kohteen kuntoon vaikuttavia seikkoja, joten tarkemmat tutkimukset tai mittaukset eivät sisälly kuntoarvioon. Kuntoarvioija voi kuitenkin tarpeen vaatiessa suositella jonkin rakenteen kunnan määrittämiseksi erillistä kuntotutkimusta, jolloin saadaan luotettavaa tietoa rakenteen kunnosta, korjaustarpeista ja korjausmenetelmistä. Kuntoarvion työvälineitä ovat piikki, taltta, vasara, pieni purkurauta, puukko, rullamitta, ikkuna-avain, vesivaaka ja taskulamppu. (Perinnerakentaminen 2014; Hirsitalon rungon korjaus 2014; Jansson 2006, 10.)

Kuntoarvion tuloksena saadaan kuntoarvioraportti. Siinä käydään järjestelmällisesti läpi rakennuksen rakenteet, rakennusosat ja taloteknisten järjestelmien tiedot. Raporttiin liitetään suunnitelma tarvittavista tarkistus-, huolto- ja korjaustarpeista. (Hirsitalon rungon korjaus 2014; Jansson 2006, 10.)

2.1 Puurakennusten vaurioiden syyt

Puu joutuu alttiiksi erilaisille ympäristön rasituksille. Merkittävimpiä puita tuhoavia, tai puun ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä ovat auringon säteily, kosteus, bakteerit, erilaiset sienet sekä tuhohyönteiset. (Siikanen 2008, 73.)

Merkittävimpiä hirsien vaurioita ovat muun muassa halkeilu, painuminen ja sinistyminen. Hirsi halkeaa aina pinnastaan puun sydämen suuntaan. Halkeaminen johtuu säännöllisen puun kostumisen ja kuivumisen seurauksena. Puiden sinistymistä aiheuttavat erilaiset sinistäjä sienet, joiden kasvun aiheuttavat kosteuden ja lämmön samanaikainen vaikuttaminen. Puiden sinistymisen haitat ovat pääosin esteettisiä. (Vuolle-Apiala 2012, 106.)

2.1.1 Kosteus

Puu on hygroskooppinen aine eli se pyrkii aina tasapainottumaan sitä ympäröivän ilmakehän kosteuden kanssa. Eli ilman suhteellisen kosteuden lisääntyessä puu kostuu ja laajenee ja kosteuden vähentyessä puu kuivuu ja kutistuu. Tämän ilmiön vuoksi puu halkeilee. (Laine & Orrenmaa 2012, 32.) Paras kosteusolosuhde puurakenteille sisätiloissa on, kun ilman suhteellinen kosteus on noin 50%, jolloin puun kosteus olisi noin 10%. Tässä kosteusolosuhteessa ihminen voi hyvin, mutta kosteusolosuhde on vielä liian alhainen erilaisten homeiden ja sienien kykyyn vahingoittaa puuta. (Laine & Orrenmaa 2012, 33.)

Valo aiheuttaa hirsiseinien pintojen haurastumista, jolloin sadevesi pääsee pinnasta helpommin sisään ja lahoaminen alkaa edetä vähitellen. Lahoaminen on kuitenkin hidasta ja ensimmäiset merkit voivat näkyä vasta 50 vuoden kuluessa. Arimpia ovat pyöröhirsiseinät, koska niissä sade tavoittaa helposti ulkonevat hirsipinnat. (Vuolle-Apiala 2012, 107.)

Kosteusvauriolle merkittävimpiä kohteita ovat erilaiset rakenteiden liitoskohdat, kuten savupiipun ja vesikaton liitoskohta. Vuodot ovat hankalia havaita, koska vesi pääsee valumaan rakenteiden sisäpuolelle. Rakenteiden sisällä olevien

vesijohtojen vuotaminen ja rikkoontuminen aiheuttavat myös kosteusvaurioita. (Vuolle-Apiala 2012, 164.)

2.1.2 Valo

Auringon energia suuntautuu puupintaan valona ja lämpönä. Valo aiheuttaa foto-oksidaation eli valorapautumisen ja lämpö lisää pinnan kuivumishalkeilua. Valorapautuminen on hidasta auringolle altistuneilla, mutta sateelta hyvin suojatuilla pinnoilla. Liiallinen kosteus nopeuttaa prosessia. (Siikanen 2008, 73.)

Ulkoverhouksen värillä ja julkisivun suunnalla aurinkoon nähden on väliä, jos halutaan minimoida lämpösäteilyn aiheuttamat vahingot. Tumma pinta imee paremmin auringon lämpösäteilyä, jolloin halkeamat ovat pahemmat ja etelän puoleisilla seinillä aurinko rasittaa rakenteita enemmän. (Siikanen 2008, 73.)

2.1.3 Biologiset tekijät eli mikrobit

Mikrobit ovat pieneliöitä, joihin kuuluvat virukset, bakteerit ja erilaiset sienet. Mikrobimäärien kasvun syynä on lähes aina kosteuden lisääntyminen. Mikrobipitoisuuden yksikkö on cfu/m. Pitoisuuksia mitatessa mikrobeja kerätään kasvualustoihin, joista myöhemmin pystytään laskemaan mikrobien esiintymismäärän ilmakeuutiometrissä. (Laine & Orrenmaa 2012, 36–37.)

2.1.4 Ilman epäpuhtaudet

Ilmalle tyypillisiä epäpuhtauksia ovat rikkidioksidi, typen oksidit, hiilivedyt ja pöly. Kaupunki alueilla pitoisuudet ovat suurempia liikenteen vuoksi. Terveystaitojen lisäksi ilman epäpuhtaudet aiheuttavat materiaalien korroosiota ja likaantumista. Puu kestää ilman epäpuhtauksia melko hyvin, mutta maalikerrokset reagoivat epäpuhtauksiin enemmän. (Laine & Orrenmaa 2012, 38.)

2.1.5 Lahottajasienet

Lahottajasienet kasvavat puun pinnalle laskeutuneista sieni-itiöistä. Niiden kasvu edellyttää sopivaa puun kosteutta, sopivaa lämpötilaa ja tuulettumatonta tai

huonosti tuulettuvaa tilaa. Sienten kasvulle sopivana lämpötilana pidetään +15–+25 °C ja sopivana puun kosteutena 40–80 %. Kasvun edellytyksenä on kaikkien tekijöiden yhtäaikainen läsnäolo. (Laine & Orrenmaa 2012, 38.)

Puussa kasvavat lahottajasienet käyttävät ravinnokseen puun selluloosaa ja ligniiniä, jolloin puun ominaisuudet muuttuvat. Tällöin sieni kasvattaa puun sisälle tai ympärille rihmaston, joka muuttaa puun väriä ja muotoa sekä heikentää puun lujuusominaisuuksia. Lahottajasienet jaetaan ruskolahottajiin, valkolahottajiin ja katkolahottajiin. Ruskolahottajien ryhmään kuuluvat yleisimmät puun lahottajat. (Laine & Orrenmaa 2012, 29.)

2.1.6 Hyönteiset

Hyönteisten arvioidaan maailmanlaajuisesti olevan suurempi uhka puurakenteille kuin lahottajasienet. Puurakenteita tuhoavat hyönteiset viihtyvät kosteassa, lahovikaisessa puussa. Vauriot syntyvät toukkien syödessä tai kaivaessa puuta. Hyönteisten ja toukkien tekemät reiät heikentävät merkittävästi puun lujuusominaisuuksia. Suomessa pahimpia rakennustuhoja aiheuttavat puunkaivajat kuglemankello, hirsijumi sekä tupajumi. (Siikanen 2008, 82.)

2.2 Rakennuksen lämpökuvaus

Lämpökuvaus on ainetta rikkomaton menetelmä rakennusten, rakenteiden ja erilaisten materiaalien kunnon tutkimiseen. Lämpökameralla voidaan tutkia rakennusmateriaalien ominaisuuksia, vaipan ilmapitävyyttä, rakenteiden lämpötekniistä toimivuutta, tietyin edellytyksin home- ja kosteusvaurioita sekä talotekniikan vikoja. Lämpökuvauksen yhteydessä joudutaan usein tekemään myös erityyppisiä tukimittauksia muilla menetelmillä. Rakennuksen lämpökuvaus sisältää perustapauksessa ulkovaipan sisäpuolisen ja ulkopuolisen lämpökuvauksen. Kuvauksista pyritään etsimään ulkovaipan viat, vaipan ilmapuodot, lämmöneristeiden kunto ja toimivuus sekä kylmäsilat. Löydetyt poikkeamat esitetään raportissa lämpökuvina ja normaaleina kuvina. Muita lämpökuvauksen yhteydessä mitattavia asioita ovat muun muassa sisäilman ja ulkoilman olosuhteet: lämpötila, suhteellinen kosteus, sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero sekä

aistinvaraiset havainnot. Edellä mainittujen tukimittausten avulla saadaan melko hyvin selville rakennuksen vaipan kunto. Samalla saadaan viitteitä sisäilman laadusta ja ilmanvaihdon toimivuudesta ja voidaan esittää johtopäätöksiä ja ehdotuksia jatkotoimenpiteiksi. (Paloniitty & Kauppinen 2011, 11.)

Pääsääntöisesti lämpökuvaus tehdään rakennuksen sisäpuolelta. Ulkopuolelta kuvatessa tulee ottaa huomioon sääolosuhteiden ja ulkoverhouksen tuuletusraon vaikutukset. Kuvausetäisyyksiksi suositellaan sisäkuvauksessa 2-4 metriä ja ulkokuvauksessa alle 10 metriä. Ennen kuvauksien aloittamista ja kuvausten jälkeen lämpökuvaajan tulee selvittää ja kirjata ylös olosuhdetiedot eli ulkoilman lämpötila, tuulen voimakkuus, auringon aiheuttama lämpösäteily (pilvinen, puolipilvinen, aurinkoinen) ja sisäilman lämpötila. Lisäksi kuvaajan tiedossa tulisi olla rakennuksessa käytetyt materiaalit, rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä sekä lämmitys- ja lämmönjakojärjestelmä. Viranomais määräykset ja – ohjeet eivät edellytä lämpökuvaajalta osoitettua päte-vyyttä (RT 14–10850 2005, 2-4.)

3 VANHAN HIRSITALON KUNNOSTAMINEN

Hirsitalo rakentaminen on tullut Suomeen veistetyin seinin ja salvotuin nurkin luultavasti lännestä. Pyöröhirsirakentaminen on lähtöisin idästä. Alkuun rakennukset olivat maavaraisia, vailla perustuksia. Hirsitaloissa käytettiin ennen tuultuvaa alapohjarakennetta, usein lahoamisherkkää multapenkkiperustusta. (Perinnerakentaminen 2014.)

Hirsirakentaminen eli vahvaa kautta Suomessa aina 1930-luvulle saakka, jolloin vinolaudoituksella jäykistetyt lautatalot alkoivat voimakkaasti syrjäyttää hirsirakentamista. Suomalaiselle talonpojalle oli tyypillistä nelikulmion muotoinen, hirsistä rakennettu savupiirtti, jossa oli loiva harjakatto ja ovi toisessa päädyssä. Ulkomuodoltaan niitä muistuttavat nykyajan aitat, pajat, saunat, riihet ja ladot. Aitoista vanhimmat ovat jopa 1700-luvulta ja uusimmat viime vuosilta, sillä niiden muoto on hyväksi havaittu. (Perinnerakentaminen 2014.)

Talot tehtiin useimmiten hirsistä 1800-luvun loppupuolelle asti. Hirsiseinät verhoiltiin usein laudoituksella. Laudoitus lyötiin suoraan hirren pintaan. Hirsiseiniä¹¹ saatettiin myös rapata. Puisen ulkoverhouksen ja hirren väliin ei tullut ollenkaan tuuletusrakoa. Rakenteiden toimivuuden takasi kosteuden läpäisevä maali. (Perinnerakentaminen 2014.)

Yleisimmät hirsirakentamisessa käytetyt puulajit ovat mänty ja kuusi. Mänty on ollut näistä kahdesta suosituimpi, koska pihkaisuutensa ansiosta se antaa paremman luonnollisen suojan lahoamiselle. Männyn käyttöä on rajoittanut sen heikko saatavuus etenkin Itä-Suomen, Etelä-Suomen ja Länsi-Suomen alueilla, johtuen sen käytöstä puutervan kolottuna raaka-aineena 1600-luvulta 1900-luvun alkuun saakka. Tästä johtuen jäljelle jäi kuusi, mutta sen huonoina ominaisuuksina voidaan pitää voimakasta kieroutumista ja se on mäntyä herkempi lahoamiselle. (Laine & Orrenmaa 2012, 65.)

Varsinkin järeän hirsiseinän (150–200 mm) etuna voidaan pitää sen kykyä varastoida ja luovuttaa lämpöä. Lisäksi puu toimii hyvänä huoneilmankosteuden-

tasoittajana imien itseensä kosteutta ja luovuttaen sitä huoneeseen, kun ilma on kuivempaa. (Jansson 2006, 42.)

3.1 Korjaus ja hirsirakenteiden käyttökelpoisuus

Tarve hirsirungon korjaamiseen syntyy tavallisimmin vasta selvien vaurioiden havaittua tai silloin, jos rakennus aiotaan kunnostaa perusteellisesti. Hirsitaloille luontainen painuminen on tyypillistä, joten kyseessä ei aina ole suoranainen vaurio. (Hirsitalon rungon korjaus 2014.)

Vuonna 1901 valmistuneessa hirsirakenteisessa omakotitalossa lin Kuivaniemessä havaittiin hirsien hyvä kunto, johon kuitenkin ajan saatossa tulleet painumat olivat aiheuttaneet hieman vaurioita. Ne olivat helposti korjattavissa, joten omistaja päätyi rakennuksen perusteelliseen korjaamiseen.

3.2 Kuntoarvion suorittaminen

Ensimmäisenä, ennen vanhan hirsitalon kunnostamista, tulee tehdä kuntoselvitys. Yleensä vanhat hirsitalot ovat varsin hyväkuntoisia, sillä eivät ne muutokset olisi pysyneet pystyssä niin pitkiä aikoja. Suomessa hirsirakentamiseen on käytetty havupuuta, mäntyä tai kuusta, koska sitä on ollut kaikkialla hyvin saatavissa. Lämpimän rakennuksen hirsiseinät tehtiin yleensä 6” eli 15 cm:n paksuiksi, koska sillä saavutettiin riittävä lämmöneristävyys. (Hirsitalon rungon korjaus 2014.)

Muutamia asioita voidaan helposti testata itse käyttämällä perinteisiä tutkimusmenetelmiä: Lähtiessä tutkimaan vanhan hirsitalon kuntoa, voidaan käyttää seuraavia apuvälineitä. Haju kertoo hirsitalon kunnosta yllättävän paljon, täytyy kuitenkin huomioida, että rakennus on ollut käyttämättömänä pitkään ja muistakin materiaaleista irtoaa hajua, joka ei liity hirsirunkoon mitenkään. Perustusten tutkimisessa on hyvä käyttää apuvälineenä muun muassa lapiota. Hirren laho kohdat voi löytää helposti puukon avulla. Terveeseen hirteen puukko ei uppoa, kun taas lahonneeseen hirteen se uppoaa riippuen sen lahoudesta. on myös huomioitava, että hirsi saattaa olla päältä päin kova ja hyväkuntoinen, mutta si-

sältä laho. Tätä voidaan tutkia esimerkiksi lyömällä vasaralla hirsiseinään ja kuuntelemalla puun kaikua ja vasaran kimpoamista seinästä. Jos puu on terve, ääni on huomattavasti terävämpi kuin lahon puun kumahdus. (Hirsitalon rungon korjaus 2014.)

3.3 Vuonna 1901 rakennetun hirsitalon kuntoarvio

Ennen kohteen kuntoarvion tekemistä tiedettiin, että rakennus on monilta osin huonossa kunnossa. Rakennuksen kunto voidaan päätellä rakennuksen iän, käytettyjen materiaalien ja rakennustavan perusteella. Koska rakennus on kauttaaltaan huonokuntoinen, ei arvioinnissa tarvitse lähteä tarkastamaan jokaista rakennusosaa, vaan arvioidaan tärkeimpien rakenteiden ja rakennusosien kunto.

Vuonna 1901 rakennettuun hirsitaloon tehtiin kuntoarvio arvioimalla perustukset ja ryömintätila, hirsirunko, ala- ja yläpohja sekä täydentävät rakenteet. Arviointi perustui tehtyihin tutkimuksiin ja kirjallisuuteen.

Rakennuksesta tehtävän kuntoarvion yksi tärkeimmistä tavoitteista oli löytää¹³ kantavanhirsirungon lahonneet ja huonokuntoiset kohdat sekä selvittää vaurioiden syyt.

3.4 Perustukset ja ryömintätila

Vanhojen hirsirakennusten perustuksia tutkittaessa on havaittu, että rakennustavat ovat olleet varsin kirjavia. Suuri osa vanhojen rakennusten perustuksista on toteutettu luonnonkivistä tai hakatuista kivistä. Parhaiten ovat säilyneet rakennukset, jotka on perustettu kalliolle rakennetun korkean ja ilmavan kivimuurin tai kivipilareitten päälle. (Vuolle-Apiala 2012, 116.) Tyypillinen ongelma vanhoissa hirsitaloissa on perustuksen pettäminen roudan vaikutuksesta (Hirsitalon rungon korjaus 2014).

Perustuksen tekeminen on rakennuksen ensimmäisiä varsinaisia rakennusvaiheita. Perustusten tekemisessä tulee olla tarkka siitä, että rakennuksen pohjatyöt ja perustuksen raudoitukset on tehty oikeaoppisesti ja kunnolla. Hirsitalon,

niin kuin minkä tahansa muunkin talon, perustus on tehtävä routimattomaksi. Hirsitalon perustuksen olisi myös syytä olla korkea ja ilmava, jotta sade ja roiskevedet eivät pääsisi niin helposti kosketuksiin alimpien hirsikertojen kanssa ja näin ollen homehduttaisi tai sinistyttäisi niitä. Perustuksen korkeus ja ilmavuus on myös hirsien tuulettumisen kannalta tärkeää. (Talonrakentajan käsikirja 3 2006, 20–22, 76; Jansson 2006, 66; Vuolle-Apiala 2012, 50–53.)

Tässäkin tapauksessa perustukset olivat painuneet ja vaurioituneet (kuva 1). Ryömintätilassa oli epäpuhtauksia, jotka rappeuttivat alapohjarakenteita. Kivijalassa oli useita läpimeneviä tuuletusaukkoja, joten tuuletus oli riittävä. Tuuletusaukoista puuttuvat suojaverkot, joiden tehtävä on pitää jyrsijät poissa ryömintätilasta.

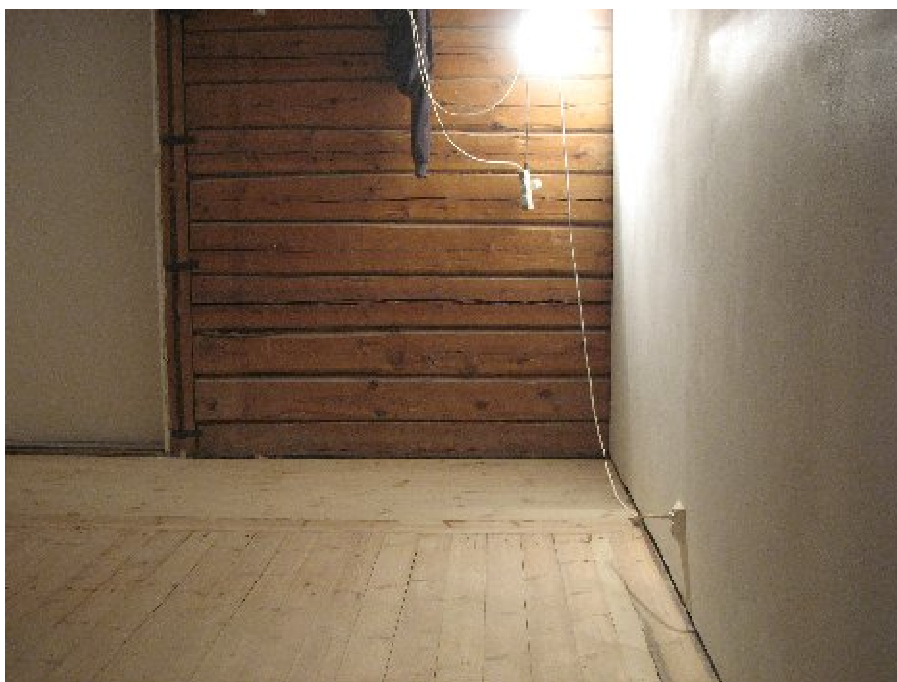


14

KUVA 1. Vuonna 1901 rakennetun hirsitalon perustukset

3.5 Hirsirunko

Rakennuksessa oli arviolta noin 150 mm vahva vaakahirsirunko. Perustuksen painumisen johdosta hirret olivat taipuneet ja alimmat hirret ovat vaurioituneet. Ulkojulkisivuna oli maalattu vaakapaneeli, joka oli osittain suojannut runkoa sään aiheuttamilta vaurioilta. Sisäpuolen verhouksena oli pinkopahvi ja tapetti. Kantava väliseinä oli noin 130 mm paksua vaakahirttä. Sisältä hirret olivat pysyneet hyvinä. Kosteus ei ollut päässyt vaurioittamaan niitä, mikä johtunee siitä, että talo pidettiin lämpimänä lähes koko ajan, ennen remontin alkua (kuva 2).



KUVA 2. Väliseinän hirret

3.5.1 Ala-, väli- ja yläpohja

Historiallisen kokemuksen perusteella paras ja samalla luotettavin ratkaisu hirsirakennuksen alapohjaksi on kantava alapohja. Kantava alapohja tarkoittaa laat-¹⁵ta, joka kestää oman painonsa lisäksi myös asumisesta syntyvät kuormitukset. Hirsirakennuksen alapohjaa kannattelevat vuoliaiset. Vuoliaisten päät lovetaan pelkkakertaan, joka siten kannattaa vuoliaisia. Vuoliaisten päät eivät siis tule pelkkahirren läpi, vaan ne ulottuvat pelkkahirttä noin puoleen väliin asti. Lisäksi alapohjan vuoliaiset myös usein ulottuvat kahteen hirsikertaan eli pelkkakertaan ja pelkkahirren yläpuoliseen hirteen. Mikäli vuoliaisten jänneväli on pieni tai kantava alapohja tehdään betonista, niin alapohjarakenteessa ei käytetä haltijavasoja. Haltijavasa on puinen alapohjan alla oleva pääkannattaja, joka puolittaa vuoliaisten mahdollisesti pitkän jännevälin ja näin myös tukee alapohjarakennetta. Haltijavasat, niin kuin muutkin alapohjan kantavat rakenteet, olisi syytä tehdä lahosuojatusta puutavarasta. Lisäksi haltijavasat täytyvät pelkkahirsien ja alapohjan vuoliaistentavoin eristää perustusrakenteista bitumihuopakaistaleella.

(Talonrakentajan käsikirja 3 2006, 76–77; Vuolle-Apiala 2010, 51; Hakalin 2005, 42, 48–49.)

Puolitoista- tai useampikerroksisen rakennuksen kerrosten välistä lattiarakennetta kutsutaan välipohjaksi. Yläpohjaksi sen sijaan kutsutaan rakennuksen ylimmän kerroksen sisäkattoa vuoliaisineen. Vuoliaiset kannattelevat niin välipohjaa kuin yläpohjaakin. Ulkoseinän hirsikertaa, johon väli- ja yläpohjan vuoliaiset tuetaan, kutsutaan vuoliaiskerraksi. Vuoliaiset salvotaan samaan aikaan seinärungon kanssa. Savupiipun tullessa väli- tai yläpohjan läpi, tulee rakentamisessa ottaa huomioon rakentamismääräysten edellyttämät suojaetäisyydet ja palosuojaukset. (Hakalin 2005, 51,63; Talonrakentajan käsikirja 3 2006, 86.)

Kunnostettavan hirsitalon alapohja oli arviolta noin 200 mm paksu. Eristeenä oli käytetty sammalta ja sahanpurua sekä hormien kohdalla hiekkaa paloeristeenä, mikä oli tyypillistä 1900-luvun hirsirakentamiselle. Lattia oli leveää lankkua, joka oli perustuksen painumisen myötä mennyt vinoon. Oli myös syytä epäillä, että lattia vasat olivat lahonneet kosteuden seurauksena. Alapohjan lämmöneristävyys oli nykystandardien mukaan riittämätön.

Hirsirakennuksen yläpuolisille rakenteille tärkeää on, että ne ovat rakenteellisesti kestäviä ja huolellisesti eristettyjä. Eristys on erityisesti yläpohjassa tehtävä erittäin huolellisesti, sillä suurin osa hirsirakennuksen lämmöstä haihtuu ulkoilmaan juuri yläpohjan kautta. Yläpohja myös usein ottaa vastaan kattorakenteen painon ja tuuli- ja lumikuormat, joten sen on tästä syystä oltava rakenteellisesti vahva. Yläpohjalle tulevien kuormien laskeminen on erittäin tärkeää, jotta rakenteet saadaan mitoitettua riittävän kestäviksi. (Vuolle-Apiala 2010, 53–56; Hakalin 2005, 63,69–71,77; Talonrakentajan käsikirja 3 2006, 62.)

Kunnostettavan hirsitalon yläpohja oli arviolta noin 300 mm paksu ja se oli eristetty sahanpurulla. Lattiapintaa ei ollut, koska ullakko ei ollut asuinkäytössä, vaan varastotilana. Yläpohjassa oli monin paikoin painaumuksia ja eristävyys oli

riittämätön. Lankkujen pinnat olivat tummentuneet ja lahonneet huonokuntoisiksi. Tämä viittasi siihen, ettei yläpohja ollut tuulettunut tarpeeksi.

3.5.2 Täydentävät rakenteet

Kunnostettavassa rakennuksessa vesikatteenä oli peltikate, joka oli asennettu vuonna 1990 suoraan vanhan pärekaton päälle. Kate oli hyvässä kunnossa, mutta räystäslaudat olivat vaurioituneet. Läpiviennit hormien kohdalta eivät olleet tiiviit. Syöksytorvet olivat huonokuntoiset ja osin rikkoutuneet.

Vesikatteen läpi tulevat läpiviennit tulee tiivistää huolellisesti, jotta sadevedet eivät pääse niiden kautta rakenteiden tai huonetilojen sisälle. Kätevä tapa on koota kaikki läpiviennit yhteen koteloon, joka tuodaan vesikatteen läpi. Näin katonlelle ei tule liikaa putkia ja tiivistettäviä kohtia. Vesikattemateriaaleja on useita erilaisia, ja niille on olemassa erilaisia aluslaudoitus eli ruodelaudoitus vaatimuksia ja tarpeita. Yleisin katemateriaali hirsirakennuksissa on kuitenkin huopa. (Talorakentajan käsikirja 3 2006, 62–67, 70; Vuolle-Apiala 2010, 58; Jansson 2006, 53; Hakalin 2005, 77.)

17

Ovet ja ikkunat kiinnitetään hirsiseinien painumisen vuoksi ovi- ja ikkunakarojen avulla. Ovi- ja ikkunakarmit kiinnitetään aukkoihin aivan kuten mihinkä tahansa muuhunkin puurakenteeseen. Ovi- ja ikkuna-aukkojen yläpuolisesta kamanahirrestä tulee muistaa veistää seinän laskeutumisvaran verran hirttä pois. Painuminen ulkoseinillä on noin 30 millimetriä korkeusmetriä kohti. Jos esimerkiksi ikkunan yläkarmi on vaikkapa 2800 millimetriä sokkelin yläpinnasta ylempänä, tulee kamanahirrestä veistää pois $2800 \text{ mm} \times 30 \text{ mm} / 1000 \text{ mm} = 84$ millimetriä. Kun karmit on kiinnitetty huolellisesti, tulee karmin ja seinien väliset raot ja painumavarat tilkitä lämmöneristeellä. Varsinkin kamanahirteen veistetty painumavara tulee eristää joustavalla eristeellä, jotta eriste ei ala kannatella sen yläpuolisia rakenteita. Polyuretaanivaahdolla eristäminen ei käy, koska se estäisi hirsiseinän painumisen ja rakenteiden välisen liikkeen. Hirsirakennuksen ovi- ja ikkuna-aukot joudutaan listoittamaan normaaleita aukkoja leveämmillä listoilla tai vuorilaudoilla, koska karmien raot, karat ja painumavarat täytyy saa-

da peitettyä. Näin ovi- ja ikkuna-aukkojen listoitukset onkin merkittävä osa hirsirakennuksen aukkorakenteiden ulkonäköä. (Talorakentajan käsikirja 3 2006, 82; Hakalin 2005, 13,85.)

Rakennuksen ikkunoista puuttivat pellitykset sekä ikkunoissa oli vain yksi lasi, joten sen lämmöneristyskyky oli huono (kuva3). Ulko-ovet olivat hieman lahonneita ja huonokuntoisia sekä niistä puuttivat tiivistykset. Ovet eivät täyttäneet nykyaikaisia lämmöneristysvaatimuksia. Sisäovet oli vaihdettava niiden huonokuntoisuuden vuoksi.



KUVA 3. Yksilasinen ikkuna, josta pellitykset puuttuvat

4 KORJAUSSUUNNITELMA JA SEN MUKAINEN TOTEUTUS

4.1 Perustukset ja ryömintätila

Koska vanha perustus oli vajonnut roudan vaikutuksesta, järkevintä oli nostaa taloa ja valaa kokonaan uusi, kestävämpi perustus. Perustuksen ryömintätilan epäpuhtaudet poistettiin ja levitettiin kapillaarisoraa, mikä osittain esti kosteuden nousun ryömintätilaan. Ryömintätilan korkeudeksi tuli 800mm. Myös suojaverkot lisättiin tuuletusaukkoihin.

4.2 Hirsirunko

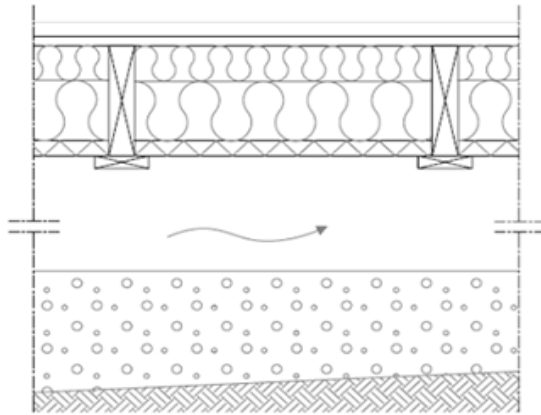
Rakennuksen purkamisen yhteydessä käytiin hirret vielä kertaalleen läpi, jotta kaikki mahdolliset lahovauriot saatiin poistettua. Tämä onnistui hyvin ulkoverhouksen purkamisen yhteydessä, kun hirret tulivat näkyviin myös ulkopuolelta. Kaikki lahonneet hirret vaihdettiin vanhoihin hyväkuntoisiin hirsiiin. Pienemmät vauriot korvattiin sovitus paloilla.

Hirsirunko oli taipunut, mutta tämä korjaantui uuden perustuksen ansioista. Alimmat hirret uusittiin kokonaan eli kengitettiin. Kengittämisen ajaksi hirsirunko nostettiin nestetunkeilla ilmaan kolmesta eri kohdasta. Alimmista hirsistä sahattiin lahoa hirttä pala pois, jolloin tunkki saatiin asetettua suoraan seinän alle. Hirret uusittiin vanhalla hyväkuntoisella hirrellä. Sisältä väliseinien hirret olivat pysyneet hyvinä, kuitenkin hirret olivat päältä tummuneet, joten seinät hiottiin käsihiomakoneilla. Lisälämmöneristeeksi laitettiin 45mm paksuinen mineraalivilla sisäpuolelle. Tuloksista nähdään myöhemmin rakenteen toimivuus. Ulkoverhoukslauditus uusittiin kokonaan.

19

4.3 Ala- ja yläpohja

Rakennuksen alapohjan todettiin kuntoarviossa kärsineen lahovaurioita. Lisäksi sen eristyskyky ei täyttänyt nykyaikaisia lämmöneristysvaatimuksia, joten alapohja purettiin kokonaan ja rakennettiin uusi tuulettuva alapohja (kuva 4).



KUVA 4. Puurunkoinen rossipohja

20

Yläpohjasta tuli välipohja ja sinne tehtiin kaksi huonetta sekä parvi. Yläpohja eristettiin uudestaan ja tehtiin sinne vaadittavat rakenteet.

4.4 Täydentävät rakenteet

Vesikatto oli säilynyt hyvänä, joten siihen ei tarvittu muutoksia. Räystäslaudat ja syöksytorvet uusittiin ja pellitykset korjattiin. Läpiviennit tiivistettiin uudelleen.

Ikkunat ja niiden pellitykset uusittiin kokonaan. Sekä ulko- että sisäovet vaihdettiin ja tiivistykset korjattiin. Ikkunat vaihdettiin 3-kertaisiksi ikkunoiksi, joiden U-arvo on huomattavasti parempi ja täyttää nykyajan standardit.

5 TULOKSET

Rakennuksesta tehtävän kuntoarvion yksi tärkeimmistä tavoitteista oli löytää kantavanhirsirungon lahonneet ja huonokuntoiset kohdat sekä selvittää vaurioiden syyt. Toisena tavoitteena oli selvittää ala- ja yläpohjarakenteiden rakennustapa, kunto, toimivuus ja vauriot. Mielestäni tässä onnistuttiin hyvin, koska etenimme kuntotarkastuksessa järjestelmällisesti ulkoa sisälle ja alhaalta ylöspäin, tarkastettiin ja kirjattiin kaikkien rakennusosien kunto, puutteet, vauriot sekä vaurioiden mahdolliset syyt.

Kolmantena tavoitteena oli löytää toimivat rakenteet ulkoseiniin ja ylä- ja alapohjaan. Toteutuksen jälkeen laskin käsin rakenteiden U-arvot ja tutkin rakenteiden käyttäytymistä kesällä ja talvella sekä mahdollisen kosteuden tiivistymistä rakenteeseen. Samalla sain selville onko käytetty ratkaisu turvallinen ja toimiva.

Kosteuslaskelmat tein kahdelle ajanjaksolle. Ensimmäinen jakso oli vuoden kahden kylmimmän kuukauden lämpötilan keskiarvoina ja toinen jakso oli vu²¹oden kahden lämpimimmän kuukauden lämpötilan keskiarvona. Sisälämpötila oli + 21 astetta.

TAULUKKO 1. Sisäpuolelta lisäeristetyin hirsiseinän laskentataulukko

Ainekerros	Paksuus d [m]	Lämmön- johtavuus λ_n [W/m·K]	Lämmön- vastus $R=d/\lambda_n$ [K·m²/W]	Lämpöt. muutos Δt [°C]	Lämpötila t [°C]	Lämpötila t [K]	Ilman kyl. vesih.pit v_k [g/m³]	Vesihöyryn kyll.paine P_k [Pa]	Vesihöyryn läpäisevyys $\delta_p \cdot 10^{-12}$ [kg/m·s·Pa]	Vesihöyryn vastus $Z_p=d/\delta_p \cdot 10^9$ [m²·s·Pa/kg]	Osapaineen muutos ΔP [Pa]	Rajakohtien vesih. osap. P [Pa]		
Ulkoilma			0,13	1,46	-10,6	262,55	2,08	252						
T.suoja	0,012	0,052	0,23	2,60	-9,14	264,01	2,37	288		39,6	0	214	Ei tiivisty!	
Hirsi	0,15	0,12	1,25	14,08	-6,54	266,61	2,95	362		2,78	54,0	215	Ei tiivisty!	
Villa /puu	0,045	0,12	0,95	10,65	7,54	280,69	8,08	1 046		31,25	1	271	Ei tiivisty!	
Höyrynsulku	0,001	0,34	0,00	0,03	18,19	291,34	15,55	2 090			468	272	Ei tiivisty!	
Paneeli	0,014	0,12	0,12	1,31	18,22	291,37	15,58	2 094		2,78	5	740	Ei tiivisty!	
Sisäilma			0,13	1,46	19,54	292,69	16,82	2 272				746		
					21,00	294,15	18,31	2 486						
											531			
			2,81							510,7	531		Tarkistus $p_{vulko}-p_{visä}$	
		Sisäilma												
			t[°C]	21,00	°C		31,60							
			t[K]	294,15	K									
U-ARVO	0,3563		RH[%]	30,00	%									
			V_k	18,31	g/m³						2,08			
			p_{vk}	2 486		273,15					252			
			v	5,49	Vesihöyryn pitoisuus						1,77	Vesihöyryn pitoisuus		
			p_v	745,68	Vesihöyryn osapaine						214,27	Vesihöyryn osapaine		

Vertailin vesihöyrynkylästyspaine- ja rajakohtien osapainearvoja eli P_k - ja P -arvoja. Tutkimalla tuloksia selvisi, että P_k on suurempi kuin P , joten rakenteisiin ei tiivisty kosteutta, joka olisi haitaksi rakenteille. Laskelmia tehdessä kuitenkin huomasi, että paras lisälämmöneristysvaihtoehto hirsiseinään olisi ollut ulkopuolinen lisälämmöneristäminen. Tässä tapauksessa kosteuden tiivistymisen riski rakenteeseen olisi ollut vielä pienempi.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä 1900-luvulla rakennetun, Kuivaniemessä sijaitsevan hirsitalon korjaussuunnitelma ja sen toteutus. Hirsitalosta tehtiin ympäri vuoden asuttava, kaksikerroksinen koti 4-henkiselle perheelle.

Rakennus oli kärsinyt paljon kosteusvaurioita johtuen ryömintätilan liiallisesta kosteudesta, yläpohjan- ja ryömintätilan riittämättömästä tuuletuksesta ja katteiden huonosta rakennustavasta.

Rakennuksen lämmöneristyskyky oli huono, mikä johtuu vanhasta rakennustavasta ja eristysmateriaalina käytetystä sammalesta. Ala- ja yläpohjarakenteet sekä rakennusosat, kuten ikkunat ja ovet, eivät täyttäneet tämän päivän lämmöneristysvaatimuksia.

Rakennus vaatii suuria korjaustoimenpiteitä, jotta se saataisiin asuttavaan kuntoon. Rakennuksesta purettiin kaikki rakenteet ja rakennusosat, jotka olivat käyttökelvottomia. Ehjät ja hyväkuntoiset hirret säilytettiin ja lahonneet hirsit korvattiin vanhoilla hyväkuntoisilla hirsillä (kuva 5).



KUVA 5. Kunnostettu hirsitalo

LÄHTEET

Hakalin, P. 2005. Rakennan hirrestä. 5. uusittu painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Hirsitalonrungon korjaus 2014. Viitattu 4.4.2014.
<http://www.nba.fi/tiedostot/e1d5b07e.pdf>Liite 4

Jansson, J-O. 2006. Hirsikirja. Tallinna: Alfamer Oy.

Olenius, A. & Penttilä, H. & Koskenvesa, A. 2006. Puutalon remontti. Tampere: Rakennustieto Oy.

Laine, M. & Orrenmaa, A. 2012. Rakkaat vanhat puutalot. Keuruu: Otava.

Paloniitty, S. & Kauppinen, T. 2011. Rakennusten lämpökuvaus. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

Perinnerakentaminen 2014. Viitattu 4.5.2014. www.perinnerakentaminen.fi. 25

RT 14–10850. Rakennuksen lämpökuvaus. Rakenteiden lämpötekniinen toimivuus. 2005. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 4.5.2014.
<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10850.html.stx>

RT 18-11060. Asuinkiinteistön kuntoarvio – kuntoarvioijan ohje. 2012. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 4.5.2014. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/>

Siikanen, U. 2008. Puurakentaminen. Helsinki: Rakennustieto.

Talonrakentajan käsikirja 3. 2006. Hirsitalon rakentaminen. Espoo: Rakentajan Tietokirjat.

Vuolle-Apiala, R. 2007. Hirsitalon kunnostaminen. 2. painos. Helsinki: Multikustannus O.

Vuolle-Apiala, R. 2012. Hirsitalo ennen ja nyt. Vantaa: Kustannusosakeyhtiö Moreeni.

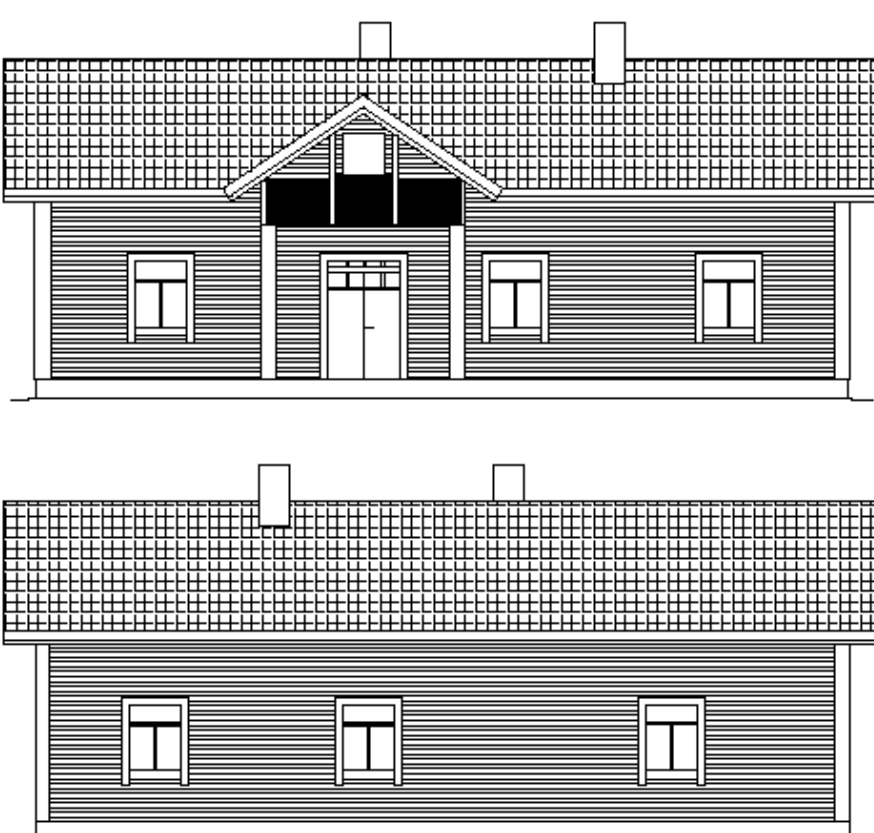
TAULUKKO 5. Yläpohja 1 laskentataulukko

Ainekerros	Paksuus d [m]	Lämmön- johtavuus λ_n [W/m·K]	Lämmön- vastus $R=d/\lambda_n$ [K·m²/W]	Lämpöt. muutos Δt [°C]	Lämpötila t [°C]	Lämpötila t [K]	Ilman kyl. vesih.pit ρ_k [g/m³]	Vesihöyryn kyl.paine P_k [Pa]	Vesihöyryn läpäisevyys $\delta_p \cdot 10^{12}$ [kg/m·s·Pa]	Vesihöyryn vastus $Z_p=d/\delta_p \cdot 10^9$ [m²·s·Pa/kg]	Osapaineen muutos ΔP [Pa]	Rajakohtien vesih. osap. P [Pa]		
Ulkoilma			0,10	0,28	-10,6	262,55	2,08	252						
Tsuoja	0,01	0,052	0,19	0,54	-10,32	262,83	2,13	259		39,6	0,3	0	214	Ei tiivisty!
Kvilla/puu	0,5	0,036	10,51	29,58	-9,78	263,37	2,24	272		31,25	16,0	18	215	Ei tiivisty!
Höyrynsulku	0	0,34	0,00	0,00	19,80	292,95	17,09	2 310			450,0	498	232	Ei tiivisty!
koolaus	0,025	0,12	0,21	0,59	19,80	292,95	17,09	2 310		2,78	9,0	10	730	Ei tiivisty!
Paneeli	0,014	0,12	0,12	0,33	20,39	293,54	17,68	2 394		2,78	5,0	6	740	Ei tiivisty!
Sisäilma			0,10	0,28	20,72	293,87	18,02	2 443					746	Ei tiivisty!
					21,00	294,15	18,31	2 486					746	
											531			
			11,23							480,3	531			Tarkistus $p_{\text{ulkko}}-p_{\text{visisä}}$
		Sisäilma								Ulkoilma				
			t[°C]	21,00	°C		31,60				t[°C]	-10,6	°C	
			t[K]	294,15	K						t[K]	263	K	
U-ARVO	0,08909		RH[%]	30,00	%						RH[%]	85	%	
			V_k	18,31	g/m³						V_k	2,08		
			p_{vk}	2 486		273,15					p_{vk}	252		28
			v	5,49	Vesihöyryn pitoisuus						v	1,77	Vesihöyryn pitoisuus	
			p_v	745,68	Vesihöyryn osapaine						p	214,27	Vesihöyryn osapaine	
YLÄPOHJA - TALVITIIVISTYMINEN														

TAULUKKO 6. Alapohjan laskentataulukko

Ainekerros	Paksuus d [m]	Lämmön- johtavuus λ_n [W/m·K]	Lämmön- vastus $R=d/\lambda_n$ [K·m²/W]	Lämpöt. muutos Δt [°C]	Lämpötila t [°C]	Lämpötila t [K]	Ilman kyl. vesih.pit v_k [g/m³]	Vesihöyryn kyl.paine P_k [Pa]	Vesihöyryn läpäisevyys $\xi, 10^{-12}$ [kg/m·s·Pa]	Vesihöyryn vastus $Z_p=d/\xi, 10^9$ [m²·s·Pa/kg]	Osapaineen muutos ΔP [Pa]	Rajakohtien vesih. osap. P [Pa]	
Ulkoilma			0,04	0,23	-10,6	262,55	2,08	252					
T.suoja	0,012	0,052	0,23	1,32	-10,37	262,78	2,12	258	39,6	0,3	4	214	Ei tiivisty!
K.villa/puu	0,2	0,036	4,65	26,60	-9,05	264,10	2,39	291	31,25	6,4	80	218	Ei tiivisty!
Havuvaneri	0,018	0,09	0,20	1,14	17,55	290,70	14,97	2 008	0,7	25,7	322	298	Ei tiivisty!
Lattialaud.	0,028	0,12	0,23	1,33	18,69	291,84	16,01	2 156	2,78	10,1	126	620	Ei tiivisty!
Sisäilma			0,17	0,97	20,03	293,18	17,31	2 342				746	Ei tiivisty!
					21,00	294,15	18,31	2 486					
											531		
			5,53							42,5	531		Tarkistus $p_{\text{ulkko}}-p_{\text{visisä}}$
		Sisäilma											
					t [°C]	21,00	°C	31,60					
					t [K]	294,15	K						
U-ARVO	0,181				RH[%]	30,00	%						
					V_k	18,31	g/m³						
					p_{vk}	2 486		273,15				29	
					v	5,49	Vesihöyryn pitoisuus						
					p_v	745,68	Vesihöyryn osapaine						
					v	1,77	Vesihöyryn pitoisuus						
					p	214,27	Vesihöyryn osapaine						
ALAPOHJA - TALVITIIVISTYMINEN													



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT	
Rakennuskohde Vipulantie 17 95100 Kuivaniemi	
Suunnittelija Maiju Heinikoski	
	
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT	

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT	
Rakennuskohde Vipulantie 17 05100 Kuivaniemi	
Suunnittelija Maju Heinikoski	

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

The image contains two architectural drawings of a house. The top drawing is a front elevation showing a two-story house with a gabled roof, two chimneys, and a central dormer window. The ground floor has three windows, and the second floor has one. The bottom drawing is a side elevation showing the same house from a different angle, highlighting the side wall with two windows and the side of the gabled roof.

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

Rakennuskohde Vipulantie 17 95100 Kuivaniemi	
Suunnittelija Maiju Heinikoski	

<p>YP 1</p> <ul style="list-style-type: none"> -VESIKATE -RUOTEET -KOROKERIMA -ALUSKATE -RISTIKKO <p>-----</p> <p>-TUULENSUOJA</p> <p>.....</p> <p>-KOOLAUS</p> <p>.....</p> <p>US1</p> <ul style="list-style-type: none"> -ULKOVERHOUS -TUULETUSRAKO -TUULENSUOJALEVY -HIRSIRUNKO -KOOLAUS k500 <p>.....</p> <p>.....</p> <p>VP1</p> <ul style="list-style-type: none"> -LATTIAPINNOITE -2XKIPSILEVY -HARVALAUDOITUS -KOOLAUS 48x97 k500 -ALAPAARRE <p>.....</p> <p>-KOOLAUS</p> <p>.....</p>	<p>YP2</p> <ul style="list-style-type: none"> -ALAPAARRE -KOOLAUS <p>US2</p> <ul style="list-style-type: none"> -TUULENSUOJA -RUNKO 42x147 k900 -VAAKAKOOLAUS 47x47 k300 <p>AP1</p> <ul style="list-style-type: none"> -LATTIALAUTA -HAVUVANERI 18 mm -LATTIAKANNATAJAT 48x220 -TUULENSUOJALEVY -KANNATUSLAUTA 25x100 -SALAJITUSKERROS 200 mm
--	--

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

