

Eero Vahala

Hirsitalo asuinrakennuksen vaihtoehtona

Opinnäytetyö

Kevät 2016

SeAMK Tekniikka

Talonrakennustekniikka

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Eero Vahala

Työn nimi: Hirsitalo asuinrakennuksen vaihtoehtona

Ohjaaja: Petri Koistinen

Vuosi: 2016

Sivumäärä: 49

Liitteiden lukumäärä: 2

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää hirsitalon kannattavuutta ympärivuotisen asuinrakennuksen vaihtoehtona muille runkorakenteille. Työssä tutkittiin eri lähteiden avulla hirsitalojen rakentamista sekä historian että nykypäivän näkökulmasta. Lisäksi tutkittiin erilaisia hirsivaihtoehtoja ja perinteisen sekä teollisesti tuotetun hirsirakentamisen erityispiirteitä. Lopuksi selvitettiin hirsirakentamisen ekologisuutta sekä sitä koskevia energiamääräyksiä nykyään ja kuinka ne mahdollisesti muuttuvat tulevaisuudessa. Lopuksi työssä pohdittiin mahdollisia kehityksen vaiheita hirsirakentamisen tulevaisuudessa.

Työn keskeisempiä aihealueita ovat massiivipuurakentamisen ekologisuus ja vaatimat lainalaisuudet. Hirsirakentamisella on pitkä historia ja sillä on koko elinkaaren kannalta katsottuna pieni hiilijalanjälki. Jo elinkaaren alussa se toimii hiilinieluna jatkuen energiatehokkaaseen teolliseen toimintaan sekä päättyen rakennuksen elinkaaren lopussa esimerkiksi energian tuotantoon. Hirsi tasaa lämmönvaihteluita sekä sisäilman kosteutta. Hirsitalo on terveellinen asua ja mahdollisesti ainoa vaihtoehto sisäilmaongelmista kärsineille.

Hirsirakentamista koskeviin energiamääräyksiin on myönnetty helpotuksia, joten pientalon rakentaminen on mahdollista sekä perinteisesti käsin veistetyistä kuin myös teollisesti tuotetuista hirsistä. Hirsien tulee olla massiivisia sekä lisäeristämistä voi käyttää mahdollisuuksien mukaan. Hirren heikkoa laskennallista u-arvoa pystytään kompensoimaan ylä- ja alapohjan eristeillä, energiatehokkailla ikkunoilla, lämmöntalteenottokoneen hyötysuhteella sekä lämmitysmuodolla. Hirsikehikon sekä sen liittymisen muihin rakenteisiin tulee olla tiivis ja huolellisesti toteutettu.

Avainsanat: hirsirakentaminen, puurakenteet, ekologinen rakentaminen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Eero Vahala

Title of thesis: Log house as an option for all-year-round living

Supervisor: Petri Koistinen

Year: 2016

Number of pages: 49

Number of appendices: 2

The aim of the thesis was to find out if a log house was an option beside other structures to build for all-year-round living. In the beginning of the study it was researched how log houses were built in history and these days. Different types of beams were compared as well as various building stages of hand-hewn and manufactured logs. In the end it was studied how ecological log houses are, and the energy specifications applied to them, and pondered how they might turn in future.

The ecological aspects and requirements of building with massive wood were the most important topics in the thesis. Building with logs has a long history in Finland, and it still has an important role in construction. When thinking about the whole lifecycle of a log house, it has a small carbon footprint. The lifecycle starts in forest where wood acts as a carbon sink, and continues in effective production and finally, at the end of a building's usage, the wood can be used to made energy. Log as the main material evens out temperature and moisture variations. A log house is healthy to live in, and it might be the only option for some who suffer from bad indoor climate.

Building a log house has got some reliefs in energy specifications, and therefore it is possible to build a single-family house with hand-hewn or manufactured logs. Logs have to be very massive and possible extra insulation must be used. The calculated heat loss for a log is a bit large and must be compensated with better roof and base floor insulations, energy efficient windows, good heat recovery and heating shape. Log frame and its joining with other structures has to be tight and carefully accomplished.

Keywords: log construction, timber construction, ecological construction

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	8
1 JOHDANTO	9
2 HIRSIRAKENTAMISEN HISTORIAA	10
2.1 Hirsitalon historiaa	10
2.2 Käsityöstä teolliseen tuotantoon	12
3 HIRSI	14
3.1 Hirsi rakennusmateriaalina	15
3.2 Hirsityypit	17
3.2.1 Perinteinen hirsi	18
3.2.2 Sorvattu ja höylätty hirsi.....	19
3.2.3 Lamellihirsi.....	20
3.2.4 Uudet innovaatiot.....	21
4 HIRSIRAKENTAMINEN	23
4.1 Perustukset.....	23
4.2 Alapohja.....	23
4.3 Seinärunko.....	25
4.4 Välipohja	26
4.5 Yläpohja ja katto	26
4.6 Painuminen.....	28
4.7 Nurkat	30
4.8 Varaukset.....	31
4.9 Muut huomiot	31
4.9.1 Seinien suoruus	32
4.9.2 Hirsien jatkaminen	32
4.9.3 Karapuut	33
4.9.4 Käsittely	33
5 Hirsitalon ekologisuus	35

5.1 E-luku.....	35
5.2 Hirsien U-arvot.....	36
5.3 Tiiviy 37	
5.4 Kompensointi.....	38
5.5 Hiilijalanjälki.....	39
5.6 Asumisviihtyvyy s	43
6 Päätelmä.....	45
LÄHTEET.....	47
LIITTEET.....	49

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Kivikautisesta asuinrakennuksesta tehty rekonstruktio. (Yle Tiede [Viitattu 19.3.2016].).....	10
Kuvio 2. Hirsiseinä on tiivis ja hengittää. (Honkarakenne [Viitattu 19.3.2016].)	15
Kuvio 3. Puun kuivumisesta aiheutuva muodonmuutos. (Puuinfo [Viitattu 19.3.2016].).....	17
Kuvio 4. Kelohirsi. (Pro Puu ry [Viitattu 19.3.2016].)	19
Kuvio 5. Sydänpuu saattaa sijoittua epäkeskisesti. (Kontiotuote Oy 2016.).....	19
Kuvio 6. Massiivinen lamellihirsi. (Honkatalot 2016.)	20
Kuvio 7. Honkarakenteen painumaton hirsi. (Honkarakenne Oyj [Viitattu 20.3.2016].).....	21
Kuvio 8. Kerohirsitalon käyttämä lämpöhirren rakenne. (Kerohirsitalo 2016.).....	22
Kuvio 9. Maanvaraisen laatan tiivis liitos hirsirunkoon.	24
Kuvio 10. Ryömintätillaisen alapohjan tiivis liitos hirsirunkoon.....	24
Kuvio 11. Kantavan väliseinän liitos maanvaraisessa laatassa.	25
Kuvio 12. Yläpohjan höyrynsulun tiivis liitos hirsirunkoon, jossa huomioitu rungon eläminen.	27
Kuvio 13. Yläpohjan höyrynsulun tiivis liitos päätyseinässä, jossa huomioitu rungon eläminen.	27
Kuvio 14. Savuhormin tiivis läpivienti yläpohjasta.	28
Kuvio 15. Hirren painuminen täytyy ottaa huomioon liitoksissa. (Hirsitaloteollisuus Ry. 2012.)	29
Kuvio 16. Pitkänurkka sekä lyhytnurkka. (Pro Puu Ry [Viitattu 20.3.2016].)	30

Kuvio 17. Pientalojen energialuokitusten raja-arvot. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012 Nollaenergiahirsiäitalon [Viitattu 19.3.2016] mukaan.).....	36
Kuvio 18. Hirsiseinän lisäeristämällä saavutettavat u-arvot. (Hirsitaloteollisuus Ry 2012.).....	39
Kuvio 19. Seinän valmistuksen energiakulutus. (Alasaarela 2009.).....	40
Kuvio 20. Seinän hiilisisältö muutettuna hiilidioksidiksi. (Alasaarela 2009.)	41
Kuvio 21. Seinään varastoitunut bioenergia. (Alasaarela 2009.).....	42
Kuvio 22. Seinän rakentamisen hiilidioksidipäästöt kun huomioidaan seinään varastoitunut hiili eli niin sanottu seinän hiilinielu. (Alasaarela 2009.)	43

Käytetyt termit ja lyhenteet

Hirsitalo	Rakennus, jossa ulkoseinien pääasiallinen rakennusmateriaali on hirsi ja keskimääräinen rakennepaksuus on 180 mm.
Rakennuksen vaippa	Rakennneosat, jotka erottavat lämpimän tilan ulkoilmasta, maaperästä tai lämmittämättömästä tilasta.
Teollinen hirsi	On teollisesti, höyläämällä, sorvaamalla ja/tai liimaamalla puusta valmistettu, vähintään 68 mm paksu, lähinnä seinähirtenä käytetty rakennustarvike.
Varaus	Päällekkäisten hirsien väliin jäävä saumamuoto, jossa on tila seinän tiiveyden kannalta välttämättömälle saumaeristeelle, esimerkiksi pellavanauhalle.
Tapitus	Päällekkäiset hirsikerrat porataan ja reikiin lyödään tapit estämään yksittäisten hirsien sivuttainen liikkuminen.
Kara	Hirsiseinän aukkoihin asennettava puu, joka sallii painuman ja estää sivusiirtymän. Karalla liitetään rakennuksen painumattomat osat hirsirunkoon, esimerkiksi ikkuna.
Hiilinielu	Hiilen, tai oikeammin hiilidioksidin varastointi, jonka kasvaessa puhutaan hiilinielusta. Puu ja metsät ovat suurimpia hiilivarastoja.

1 JOHDANTO

Ihmisen aloittaessa rakentamaan suojaa ovat tarvikkeet ja rakennusaineet löytyneet luonnosta. Puu on ollut kevyt ja vankka rakennusmateriaali sekä helposti työstettävissä jopa alkukantaisilla työkaluilla. Siitä on pystynyt nopeasti rakentamaan kodan tai laavun. Pystyyn aseteltuna puista saatiin muuri, joka suojasi viholliselta. Myöhemmin huomattiin, että sijoittamalla hirret vaakaan toistensa päälle saadaan hirsiseinä. (Saarelainen 1993, 9.)

Suomessa hirsitalon rakennushistoria on alkanut noin tuhat vuotta sitten, mutta tois-
taiseksi maailmalta löydetty vanhin hirsikehikko on neljän tuhannen vuoden takaa. Hirsirakentaminen on ollut vallitseva muoto rakentaa Suomen historiassa, mutta viimeisen 70 vuoden aikana on otettu suurimmat kehitysaskleet myös hirsitalojen tekniikassa sekä muiden rakenteiden yleistyessä. Hirsikehikko talon runkona on kestänyt ja kehittynyt sekä alkaa saamaan talonrakentamisessa uudestaan suosiota ekologisen rakentamisen arvostuksen myötä. (Saarelainen 1993, 9.)

Hirsitalo herättää katsojassa erilaisia mielikuvia. Ehkä se tuo mieleen kesämökin tai arvokkaan "hirsilinnan". Usein sitä pidetään ekologisenä, terveellisenä tai vanhanaikaisena rakennustapana. Tämän päivän teolliset hirsitalot pitävät hirsirakentamisen perinnettä yllä, vaikkakin niissä on eroa perinteiseen käsin veistettyyn kehikkoon. Perinteinen hirsitalo on suuri käsityötaidon tuotos ja arvomaailmaltaan omaa luokkaansa. (Lauharo 2002, 4.)

Uudet tekniikat ja tiukentuvat määräykset ovat jalostaneet hirttä rakennusaineena, mutta perinteisen hirsirakentamisen työtapana ei ole ratkaisevasti muuttunut. Hirsirakennetta pidetään hieman hankalana, koska sillä on omia erityisiä rakenteellisia piirteitä, jotka vaativat huomiota. Teollisessa tuotannossa näitä "vikoja" on pyritty pienentämään, joten teollisen ja perinteisen hirren ominaisuudet poikkeavat nykyään toisistaan. (Siikanen 2008, 318.)

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan ja vertaillaan erilaisia hirsiiä, hirsirakentamista ja sen historiaa. Työssä tutkitaan myös hirsitalon eri rakenteita ja niiden liittämistä tiiviisti hirsirunkoon sekä hirren käytön mahdollisuuksia talonrakennuksessa kiristyvien energiamääräysten puristuksessa.

2 HIRSIRAKENTAMISEN HISTORIAA

Jo tuhansien vuosien takaa ihminen ja monet muut eläimet ovat valinneet puun rakennusmateriaaliksi. Erilaisia ja eri-ikäisiä puu- ja hirsirakennelmia löydetään jatkuvasti ympäri maailmaa. Tämä todistaa sen, että hirsirakentaminen on keksitty ja todettu ehdottomaksi tavaksi rakentaa asumus ympäri maailmaa. Löytöjä on tehty tuhansien vuosien takaa, joten on hankala uskoa, että hirsirakentaminen olisi keksitty jossain ja sitten levinnyt tietona maailmanlaajuisesti. Ajan saatossa tekniikka ja työkalut kehittyivät ja huomattiin varsinkin havupuutukkien soveltuvan hyvin asumuksen rakentamiseen. (Saarelainen 1993, 11.)

2.1 Hirsitalon historiaa

Hirsi on ollut Suomessa pisimmän aikaa käytössä ollut rakentamisen päärakennusmateriaali. Joidenkin arvioiden mukaan se on ollut sitä 600-luvulta asti. Aluksi maata vasten salvottiin muutama järeä hirsikerta seiniksi, jonka päälle rakennettiin katto ri'usta, turpeesta ja tuohesta. Karkea veistotyö tehtiin kivistä. Kuviossa 1 on rakennettu Saarijärvelle rekonstruktio kivistä asuinrakennuksesta. Seuraavaksi kehitettiin hirsikota, jota käytettiin viikinkiajalla, jolloin viikingit kulkivat Suomen kautta käyden hansakauppaa. (Vuolle-Apiala 2012, 8.)



Kuvio 1. Kivistä asuinrakennuksesta tehty rekonstruktio. (Yle Tiede [Viitattu 19.3.2016].)

Uudet työkalut sekä maatalouden elantona edellyttämät vaatimukset jouduttivat rakennusten kehittymistä. Idästä saapunut savupiirri levisi Suomeen. Lattia oli maata

vasten, hirret oli tilkitty savella ja ikkunoina toimivat pienet luukut. Näiden asioiden suunnittelusta ja toteutustavoista voidaan päätellä, että suomalainen rakennuskulttuuri on saanut vaikutteita niin idästä kuin lännestä. (Vuolle-Apiala 2012, 12.)

Suomen liittyessä tiukemmin Ruotsiin 1100-luvulta lähtien saatiin taas uusia vaikutteita rakentamiseen. Suomeen muuttaneiden pappien asuntoihin muurattiin uuni ja hormi, mutta savu kulkeutui edelleen ulos puisen torven kautta. Tällaiset asunnot olivat käytössä maaseudulla vähävaraisilla ihmisillä vielä 1800-luvulla. 1500-luvulla rakennuksia mullistivat ikkunat ja savupiippu, jotka tosin yleistyivät hyvin hitaasti. (Vuolle-Apiala 2012, 12.)

Veistetyin hirren käyttö levisi 1600-luvulla läntiseen Suomeen ja jatkoi siitä matkaansa nopeasti silloisen Ruotsi-Suomen alueelle. Samaan aikaan Pohjanlahden rannikkopitäjissä valmistettiin valmiita hirsikehikoita, jotka myytiin ja kuljetettiin purjealuksilla Ruotsiin. Hirsitalon vientikauppaa on siis käyty jo melkein 400 vuotta. Ympäri Suomea nousi sotilasvirkatalojen määräysten mukaisia taloja. Kehitys levisikin myös maaseudulle ja vauraammat talot laajennettiin parituviksi tai rakennettiin kokonaan uudestaan. (Lauharo 2002, 9.)

Paritupa on pohjaratkaisultaan joustava ja sitä on voitu muokata tarpeen ja vaurauden mukaan sopivaksi. Se olikin vallitseva tapa rakentaa maalaistaloja 1900-luvun alkuun asti. Tämän jälkeen arkkitehdit alkoivat etsiä uutta suuntaa maalaistalojen ratkaisuille. Suuri muutos oli tuvasta luopuminen ja taloihin rakennettiin erillisiä tiloja ja huoneita. Ennen vuosisadan puolta väliä toinen maailmansota vaikutti suomalaiseen elämänmenoon monella tavalla. Vielä 1930-luvulla hirsitalon veisto oli tarpeellinen ja arvostettu ammattitaito, mutta tilanne tuli sodan jälkeen muuttamaan. Sodassa tarvittiin hirrenveistotaitoja sillä asemasodassa juoksuhaudat ja korsut tehtiin paikalta löytyvistä puista. Taitajia katosi sodan aikana sekä sodan jälkeen jälleerakentamisen tarpeet olivat niin suuret, etteivät silloinen rakennustekniikka ja resurssit riittäneet vastaamaan tarvetta. Oli kehitettävä jotain uutta ja se kehitys loi käsitteen teollinen rakentaminen. Joten 1900-luvun puolivälissä perinteinen hirsirakentaminen sai väistyä muiden runkorakenteiden kehittyessä ja yleistyessä. Hirsirakentaminen oli suosiossa vapaa-ajanasunnoissa vahvasti ja nykyään hirsitaloja on taas aloitettu rakentamaan myös ympärivuotiseen käyttöön. Myös vanhanajan

tupakeittiöt ja kamarit ovat tulleet muotiin tilanjakoa suunniteltaessa. (Saarelainen 1993, 42.)

2.2 Käsityöstä teolliseen tuotantoon

Käsin veistolla tarkoitetaan sitä, että rakennus tehdään sovittamalla joko pelkästään kuoritut hirret tai sivuilta sahatut pelkkahirret yhteen. Alimman hirren luonnolliset muodot kopioidaan varauksella ylempään hirteen ja poistetaan liitoksen välistä puuaines. Lopputulos on aina yksilöllinen luonnon ja veistäjänsä taidonnäyte. Rakennusten nurkat tehdään vastaavasti salvomalla. Nurkkamalleja on olemassa satoja ja niiden ulkonäkö muokkaa jokaisen valmiin rakennuksen persoonallisuutta. Entisajan mestarin talon saattoi tunnistaa käytetystä salvostavasta. Myös tämän päivän tehtailla on omat suojatut nurkkasalvokset sekä varaukset, joilla pyritään pääsemään mahdollisimman tiiviisiin ja pitkäikäiseen tulokseen. (Suomen Hirsitaito Ry 2015.)

Sodan päättymisen jälkeinen uudelleenrakentamisen tarve vauhditti myös hirsirakentamisen teollistumiseen. Teollinen hirsirakentaminen ja nykyaikainen hirren valmistaminen alkoi 1950-luvulla. Aluksi oli alkeellisesti teollisella tavalla hirttä valmistavia pieniä yrityksiä. Ne sijaitsivat Pohjanmaalla ja ovat edelleen hirsitalomarkkinoiden hallitsevia yrityksiä. Höylähirsi oli ensimmäinen teollinen hirsituote. Ensin tukit sahattiin hirsiaihioiksi ja sitten höylättiin. Yritykset muotoilivat oman profiilinsa ja siis kilpailivat keskenään niiden toiminnan paremmuudesta. Alussa esivalmistuksen osuus oli tuotannossa pientä. Vain hirren muoto tehtiin höylällä, mutta tappireiät ja nurkat oli tehtävä käsin. Nurkkia ei aluksi salvottu kyljistä, joten puun kuivuessa nurkkien tiiviys kärsi ja ne alkoivat tuottamaan vedon tunnetta. Kehitys oli kuitenkin nopeaa, sillä jo 1960-luvulla hirsiprofiili ja nurkat saivat lähes nykyisen muotonsa. Kehitys on yhä käynnissä ja uusia hirsityyppejä ilmestyy markkinoille edelleen. (Saarelainen 1993, 42.)

1960 ja 1970-luvun taitteessa useat suuryritykset kokeilivat hirsitalotuotantoa, mutta kiinnostus kuitenkin hiipui varsin pian. Kuitenkin hirsirakentamisen teollistuminen ja hirsitalon suosio lisäsi yrittäjiä alalle. Markkinoiden ahtaus sai taas osan yrityksistä

tutkimaan mahdollisuuksia vientimarkkinoilla. Ulkomaille siirryttäessä on noudatettava maan määräyksiä ja rakentamistapoja, joten yritykset joutuivat kehittämään suunnitteluaan. Nykyäänkin suomalaiset hirsitalot ovat vuosien ajan olleet maan suurin yksittäinen rakennusteollisuuden vientituote. Hirsituotteiden päävientialueet ovat Venäjä, Ranska, Saksa, Pohjoismaat ja Japani. Varsinkin maanjäristysalueilla ovat hirsirakenteet suosittuja kestävyytensä vuoksi. (Saarelainen 1993, 45–47.)

1980-luvulla Honkarakenne toi markkinoille kiilahirren, jolla pyrittiin saamaan aikaan uuden sukupolven tiiviimpi varaus. Samoihin aikoihin markkinoille ilmestyi myös lamellihirsi sekä kumitiiviste ponttiratkaisuihin. Sitä ennen kehitystä haettiin lähinnä koneisiin ja tuotannon tehostamiseen. Nurkkasalvos on hirsirakennuksen tärkeimpiä yksityiskohtia, joten myös sen kehittelyyn on panostettu. Aluksi hirsi lovettiin vain ylä- ja alapuolelta, mutta sittemmin myös sivuilta. Vuonna 1989 Honkarakenne toi kiilalukon markkinoille. Se oli nurkkasalvos, joka kiristyy aina kun hirsi kutistuu tai turpoaa. (Saarelainen 1993, 48.)

Kuitenkaan perinteisen käsin tehtävän hirsirakentamisen työtapaa ei ole merkittävästi erilaista nykyään tai satoja vuosia sitten. Uudenlaiset tekniikat, keksinnöt ja työkalut mahdollistavat yhä tarkemman käsityön ja toimivamman rakennuksen. Tämän kehityksen taustalla on satojen vuosien kokemus, tehokas tiedon ja tutkimustyön tulos ja sen leviäminen. Nykyään saatetaan ajatella, että aiemmin ei ollut homeongelmia. Niitä ei ole myöskään nykypäivän hirsirakennuksissa, sillä perinteistä hirsirakennustapaa on kehitetty jo noin tuhat vuotta. Satoja vuosia vanhoja hirsitaloja on edelleen asuin käytössä tänäkin päivänä. Myöskin voidaan ajatella, että ennen oli varaa valita rakennuspaikka paremmin ja kehityksen myötä taloihin on tullut erilaisia tiloja ja vaatimuksia. Käsityönä valmistetussa hirsitalossa kaikki tuotteet ovat käyneet ammattilaisen silmän ja käden alla, joten talot on tehty kestäväksi sukupolvia. (Saarelainen 1993, 82.)

3 HIRSI

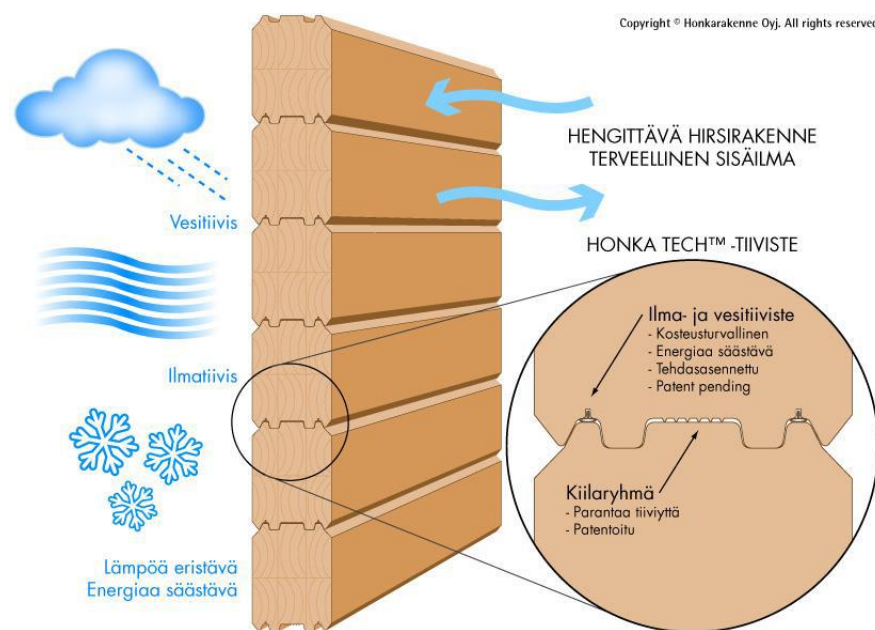
Suomi on tunnettu metsistään ja metsissä meillä kasvaakin valtavat resurssit. Metsät pitävät suurilta osin yllä kahta merkittävää luonnon kiertokulkua. Ne kierrättävät kosteutta sekä hiiltä ja happea. Suomen metsät ovat hyvin hoidettuja ja siitä jopa kansainvälisesti tunnettuja. Suomalainen puu on rakentamisen raaka-aineena hyvää ja aihki eli suora, hitaasti kasvanut, terveoksainen yli sata vuotta vanha mänty eli punahonka lienee maailman parasta puuta hirsitaloon. Hirsirakentaminen lähtee metsästä, jossa oikeiden puiden valinnalla luodaan jo laatua valmiiseen rakennukseen. (Lauharo 2002, 75–76.)

Perinteisessä hirsirakentamisessa puut valitaan metsästä kohteen ja sen hankintalistojen mukaisesti tai veistetään tontilla asiakkaan omista puista. Teollisessa hirsirakentamisessa hirret valmistetaan massatuotantona, joten yksilöllinen valinta jää pois. Teollisuudessa hirsi voidaan rakentaa useasta puusta, jolloin niitä voidaan jatkaa sormiliitoksilla ja kasata sekä liimata pelkästään sydänpuusta. Kaataminen olisi hyvä tehdä kevättalvella, jolloin puissa oleva kosteus on pienimillään sekä hanki suojaa kaatoja. Kuljetuksen jälkeen hirret raakakuoritaan tai sahataan ja tapuloidaan kuivatukseen. Kuorimisen yhteydessä puista otetaan pituudet, halkaisijat, kievous sekä muita huomioita ylös. Kuivauksen tulisi olla tarpeeksi pitkä ja tasainen, varsinkin massiivipuusta rakennettaessa. Näin saadaan halkeilu ja kutistumisesta johtuva rakoilu mahdollisimman vähäiseksi valmiissa rakennuksessa. Teollisuudessa kuivatuksen jälkeen puut joko sahataan, höylätään, liimataan tai sorvataan haluttuun profiiliin. Sen jälkeen tietokoneohjatut laitteet ajavat niihin suunnitelmien mukaiset varaukset, pontit, tapitukset ja nurkkasalvaukset. Valmiit hirret toimitetaan rakennuspaikalle merkattuina ohjeiden kera. Perinteisessä hirsirakentamisessa puiden kuivauksen jälkeen alkaa veistäminen. Tapulista valitaan puu kerrallaan sopiva hirsi seinälle ja se vuollaan käsin. Lopputuloksena hirrelle saadaan sileä, kaunis veistopinta, joka kestää säätä. Alemman puun muoto kopioidaan millimetrin tarkasti tarkkuusvaralla yläpuolelle veistettävään puuhun. Veistotyö tapahtuu moottorisahalla, erilaisilla kirveillä ja taltoilla sekä muilla käsityökaluilla. Jokainen hirsikerta porataan edelliseen tapitusta varten. Valmis kehikko merkataan ja siirretään rakennuspaikalle. Aivan kuten teollisesti valmistetut hirretkin, varauksiin laitetaan eristeet ja tapit lyödään paikoilleen. Hirsitalon painuminen tulee ottaa huomioon sen muissa

rakenteissa, esimerkiksi ikkunat ja ovet rakennetaan karapuiden avulla. (Lauharo 2002, 88.)

3.1 Hirsi rakennusmateriaalina

Sanotaan, että hirsiseinä hengittää. Sillä ei tarkoiteta, että nurkista vetäisi ja hirsien saumoista puhaltaisi tuuli, vaan sillä kerrotaan hirren kyvystä sitoa ja luovuttaa ilmasta kosteutta. Huonetilan optimaalinen suhteellinen kosteus ihmiselle on 30–55 % sisällä, jolloin ilma on terveellistä hengittää ja epäsuotuisa haitallisten mikrobien, bakteerien ja homeitiöiden kasvuille. On tehty myös tutkimuksia, joissa ilmeni, että mitä enemmän rakennuksessa käytettiin massiivihirttä, sitä optimaalisempaa hengitysilmä pysyi ihmiselle. Hirsiseinän hengittävyys johtuu höyrynsulun puuttumisesta. Kuviossa 2 Honkarakenne on kuvittanut hirsiseinän toimintaa. (Lauharo 2002, 17.)

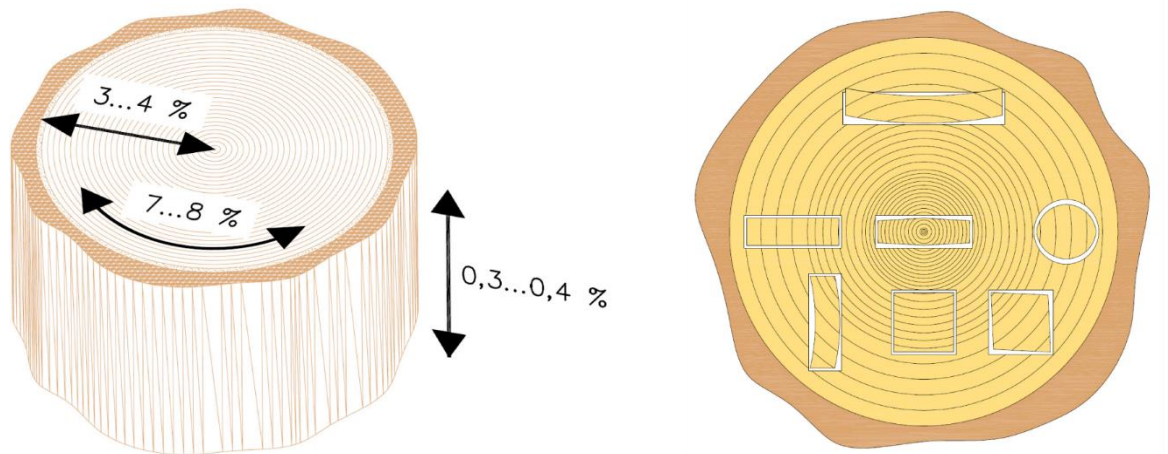


Kuvio 2. Hirsiseinä on tiivis ja hengittää. (Honkarakenne [Viitattu 19.3.2016].)

Hirsiseinä on massiivinen, homogeeninen materiaali, joten siihen ei synny kylmäsiltoja tai vesihöyryn tiivistymistä. Vesihöyry siirtyy pääasiassa konvektiona hirsien välisten saumojen kautta, eikä rakenteen lämpimältä puolelta vuotava lämmin ilma

pääse jäähtymään rakenteen ominaisuuksien vuoksi niin paljoo, että syntyisi vaaraa haitallisesta kondenssilanteesta. Myös varauksen eristemateriaalin täytyy olla hirsiseinään soveliasta, muuten kyseisen rakenteen ominaisuudet saattavat muuttua. Esimerkiksi kiviaineisten eristeiden, uretaanin ja muovikalvojen käyttöä tulisi hirsiseinissä välttää, sillä nämä saattavat muuttaa sen toimintaa muun muassa kosteuden kulkemisen ja painumisen suhteen. Huolimattomuus ja vääränlaiset materiaalit saattavat johtaa ongelmiin rakenteissa. Parhaimpina varausten eristemateriaaleina pidetään pellavaa, puukuituista eristettä ja kevyesti tervattua hammppua. (Lauharo 2002, 17-18.)

Hirren halkeilu on väistämätöntä, sillä puussa tapahtuu aina vähintään pintahalkeilua. Halkeaminen johtuu puun kuivumisesta, jolloin siitä poistuu kosteutta mikä taas kutistaa puuta, mutta toisaalta parantaa sen lujuusominaisuuksia. Kutistuma on suurinta hirren poikkileikkauksen kehän eli tangentin suunnassa, jolloin se on noin 8 % kehästä. Säteen suunnassa kutistuminen on huomattavasti pienempää ollen noin 4 % ja puun kuitujen suunnassa lähes olematonta edellisiin verrattuna 0,2-0,3 %. Koska puu kuivuu pinnalta nopeammin sekä kutistuminen on kehällä suurempaa kuin säteen suunnassa, on halkeaminen väistämätöntä. Halkeamat ovat aina säteen suuntaisia, kohti puun sydäntä. Puun halkeilua voidaan ohjata tekemällä sydänhalkaisu, tällöin halkeamista ohjaava ura sahataan varauksesta kohti sydäntä. Kuivattamalla puu hitaasti ja tasaisesti voidaan halkeamisia vähentää huomattavasti. Hirret pyritään kuivattamaan mahdollisimman kuiviksi ennen veistoa, jolloin saadaan kuivumisesta johtuva painuminen ja muodonmuutokset minimoitua. Halkeilua tapahtuu vielä valmiissa hirsitalossa, sillä lämpötilaerot ja sääolot rasittavat puuta. Hirsitalon vaihteleva käyttö ja lämmitys aiheuttavat hirsiiin jännityksiä ja näin mahdollistavat suurempienkin halkeamien ilmenemisen. Kylmän hirsitalon lämmitys tulisi aloittaa maltilla ja sisälämpötilaa nostaa hitaasti. Lämpötilan nopea muutos saattaa tehdä suuret halkeamat hirsiiin varsinkin väliseinissä, koska ulkoilma ei tasea nousevaa lämpötilaa. (Siikanen 2008, 44.)



Kuvio 3. Puun kuivumisesta aiheutuva muodonmuutos. (Puuinfo [Viitattu 19.3.2016].)

3.2 Hirsityypit

Ajan kuluessa hirsi on kehittynyt ja siitä on luotu uusia variaatioita metsästä kaadetusta tukista. Nykyaikaiset teolliset hirret saattavat kaukaa ja lähempääkin muistuttaa perinteistä pyörö- tai pelkkahirttä, mutta vähemmänkin harjaantunut silmä näkee, onko kyseessä käsityön tulos vai sen teollinen sukulainen. Puuhun ajetaan varaus eristeen asennusta varten. Siihen saatetaan jyrsiä myös pontit tai asentaa kumitiivisteet tiiviyyden lisäämiseksi. Halkeilua saatetaan myös ohjata sahattavilla urilla tai porauksilla. Pontit estävät tapitusten, mahdollisten tukipuiden ja nurkkien ohella hirsien sivuttaissiirtymistä toisiinsa nähden. Niillä pystytään vähentämään kuormien aiheuttamaa painumaa sekä saadaan myös parannettua seinän tiiviyyttä. (Saarelainen 1993, 78.)

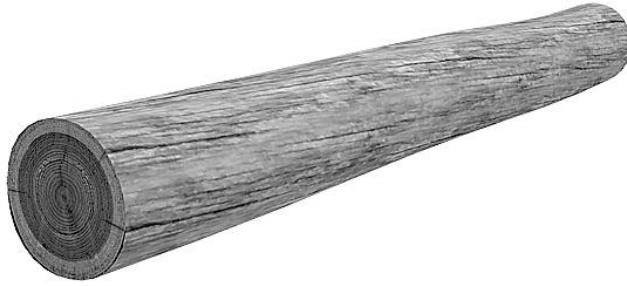
Suomessa mänty on yleisimmin käytetty puulaji hirsiseinässä, sillä se on vähäoksaista, suoraa ja tasapaksuista. Kuusi on oksaisempaa, joskin oksat ovat pienempiä ja terveempiä, kuusen myös pelätään kiertyvän ja halkeilevan mäntyä enemmän. Kiristyvät energiamääräykset vaativat myös hirsiseiniltä parempaa lämmöneristyskykyä, joka johtaa tarpeisiin rakentaa suurikokoisista hirsistä. Mikäli hirttä ei tehdä liimaamalla lamelleista, päästään tarpeeksi suuriin seinävahvuuksiin usein vain jättiläiskuusilla tai hyvin vanhoilla männyillä. (Lauharo 2002, 75–76.)

3.2.1 Perinteinen hirsi

Perinteinen käsinkuorittu ja veistetty pyöröhirsi on luonnollisin vaihtoehto, sillä siinä hirsi säilyttää luonnon sille antaman muodon parhaiten. Hirren työstö jää vähäiseksi, jolloin myöskään sen rakenne ei muutu eikä siihen luoda uusia jännitteitä. Näin ollen hirren vääntyily ja muu eläminen jää vähemmälle. Käsiveistetty pyöröhirsi on ulkonäöltään perinteinen, mökkimäinen ja arvokas. Hirsien koon vaihtelu tuo rakennukselle elävän ja ainutlaatuisen ilmeen, mutta se saattaa tuoda haasteita esimerkiksi sisustamiseen. (Saarelainen 1993, 78.)

Voidaan ajatella, että pyöröhirsi on ensimmäinen käytetty hirsiprofiili, mutta myös pelkkahirren juuret juontavat satoja vuosia taaksepäin, jopa 1600-luvulle. Hirrestä sahatut posket saatettiin käyttää rakennuksen muissa osissa tai suojaavana lauta-verhouksena. Pelkkahirren olisi hyvä kuivua vuosi pelkattuna ennen veistoa. Taloudellisesti ajateltuna perinteisesti tehty hirsikehikko on arvokas, sillä puut on valittava metsästä aina kohteen mukaan sekä kaikki työ on ammattilaisten tekemää käsityötä, puiden kaatamisesta valmiiseen hirsitaloon. Useimmin käsin veistettyjä hirsitaloja näkee vapaa-ajan asunnoissa, jossa käsin teetettyä työtä ja sen luomaa henkeä on osattu arvostaa. (Lauharo 2002, 9-11.)

Perinteisen hirsirakentamisen työkalut ovat kehittyneet ja viimeistelyä helpottavia koneita on keksitty. Kuitenkaan koneella ei saada yhtä elävää ja kaunista ja pintaa kuin vuoluraudalla tai piilukirveellä. Käsityökaluilla veistettäessä puun solukko sulkeutuu, joka parantaa sen säänkestoa verrattuna teollisesti höylättyyn pintaan. Massiivisessa hirressä on aina pintahalkeilua, jonka perussyynä on puun kutistuminen eri suunnissa. Kelohirsi on myös perinteinen rakennushirsi, joka työstetään käsin. Kelohonka on pystyyn kuollut vanha mänty ja sen huono saatavuus on nostanut hintaa. Kelon pintaa ei pystytä oikomaan värinsä vuoksi (Kuvio 4.), joten sen käsittelyssä täytyy olla varovainen. (Siikanen 2008, 318.)



Kuvio 4. Kelohirsi. (Pro Puu ry [Viitattu 19.3.2016].)

3.2.2 Sorvattu ja höylätty hirsi

Sorvattu tai höylätty hirsi ovat ensiaskel perinteisestä hirsirakentamisesta teollistumiseen. Hirsi valmistetaan teollisesti yhdestä puusta, joskin työtapoja on useita. Puita sahataan, höylätään tai sorvataan hirsiksi. Puun sydän saattaa tällöin siirtyä hyvinkin epäkeskisiksi, kuten kuviosta 5 on nähtävissä, mikä saattaa aiheuttaa voimakasta vääntyilyä. Hirsiiin voidaan myös jyrsiä pontit vähentämään vääntyilyä sekä tiivistämään rakennetta. Puut kuivataan koneellisesti ja niissä ovat samat oireet halkeilun ja painumisen suhteen kuin perinteisellä hirrelläkin. Halkeilua voidaan ohjata piikityksellä, jossa hirteen porataan 3 cm syviä reikiä ohjaamaan halkeamista samalle sivulle. Teollisesti tuotetut hirret ovat millimetritarkkoja kopioita toisistaan, jolloin varaukset ja nurkkasalvaukset on helppo valmistaa koneella. Teollistumisella on pyritty saamaan hirsirakentamisen kustannuksia alas ja nopeuttamaan tuotantoa. Yhdestä puusta teollisesti valmistettu hirsi jää helposti yksinään liian ohueksi seinämateriaaliksi omakotirakentamisessa. Nämä tuotteet ovatkin edullisuuden, ulkonäkönsä ja helppoutensa vuoksi suosittuja loma-asunnon materiaaleja. (Saarelainen 1993, 78.)



Kuvio 5. Sydänpuu saattaa sijoittua epäkeskisesti. (Kontiotuote Oy 2016.)

3.2.3 Lamellihirsi

Honkarakenne toi ensimmäiset lamellihirret markkinoille vuonna 1989. Tällä hetkellä ympärivuotiseen käyttöön rakennetuissa hirsitaloissa käytetään yleisimmin lamellihirttä. Lamellihirret liimataan kahdesta tai useammasta puusta sahatusta soirosta. Liimaamalla pystytään rakentamaan tarvittaessa hyvinkin järeitä hirsiiä, jolla voidaan vastata tiukentuviin energiamääräyksiin. Puutavaraa voidaan myös jatkaa sormiliitoksilla, jolloin valmiin hirren pituus ei ole sidottuna saatavaan raaka-aineeseen. Lamelleina käytetään usein vain sydänpuuta, jolloin puun parhaat ominaisuudet saadaan hyöttyyn. Lamellihirrellä onkin pyritty ohittamaan hirren huonoja ominaisuuksia ja korostamaan sen hyviä puolia. Se onkin lähes vääntymätön ja halkeilemätön. Liimat ja valmistustekniikat ovat kehittyneet vajaassa kolmessakymmenessä vuodessa niin, että se on lähes yhtä ekologinen ratkaisu kuin perinteinen massiivihirsi. Lamellihirsistä voidaan tehdä profiililtaan höylättyjä pelkkahirsiiä tai perinteisemmän näköisiä pyöröhirsiiä. Valmistajat käyttävät erilaisia varauksia, pontteja sekä tiivisteitä ja usein nurkkasalvauksissa on paljon valinnanvaraa. Kuviossa 6 on Honkatalojen massiivinen lamellihirsi ristinurkalla. (Haaja 2016.)



Kuvio 6. Massiivinen lamellihirsi. (Honkatalot 2016.)

3.2.4 Uudet innovaatiot

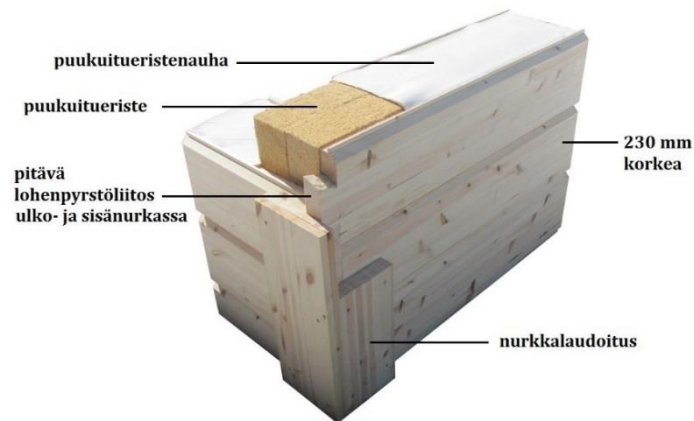
Honkarakenne on tuonut markkinoille muutama vuosi sitten painumattoman massiivirungon eli hirsitalon, joka ei painu kuivumiskutistumisen tai kuormien vuoksi. Tuote on toteutettu kokoamalla lamellihirsi, jossa keskimäinen lamelli on pystyssä. Painumattoman hirren profiili näkyy kuvioista 7. Puun kutistumien syysuunnassa on hyvin pientä eikä se puristu kasaan kuormasta. Tämä uusi innovaatio auttaa hirsirakentamisen yhdistämistä muihin rakennusaineisiin, esimerkiksi kiveen tai lasiin. Myöskään rakennuksen ensimmäisinä vuosina ei tarvitse säätää ja vahtia erikoiskiinnikkeitä, joita normaalisti hirsirakentaminen vaatii. Painumaton hirsi tuo hirsirakentamisen lähemmäksi omakotirakentajia, sillä useasti saatetaan ajatella hirsirakentamisen olevan vaativaa painumisensa vuoksi. (Honkarakenne Oyj [Viitattu 20.3.2016].)



Kuvio 7. Honkarakenteen painumaton hirsi. (Honkarakenne Oyj [Viitattu 20.3.2016].)

Markkinoilla on erilaisia toteutuksia niin sanotusta lämpöhirrestä. Pääpiirteittäin hirsi rakennetaan asettamalla eriste kahden puupaneelin väliin. Osalla toimittajista paneelit tehdään paksummasta liimatusta tavarasta ja ne muistuttavat ulkonäöltään yksittäistä hirttä, mutta osalla rakenne muistuttaa tavallista rankarakenne-suurelementtiseinää. Koska varsinaista nurkkasalvosta ei tarvita, kulmat joko vuorataan pystyyn leveillä laudoilla tai nurkkiin kiinnitetään aidon hirsinurkkauksen näköiset lisäpalat. Esimerkiksi Kero-talojen lämpöhirsi ei varsinaisesti ole massiivipuutuote. Sen ulkonäöllä pystytään jäljittelemään lamellihirren ulkonäköä ja rakenteellisella

toiminnalla hirren toimintaa. Kero-talojen lämpöhirsi on hirsituote, jossa hirtenä toimii ulko- ja sisäpinnassa 45 mm paksu liimattu mäntypaneeli ja välissä haluttu määrä puukuitueristettä. Kuviossa 8 on esitetty Kero-hirsitalon käyttämä lämpöhirren rakenne. 310 mm:n paksuudella rakenteessa päästään alle vaaditun U-arvon 0,17 W/m²K. (Kerohirsitalo 2016.)



Kuvio 8. Kerohirsitalon käyttämä lämpöhirren rakenne. (Kerohirsitalo 2016.)

4 HIRSIRAKENTAMINEN

Kuten on selvinnyt, hirsirakentamisesta on satojen vuosien rakennuskokemus. Suomessa sillä on pisin historia päärakennusmateriaalina ja siihen verrattuna muut rakenteet ottavat vasta ensiaskeleita. Kokemuksen kautta on opittu, että hirsirakentamien vaatii tietynlaisia ratkaisuja ja ne rajaavat hirren käyttöä. Korkeat hirsirakennukset ovat Suomessa harvinaisuus, mutta muualla maailmassa niitäkin on tehty vuositasojta. Hirsirakentaminen on nopea tapa rakentaa, sillä valmista pintaa nousee niin sisälle kuin ulos sitä mukaa kuin saadaan hirsii päällekkäin. Kun muistetaan huolellinen rakentaminen, hyvät materiaalit ja opittu tieto, voidaan varmistua sukupolvia kestävästä terveellisestä asumisesta. Tästä on olemassa lukuisia esimerkkejä, mutta on myös huomioitava, että rakennukset vaativat aina huoltoa pysyäkseen kunnossa. Rakenteiden on oltava tarkoituksenmukaisia. Seuraavaksi on poimintoja hirsirakentamisen eri osa-alueisiin ja niissä kiinnitettäviin huomioihin. (Lauharo 2002, 61.)

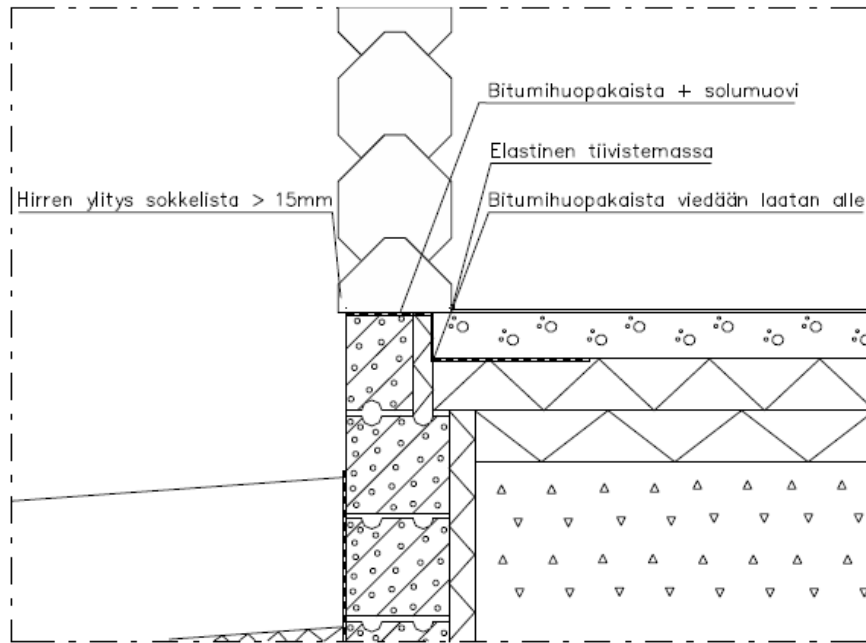
4.1 Perustukset

Perustusten tulee olla liikkumattomat ja tarpeeksi korkeat. Hirsikehikko ei aseta erityisiä vaatimuksia perustuksille, vaan ne voidaan rakentaa tavanomaisin vaatimuksin. Mikäli perustus rakennetaan ryömintätilallisena, on sen oltava tarpeeksi korkea ja hyvin tuuletettu. Alimman hirren alla tulee muistaa kapillaarikatko, tiiviys sekä kiinnitys sokkeliin. (Saarelainen 1993, 90.)

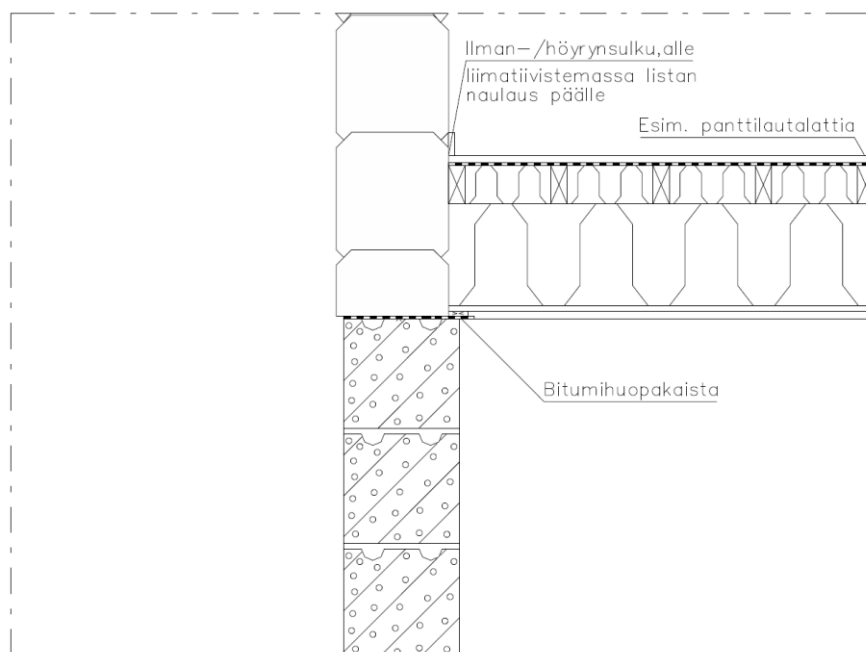
4.2 Alapohja

Myöskään alapohjalle ei synny erikoisvaatimuksia, vaan ne voidaan rakentaa kuten muissa pientaloissa. Perinteinen tapa on ollut rakentaa ryömintätilainen kantava alapohja, jossa lattiakannattajat on voitu päistään salvata hirsikehikkoon. Märkätilat ovat erikoisrakenteita ja rakennettava niin, ettei vesi pääse laatoituksen ja hirren väliin, mikäli hirsi jää näkyviin. Alapohjan, perustusten ja alimman hirsikerran liitoksen tulee olla tiiviisti toteutettu, jotta haitallisilta ilmapuodoilta välttyttäisiin. Kuvioidessa

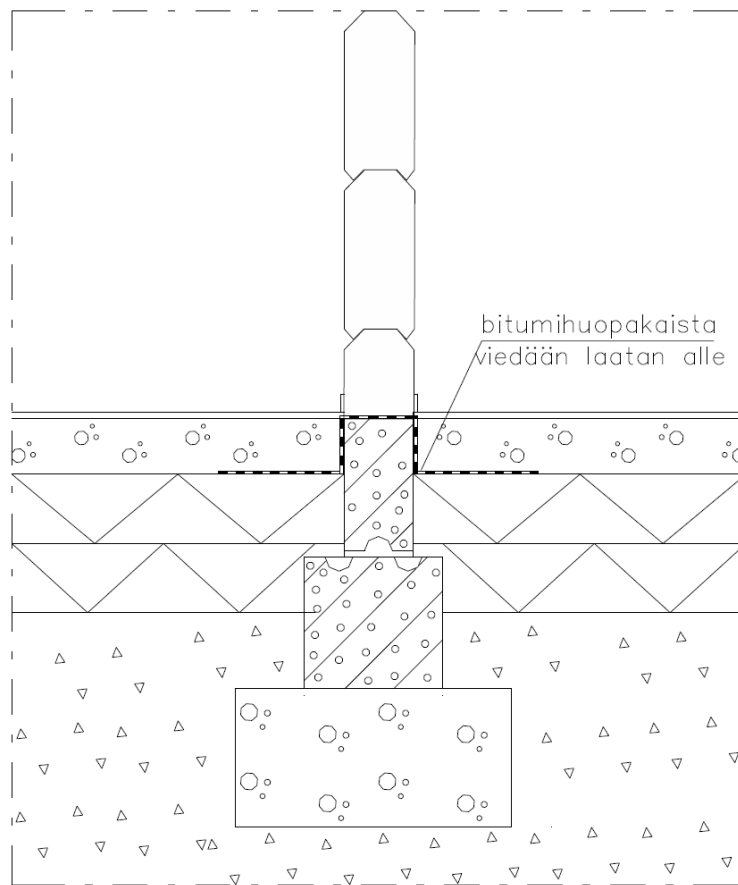
9 ja 10 on esitetty tavat liittää maanvarainen laatta ja ryömintätilainen alapohja alimpaan hirsirunkoon sekä kuviossa 11 kantavan väliseinän liitos. Kapillaarikatkona käytetään bitumihuopakaistaa ja solumuovia sekä tiiviys varmistetaan elastisella massalla. (Saarelainen 1993, 92.)



Kuvio 9. Maanvaraisen laatan tiivis liitos hirsirunkoon.



Kuvio 10. Ryömintätilaisen alapohjan tiivis liitos hirsirunkoon.



Kuvio 11. Kantavan väliseinän liitos maanvaraisessa laatasta.

4.3 Seinärunko

Usein hirret on veistetty tai esivalmistettu muualla ja toimituksessa tuodaan ennalta merkatut hirret rakennuspaikalle. Hirsirungon pystytys on nopeaa työtä ja yleensä se nouseekin viimeistään kahdessa päivässä. Toimitukselle tulee varata tilaa pakkaustavasta riippuen, sillä hirret jaotellaan merkkauksensa avulla asennusjärjestykseen. Mikäli hirsiiä ei päästä heti kokoamaan ja ne on pakattu muoviin, tulee muovit avata ja hirret suojata ilmastavasti työmaalle. Myös keskeneräinen kehikko tulee suojata sateelta, kunnes vesikatto saadaan sitä suojaamaan. (Saarelainen 1993, 94.)

Pystytys aloitetaan alimmista hirsistä, joiden alle tulee sijoittaa kapillaarikatko. Hirsikehikon tulee sijoittua hieman ulos perustuksen reunasta, jolloin sadevesi ei pääse

tärvelemään hirsii. Eriste nidotaan varaukseen tai edellisen hirren selkään sekä nurkkiin, jonka jälkeen seuraava hirsi voidaan nostaa paikalleen. Jokainen hirsikerta tapitetaan aiempaan lyömällä vaarna aiemmin porattuihin reikiin. Tapit sitovat kaksi päällekkäistä hirttä ja pitävät seinän linjassa. Tapit sijoitetaan eri kohtiin sekä sen verran lyhyiksi, etteivät ne kehikon painuessa jää kantamaan. Tapit siis muodostavat hirsiseinästä painumista sallivan levyrakenteen. Tapit tulee olla tehty hirsien kanssa samoista puista tai samaan aikaan kaadetuista puista. (Saarelainen 1993, 99.)

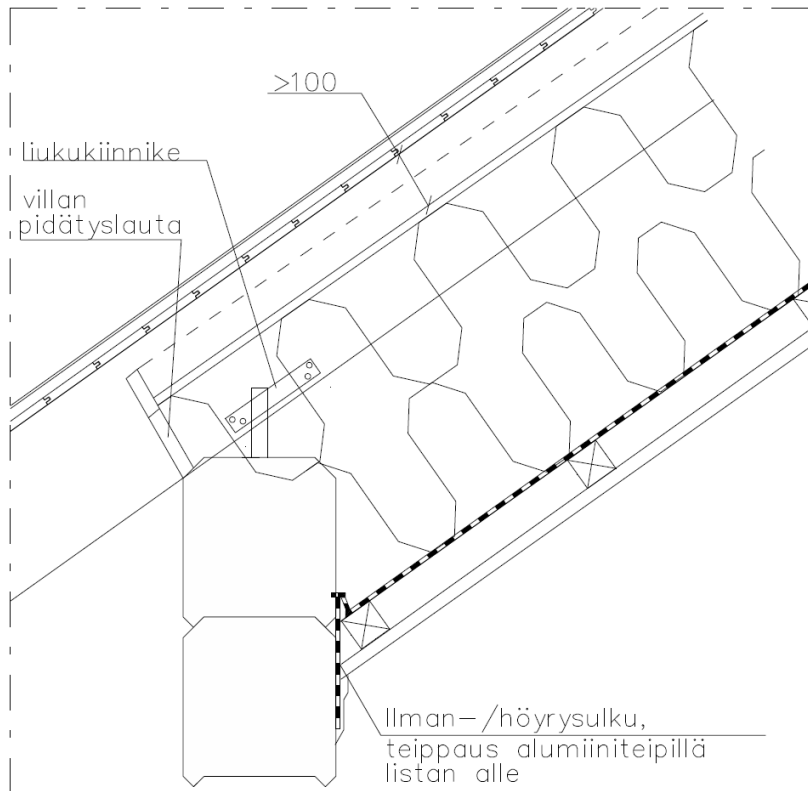
4.4 Välipohja

Välipohjana voidaan hyödyntää hirsii tai rakentaa sahatavarasta tehdyistä palkkeista. Hirsii voidaan salvata kehikkoon välipohjan kantaviksi rungoiksi, ja yksinkertaisimmillaan lattia toteutetaan naulaamalla lattialaudat kannatushirsiin tai palkkeihin. Parempaa ääneneristystä haluttaessa rakennetaan alapuoliselle tilalle erillinen katto, jolloin väliin jäävä tila eristetään. (Saarelainen 1993, 106.)

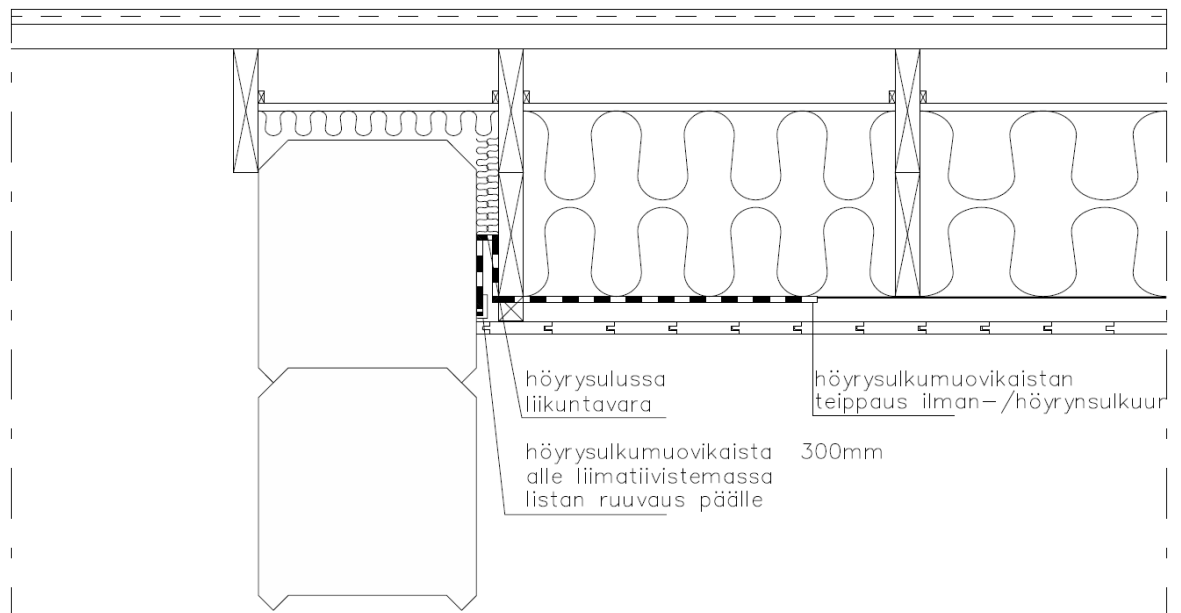
4.5 Yläpohja ja katto

Yläpohja voidaan rakentaa joko käyttämällä tehdasvalmisteisia kattotuoleja tai palkkiniskoja, jotka tukeutuvat kantaville seinille ja haltijahirsille. Kattoniskat kiinnitetään liukuradoin, sillä ne mahdollistavat painumisen eikä katto luo ulospäin suuntaavaa painetta ulkoseinille. Yläpohjan eristys tulee olla riittävä ja huolellisesti toteutettu, sillä suurin lämmönpoistumien tapahtuu ylöspäin ja useasti yläpohjan eristeellä kompensoidaan hirsiseinien heikkoa u-arvoa. Hirsiseinissä ei käytetä höyrynsulkua, joten yläpohjan höyrynsulun liittäminen runkoon tulee olla oikein toteutettu ja rungon eläminen ottaa huomioon. Kuvioissa 12 ja 13 on esitetty detaljikuva yläpohjan höyrynsulun liittämisestä hirsirunkoon sekä kuviossa 14 on muurattun hormin läpiviennin toteutus. Höyrynsululle otetaan ylimääräistä pituutta rungon liitospaikkoihin tai lisätään höyrynsulkukaistale rungon elämisen vuoksi. Liitokset tehdään listoin sekä höyrynsulkuteipin avulla. Eristeen ja vesikaton välisen tuulestustilan täytyy olla tarpeeksi korkea ja tuuletuksen toimia. Hirsirakennuksissa on

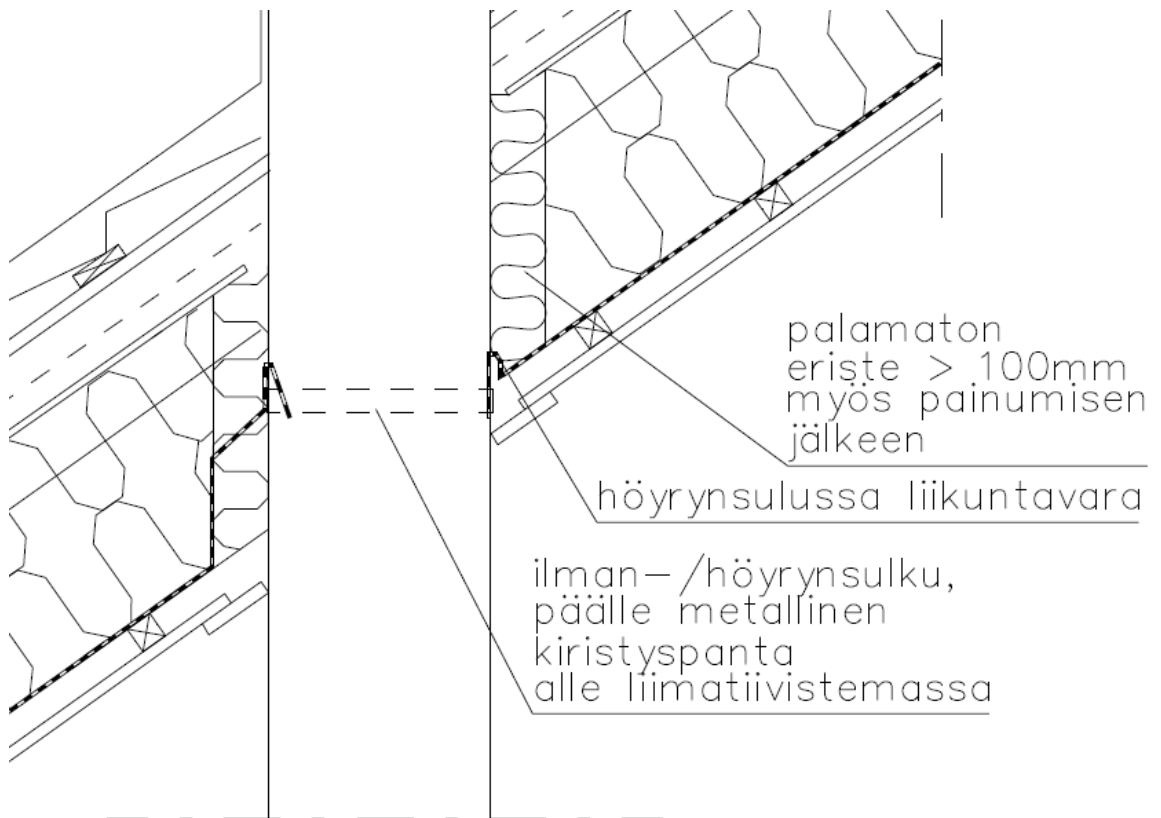
perinteisesti käytetty vesikatteena puuta, huopaa tai tiiltä, mikään ei kuitenkaan estä esimerkiksi peltikatteen käyttöä. (Saarelainen 1993, 108–111.)



Kuvio 12. Yläpohjan höyrnsulun tiivis liitos hirsirunkoon, jossa huomioitu rungon eläminen.



Kuvio 13. Yläpohjan höyrnsulun tiivis liitos päätyseinässä, jossa huomioitu rungon eläminen.

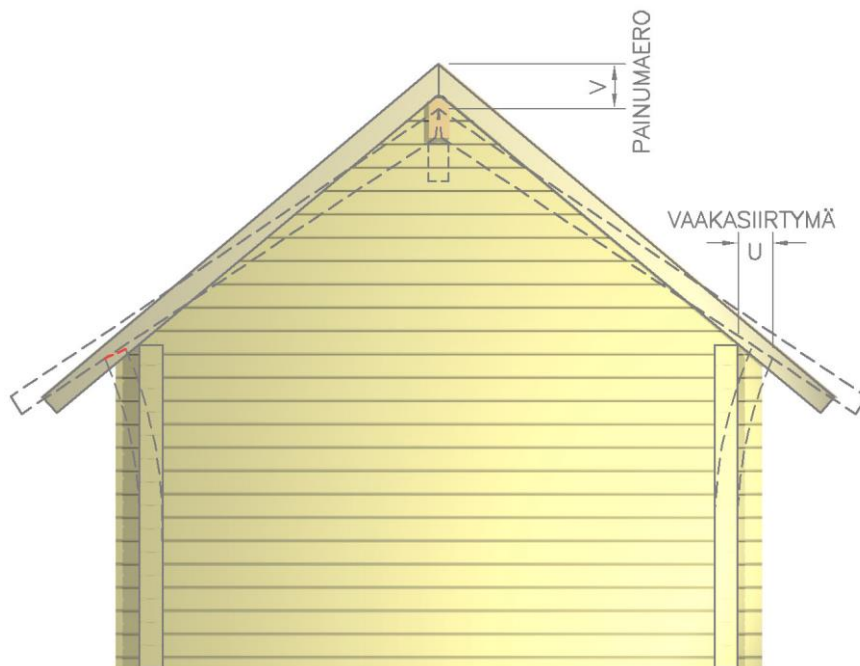


Kuvio 14. Savuhormin tiivis läpivienti yläpohjasta.

4.6 Painuminen

Puu on hygroskooppinen aine, joten se elää kosteuden mukaan. Kastuessaan se paisuu ja kuivuuessaan kutistuu. Kaadettu puu sisältää valtavasti vettä, oli se sitten tuore puu tai kuollut kelo. Hirrenveistossa puut joko kuivataan ja jatko-käsitellään tai veistetään tuoreeltaan. Tuoreesta veistetty hirsitalo painuu enemmän ja kuivuuessaan saattaa jäädä kantamaan nurkista, jolloin varauksiin syntyy rakoja. Suurin osa painumisesta johtuu puun kutistumisesta kuivuuessaan sekä yläpuolisten kuormien vaikutuksesta. Hirsiseinä painuu jopa 10 mm – 50 mm metriä kohden, mikä täytyy ottaa muissa rakenteissa huomioon. Huolellisella kuivatuksella, veistotyöllä ja asennuksella päästään painumisessa alle 10 mm:iin metrillä. Oikein tehtynä hirsitalo myös tiivistyy painuessaan eivätkä saumat ala rakoilemaan. 2000-luvulla on

myös kehitetty painumaton hirsi, jossa keskimäinen lamelli on liimattu pystyyn, jolloin kutistuminen on olematonta. Herkimpiä kohtia vahingoille ovat hirsiseinän yhdistyminen painumattomaan rakenteeseen. Suunnittelussa ja toteutuksessa täytyy ottaa huomioon mm. tulisijat ja muurirakenteet sekä väliseinärakenteet. Hirsiset väliseinät painuvat ulkoseiniä enemmän, joten välipohjien kannatukset täytyy rakentaa sen mukaisesti. Pilareissa voidaan käyttää säädettäviä kierretankoja, joita säädetään painumisen mukana. Ikkunoiden ja ovien asennukset saadaan rakennettua painumista sallivilla karapuilla. Mikäli kattorakenne tehdään käyttämällä palkkiniskoja ja haltijahirsiä, täytyy painuminen huomioida myös niskojen liitoksissa. Kuviossa 15 on esitetty seinien painuessa muodostuva kattopalkin ja seinän välisen liitoksen ulospäin työntävä voima. Suurin osa painumisesta loppuu ensimmäisen viiden vuoden jälkeen. Voimakkainta se on ensimmäisenä kahtena vuonna ja kestää vähintään kolme vuotta. (Saarelainen 1993, 82.)



Kuvio 15. Hirren painuminen täytyy ottaa huomioon liitoksissa. (Hirsitaloteollisuus Ry. 2012.)

4.7 Nurkat

Nurkkien tehtävänä on liittää hirret toisiinsa rakennuksen kulmissa. Hirret liitetään toisiinsa tekemällä puihin salvokset, jotka antavat tiiviin ja lujan liitoksen. Nurkkia on olemassa kahta eri tyyppiä, mutta erilaisia salvoksia on maailmassa satoja. Nurkat veistetään yhtä aikaa varauksien kanssa ja ne tehdään joko lyhyinä tai pitkinä nurkkina. Lyhytnurkka on kestävyydeltään pitkäikäisempi ja se on myös mahdollista suojata vuorilaudoilla. Nurkkiin täytyy tehdä lämmin vara ja ne veistetään hieman väljiksi, koska hirren sydänpuu ei painu yhtä paljon kuin muu osa puusta. Muutoin keuhikon painuessa nurkat jäisivät kantamaan ja varaukset aukeaisivat. (Siikanen 2008, 313.)

Nurkkasalvauksia on olemassa satoja erilaisia, ja ne ovat kehittyneet kilpailun ja kokemuksen myötä. Tärkeimpiä huomioita salvoksissa on, että pinnat kaatavat ulospäin, jolloin vesi ei makaa pinnoilla ja pilaa puuta. Niissä on vara eristeelle eivätkä ne kuivuessaan löyhdy. Ne ovat lämpimät ja tiiviit sekä helposti toteutettavissa. Yleisimpiä pitkiä nurkkia ovat koirankaula, sulkanurkka ja ristinurkka. Lyhyistä nurkista parhaiten ovat jääneet elämään lohenpyrstönurkka sekä hammasnurkat. Pitkä- ja lyhytnurkka on esitetty kuviossa 16. (Siikanen 2008, 313.)



Kuvio 16. Pitkänurkka sekä lyhytnurkka. (Pro Puu Ry [Viitattu 20.3.2016].)

4.8 Varaukset

Varaus on hirren alapintaan ajettu tai veistetty ura. Se mukailee edellisen hirren muotoja ja yhdistää ne toisiinsa niin, että hirret makaavat toistensa päällä. Varauksia on olemassa kolmea tyyppiä, jotka eroavat toisistaan varsinkin ulkonäöllisesti. Teollisesti valmistetuissa hirsissä kyseessä on umpivaraus, joka saatetaan tehdä ponttimaiseksi ja sisältää tiivisteen. (Siikanen 2008, 311.)

Umpivarauksessa hirsi makaa toisensa päällä ”huulten” varassa. Oikea määrä eristekaistaa asennetaan ennen hirren asennusta joko varaukseen tai edellisen hirren selkään. Ylipursuava eriste voidaan leikata terävällä veitsellä. Umpivaraus on tukevampi avovaraukseen verrattuna sekä helpompi tehdä. Kantavat väliseinät tehdään aina umpivarauksella. (Siikanen 2008, 311.)

Avovarauksessa hirsi makaa alemman hirren päällä kidastaan, jolloin varauksen huulet ovat auki. Avovaraus mahdollistaa jälkitilkkeen asennuksen, eli myöhemmin lisättävän eristekaistan tiivistämisen. Varaus on mahdollinen veistää perinteisessä hirsirakentamisessa, joskin se on hyvin hankala toteuttaa sekä ryhdittömän näköinen. (Siikanen 2008, 311.)

Kolmas varaustapa on kahden edellisen yhdistelmä. Siinä päästään umpivarauksen tukevuuteen ja nopeampaan veistämiseen sekä avovarauksen tiiviuteen. Varaus varataan kuten umpivaraus, mutta varauksen ”huulta” poistetaan, niin että noin metrin välein jää noin kymmenen senttimetrin kynsi, jonka päällä hirsi makaa. Varauksesta saadaan tukeva sekä sitä voidaan tilkitä jälkeenpäin tiiviiksi. (Siikainen 2008, 312.)

4.9 Muut huomiot

Hirsitalo on mahdollista saada kestäväksi vuosisatoja, kun se rakennetaan sekä suunnitellaan oikein ja sitä muistetaan huoltaa. Suunnittelussa voidaan huomioida muun muassa ilmansuunnat, tontin muodot ja ympäristö. Kasvillisuus ja istutukset

täytyy sijoittaa tarpeeksi kauas seinistä. Kova tuuli talvella jäähdyttää rakennusta, joten esimerkiksi havupuilla voidaan luoda rakennuksen seinille suojaa. Lehtipuita voidaan sijoittaa suojaamaan kesäisin suoralta auringonpaisteelta, talvella taas lehdettöminä ne päästävät auringon paisteen lämmittämään rakennusta. Liian lähelle sijoitetut lehtipuut roskaavat sadekouruja ja rakennusta. Roskat tulisi poistaa, koska ne hauduttavat kosteutta ja näin vahingoittavat rakennusta. Rakennuksen kuntoa tulisi tarkkailla ja pienet korjaukset tulisi tehdä heti, sillä seuraavana kesänä ne ovat jo suuria. Täytyy myös muistaa, että rakennukset rakennetaan asuttaviksi ja pintojen kulumisen ja eläminen kuuluvat asiaan. (Lauharo 2002, 62–63.)

4.9.1 Seinien suoruus

Pitkänurkkaisessa hirsikehikossa seinien suoruutta voidaan myös varmistaa kierretangoilla, jotka asetetaan koko seinän läpi porattuun reikään. Pitkissä seinissä, joissa ei ole poikittaisseiniä, tai seinissä, joissa on paljon aukkoja ja on vaaraa, että hirret alkavat vääntymään, voidaan käyttää tukipuita eli följäreitä. Se on perinteinen tapa jopa suoristaa jo vääntyneitä seiniä. Följärit ovat seinän molemmin puolin sijoitettavat pystypuut, jotka läpipultataan toisiinsa. Pulttauksille jätetään pystypuihin painumisen vara. (Saarelainen 1993, 99.)

4.9.2 Hirsien jatkaminen

Mikäli rakennetaan muusta kuin lamellihirrestä, saattaa pitkissä seinälinjoissa tulla vastaan hirsien pituus. Silloin hirsii täytyy jatkaa ja parhaiten se onnistuu ristinurkassa. Tällöin jatkos saadaan ulkonäöllisesti piiloon sekä säältä suojaan. Jatkoksissa käytetään metallisia kiinnikkeitä apuna. Mikäli jatkos joudutaan tekemään avoseinälle, tehdään hirsii myös jonkinlainen ponttiliitos. Jatkettavat hirret tulee valita hyvin sekä liitokset tehdään puutiukoiksi. (Siikanen 2008, 308.)

4.9.3 Karapuut

Karapuiden tarkoitus on pitää hirsiseinän pää suorana aukoissa ja palomuurien kohdalla sekä siihen on helppo asentaa ikkunat tai ovet. Karapuut tehdään tarpeeksi lyhyiksi ja ne kiinnitetään vain alimpaan hirteen, jolloin ne sallivat painumisen. Aukkoon päättyviin hirsiiin tehdään ura karapuulle ja väli eristetään. (Saarelainen 1993, 101.)

4.9.4 Käsittely

Rakennuksissa monet rakennusmateriaalit joutuvat alttiiksi ympäristön rasituksille. Metallit syöpyvät kosteuden vaikutuksesta, betoni rapautuu happamissa oloissa ja muovit haurastuvat ajan kuluessa. Puun ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä ovat auringon lämpö- ja UV-säteily, bakteerit, home-, sinistäjä- ja lahottajasienet sekä tuhohyönteiset. Puu on luonnossa kasvava tuote, joten puulajeissa sekä yksittäisissä puissa on eroja sen tiheyden, lahonkeston, lämmönjohtavuuden sekä muiden ominaisuuksien suhteen. Nämä ominaisuudet ovat parhaimmillaan puun ollessa kuivaa. Ilman kanssa tekemisissä olevilla puupinnoilla on aina itiöitä, mutta niistä ei ole haittaa, kun pinnat pysyvät tuuleentuvina ja kuivina. Mikäli puu pysyy kosteana pitkään, alkaa erilaisten itiöiden lisääntyminen, joka saattaa aiheuttaa värjäytymisiä sekä muita haittoja puussa. Puun kestämistä on pyritty parantamaan erilaisilla suoja-aineilla ja pintakäsittelyillä. Vanhin puun suojausaine on varmasti ollut terva, joka on arvossaan vielä tänäkin päivänä. (Saarelainen 1993, 120–121.)

Hirsirakennukset olivat alun perin käsittelemättömiä ja niiden säänkesto riippui paljon puun pihkaisuudesta. Kun taloja on alettu maalaamaan, on tarkoituksena ollut niiden värittäminen, sillä ne haluttiin erottaa käsittelemättömistä taloista. Aluksi keitettiin puna- tai keltamultaa, joilla pyrittiin jäljittämään tiilipintaa tai herraskartanoiden väritystä. Maalit tehtiin aina rakennuspaikalla, mutta 1920-luvulla alkoi maalien teollinen valmistus. Aineet kehittyivät ja kokemukset perustuivat enää laboratoriotuloksiin. Maaleilla tuntui olevan vain kosmeettinen tehtävä ja niistä tehtiin helposti liian hengittämättömiä. Tämä huononsi puun ominaisuuksia, mutta kokemuksista otettiin opiksi. Maaliteollisuudessakin on saatu taas uusia haasteita, sillä rakentami-

sessä pyritään ekologisempaan tapaan, jolloin myös maalien täytyy olla luontoystävällisiä. Puunsuoja-aineet sisältävät liuottimien lisäksi yleensä pieniä määriä sienimyrkkyjä. Hirsipintojen käsittelyaineiden tehtäviä on suojata puuta sienikasvustolta, täyttää pintapuun solukko sekä muodostaa suojaava kalvo ja näin estää veden imeytyminen puuhun, suojata puun pintaa ultraviolettisäteilyltä sekä antaa haluttu väri. Pääsääntönä voidaan sanoa, että hirren ulkopuolet käsitellään ensin pohjustusaineella, joka vähentää kosteuden ja sienten vaikutusta. Pintakäsittelyaineet antavat suojan auringonsäteilylle ja niillä saadaan haluttu sävy puuhun kaunistamaan ja korostamaan puun omaa kauneutta. Hirret tulisi käsitellä ensimmäisen kerran mahdollisimman pian valmistumisen jälkeen, sillä auringon ultraviolettisäteily hajottaa puun pintaa, mikä huonontaa käsittelyaineiden pysymistä puussa. Hirsiin voidaan käyttää myös peittoväriä, jos halutaan saada asuinalueelle ystävällisempi ulkonäkö hirsitaloille. Sisäpinnoille on olemassa erilaisia vahoja ja sävytettäviä lakkoja. Hirsiseiniä pinnoitettaessa muodostuvan kalvon tulee olla hyvin vesihöyryä läpäisevä, muuten vesihöyryn paine irrottaa sen alustastaan. Aineiden tulee aina olla hirsipinnoille tarkoitettuja tuotteita. (Saarelainen 1993, 120–121.)

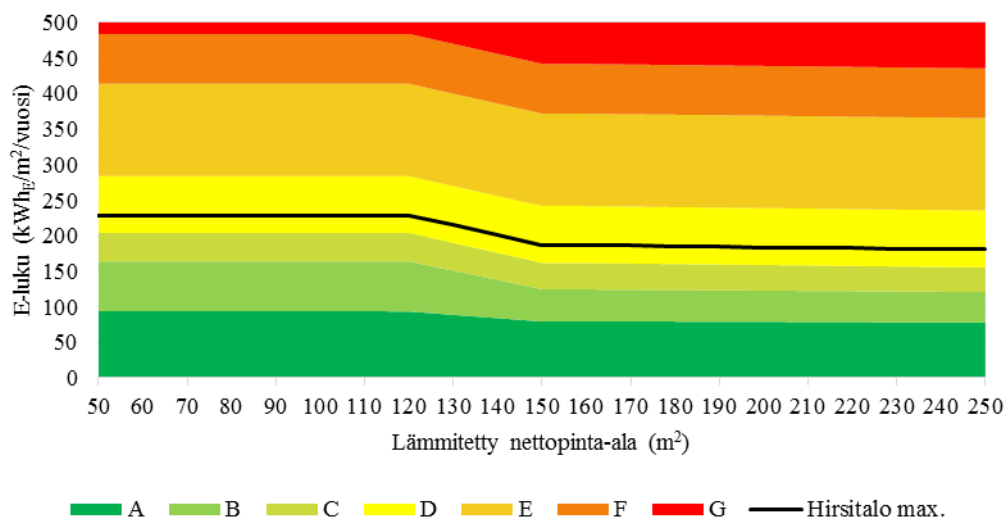
5 Hirsitalon ekologisuus

Hirsitalon vahvuuksiin voidaan lukea muun muassa asumismukavuus ja terveellisyys, rakennuksen toimiminen hiilinieluna ja siten sen ekologisuus. Nykyaikaisella hirsitalolla on tutkitusti tyytyväisimmät asukkaat sekä sen elinkaarenaikainen hiilijalanjälki on pienempi kuin perinteisellä puutalolla. Rakentamisen energiatehokkuutta koskevat määräykset ovat muuttuneet ja tiukentuneet lähes vuosittain. Hirsirakentamista on helpotettu myöntämällä huojennuksia sitä koskeviin energiamääräyksiin. Tulevaisuudessa on suunniteltu laskelmat koskemaan rakennuksen koko elinkaarta aloittaen sen valmistuksesta päättyen sen purkamiseen ja uudelleenkäyttöön. Tällainen laskentamalli olisi todella puun eduksi, sillä mitä massiivisemmin puuta käytetään rakennuksissa, sen ekologisempi rakennus. Lisäksi massiivipuulla on yksi ominaisuus, jota ei voida huomioida energialaskelmissa. Hirsi varaa lämpöä, eli sillä on niin sanottu terminen massa, mikä tarkoittaa, että massiivipuurakenne varastoi lämpöä ja siirtää sitä hitaasti lämmittämään huoneilmaa. Kesällä auringon paistaessa korkealta, pitkillä räystäillä voidaan suojata seinähirsiä auringon lämmöltä ja uv-säteilyltä, jolloin viileinä öinä jäähtyneet hirret viilentävät sisäilmaa päivällä. Massiivisuus siis säästää lämmitysenergiaa. (Luotola 2014.)

5.1 E-luku

Vuonna 2012 energiatehokkuuden laskemisessa siirryttiin rakennusten lämpöhäviöiden tarkastelusta kokonaisenergiankulutuksen tarkasteluun. Rakennukselle lasketaan ostoenergiankulutus rakennuksen standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden, jota painotetaan energiamuotojen kertoimilla. E-luvuille on olemassa ylärajat ja tämä antaakin rakentajalle mahdollisuudet päättää, millä arvon alle päästään. Hirsitaloille on annettu helpotuksia niin u-arvo-vaatimuksissa kuin E-luvuissa, sillä niiden koko elinkaaren hiilijalanjälkeä arvioidaan verrattavan pieneksi. Rakennuksen osatekijöille (vaippa, vuotoilma, ilmanvaihto) on annettu vertailu lämpöhäviöarvot. Osatekijän lämpöhäviö voi olla vertailuarvoa suurempi, jolloin heikompi osatekijä voidaan kompensoida parantamalla toista osatekijää tehokkaammaksi. Määräystenmukaisuus täytyy tällöin todentaa lämpöhäviöiden tasauslaskennalla. Kuvi-

ossa 17 näkyy pientalojen energialuokitusten raja-arvot. Laskentaan vaikuttavat rakennuksen neliöt, rakennusosien u-arvot, energiantuotto, lämmöntalteenotto, rakennuksen muoto ja sijainti tontilla. E-luvun rinnalle on myös kaavailtu kehittää C-luku, joka kuvaisi materiaalien valmistuksen, huollon ja kierrätyksen aiheuttamia kasvihuonekaasuja. C-luvun laskeminen olisi hirsirakentamisen eduksi, sillä rakennuksen koko elinkaaren hiilijalanjälkeä laskiessa hirsitalo on ekologisesti hyvä ratkaisu. (Seppälä 2014.)



Kuvio 17. Pientalojen energialuokitusten raja-arvot. (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012 Nollaenergiahirsi-talon [Viitattu 19.3.2016] mukaan.)

5.2 Hirsien U-arvot

Rakennusmääräyskokoelman osassa D3 (2012) sanotaan, että hirsiseinän U-arvo tulee olla yhtä suuri tai pienempi kuin $0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Lisäksi rakennusvaippaan kuuluvan seinän tai ala- tai yläpohjan lämmönläpäisykerroin saa olla enintään $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Näin ollen pienin mahdollinen käytettävä hirsiprofiili on 180 mm paksu, jonka lämmönläpäisykerroimeksi saadaan $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Massiivisella 275 mm hirsillä saadaan seinälle arvoksi $0,41 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Myös paksumpien hirsien käyttö on mahdollista, joskin niiden hankinta on hankalampaa. Hirsiseinän huono läm-

möneristyskyky tulee kompensoida rakennusvaipan muissa osissa, tällöin rakennuksesta saadaan määräykset täyttävä kokonaisuus. (D3 rakentamismääräyskoelma 2012, 5-7.)

Pyöröhirsiseinän u-arvoa laskettaessa seinän paksuutena ei voida käyttää hirren halkaisijaa. Seinälle lasketaan tehollinen paksuus, johon vaikuttaa varausleveyden osuus pyöröhirren läpimitasta. Laskenta huomioi myös varauksen ulkopuolelle jäävän osuuden, jolloin seinälle saadaan keskimääräinen paksuus. Käsini veistetyin hirsikehikon seinän paksuudessa saattaa olla suuriakin eroja, sillä puu on tyvestä vahvempaa kuin latvasta. Hirsiseinää veistäessä päällekkäiset hirret vuorottelevat tyvi- ja latvapäitä, jolloin seinän etenemä korkeussuunnassa saadaan hallittua. U-arvoa laskettaessa hirsiseinälle hirsien halkaisijalle määritellään keskiarvo. Varausleveyden levetessä myös laskennallinen paksuus suurenee, josta voidaan päätellä, että varausleveyden vaikutus ulkoseinän u-arvoon on suurimmillaan pyöröhirsistä rakennetuilla seinillä. Liitteessä 1 on pyöröhirsiseinän u-arvot ja liitteestä 2 pelkkahirsideinän u-arvot yleisimmille hirsien paksuuksille. (Lauharo 2002, 19–20.)

5.3 Tiiviys

Energiamääräykset vaativat myös hirsiseinien olevan tiiviitä, jolloin haitalliset ilma- vuodot ja vesihöyryn kulkeutuminen estetään rakenteen läpi. Hirsirakennuksessa rungon painuminen sekä suuret liitossaumojen määrät hankaloittavat tiiviiden saavuttamista. Kaikki työvaiheet tulee tehdä huolellisesti, valmistetaan talo sitten teollisesti tai perinteisesti käsin. Teollisesti valmistetuissa hirsiseinissä tiiviyyteen päästään erilaisilla ponttivarauksilla, joissa voidaan käyttää kumitiivisteitä. Nurkkasalvoksissa saatetaan käyttää myös turpoavia eristeitä. Teollisesti valmistetuissa hirsitaloissa on päästy helposti alle vaadittavien tiiviyslukemien. Painumattomalla hirrellä on saatu tiiviysmittauksissa jopa alle 0,5 l/h tuloksia. Hirsien pitää päästä laskeutumaan tasaisesti niin nurkista kuin varauksista. Liitokset muihin rakenteisiin täytyvät olla myös oikein tehty ja mahdollistaa rakenteiden elämisen ja pysymisen tiiviinä. Yläpohjan höyrynsulun tulee olla tiiviisti liitettynä hirsikehikkoon sekä puhkaistavien läpivientien tulee olla oikein toteutettuja. Aukot, kuten ikkunat tai palomuuriseinät, tulee liittää myös tiiviisti ja liitoksissa tulee ottaa huomioon rungon eläminen. Ikkunat

voidaan kiertää sisältäpäin teipin ja muovin avulla. Perinteisissä hirsikehikon tiiviys saavutetaan huolellisella kuivattamisella ja veistotyöllä. (Saarelainen 1993, 84.)

5.4 Kompensointi

Hirsitalo on hyvä vaihtoehto pienrakentajalle, sillä siitä on mahdollista rakentaa nyky määräysten mukainen koti niin perinteisin menetelmin kuin teollisesti valmistetuista hirsitalopaketeista. Asiantunteva suunnittelija pystyy suunnittelemaan hirsirakennuksesta kokonaisuuden, joka täyttää nykyiset rakennusmääräykset. Seinän osuus rakennuksen energiatehokkuuteen on vain noin 10 prosenttia, joten lisäämällä talon ylä- ja alapohjan eristystä sekä valitsemalla energiatehokkaat ikkunat, voidaan hirsiseinän laskennallisesti huonoa lämmöneristykykyä kompensoida. Lämmöntalteenottokoneen hyvällä hyötysuhteella sekä oikealla lämmitysmuodon valinnalla vaikutetaan hirsitalon energiamääräysten kompensointiin. (Hirsitaloteollisuus Ry 2012.)

Hirsiseinä on myös mahdollista lisäeristää joko sisä- tai ulkopuolelta, jolloin seinän u-arvoa pystytään parantamaan. Kuviossa 18 on taulukoitu hirren lisäeristämällä saavutettavat u-arvot. Eristäminen tulisi tehdä hengittäväksi ja höyrynsulkumuovin sijasta käyttää paperia. Lisäeristyksellä talosta voi lähteä niin sanottu massiivipuun tuntu, vaikka verhous toteutettaisiinkin hirsiiä vastaavalla paneelilla. Lisäeristystä voidaan käyttää myös vain osissa seiniä. Hirsiseinä voidaan koolata ja lisäeristää paikoista, joissa hirsi jäisi muutenkin piiloon. Tällaisia paikkoja ovat esimerkiksi kaapistoseinät keittiöissä, eteisissä, kodinhoitohuoneissa sekä märkätilat. Myös muita ulkoseinärakenteita on mahdollista liittää ja parantaa näin rakennuksen osan u-arvoa. Rakentamalla yläkerta tai tasakerran yläpuolinen osa rankaseinä tai mahdollinen kellarikerros lämpöharkoista voidaan osaa hirsitalon seinien u-arvoista parantaa. (Hirsitaloteollisuus Ry 2012.)

Eristämättömien ja sisäpuolisesti lisälämmöneristettyjen seinärakenteiden ohjeelliset u-arvot ($W/(m^2K)$). (hirsi $\lambda_n = 0,12 W/(mK)$, villa $\lambda_v = 0,037 W/(mK)$).

HH= höylähirsi ja \emptyset =pyöröhirsi

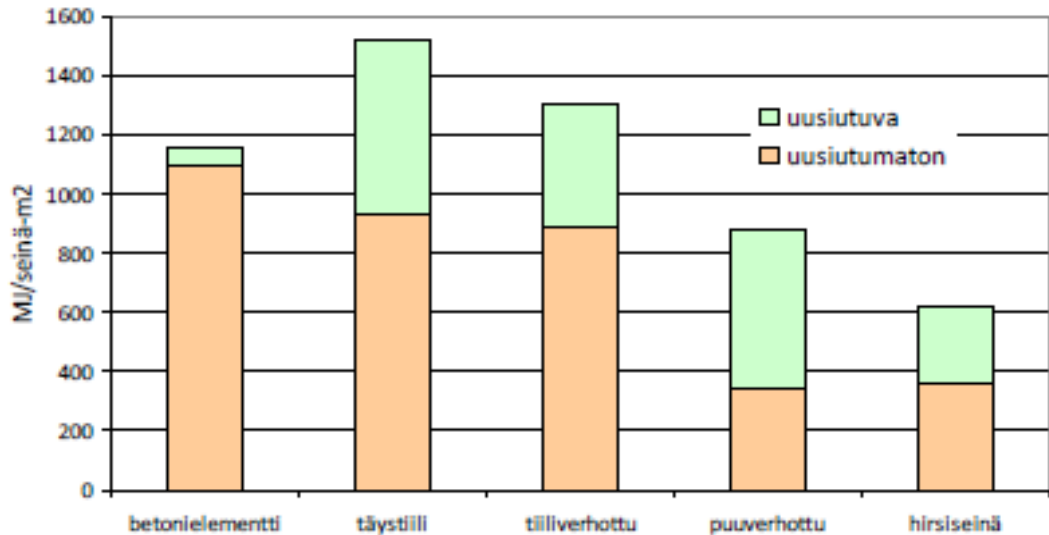
Hirsi mm	Eristys (mm)					
	0	50	75	100	125	150
HH70	1,33	0,48	0,39	0,31	0,26	0,23
HH95	1,04	0,43	0,36	0,29	0,25	0,22
HH110	0,92	0,41	0,35	0,28	0,24	0,21
HH120	0,85	0,4	0,34	0,27	0,23	0,2
HH135	0,77	0,38	0,32	0,26	0,22	0,19
HH180	0,6	0,34	0,27	0,23	0,2	0,18
HH205	0,53	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17
HH270	0,41	0,27	0,24	0,2	0,18	0,16
\emptyset 130	0,89	0,4	0,32	0,26	0,22	0,19
\emptyset 150	0,79	0,38	0,3	0,25	0,22	0,19
\emptyset 170	0,72	0,36	0,29	0,24	0,21	0,18
\emptyset 190	0,64	0,34	0,28	0,23	0,2	0,18
\emptyset 210	0,58	0,33	0,27	0,23	0,2	0,17
\emptyset 230	0,53	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17

Kuvio 18. Hirsiseinän lisäeristämällä saavutettavat u-arvot. (Hirsitaloteollisuus Ry 2012.)

5.5 Hiilijalanjälki

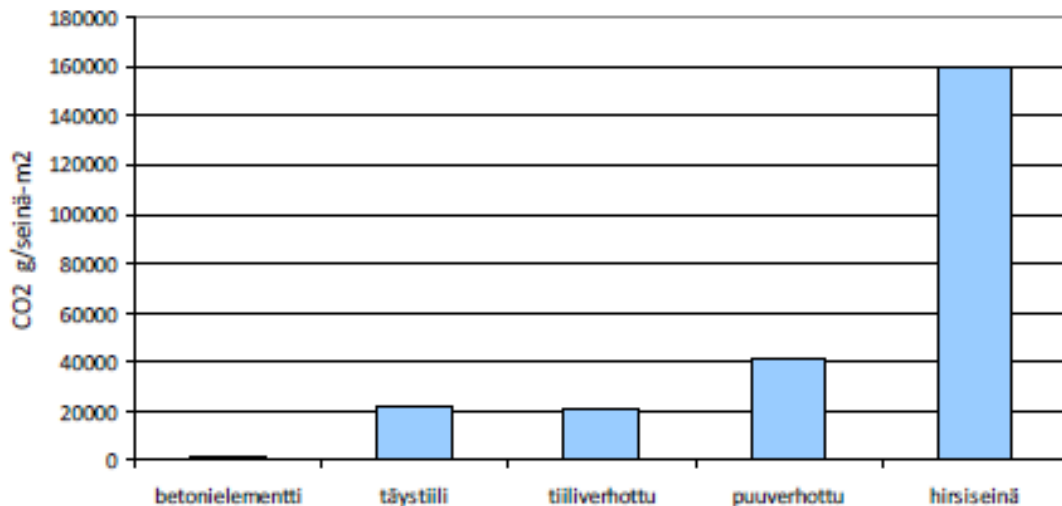
Hirsirakentamiselle on haluttu löytää keino esittää sen ekologisuus, sillä tämänhetkisillä energiatehokkuuden laskentatavoilla se ei ilmene. Seinään varastoituvan hiilen määrä pyritään arvioimaan, jolloin hirsiseinään muodostuu hiilinielu. Tämä hiilinielu luetaan suureksi eduksi verrattuina muihin seinärakenteisiin. Mikäli hiilinielu kompensoitaisiin u-arvoon, olisi sen merkitys suuri massiivisilla hirsiseinillä. Hirsitalon muut rakenteet ovat hyvin pitkälle samanlaiset kuin muissa pientaloissa. Hirsiseinän valmistusprosessi vaatii vähemmän energiaa kuin muiden seinien tuottaminen. Kuviossa 19 on esitetty eri seinien valmistukseen vaadittava energiakulutus. Puussa on keskimäärin 212 kg hiiltä kuutiometriä kohden ja vain kymmenesosa siitä vapautuu hirsiseinän valmistuksessa. Puu kasvaa vuosikymmeniä ennen kuin se kaadetaan, kuljetetaan, kuivataan, puusta muokataan hirsi, hirret kuljetetaan työmaalle ja kasataan, jolloin saadaan valmista pintaa, joka on vain loppukäsittelyä

vaille valmis. Hirren valmistukseen käytetään vähemmän energiaa kuin sen sivutuotteista syntyvistä bioenergiatuotteista, hakkeesta ja purusta saadaan. (Alasaarela 2009.)



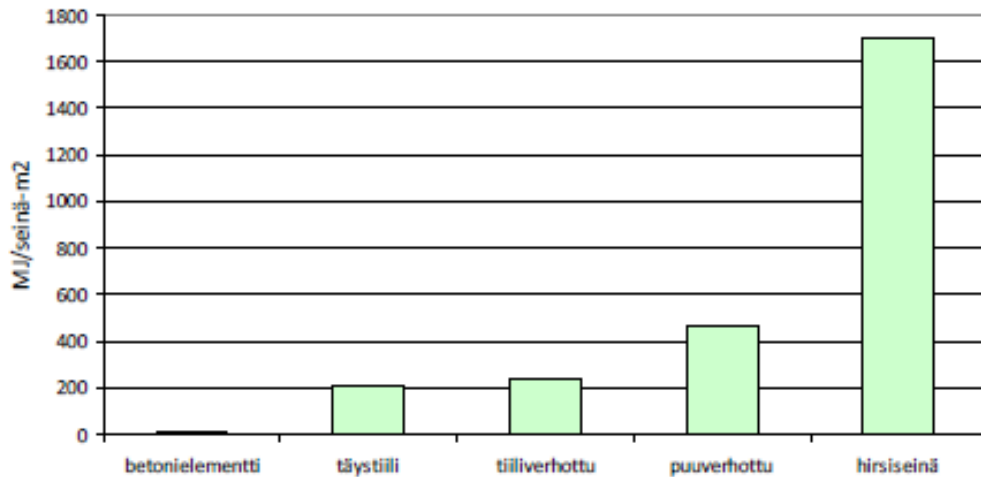
Kuvio 19. Seinän valmistuksen energiakulutus. (Alasaarela 2009.)

Puu on kymmeniä tai satoja vuosia vanha, ennen kuin se kaadetaan hirsituotantoa varten ja sinä aikana se on ehtinyt sitoa hiiltä valtavia määriä. Kuviossa 20 on esitetty kunkin seinärakenteen hiilisisältö muutettuna hiilidioksidiksi. Tukkipuusta hirren valmistamiseen käytetään 25 %, loput sahatavaraksi, energiantuottoon ja paperin raaka-aineeksi. Kun lasketaan hirsitalossa olevan 205 mm paksua hirsiseinää keskimäärin 150 m² tarvitaan seinähirsien valmistukseen noin 120 kuutiota tukkeja. Yhden hirsitalon seinät saataisiin keskimääräisen metsänkasvun pohjalta noin 1,4 hehtaarin alueelta. Metsissämme kasvaa puuta 23 miljoonaa kuutiota enemmän kuin sitä hakataan, joten hirsitaloja voitaisiin valmistaa vuosittain noin 70 000 nykyistä enemmän ilman, että puun määrä vähenisi metsissämme. (Alasaarela 2009.)



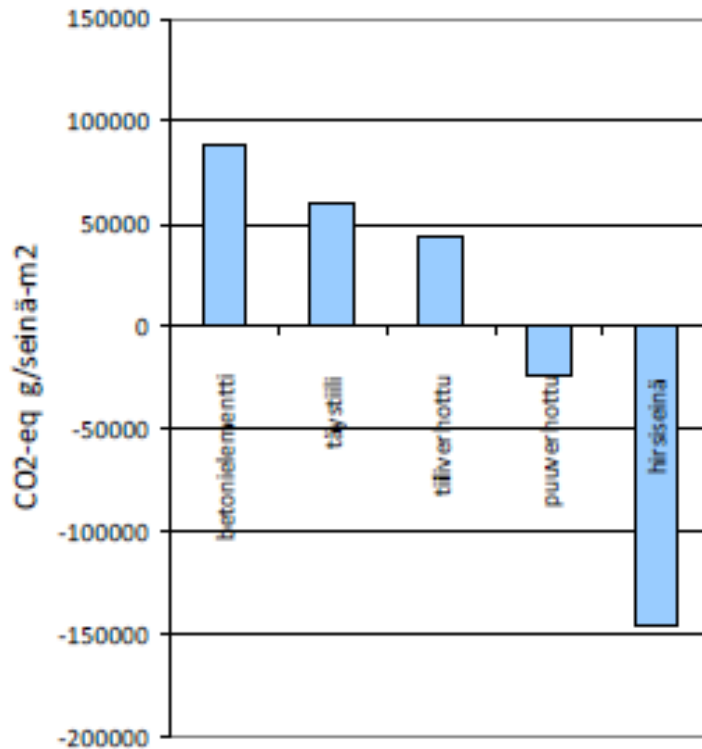
Kuvio 20. Seinän hiilisisältö muutettuna hiilidioksidiksi. (Alasaarela 2009.)

Rakennuksen ikään voidaan vaikuttaa rakentamistavalla, käytöllä ja tarkkailemalla sekä huoltamalla rakennusta ajoissa. Erilaiset seinärakenteet ovat pitkäikäisiä, kun ne tehdään hyvin ja niitä huolletaan. Mutta mitkä ovat rakennuksen kierrätysmahdollisuudet elinkaarensa lopussa? Hirsitalo ei eroa merkittävästi muulla tavoilla rakennetuista taloista muilta osin kuin seinärakenteeltaan. Kuvio 21 näkyy kuhunkin seinärakenteeseen varastoitunut bioenergian määrä, joka on mahdollista hyödyntää seinän elinkaaren lopussa. Elinkaarensa aikana hirsirunko voi olla sijoitettuna useaan paikkaan. Varsinkin aikaisemmin hirsitalojen siirto on ollut hyvinkin yleistä. Hirret merkataan ja puretaan, jolloin niiden siirto ja uudelleen kasaaminen on ollut helppoa. Hirsikehikko saattaa olla satoja vuosia vanha ja siirretty useamman kerran. Hirsitalon tullessa elinkaarensa loppuun on sen hyötykäytölle useita mahdollisuuksia. Massiivipuut voidaan sahata uusiokäyttöön, hakkuuttaa bioenergiaksi tai hyödyntää muuten kuntosuun mukana. (Alasaarela 2009.)



Kuvio 21. Seinään varastoitunut bioenergia. (Alasaarela 2009.)

Kuviossa 22 on kuvattu kunkin seinärakenteen hiilioksidipäästöt, kun huomioidaan seinän hiilinieluvaikutus. Kuviosta 22 näkyy myös hirsiseinän ekologisuus muihin rakenteisiin verrattuna, mitä ei huomioida tällä hetkellä energiatehokkuuslaskelmissa. Hirsiseinän etuna on puiden kasvun aikana sitoma hiili, valmistamiseen kuuluva energia on vähemmän kuin sivutuotteesta saatu energia sekä hirsiseinän hyödyntäminen elinkaarensa lopussa. (Alasaarela 2009.)



Kuvio 22. Seinän rakentamisen hiilidioksidipäästöt kun huomioidaan seinään varastoitunut hiili eli niin sanottu seinän hiilinielu. (Alasaarela 2009.)

5.6 Asumisviihtyvyys

U-arvo ei kerro kaikkia puun lämpötaloudellisia ominaisuuksia. Puun lämmönjohtokyky on heikko ja ominaislämpö taas suhteellisen korkea. Se tarkoittaa sitä, että hirsiseinän luovuttama lämpö on tasaista ja seinän pintalämpötila korkea, sillä seinä lämpenee hitaasti sekä luovuttaa lämpönsä hitaasti. Hirsitalo onkin asumisviihtyvyydeltään parasta luokkaa. Vapaa-ajan asunnot tehdään usein puusta, ehkä perinteiden vuoksi, mutta myös puun luoman rauhausuuden vuoksi. (Lauharo 2002, 17.)

Terveyden ja hyvinvoinninlaitos on tehnyt tutkimuksen, jossa tutkittiin eri runkorakenteisissa taloissa asuvien ihmisten viihtyvyyttä. Hirsitalossa asuvat ihmiset olivat kaikin puolin tyytyväisempiä asuntoonsa kun kivi- tai puurankatalossa asuvat. Hirsitalo menestyi tutkimuksessa jotka kohdistuvat sisäilman laatuun, kesäaikaiseen lämpötilaan sekä asukkaiden yleiseen terveydentilaan. Tutkimus toteutettiin käyttämällä ALTTI 2007- ja ALTTI 2011 -tutkimuksissa kerättyä aineistoa. Tutkimuksen tuloksiin on vaikuttanut hirsitalojen pieni otanta sekä vanha ikä. (Lättilä 2012.)

Rakennuksen energiankulutukseen voidaan vaikuttaa rakennusmateriaalien, lämmöntuotannon ja kodinkoneiden sekä teknologian valinnoilla. Näiden päätösten jälkeen vaikuttaminen riippuu asukkaiden käyttötottumuksista. Rakennustutkimus RRS Oy:n tekemästä Suomi Asuu -tutkimuksesta ilmenee, että hirsitaloasukkaat ovat puuranka- ja kivitaloasukkaita omatoimisempia ja säästäväisempiä. Hirsitaloissa asuvat perheet käyttävät kotiensa lämmitykseen enemmän puuta sekä vähemmän sähkö- ja muuta ostoenergiaa. Ulkoseinän materiaalilla ei tutkimuksen mukaan ole vaikutusta kokonaisenergiankulutukseen, vaan suurimmat erot syntyvät asukkaiden käyttötottumuksista kuten veden, ilmanvaihdon, kodinkoneiden ja valojen käytössä. (Rakennustieto lehdet 2013.)

6 Päätelmä

Hirren rooli rakentamisen historiassa on vaihdellut, mutta sen perinne on elänyt koko ajan. Se on määritellyt rakentamisen historiaa vuosisatoja, mutta jäi taka-alalle sotien jälkeen syntyneen teollisen rakentamisen paikatessa suurta uudelleen rakentamisen tarvetta. Kuitenkin ekologisuuden ja terveellisen asumisen myötä toimii parhaimpana ratkaisuna usein massiivipuun ja hirsin. Terve sisäilma ja vihreä rakentaminen luovat mielikuvan hirsitalosta. Kuten työssä saatiin selville, hirsitalo on niin sisäilmanlaadultaan, ekologisuudeltaan, kotimaisuudeltaan ja asukastyytyvyydeltään hyvää.

Kiristyvät määräykset rakentamisessa ja energiataloudessa pitävät kehityksen käynnissä tuotannon jokaisella alalla. Nähtäväksi jää, muuttuvatko energialaskelmat elinkaariajatteluun vai kiristyvätkö ne vain hirren kannalta entisestään. Mihin asemaan hirsirakentaminen näiden muutosten myötä sijoittuu? Tällä hetkellä hirsistä on mahdollista ja suotuisaa rakentaa omakotitaloja. Tulevaisuudessa teollisuudesta ja valmiista tuotteista pyritään saamaan edellisiä energiatehokkaampia ja ekologisempia sekä käyttäjäystävällisempiä. Mutta miten hirsistä voitaisiin kehittää tulevaisuudessa ja mitä on jo kehityksen alla? Teollisen hirren valmistuksessa pyritään varmasti parantamaan rakenteiden u-arvoa, mutta tuleeko massiivipuun paksuudelle raja vastaan? Eräillä toimittajilla on valikoimissaan 600 mm paksuja hirsistä. Paksuuden moninkertaistaminen ei silti paranna yhtä huomattavasti rakenteen lämmönläpäisyyttä. Hirsien käsittely ja tuotanto hankaloituvat koon suurentuessa. Voisiko lamellihirren sisään lisätä eristettä tai tehdä rakenteet kaksinkertaisilla hirsirungoilla, kuten Saksassa tehdään. Tällöin saatetaan hukata hirren nopeasti nouseva valmis pinta ja kustannukset nousevat sekä sen fysikaalinen käyttäytyminen muuttuu. Voisiko tehtaita tai puun käyttöä muokata vielä tehokkaammaksi?

Käsinveistetyn hirsitalon historia on hyvin pitkä, mutta uusille innovaatioille on tilaa. Hirsitalon käsin veistäminen on varmasti kannattava perinne säilytettäväksi. Sen ekologisuudessa, persoonallisuudessa, kestävyudessa ja tunnemaailmassa on mahdollisuus päästä vielä pidemmälle kuin teollisesti tuotetulla hirrellä. Talo on mahdollista veistää paikan päällä tontin omista puista omin käsin ja ideoin. Tulevaisuudessa moottorisahat voidaan korvata akuilla toimivilla työkaluilla, joita voidaan

esimerkiksi ladata aurinkopaneeleilla. Käsinväestössä vaaditaan myös tietotaitoa sekä huolellisuutta, että päästäisiin pitkäikäisiin ja tiiviisiin rakenteisiin. Oikeanlainen kuivatus, varaukset ja salvokset sekä painumisen huomioiminen on ehdotonta, mikäli halutaan rakenteesta tiivis ja energiatehokas. Ainakin Yhdysvalloissa on käytössä massoja, joilla tiivistetään hirsitalon varaukset päältä muutamia senttejä varauksen ylä- ja alapuolelta. Massa on vaaleaa ja muokkaa rakennuksen ulkonäköä. Hirsitalojen tiiviyttä voitaisiin mahdollisesti parantaa kehittämällä eristäviä, tiiviitä ja elastisia massoja puupinnoille ulko- ja sisäkäyttöön, joilla voitaisiin jälkeinpäin tilkitä hirsikehikoiden varaukset. Voittaisiin myös tutkia, voisiko varauksiin myös ajaa sahalla ura, johon olisi mahdollista asentaa solukaistaa tai kumia tiivistämään varauksista.

LÄHTEET

- Alasaarela, M. 2009. Hirsiseinän ekokilpailukyky. [www-dokumentti]. Hirsitaloteollisuus Ry. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: <http://www.aihkitalot.fi/imagenes/docs/vertailua.pdf>
- D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2012. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristönsasto. Rakennusten energiatehokkuus.
- Haaja. 2016. Hirsi rakennusmateriaalina. [www-dokumentti]. Ollikaisen Hirsirakenne Oy. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: <http://ohr.fi/sivut/rakentajalle/hirsi-rakennusmateriaalina/>
- Hirsitaloteollisuus Ry. 2012. Hirsitalon suunnitteluperusteet HTT RY 4/2012. [www-dokumentti]. Hirsitaloteollisuus Ry. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: http://www.aihkitalot.fi/website_siteseq/images/docs/HIRSITALON20SUUNNITTELUPERUSTEET204_2012.pdf
- Honkarakenne Oyj. Ei päiväystä. Hyvä sisäilma. [www-dokumentti]. Honkarakenne Oyj. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: <http://www.honka.fi/terveellinen-asuinymparisto>
- Honkarakenne Oyj. Ei päiväystä. Painumaton hirsirunko. [www-dokumentti]. Honkarakenne Oyj. [Viitattu 20.3.2016]. Saatavissa: <http://www.honka.fi/painumaton-hirsirunko>
- Honkatalot. 2016. Nurkkaratkaisut. [www-dokumentti]. Honkatalot. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: <http://www.honkatalot.fi/tuotevalikoima/hirsitalot-2/nurkkaratkaisut/>
- Kerohirsitalo. 2016. Lämpöhirsi. [www-dokumentti]. Kero-hirsitalot. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: <http://www.kerohirsitalot.fi/index.php/lampohirsi>
- Kontiotuote Oy. 2016. Höylähirsi. [www-dokumentti]. Kontiotuote Oy. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: <http://www.kontio.fi/fin/Kontion-valtakunta/Hirsivaihtoehdot/Hoylahirsi.653.html>
- Lauharo, K. 2002. Hirsi rakennusaineena ja teollinen hirsitalo. Kuopio: Oy Unipress Ab
- Luotola, J. 2014. Hirsitalo sai tutkimuksessa hyvät paperit – suojelee ympäristöä ja ilmastoa. [Verkkolehtiartikkeli]. tekniikka & talous 28.1.2014. [Viitattu 18.5.2015]. Saatavissa: <http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/rakennus/2014-01-28/Hirsitalo-sai-tutkimuksessa-hyv%C3%A4t-paperit-%E2%80%93-suojelee-ymp%C3%A4rist%C3%B6-%E2%80%93-ja-ilmastoa-3317454.html>

- Lättilä, H. 2012. Hirsitalojen asukkaat tyytyväisempiä asuntoonsa kuin puu- ja kivitaloissa asuvat. [Verkkolehtiartikkeli]. Pientalo 16.11.2012. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/2012/11/hirsitalojen-asukkaat-tyytyvaisempia-asuntoonsa-kuin-puu-ja-kivitaloissa-asuvat/> vaatii kirjautumisen
- Nollaenergiahirsi. Ei päiväystä. Johdanto: [www-dokumentti]. Nollaenergiahirsi.fi. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: <http://www.nollaenergiahirsi.fi/johdanto/>
- Puuinfo Oy. Ei päiväystä. Kosteusteknisiä ominaisuuksia. [www-dokumentti]. Puuinfo Oy. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina/kosteusteknisi%C3%A4-ominaisuuksia>
- Pro Puu ry. Ei päiväystä. Kelohirsi. [www-dokumentti]. Pro Puu ry. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: http://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/7/hirsisalvokset/kelohirsi
- Pro Puu ry. Ei päiväystä. Salvokset. [www-dokumentti]. Pro Puu ry. [Viitattu 20.3.2016]. Saatavissa: http://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/7/hirsisalvokset/salvokset99
- Rakennustieto lehdet. 2013. Ympäristöministeriö kiristää rakennusten energiamääräyksiä. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Rakennustieto. [Viitattu 18.5.2015]. Saatavissa: http://www.rakennustieto.fi/lehdet/ry/index/uutiset/P_292.html
- Saarelainen, E. 1993. Hirren maailma. Espoo: Rakentajan Tietokirjat RATK Oy
- Seppälä, P. 2014. Hirsitalon renessanssi. [www-dokumentti]. omakotilehdet 7.8.2014. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: <http://omakotilehdet.fi/hirsitalon-renessanssi/>
- Siikanen, U. 2008. Puurakentaminen. Tampere: Rakennustieto
- Suomen Hirsitaito Ry. Ei päiväystä. Tietoa käsinveistosta. [www-dokumentti]. Suomen Hirsitaito Ry. [Viitattu 18.5.2015]. Saatavissa: <http://www.hirsitaito.fi/tietoa-kasinveistosta>
- Vuolle-Apiala, R. 2012. Hirsitalo ennen ja nyt. 1.p. Porvoo: Bookwell Oy
- Yle tiede. Ei päiväystä. Tätä et tiedä kivikauden elämästä pääkaupunkiseudulla. [www-dokumentti]. Yle. [Viitattu 19.3.2016]. Saatavissa: <http://yle.fi/aihe/artikkeli/2015/07/01/tata-et-tieda-kivikauden-elamasta-paakaupunkiseudulla>

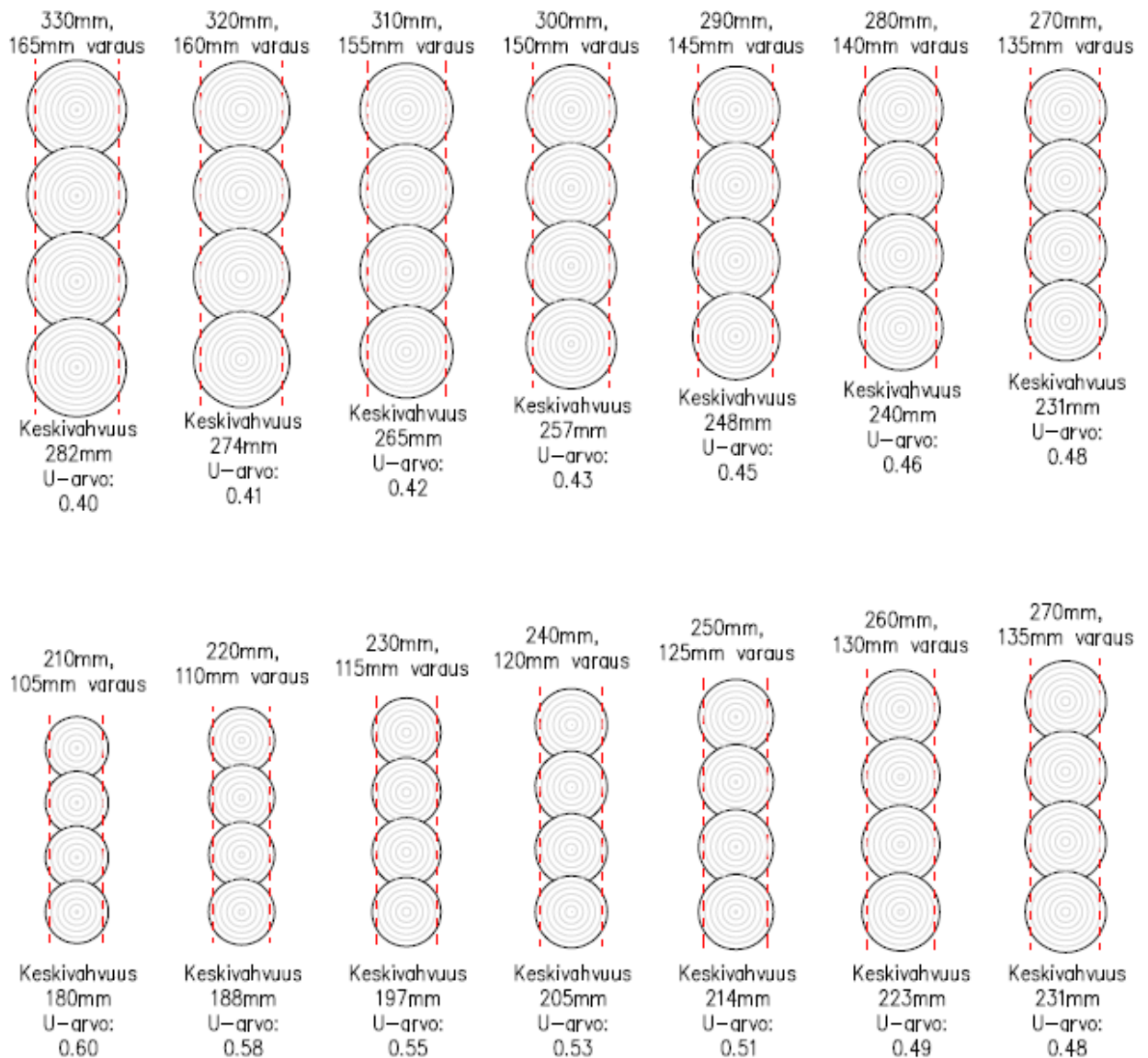
LIITTEET

Liite 1: Hirsiseinien u-arvot, pyöröhirsi



	Sisältö HIRSISEINIEN U-ARVOT, PYÖRÖHIRSI www.huliswood.fi		
		Päiväys 01.03.2010	

Uuden RakMK C3 2010:n mukaisesti ympärivuotiseen asumiseen hyväksytyhän hirsirakennuksen ulkoseinän U-arvo vaatimus on 0,40 W/m²K ja seinärakenteen U-arvo on kompensoitavissa tasoon 0,60 W/m²K asti.

Näin ollen 327mm halkaisijaltaan oleva pyöröhirsi 50% varausleveydellä täyttää hirsiseinän U-arvo vaatimuksen 0,40 ilman kompensointia. Vastaavasti 210mm halkaisijaltaan oleva pyöröhirsi 50% varausleveydellä täyttää seinärakenteen U-arvo vaatimuksen 0,60 ja on näin ollen kompensoitavissa muilla rakenneosilla ja ilmanvaihdon lämmöntalteenotolla.



Liite 2: Hirsiseinien u-arvot, pelkkahirsi

	Sisältö HIRSISEINIEN U-ARVOT, PELKKAHIRSI www.huliswood.fi	
	Päävyö 01.03.2010	
Mittakaava 1:20	Tekijä TM	

Uuden RakMK C3 2010:n mukaisesti ympärivuotiseen asumiseen hyväksytyn hirsirakennuksen ulkoseinän U-arvovaatimus on $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja seinärakenteen U-arvo on kompensoitavissa tasoon $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ asti.

Näin ollen 285mm paksuinen pelkkahirsi 75% varausleveydellä täyttää hirsiseinän U-arvovaatimuksen $0,40$ ilman kompensointia. Vastaavasti 182mm paksuinen pelkkahirsi 77% varausleveydellä täyttää seinärakenteen U-arvovaatimuksen $0,60$ ja on näin ollen kompensoitavissa muilla rakennosilla ja ilmanvaihdon lämmöntalteenotolla.

