

Katja Karjalainen

Hirsirakentaminen ja ekologisuus

Insinööri (AMK),

rakennustekniikka

Kevät 2015



KAJAANIN
AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Karjalainen Katja

Työn nimi: Hirsirakentaminen ja ekologisuus

Tutkintonimike: Insinööri (AMK), rakennustekniikka

Asiasanat: hirsirakentaminen, puurakenteet, ekologinen rakentaminen

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, onko hirsitalo kannattava vaihtoehto ympärivuotiseen asumiseen. Hirsitalon kannattavuutta tutkittiin etsimällä tietoa eri lähteistä, tekemällä vertailuja ja selvittämällä hirsirakentamisen hyviä ja huonoja puolia sekä pohtimalla kustannuksia. Lisäksi on tutkittu Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaisia uusimpia vaatimuksia.

Työn keskeisimpiä aihealueita ovat ekologisuus ja energiatehokkuus. Puu toimii hiilinieluna, on ekologinen materiaali, ja lisäksi hirsirakennuksen valmistus on ekologista. Hirsitalon energiatehokkuuden tasoa tutkimalla on todettu hirsiseinän paksuudella olevan vaikutusta hirsiseinän lämmöneristyskykyyn. Hirsi tasaa lämpötilan vaihteluita, sillä talvella hirsirakennus pysyy lämpimänä ja taas kesällä sopivan viileänä. Hirsitalossa on terveellinen sisäilma, joten se sopii hyvin myös allergisille asukkaille. Hirsitaloa on verrattu myös ranka- ja yhdistelmä rakenteiseen rakennukseen. Viimeisinä aiheina on pohdittu hirsitalon valintakriteerejä ja hirsirakentamisen tulevaisuutta.

ABSTRACT

Author: Karjalainen Katja

Title of the Publication: Log construction and ecology

Degree Title: Bachelor of Engineering, Construction Engineering

Keywords: log construction, timber construction, ecological construction

The aim of this study was to determine if a log house is a viable option for all-year-round living. The log house profitability was studied by searching information from a variety of sources, making comparisons, and studying the log construction pros and cons considering the costs. In addition, the Finnish Building Code is referred concerning the latest requirements.

The most important topics included in the work are ecology and energy efficiency. Wood acts as a carbon sink, is an ecological material, and in addition, is ecological as building material. The energy efficiency level of log houses was studied and it was found that the thickness of the timber wall has an effect on thermal insulation. Log as material evens out temperature variations, as the log building stays warm in the winter, and on the other hand is cool in the summer. Log houses have healthy indoor climate, so they are suitable for people with allergies. This work also includes the comparison of log houses with timber frame houses and houses built of different materials. The last paragraph discusses the criteria of selecting a log house, as well as the future trends of timber construction.

KÄYTETYT TERMIT

Anistrooppisuus

Puu on myös anistrooppinen materiaali, eli puun pitkittäissuuntainen kosteuseläminen on pientä, kun taas poikittaissuuntainen kosteuseläminen on merkittävää. Se huomioidaan yksityiskohtia ja rakenteita suunniteltaessa [1].

Hiilinielu

Seinän paksuuden kasvaessa lisääntyy eksponentiaalisesti hirsiseinän hiilinieluvaikutus [2].

Hirsitalo

Rakennus, jonka ulkoseinien rakennusmateriaali on pääasiassa hirsi, jonka keskimääräinen rakennepaksuus on ainakin 180 mm [3].

Hygroσκοoppisuus

Tasapainokosteuteen asettuva puu on hygroskooppinen materiaali. Puu pystyy sitomaan ja luovuttamaan kosteutta sen mukaan, miten ilman suhteellinen kosteus vaihtelee [1].

Lämpöhäviö

Rakennuksen vertailulämpöhäviö voidaan laskea. Rakennusosakohtaiset lämmönläpäisykerroimet ja ikkunapinta-alan vertailuarvot ainakin 180 mm:n hirsiseinälle: puolilämmin tila 0,60 W/m²K ja lämmin, erityisen lämmin tai jäädytettävä kylmä tila 0,40 W/m²K [3].

PEFC-sertifikaatti

PEFC-sertifikaatti todistaa, että puun alkuperä voidaan selvittää ja puuraaka-aine hankitaan vain sertifioiduista metsistä [4].

Tiiveysluku

Tiiveysluku kertoo talon ilmatiiveydestä. Talo on sitä tiiviimpi, mitä pienempi tulokseksi saatu luku on. Esim. tiiveysluku 1 l/h tarkoittaa, että talon ilma vaihtuu yhden kerran tunnissa [5].

U-arvo

Lämpöhäviöiden tasauslaskelmissa käytetään vertailu U-arvoa. Hirsirunkoisessa omakotitalossa ulkoseinän rakennepaksuus on ainakin 180 mm, joten U-arvo on 0,40 W/(m²K). Muilla materiaaleilla U-arvo on 0,17 W/(m²K) [6].

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 HIRSIRAKENTAMISEN HISTORIAA	2
3 PUU MATERIAALINA.....	5
4 EKOLOGISUUS	10
5 ENERGIATEHOKKUUS	12
5.1 Vertailulämpöhäviö.....	12
5.2 Tiiveys.....	13
6 TEOLLINEN HIRSI	16
6.1 Hirren ominaisuudet	16
6.2 Hirsityypit.....	21
6.3 Hirren valmistus.....	23
7 HIRSITALON SUUNNITTELU.....	30
7.1 Ilmanpitävyyden laadunvarmistus	30
7.2 Runko ja siihen liittyvät rakenteet	31
8 SISUSTUS HIRSITALOISSA	33
9 HIRSITALON VALINTAKRITEERIT	39
9.1 Hirsirunko vai puurankarunko.....	41
9.2 Hirsi- ja rankarakenteen tekniset erot.....	41
9.3 Massiivihirsi vai yhdistelmähirsi.....	42
9.4 Lämmöneristävyysvaatimukset	42
9.5 Pyörö-, höylähirsi vai lautarakenne	44
10 HIRSIRAKENTAMISEN TULEVAISUUS.....	46
11 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO.....	49
12 YHTEENVETO	53
LÄHTEET	55

1 JOHDANTO

Roomalainen arkkitehti ”Vitruvius Ensimmäinen” kirjoitti vuosisadan alussa eKr: ”Hirsitalona tunnettu arkkitehtoninen rakennelma, joka koostuu suorakulmaisesti asetelluista, vaakatasoon päällekkäin ladotuista ja päistään lovetuista hirsistä, on hyvin vanha, eurooppalainen rakennusmuoto” [7].

Hirsirakentaminen on laaja kansainvälinen ilmiö Euroopassa. Skandinaviassa ja Baltiassa rakennustapa tunnetaan erilaisina muunnoksina. Nämä perinteet ovat siirtyneet USA:han ja Kanadaan siirtolaisuuden mukana. Nykyään Suomessa on miljoona hirsirakennusta määrän kasvaessa koko ajan. Myös loma-asuntoja rakennetaan jatkuvasti lisää [8].

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten kannattava vaihtoehto hirsitalo on ympärivuotiseen asumiseen. Hirsitalon kannattavuutta tutkittiin etsimällä tietoa eri lähteistä, vertailemalla eri kohteita ja selvittämällä hirsirakentamisen hyviä ja huonoja puolia.

Työn alussa perehdytään lyhyesti hirsirakentamisen historiaan, jonka tarkoituksena on johdattaa lukija varsinaiseen työn aiheeseen. Seuraavana kerrotaan puusta materiaalina, ekologisuudesta, energiatehokkuudesta, teollisesta hirrestä ja hirsitalon suunnittelusta.

Hirsitalojen lämpöhäviöitä on verrattu puutalon tuloksiin ja selvitetty hirsitalon energiatehokkuuden taso. Lisäksi on pohdittu hirsitalon kustannuksia sekä verrattu niitä puutalon vastaaviin kustannuksiin. Viimeisinä aiheina on käsitelty hirsitalon valintakriteerejä ja hirsirakentamisen tulevaisuutta.

2 HIRSIRAKENTAMISEN HISTORIAA

Hirsirakentaminen on lähtöisin Pohjois-Euroopan ja pohjoismaiden sekä Venäjän laajoilta metsäseuduilta. Hirsitalo ja hirsityökälvät kehittyivät rautakaudella. Hirrestä tuli Suomessa pääasiallinen rakennusten materiaali n. v. 600. Hirttä on käytetty rakentamiseen jo kivikaudella ja Suomessa on pystytty rekonstruoimaan jo n. 500 vuotta sitten esiintyneitä asuinrakennuksia [7 ja 8].

Hirsikehikosta hirsirakennukseen

Varhaisin tunnettu asuinrakennuksen hirsikehikko vuodelta 800 jKr. on löytynyt Laatokalta. Hirsi oli pitkään talojen runkorakentamisen päämateriaali, aivan tälle vuosisadalle saakka. Teollinen rakentaminen oli hirsitekniikan vastaus kehittyvän rakentamistekniikan kilpailussa. Suomalaista rakentamistapaa muuttivat sota ja sen aikaan saama hävitys vuosikymmenien ajaksi. Oli kehitettävä jotain ihan uutta, sillä Suomen jälleenrakentamisen tarpeet olivat niin isot. Tällöin syntyi käsite teollinen rakentaminen. Ennennäkemätön rakentamisen vauhti ja laatu saatiin luomalla tyyppitaloja ja teollisesti valmistettuja talon osia. Hirsirakentaminen säilyi, mutta toteutustapa muuttui merkittävästi ajan mukana. Kehityksen jatkuessa syntyi toimintatapa, jota alettiin kutsumaan teolliseksi hirsirakentamiseksi. Siitä ajasta kehittynyt hirsitaloteollisuus on hirsirakentamisen sovellus rakentamistavasta, joka perustuu yleiseen teolliseen esivalmistukseen [7].

Hirsikota on luultavasti vanhin lamasalvostekniikkaan perustuva asuinrakennustyyppi, jota käytettiin viikinkiajalla 800–1000-luvulla jKr. Hirsikodasta taas on kehittynyt savupirtti, jonka rakentaminen levisi maahamme idästä Karjalan ja Savon kautta. 1600-luvulla alkoi veistetyin hirren käyttö yleistyä läntisessä Suomessa, ja pian se levisi myös sen aikaisen Ruotsi-Suomen alueelle. Asuinrakennuksissa pyöreän hirren käyttäminen säilyi yhä edelleen Itä-Suomessa. Hirsikehikoita valmistettiin Pohjalahden rannikkopitäjissä jo 1600-luvulla. Asuinrakennuksissa yleistyi kahdelta puolelta veistetyin hirren käyttö suurimmassa osassa maamme jo 1600-luvulla [9].

Höylähirsi oli ensimmäinen teollinen tuote, jossa tukit ensin sahattiin hirsiaihoiksi ja sitten höylättiin. Tekijäryityksiä oli useita ja luonnollista pioneeritoiminnalle oli,

että kullakin yrityksellä oli omanlaisensa hirren muoto, jonka paremmuudella kilpailtiin. Tuotannon esivalmistuksen osuus oli aluksi pieni. Vain hirret höylättiin, nurkkalukot ja tappireiät tehtiin käsin. Lukon loveus tehtiin vain hirren ala- ja yläpuolelta, jolloin nurkka löystyi hirsikehikon kuivuessa. Tuotteet kuitenkin kehittyivät jatkuvasti [7].

Keskiajalta 1700–1800-luvun teollisen vallankumoukseen asti puutalot rakennettiin yleensä pyöreistä tai sivuilta suoriksi veistetyistä hirsistä, jotka pinottiin vaakasuoraan päällekkäin ja lovettiin muodostamalla seiniä yhteen liittävä nurkkasalvos. Ennen teollista vallankumousta Euroopassa ja pohjoismaissa rakennettuihin hirsirunkoisiin taloihin kului keskimäärin 2/5 puumäärästä, jota tarvittiin nykyisen vastaavan kokoisen hirsitalon rakentamiseen [7].

Hirsitalot olivat suosittuja etenkin kylmässä ilmastossa. Kun talon varaukset ja nurkat on veistetty huolellisesti ja saumat hyvin tilkitty, talvella paksut hirsiseinät pitävät sisätilat lämpiminä ja kesällä taas viileinä. Sisäilman lämpötilat vaihtelevat sitä vähemmän, mitä massiivisempi seinärakenne on. Ulkoilman viiletessä yöllä sisätilat pysyvät lämpiminä paksujen hirsien luovuttaessa hitaasti päivällä varastoitunutta lämpöä. Ulkoilman lämpötilan kohotessa hirsiseinien lämpeneminen taas kestää jonkin aikaa sisäilman pysyessä viileämpänä. Hirsitalo on innostanut keksimään myös uusia hirsirakentamisen menetelmiä ja tyylejä [7].

Nykyaikainen teollinen hirren valmistus käynnistyi maassamme 1950-luvulla pääasiassa vapaa-ajan asuntojen tuotantona. Hirrestä valmistetaan jatkuvasti enemmän myös ympärivuotiseen asumiseen tarkoitettuja omakotitaloja. Hirsiprofiili ja nurkkalukko saivat nykyisen muotonsa jo 1960-luvulla, ja teollinen pyöröhirsi syntyi vuonna 1964. Teollisen tuotantoprosessin kehittyessä muutokset hirressä olivat pieniä, mutta mielenkiinto oli pitkään prosessin tehostamisessa, toimintatapojen parantamisessa ja koneiden kehittämisessä. Tuotantoprosessin kehittyttyä tuotekehityksen huomio siirtyi myös hirsitaloon ja hirteen [9 ja 10].

Suomessa puurakentamisen perinne on vahva ja pitkä. Puurakenteesta puhuttaessa sillä tarkoitetaan hirsirakentamista. Teollinen hirsitalotuotanto on muuttanut hirsirakentamisen kuvaa, mutta myös tukenut perinteisesti hyväksi koettua. Teol-

linen tuotantotapa on pitänyt hirsitalon yhä kilpailukykyisenä kaiken aikaa kasvavassa perusratkaisujen valikoimassa. Rakentajat ja suunnittelijat voisivat kokea teollisen hirsirakentamisen ratkaisuna, jonka mahdollisuuksista hyvällä suunnittelulla olisi antaa talon tilaajaa parhaiten tyydyttävät vaihtoehdot [11].

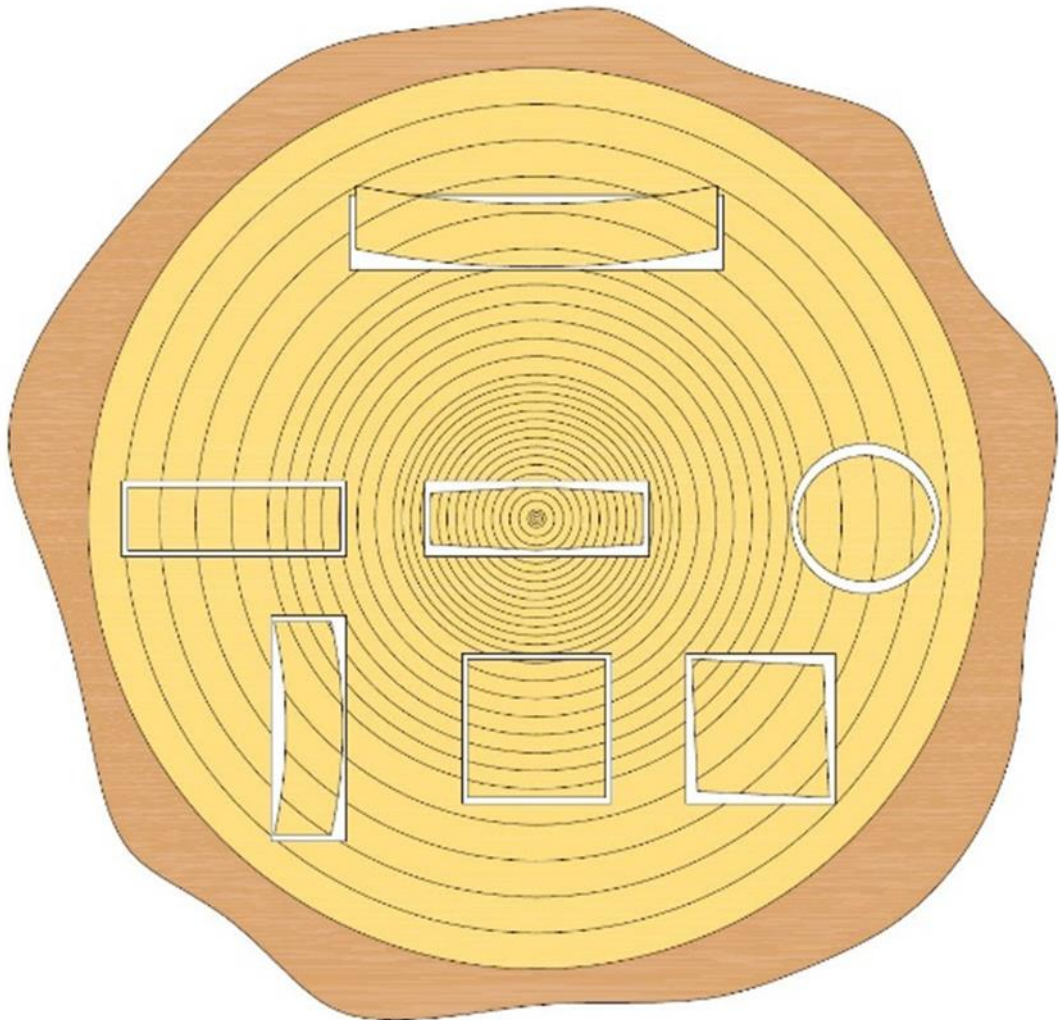
Taajamien ulkopuolella järvien rannoilla vallitseva talotyyppi on ollut pyöreästä hirrestä tehty päätytalo, joka seuraa kansallisromantiikan ja karjalaisen talon malleja. Tarvittava hirsien määrä on voitu minimoida käyttämällä matalia sivuseiniä. Yläkerran hankalat ja matalat alueet pienentävät yleensä käyttökelpoista huonealaa huomattavasti [8].

3 PUU MATERIAALINA

Puu on sekä hygroskooppinen että anistrooppinen materiaali, jonka kosteudenvaihtelu tulee huomioida.

Hygroskooppisuus ja anistrooppisuus

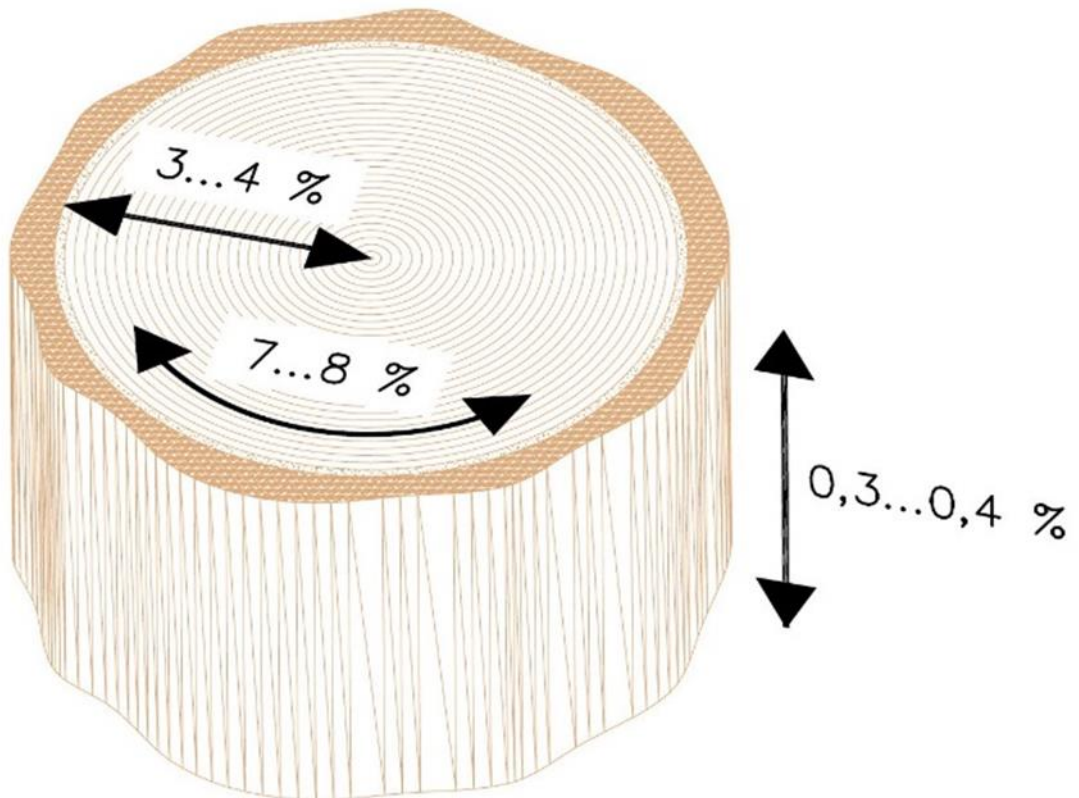
Puu on hygroskooppinen materiaali, mikä tarkoittaa, että puulla on kyky luovuttaa ja sitoa kosteutta sen mukaan, miten ilman suhteellinen kosteus vaihtelee. Kosteuden vaihteluiden takia puu turpoaa tai kutistuu ja muuttaa muotoaan, sillä puu asettuu aina tasapainokosteuteen ympäristönsä kanssa (kuva 1) [1].



Kuva 1. Puun kuivuminen vaikuttaa sahatavarakappaleen muotoon [1].

Puu on myös anistrooppinen materiaali. Rakenteita ja yksityiskohtia suunniteltaessa huomioidaan puun kosteuseläminen, joka on poikittaissuuntaisesti merkittävämpää kuin puun pitkittäissuuntaisesti [1]. Puun kosteuselämistä tapahtuu siis poikittaissuuntaisesti 3 - 4 % ja puun syiden suuntaisesti 7 - 8 % ja pitkittäissuuntaisesti vain 0,3 - 0,4 %.

Kun puu alkaa kuivumaan, niin ensin poistuu soluonteloissa oleva vapaa vesi. Vapaan veden poistuttua soluonteloista soluseinämät sisältävät enimmäismäärän vettä, jolloin puun kosteustilaa kutsutaan puun syiden kyllästymispisteeksi, jolloin puun kosteuspitoisuus on n. 30 % (kuva 2) [1].



Kuva 2. Suomalaisen havupuun kutistumisprosentit, jolloin puu kuivuu 30 %:n kosteuspitoisuudesta absoluuttisen kuivaksi [1].

Kun soluonteloissa oleva vapaa vesi on poistunut, alkaa soluseinämiin sitoutunut vesi poistua. Sen takia puu alkaa kutistua, josta aiheutuu puuhun muodonmuutok-

sia. Ne aiheuttavat puuhun sisäisiä jännityksiä, jotka aiheuttavat puuhun halkeamia ja sahatavarakappaleissa sisäisten jännitysten vaikutus voi myös näkyä. Puun kosteuspitoisuuden ollessa alle 20 % puu on usein turvassa homeilta, lahottajasieniltä ja muilta biologisilta tuholaisilta [1]. Puun kosteuspitoisuuden on siis hyvä olla vähemmän kuin 20 %.

Lähelle rantaa rakennettaessa on otettava huomioon aerosolikosteus, joka tarkoittaa tuulen mukana rakenteisiin kulkeutuvaa veden vaikutusta. Vesirajaan rakennettujen rakennusten kosteusrasitukset ovat monta kertaa suurempia, kuin riittävän kaukana rantaviivasta sijaitsevien rakennusten eli n. 100 - 300 m maastosta riippuen [9].

Puun tiheys

Hirren puuraaka-aineen tiheys vaikuttaa hirren painoon ja lujuuteen erilaisissa kuorimituksissa, kosteuselämiseen ja muodonmuutosten määrään. Teollisesta hirrestä rakentaminen on runkotöiden osalta aika pitkälle pelkkää kokoonpanotyötä. Usein teolliseen hirsitalotoimitukseen sisältyy kokoamista ohjaavat täsmälliset valmistaja- ja talokohtaiset pystytysohjeet ja piirustukset [9 ja 11].

Hitaasti kasvanut puu on syyrakenteeltaan tiheämpää, jolloin puu on kovempaa ja painuminen hirsirakenteissa on vähäisempää (kuva 3). Nopeammin kasvanut puu on taas syyrakenteeltaan harvempaa ja hirsirakenteiden painuminen on voimakkaampaa. Tiheämpisyinen puu on siis harvempisyistä puuta parempaa rakentamiseen [12].



Kuva 3. PEFC-sertifioidun puun hankinta-alue, jossa kasvaa metsäasiantuntijoiden mukaan paras Suomesta saatava, rakentamiseen soveltuva puuraaka-aine [4].

Käytettävät puulajit

Hirsirakentamisessa käytettäviä puulajeja ovat mänty, kuusi, lehtikuusi, haapa, koivu ja kierrätyspuut eli uittopuomit ja uppotukit. Kestävimmät rakennushirret saadaan männystä, varsinkin kelohongasta. Suomalaisen hirren materiaali onkin pääasiassa mäntyä, mutta siihen soveltuu myös kuusi, jolla on mäntyä suurempi taipumus suuriin halkeamiin ja vääntyilyyn [8, 9 ja 11]. Kestävän männyn ja kuusen lisäksi käytetään paljon haapaa. Kelohonka on myös hyvin kaunis ja arvostettu puumateriaalina, mutta kelohonkaa on vähemmän saatavilla ainakin Suomessa.

Traditionaalisesti parhaana hirsimateriaalina on kuitenkin pidetty suorasyistä, hitaasti kasvanutta ja vähäoksaista mäntyä, varsinkin höylähirren raaka-aineena. Lamellihirren valmistuksessa taas on kuusen käyttö mahdollista, etenkin kun lankku on sahattu sydänpuuvapaasti tukin pintaosista. Rakenteen kuivumisen seurauksena on teollisesti valmistetun hirsirakennuksen seinän painuma yleensä n. 10 - 20 mm seinän korkeusmetriä kohden [8, 9 ja 11]. Höylähirren valmistukseen sopiva puulaji on siis mänty ja lamellihirren valmistukseen sopii hyvin myös kuusi.

Puunkäyttöä säätelevät määräykset ja ohjeet. Lakeja ovat maankäyttö- ja rakennuslaki (Suomen säädöskokoelma 132/1999) sekä maankäyttö- ja rakennusasetus (Suomen säädöskokoelma 895/1999). Lisäksi sitovia määräyksiä ovat mm. RakMK-B2, -B10 ja -C1. Valtiovallan positiivinen suhtautuminen puurakentamiseen 1990-luvulla, yleisen ilmapiirin muutos ja puuteollisuuden herääminen ovat tuoneet täysin uudet lähtökohdat ja tulevaisuuden näkymät puurakentamiselle [13].

4 EKOLOGISUUS

Hirsitalo on ekologinen vaihtoehto ja tärkeimpiä hirren ekologisia ominaisuuksia on kestävyys.

Ekologinen hirsitalo

Rakennuksen energiataso on pohjana tarkastelussa, jolloin päätetään rakennuksen perusratkaisusta. Rakentamisratkaisuna hirsirakennus on edullinen energiataseeltaan, sillä materiaali syntyy aurinkoenergian tuottamana. Hirsitalo rakennetaan siten, että sen käyttökustannukset voidaan hoitaa kohtuullisesti. Hirsitalo poikkeaa monista muista rakennusratkaisuista siten, että se on aina uudelleen käytettävissä, sillä hirsikehikko voidaan purkaa hirsistä rikkomatta ja pystyttää uudelleen vaikka muunnettuna. Hirsitalon purkamisen jälkeen hirsistä voidaan siis rakentaa uusi talo, hyödyntää sitä energian tuotannossa tai valmistaa toista puumateriaalia. Näiden ominaisuuksiensa takia hirsitalo rasittaa ympäristöään merkittävästi vähemmän muihin rakennusmateriaaleihin verrattuna. Hirsitalotuotanto käyttää ottamansa puuaineksen tarkasti [11 ja 14]. Energiataseella on merkitystä, joten on hienoa, että hirsitalo on energiataseeltaan edullinen ja uudelleen käytettävissä.

Hirsi säilyy rakennuksen runkona satoja vuosia. Sen jälkeen puu tuottaa yhä lämpöenergiaa ja lopulta palaa maaperään, johon kasvaa uusia puita. Lämpö varautuu hirteen, ja hirressä oleva lämpö esilämmittää ilman jakautumalla siitä tasaisesti sisäilmaan, jolloin ei synny vedon tunnetta. Lisäksi hirsitalon lämpötalous muodostuu ihanteellisemmaksi [11]. Puu on hyvin ekologinen materiaali.

Talon energiahukasta tapahtuu tutkitusti seinän kautta ainoastaan n. 15 %. Ilmanvaihdon ja yläpohjan osuus on peräti 60 %. Hengittävä hirsiseinä ja muut vastaavalla tavalla toimivat rakenteet poistavat energiahukkaongelmat, jolloin ilmanvaihto on pääsääntöisesti luonnollinen, sisäilma terveellinen ja energian kulutus on kohtuullinen [11]. Energiahukkaa tapahtuu enemmän ilmanvaihdon ja yläpohjan kautta, kuin seinän kautta.

Kestävyys on tärkeimpiä hirren ekologisia ominaisuuksia. Verrattaessa puutuotteiden valmistusta muiden rakennusmateriaalien valmistukseen siinä aiheutuu vähemmän päästöjä, ja lisäksi puutuotteiden valmistus kuluttaa vähemmän fossiilisia polttoaineita, joten myös hirsiseinän valmistaminen siis kuluttaa todella vähän fossiilisia polttoaineita. Lisäksi hirsiseinän valmistuksessa syntyy sivutuotteena puhdasta energiaa enemmän, kuin sen valmistamiseen kuluu [14]. Lisäksi hirsitalon valmistus on ekologista.

Hiilinielu

Hirsitalo on yhä useamman nykypäivän rakentajan valinta, sillä ekologisuus on tärkeä valintakriteeri. Puu toimii hiilinieluna ja sitoo itseensä ympäristössä syntyviä hiilidioksideja [14].

Hirsiseinän hiilinieluvaikutus lisääntyy eksponentiaalisesti seinän paksuuden kasvaessa. Esim. 130 mm vahvuisen hirsiseinän U-arvon kompensoinnin vaikutus on 7–12 % eli suhteellisen pieni. Toisaalta massiivihirsiseiniä ei oikeastaan käytetä alle 200 mm:n vahvuisina ympärivuotiseen asumiseen tarkoitetuissa taloissa. Kun taas paksumman hirren kohdalla vaikutus on jo merkittävämpi, 30 vuoden jaksolle jaettuna 45 % ja 50 vuodelle jaettunakin yhä 27 % [2]. Hirsiseinän hiilinieluvaikutus on siis sitä suurempi, mitä paksumpaa hirttä seinä on, mutta toisaalta hiilinieluvai-
kutuksen pienenee suhteessa siihen, mitä suuremmalla aikavälillä asiaa tarkastellaan.

Hirsirakennuksen valmistus on ekologista. Hirsiseinän valmistus kuluttaa energiaa todella vähän, ja sen lisäksi hiilidioksidipäästöt ovat samalla alhaiset. Seinään sitoutuu 10 kertaa suurempi hiilimäärä, kuin valmistuksen yhteydessä vapautuu [15].

Nykyajan teknologialla valmistettu hirsirakennus on energiatehokas ja tiivis. Massiivisen hirsiseinän pinta hohkaa aina sopivaa lämpötilaa seinän hyvän lämmönvarauskyvyn takia. Kesäisin seinään varastoituu yöllistä viileyttä. Syksyllä ja keväällä ja seinä varaa lämpöä suoraan auringon säteilystä. Tällä tavoin hirsi vähentää lämmitys- ja viilennystarvetta sekä tasaa lämpötilaeroja, jolloin säästyy energiaa [15]. Hirsitalossa on sopivan mukava lämpötila asukkaille ympäri vuoden.

5 ENERGIATEHOKKUUS

Hirsitalo on hyvä vaihtoehto omakotirakentamiseen, sillä se on ekologinen. Hiilijalanjäljeltään se on pieni, sillä sen valmistusprosessi vie vain vähän energiaa ja on kustannuksiltaan puutalon veroinen. Lisäksi se ei ole altis kosteus- ja homeongelmille. Energiatehokkuutta voidaan pitää ainoana heikkoutena [16].

5.1 Vertailulämpöhäviö

Rakennuksen vertailulämpöhäviön laskennassa käytetään (taulukko1) rakennusosakohtaisia lämmönläpäisykertoimia ja ikkunapinta-alan vertailuarvoa:

- Lämmin, erityisen lämmin tai jäähdytettävä kylmä tila: Kun hirsirunkoisen hirsirakenteen keskimääräinen paksuus on ainakin 180 mm, hirren lämpöhäviön taseuslaskelmassa käytetään vertailuarvoa $U = 0,40 \text{ W(m}^2\text{K)}$.

- Puolilämmin tila: Kun hirsirunkoisen hirsirakenteen keskimääräinen paksuus on ainakin 180 mm, hirren lämpöhäviön taseuslaskelmassa käytetään vertailuarvoa $U = 0,60 \text{ W(m}^2\text{K)}$ [3].

Taulukko 1. Arvot, joita uudisrakennuksen E-luku ei saa ylittää.

Luokka 1	Erillinen pientalo, rivi- ja ketjutalo	Lämmitetty nettoala, A_{netto}	kWh/m ² vuodessa
	Pientalo	$A_{\text{netto}} < 120 \text{ m}^2$	204
		$120 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$	$372 - 1,4 \cdot A_{\text{netto}}$
		$150 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$	$173 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}}$
		$A_{\text{netto}} > 600 \text{ m}^2$	130
	Hirsitalo	$A_{\text{netto}} < 120 \text{ m}^2$	229
		$120 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 150 \text{ m}^2$	$397 - 1,4 \cdot A_{\text{netto}}$
		$150 \text{ m}^2 \leq A_{\text{netto}} \leq 600 \text{ m}^2$	$198 - 0,07 \cdot A_{\text{netto}}$
		$A_{\text{netto}} > 600 \text{ m}^2$	155

Loma-asuntoa, johon on suunniteltu kokovuotiseen käyttöön tarkoitettu lämmitysjärjestelmä, niin sitä koskevat vain vaipan lämpöhäviön vaatimukset. Vaipan lämpöhäviö saa olla enintään yhtä suuri kuin vertailuarvoilla laskettu lämpöhäviö. Kun hirsirunkoisen hirsirakenteen keskimääräinen paksuus on ainakin 130 mm, hirren lämpöhäviön taseuslaskelmassa käytetään vertailuarvoa $U = 0,80 \text{ W(m}^2\text{K)}$ [17].

Suomen energiatehokkuusmääräyksissä 2012 hirsirakennukset jaetaan kolmeen eri osaan käyttötarkoituksen mukaan seuraavasti: 1.) yksityisiin loma-asuntoihin, joissa on kokovuotiseen käyttöön suunniteltu lämmitysjärjestelmä, 2.) kesäisin käytettäviin perinteisiin loma-asuntoihin ja 3.) asuin-pientaloihin ja majoituselinkeinoon käyttöön tarkoitettuihin loma-asuntoihin [6].

Lämpöhäviöiden tasauslaskelmien tuloksista käy ilmi, että hirsitalon energiatehokkuus on samaa tasoa normaalirakenteisen rankarunkoisen talon energiatehokkuuden kanssa. Edellytyksenä on, että hirsitalon ulkoseinät ovat massiivihirttä ja alaja yläpohja ovat passiivitasoa. Hirsitalon seinien lisäeristämällä voidaan saavuttaa passiivitalon taso. Tällöin menetetään hirren kosteustekniset ominaisuudet. Hirrellä on monia hyväksi havaittuja ominaisuuksia kosteudenhallintaan liittyen. Hirsitalo ja puutalo ovat rakennuskustannuksiltaan samaa luokkaa ja molemmissa taloissa suurin kustannustekijä on vesikatto- ja runkorakenteet [16]. Hirsitalosta voidaan siis saada yhtä energiatehokas kuin rankarunkoinen on ja voidaan säästää jopa passiivitalon taso.

Suurin osa hirsirunkoisista omakotitaloista rakennetaan 200 - 275 mm hirrestä. Hirsien välisten saumojen ja muiden rakenteiden liittymäkohtien tiiveyttä lisääviä teknisiä ratkaisuja on kehitetty useita. Puolet uusista hirsitaloista lämpenee maalämmöllä ja varaava takka rakennetaan melkein aina [6]. Alle 200 mm hirttä käytetään vähemmän rakentamisessa.

5.2 Tiiveys

Tulevaisuudessa rakennuksen energiatehokkuudella on iso merkitys kohteen arvonmäärityksessä. Ilmavuodot ovat huomattava energiankuluttaja välillisesti ja suoraan. Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmien toiminta on tehokkaampaa ja suunniteltua tiiviissä rakennuksessa. Ja lisäksi rakenteisiin virtaava haitallinen kosteus vähenee merkittävästi [18]. Tiivis rakentaminen on kannattavaa, ja sillä on monia hyviä etuja.

Ilmavuotoluvulla kuvataan rakennuksen tiiveyttä (1/h). Se tarkoittaa, miten paljon ilmaa kulkee rakennuksen läpi ulkovaipasta paine-eron sisä- ja ulkotilan välillä ollessa 50 Pa yhden tunnin aikana. Rakennusmääräysten mukaan vertailuluku on 4, ja luvun ollessa väliltä 1 - 2 se määritellään oikein hyväksi. Esimerkiksi passiivitalon ilmavuotoluvun täytyy olla alle 0,6 [19].

Höyrinsulkumuovi

Vuonna 2012 hirsitalojen osuus teollisesti valmistetuista omakotitaloista oli 12 %, kun se kymmenisen vuotta sitten oli vasta 8 %. Lämmitysmuodon valinnalla on mahdollista vaikuttaa energiatehokkuuden laskennassa vertailuarvona käytettävään E-lukuun. Nykytekniikalla toteutetun hirsirakennuksen ilmatiiveys on yhtä hyvä kuin höyrinsulkumuovilla varustetun runkorakenteisen talon ilmatiiveys. Huolellisesti rakennetuissa hirsitaloissa päästään ilmatiiveydessä kiitettäviin arvoihin 0,5 - 1,5. Hirsitalosta mitatut n50-luvut ovat olleet parhaimmillaan jopa alle passiivirakentamisen vaatimusten $n_{50} = 0,6$ [6]. Teollisesti valmistettujen hirsitalojen osuus on siis kasvanut viime aikoina. Hirsirakennus voidaan rakentaa yhtä tiiviiksi, kuin passiivitalo.

Rakenteen hengittävyden estävää höyrinsulkumuovia eivät käytä ainakaan muutamat hirsirakennuksen valmistajat, sillä lamellihirsien valmistuksessa käytettävä liima säilyttää puun luonnollisen hengittävyden, joka ei päästä haitallisia aineita sisäilmaan [20].

Molemmat, hirsitalo ja puutalo, tarvitsevat koneellisen ilmastoinnin ilmanvaihtuvuuden kannalta. Puutaloissa on havaittu enemmän kosteus- ja homeongelmia kuin hirsitaloissa, ja niitä muodostaa kosteus, jos sitä pääsee ulkoseiniin, joten rakenteilta edellytetään tiivistä höyrinsulkua sekä rakennukseen oikein mitoitetua ilmanvaihtoa. Hirsitaloissa taas seinät pystyvät luovuttamaan ja sitomaan kosteutta, joten homeongelmia ei muodostu. Hirsitaloissa sisäilman laatu pysyy hyvänä lämmityskaudella ja helteillä. Se parantaa sisäilman laatua ja sitä kautta lisää asumisviihtyvyyttä [16]. Hirsitaloissa on siis havaittu vähemmän kosteus- ja homevaurioita kuin puutaloissa.

Oulussa on tehty ilmanpitävyysmittauksia uusiin pientaloihin ja vuonna 2008 mittauksissa oli mukana 41 pientaloa, jotka olivat puu- ja kivitaloja. Jokaisen talon

ilmanpitävyysluvun keskiarvo sijoittui 1,3:een. Puutalojen tilastollisesti määritelty ilmanvuotoluku oli 1,3, ja mukana oli kaksikymmentäkaksi taloa, joissa erot olivat hyvin pieniä. Mukana oli kaksi hirsitaloa, joiden ilmanpitävyysluvut olivat 0,3 ja 0,4, joten myös hirsitalosta voidaan tehdä tiivis [19]. Kyseisten hirsitalojen ilmanpitävyysluvut ovat alle passiivitason vaatimusten eli erittäin hyvät.

6 TEOLLINEN HIRSI

Hirsi on teollisesti sorvaamalla tai höyläämällä valmistettu, massiivinen, ainakin 70 mm paksu rakennustarvike, jota käytetään enimmäkseen seinähirtenä. Hirressä voi olla halkeamia ohjaavia uria, varauksia ja pontteja [21].

CE-merkintä

Hirsien ominaisuudet voidaan osoittaa CE-merkinnällä. Näiden ominaisuuksien on täytettävä asetetut kansalliset vaatimustasot tuotteen käyttökohteessa. Jos tuotteen ominaisuuksia ei ole ilmoitettu CE-merkinnällä, voidaan hirsien ominaisuudet osoittaa Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B5 mukaisella menettelyllä, kun höylä- ja pyöröhirret on valmistettu terveestä mänty- tai kuusipuutavarasta. Jos hirret on valmistettu kuusipuutavarasta, tulee tästä olla erikseen maininta toimitussopimuksessa [17]. Nykyään CE-merkinnästä voidaan päätellä puutavaran olevan standardien mukaista ja tasoltaan laadukasta.

6.1 Hirren ominaisuudet

Hirren ominaisuuksia ovat mm. lujuus, hengittävyys, lämpö, kosteus, halkeilu, painuminen ja lisäksi muut mahdolliset rasitukset.

Lujuus

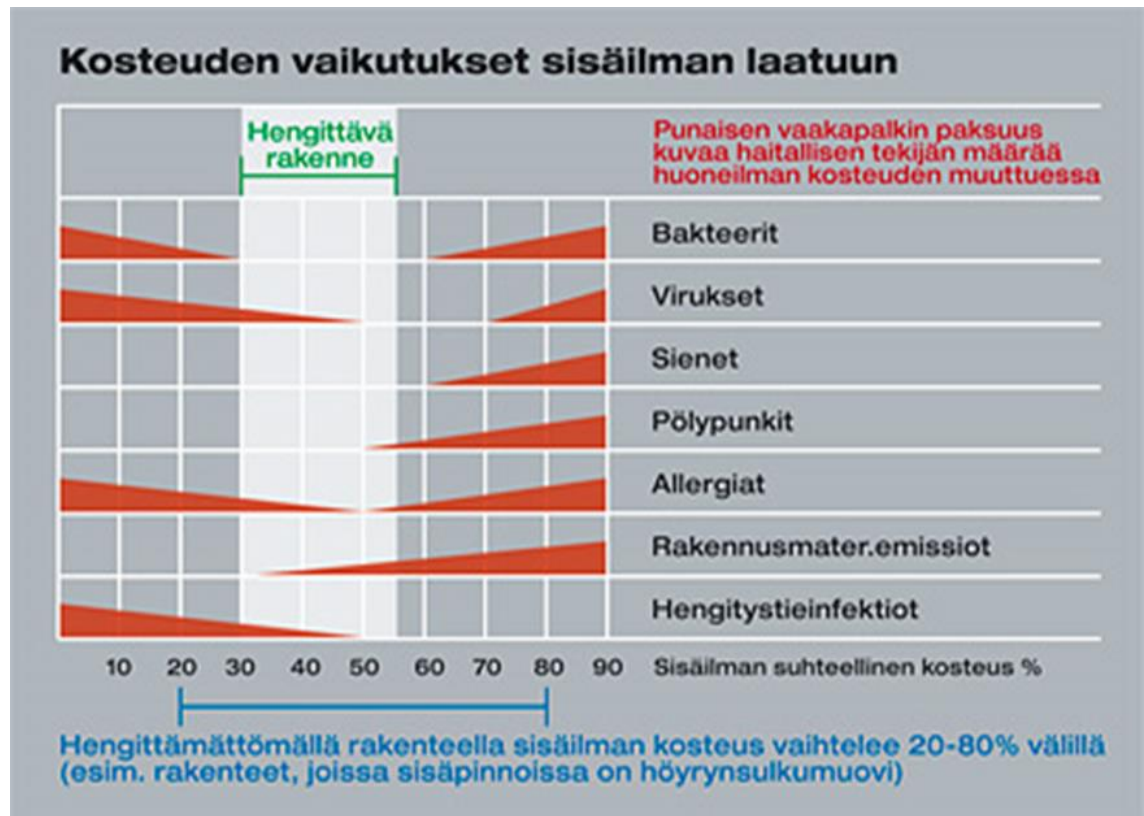
Lujuusvaatimuksia kuvaavat parhaiten puun taivutuslujuus sekä puristuslujuus kohtisuoraan syiden suuntaa vastaan, kun valitaan hirsimateriaalia. Lamellihirren valmistuksessa ominaisuuksia voidaan muokata siten, että ne vastaavat hirsirakenteen vaatimuksia. Käyttämällä hirren valmistuksessa sydänhalkaistuja lamelleja halkeilun vähenemisen lisäksi sen lujuus- ja kestävyysominaisuudet paranevat. Liimasauman suunnalla ja lamellien asennolla on mahdollista vähentää hirren halkeilua ja hirsiseinän painumista sekä lisäksi parantaa hirren kestävyyttä [9]. Lamellien valinnassa kannattaa siis suosia sydänhalkaistujen lamelleja.

Hengittävyys

Ekologisuus, hengittäminen ja terveellisyys kuuluvat varsinkin hirsirakentamiseen. Kun sanotaan, että hirsi hengittää, niin hengittämällä tarkoitetaan lämpö- ja kosteustasapainoa huoneilmassa. Kun nykyisin vaaditaan hyvin tiiviitä rakennuksia, se onnistuu oikein hyvin teollisella hirrellä, joka ei kuitenkaan vuoda ilmaa. Teollinen hirsitalo on yhtä hyvä kuin kivi- tai puutalo. Hirsiseinä pystyy luovuttamaan ja varastoimaan kosteutta, sillä aurinko lämmittää talon ulkoseinän ulkopintaa päivällä varaten lämpöä. Massiivihirsimökissä voi hyvin aistia lämpö- ja kosteustasapainon [22]. Hengittävyys on hirsitalon tärkeimpiä hyviä ominaisuuksia.

Hirsitalossa on oikein miellyttävä sisäilma (taulukko 2). Luonnollisen hirren eristyskyky on suurenmoinen ja se tasaa tehokkaasti sisäilman kosteutta ja lämpöä. Hirsi tasaa lämpötilan vaihteluita, sillä talvella hirsitalo tai hirsihuvila pysyy lämpimänä ja taas kesällä sopivan viileänä. Lisäksi kevään ja syksyn aikaan hirsi varaa energiaa auringon valosta. Hirsi sitoo ja luovuttaa kosteutta sisäilmaan tasaisesti kuivempina aikoina. Kosteutta ja lämpöä tasapainottava hengittävä rakenne takaa, että kodin sisäilman suhteellinen kosteus on useimmiten sisäilman laadun kannalta optimialueella, kun suhteellinen kosteus on 30 - 55 % [23]. Optimialueella sisäilma on mahdollisimman puhdas ja viihtyisä asukkaille.

Taulukko 2. Kosteuden vaikutukset sisäilman laatuun [23].



Huoneilman kosteus pysyy terveyden kannalta optimaalisena ja tasaisena suhteessa siihen, mitä enemmän talon rakenteissa on käytetty massiivipuuta. Lisäksi ihan kokemusperäisesti tiedetään astmaatikkojen ja allergikkojen voivan hyvin, kun he asuvat hirsitalossa [24]. Massiivipuun käyttäminen on kannattavaa monestakin eri syystä.

Lämpö

Männyn pihkan sulamislämpötila on n. + 50°C, ja tätä korkeammassa lämpötilassa pihka lähtee kulkeutumaan hirren sisäosista pintaa kohti. Kesällä eteläpuoleisen seinäpinnan lämpötila on n. + 30°C – + 70°C pinnan väristä riippuen, kun aurinko paistaa [9]. Pihkaantumista ei mahdollisesti tapahdu kesällä, mikäli seinäpinnan lämpötila ei ylitä + 50°C.

Hirsiseinän kosteus

Hirren kosteus hirsiseinässä riippuu monesta eri tekijästä, jotka vaikuttavat rakenteellisen suojaamattomuuden tai suojauksen kautta rakenteen tasapainokosteuteen ja ilman suhteelliseen kosteuteen [9].

Halkeilu

Hirsien halkeilua tapahtuu lähinnä etelän puoleisilla seinillä, jolloin aurinko on korkeammillaan. Mitä kauempana liimauksen ajan puun kosteus on lopullisesta käyttökohteen tasapainokosteudesta, niin halkeilu on sen voimakkaampaa [9].

Hirsiseinän painuma

Nykyään hirren toimituskosteus on alentunut merkittävästi, mutta siitä huolimatta seinän laskeutumista tapahtuu vähäsen. Hirren painuma on seurausta tilanteesta, jossa hirsi kuivuu tasapainokosteuteen sitä ympäröivän ilman kanssa, jonka seurauksena hirsi kutistuu aiheuttaen siis hirren painauman [9]. Hirren toimituskosteuden alentumisesta on kuitenkin hyötyä.

Muut rasitukset

Hirsitalo on oikein suunniteltuna ja rakennettuna hyvin pitkäikäinen rakennus. Hyvin säilyneistä ja vanhoista hirsirakennuksista voi ottaa mallia pintakäsittelyn ja rakenteiden osalta. Säilyttämällä tontin vanhaa puustoa ja istutuksilla voidaan suojata hirsiiä liialta auringonpaisteelta. Rakennusta varjostavista puulajeista kannattaa suosia lehtipuita, sillä ne päästävät kylmempinä vuodenaikoina auringon lämmittämään rakenteita ja varjostavat ainoastaan kesäisin. Istutukset eivät saa kuitenkaan olla kosketuksissa hirsiseinän kanssa [9]. Kannattaa siis panostaa hirsitalon suunnitteluun jo rakentamisen alkuvaiheessa.

Usein teollisesti valmistettu hirsirakennus ylimitoitetaan kestävämmään rakennukseen kohdistuvia rasituksia. Suunnitteluohjeiden mitoituskuormat arvioidaan jopa niin suuriksi, että todellisuudessa vastaavaa tilannetta ei luultavasti esiinny. Suomalaisessa hirsirakentamisperinteessä on tapana rakentaa arvokkaammat asuinrakennukset lyhytnurkkaisina. Syynä on rakenteen parempi säilyvyys, sillä seinät ja nurkat voidaan näin suojata lautaverhouksella sään vaikutuksilta [9]. Sitä voi pohtia, minkä verran hirsirakennuksen suunnitteluohjeiden mitoituskuormia tarvitsee ylimitoitaa maksimissaan.

Hirsitalon puutavaran ja runkorakenteisen pientalon rakennepuutavaran ominaisuusvaatimukset ovat erilaisia. Runkorakenteisen talon runkomateriaalin vaatimuksena on usein pelkästään riittävä lujuus. Hirsirakenteessa puuta käytetään lähinnä näkyvänä vaakarakenteena, joten riittävän lujuuden lisäksi kosteuselämisen

pitäisi olla mahdollisimman vähäistä ja materiaalin pitäisi myös täyttää tietyntyyppiset ulkonäkökriteerit [9]. Hirsitalon puutavaran ominaisvaatimukset ovat siis suuremmat kuin runkorakenteisen talon.

Hirsirakentamisen suosiota selittää suunnittelijoiden ja arkkitehtien kasvava kiinnostus kehittää hirsirakentamista teknisesti ja visuaalisesti huippumodernimmaksi. Nykyään suunnitellaan moderneja hirsitaloja, ja ne ovatkin saaneet vaikutteita perinteisestä hirsirakentamisesta. Moderneissa rakenteissa jännevälit voivat olla erittäin pitkiä ja pinnat laajoja, joten runkoa ja liitoksia vahvistetaan useimmiten teräspulteilla. Lisäksi tolppa-palkkirungon uusi tuleminen on antanut arkkitehdeille enemmän vapautta. Arkkitehdit vähentävät kantavia tolppia korvaamalla ne ristikkorakenteilla tai käyttävät modernien hirsitalojen sisustuselementteinä luonnon muovaamia runkoja. Nykyisin arkkitehdit varautuvat siihen, että täysin kuivuneet hirret kutistuvat vähäsen [7].

Hirsitalon ulkonäköön vaikuttaa merkittävästi hirsien muotoon veistäminen. Hirsirakentamisessa on aina suosittu pehmeitä, nopeasti kasvavia puulajeja, sillä niitä on helppo veistää, sahata ja petsata. Talon ulkomuotoon vaikuttavat myös hirsien nurkkarakenteet ja päät. Hirsirungon nurkat voivat olla joko lyhyt- tai pitkänurkkaisia. Hirsirunkoon kuuluvat myös runkoa täydentävät liitososat [7 ja 9]. Hirsitalon ulkonäkö on myös tärkeimpiä kriteerejä päädyttyäessä hirsitalon rakentamiseen.

Nurkkatyypit

Perinteisesti hirsirakennukset on toteutettu käyttämällä nurkkasalvoksia, mutta nykyinen hirsirakentaminen mahdollistaa taajamarakentamisessa yleiset lyhytnurkat. Lyhytnurkkaisen hirsirakennuksen nurkat verhoetaan nurkkalautoilla [25]. Salvosten käytön rinnalle on tullut myös lyhytnurkat.

Hirsitalojen nurkkaliitokset ovat olleet kovassa tuotekehityksessä. Suurimmilla yrityksillä on monia mallisuojujattuja tai patentoituja ratkaisuja. Nurkkatyypien kehitys jatkuu edelleen ja ajoittain tulee uusia nurkkakeksintöjä [8, 9 ja 26].

Eri nurkkatyyppejä on useita: perinteinen ristinurkka, sulkanurkka, suoranurkka, ämmänurkka, viikinkinurkka, hammasnurkka ja lohenpyrstönurkka (kuva 4). Salvokset täytyy tehdä huolellisesti, sillä salvos on hirsiseinän nurkkaliitos ja nurkat

taas pitävät hirsirakennuksen koossa. Salvostyyppejäkin on useita, jotka vaihtelevat valmistajakohtaisesti [8, 9 ja 26]. Erilaiset nurkka- ja salvostyyppit vaikuttavat siis talon ulkonäköön.



Ristinurkka lamellihirrellä



Ristinurkka pyöröhirrellä



Lyhtynurkka



Jiirinurkka



Lohenpyrstönurkka



Ekoeristenurkka

Kuva 4. Erilaisia nurkkatyyppjä [25].

6.2 Hirsityypit

Eri hirsityyppejä ovat höylähirsi, pyöröhirsi, lämpöhirsi, käsinveistetty hirsi ja lamellihirsi.

Höylähirsi

Yleisin käytetty teollisesti valmistettu hirsityyppi on höylähirsi. Höylähirsi on yhdestä sahatavarakappaleesta valmistettu ja usein sydänkeskeinen hirsi. Teollisesti valmistetut hirret ovat mittatarkkoja ja suorja, joten eri hirsikerrokset loksahtavat päällekkäin helposti. Hirren sisä- ja ulkosivut höylätään tasaisiksi, jolloin vain hirsikerrosten välisiin saumoihin jää ura. Höylähirsi voi olla liimattu ainakin kahdesta kappaleesta, jolloin sitä kutsutaan liimahirreksi [9, 21 ja 27]. Sydänkeskeistä hirttä pidetään yleensä myös laadukkaana.

Teollinen pyöröhirsi

Pyöröhirsi on poikkileikkausmuodoltaan ympyrämäinen. Hirsityyppi valmistetaan sorvaamalla tukeista mittatarkkoja, suorja ja yhtä paksuja rakennushirsiä. Teollisista vaihtoehdoista materiaali muistuttaa alkuperäistä tukin muotoa. Pyöröhirren ominaisuuksiin kuuluu aika voimakas kosteuseläminen, joten muihin hirsityypeihin verrattuna on hirren halkeilu jonkin verran suurempaa [9, 21 ja 27]. Pyöröhirren huono puoli on siis kosteuseläminen, josta saattaa aiheutua rakennukselle hirsien halkeilua.

Pyöröhirsien valmistaminen on mahdollista kahdella eri tavalla: ensinnäkin tukista voidaan sahata parruja, jotka höylätään tai sorvataan pyöreiksi. Toinen keino on valita mahdollisimman suorja tukkeja sorvattavaksi tasapaksuiksi. Nykyinen teollinen pyöröhirsi on melko uusi rakennustarvike asuinrakennuksissa. Liimaamalla lamellit poikkileikkaukseltaan neliön muotoiseksi ahioksi voidaan valmistaa pyöreitä hirsiiä, sorvaamalla tai höyläämällä pyöreäksi. Kyseiset hirret muistuttavat ominaisuuksiltaan lamellihirsiiä. Lamelli- ja höylähirsien yleistyessä pyöröhirren käyttö on vähäisempää [9].

Lämpöhirsi

Lämpöhirsi on puuelementtirakenne. Sen sisä- ja ulkoverhous toteutetaan hirsipaneelilla. Ominaisuuksiltaan ja rakenteeltaan seinä muistuttaa puurankarunkoista seinää, mutta ulkoisesti se kilpailee hirsitalojen kanssa. Lämpöhirsiratkaisussa täyttyvät vakituisilta asunnoilta vaadittavat lämmöneristävyysarvot niin, ettei tarvita erityisiä kompensatiotarpeita rakennuksen muissa osissa. Se on suosittu etenkin silloin, kun rakennuksessa halutaan säilyttää talvella peruslämpö, mutta muutenkin ympäri vuoden asuttavissa huviloissa [27].

Käsin veistetty hirsi

Käsin veistetty hirsimökki on ammattitaidon ja vaadittavan työmäärän takia huomattavasti harvinaisempi kuin teollisesta hirrestä valmistettu loma-asunto [27]. Ulkonäöltään käsin veistetty hirsi voi näyttää muita hirsityyppejä kauniimmalta, mutta se on kuitenkin makuasia.

Lamellihirsi

Lamelli muodostuu leveyssuunnassa vähintään yhdestä lamellilaudasta. Hirsityypissä on teollisen valmistuksen mahdollistama hirren kerrosrakenne. Lamellihirren edut paranevat suhteessa siihen, mitä paksummasta lopputuotteesta on kyse. Järjestyksessä teollisissa hirsissä käytetään miltei pelkästään lamellihirttä. Lamellihirsirakenteissa on huomattu halkeilua hirsien päissä silloin tällöin. Yleisesti käytettävä liima on resorsinolifenoliformaldehydiliima. Kiinnitysteräksiä käytettäessä liimataan ne resorcinoli- tai epoksipolyuretaaniliimalla [9, 13 ja 27]. Nämä yleisesti käytettävät liimat kuuluvat kemiallisesti sitoviin liimoihin.

Lamellihirsien vahvuudet ovat usein 88 - 205 mm ja poikkileikkausmuodot vaihtelevat valmistajakohtaisesti. Todella järeän sahatavaran halkeilua on vaikea välttää, kuivaus on hidasta ja lisäksi höylähirren kokoa rajoittaa saatavien tukkien koko. Erilaisten epäkohtien vähentämiseksi on siis alettu valmistaa lamellihirttä, joka on pinnaltaan höylätty, ainakin kahdesta sahatavarakappaleesta liimaamalla valmistettu hirsi. Hirren lamellit voivat olla vaaka- tai pystysaumalla toisiinsa liimatuja, ja erityisen järeissä hirsissä voi olla molemmissa vaaka- ja pystysaumoissa olevia liimasaumoja [9].

6.3 Hirren valmistus

Valmistettaessa lamellihirsiä höylätään lankut liimauspinnaltaan ja yhteen liimatavien lankkujen toiselle puolelle levitetään automaattisesti liimapinta. Sitten lankut puristetaan yhteen sydänpuoli ulospäin n. 30 min. ajan, jolloin puristuskuorma on 80 - 170 kN/m riippuen lankun leveydestä, jonka jälkeen lamellihirsiaihiö on valmis.

Lopullisen lujuutensa liimaus saa 12 h kuluessa ja sen laatua seurataan standardin TR 21:2010 mukaan jokaisesta valmistuserästä. Lamellihirsiäihio voidaan yhä höylätä haluttuun hirsiprofiiliin [28].

Rakenteellinen liimaus

Liitoksilla, jotka tehdään rakenteellisilla liimoilla, tulee olla hyvä säilyvyys ja lujuus, jotta sauma säilyy ehjänä sen käyttöluokassa suunnitellun käyttöajan verran. Standardin EN 301 tyyppin I vaatimukset täyttäviä liimoja voidaan käyttää jokaisessa käyttöluokassa. Standardin EN 301 tyyppin II vaatimukset täyttäviä liimoja voidaan käyttää pelkästään käyttöluokissa 1 tai 2 ja pääasiassa altistettuna alle 50 °C lämpötilalle [29]. Standardin EN 301 tyyppin I vaatimukset täyttävät liimat ovat siis käytännöllisempiä käytettäessä kaikissa käyttöluokissa.

Rakenteellinen liimaus vaatii EU:n vahvistaman ilmoitetun laitoksen antamaa vaatimustenmukaisuustodistusta tehtaan laadunvarmentamismenettelystä (AC-luokka 1), joka kattaa kyseisten tuotteiden liimauksen. Ainoastaan käyttörajatila-
mitoituksessa käytettävien liitosten liimaus voidaan tehdä ilman vaatimustenmukaisuustodistusta tai muuta ulkopuolista laadunvalvontaa. Liimaliitosten säilyvyyden, lujuuden ja käytettävän liiman on kuitenkin täytettävä vaatimukset rakenteellisille liimaliitoksille [29].

Rakenteellinen liimaus voidaan luokitella kemiallisen koostumuksen ja sideaineen alkuperän perusteella: joko kemiallisesti tai fysikaalisesti sitoviin liimoihin. Kemiallisesti sitoviin liimoihin kuuluvat formaldehydipohjaiset ja muut liimat, kun taas fysikaalisesti sitoviin liimoihin kuuluvat synteettiset ja luonnonaineet. (Taulukko 3.)

Taulukko 3. Liimauksen luokittelu fysikaalisesti ja kemiallisesti sitoviin liimoihin [30].

Fysikaalisesti sitovat liimat	
Luonnonaineet	Synteettiset aineet
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proteiini ▪ Glutiini ▪ Kaseiini ▪ Albumiini ▪ Tärkkelys ▪ Selluloosaeetteri ▪ Luonnonkumi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Polyvinyyliasetaatti ▪ Polyvinyylieetteri ▪ Polyakrylaatti ▪ Polyeteeni ▪ Polystyreeni ▪ Synteettinen kumi
Kemiallisesti sitovat liimat	
Formaldehydipohjaiset	Muut
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ureahartsit ▪ Melamiinihartsit ▪ Fenolihartsit ▪ Resorsinolihartsit 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Epoksihartsit ▪ Polyesterihartsit ▪ Polyuretaanihartsit

Hirsiteollisuus oy

Hirsitaloteollisuus ry on hirsitalotehtaiden yhteinen järjestö. Sen jäsenyritykset noudattavat toimituksissa alalla yleisesti hyväksytyjä ehtoja ja tuotannossa kaikkia rakentamisen määräyksiä. Sen tuotteita viedään yli 40 maahan ja viennin osuus tuotannosta on puolet, n. 50 %, ja yhdistyksen 21 Suomen suurinta hirsitalotehdasta valmistavat yli 80 % kaikista tehtävistä hirsitaloista [31].

Nykyinen hirsirakennus voi olla kaikkea arkkitehtuurisen kokeilun ja perinteisen saunamökin väliltä. Teollinen hirsirakentaminen on tehnyt mahdolliseksi laajojen mallistojen toteuttamisen. Hirsitaloteollisuuden tehtäviä ovat laatuvaatimusten kehitys, hirsirakenteita koskeva tutkimustyö ja suunnitteluohjeiden laadinta. TTY ja VTT ovat tutkimusten yhteistyökumppaneina. Jäsentehtailta on käytössään tutkimusten tulokset. Hirsitaloja suunnittelevat rakennussuunnittelijat ja arkkitehdit

saavat tarvittaessa käyttöön tutkimukset HTT:n jäsenetehtailta suunnitellessaan hirsitaloja [32].

Teolliset loma-asunnot

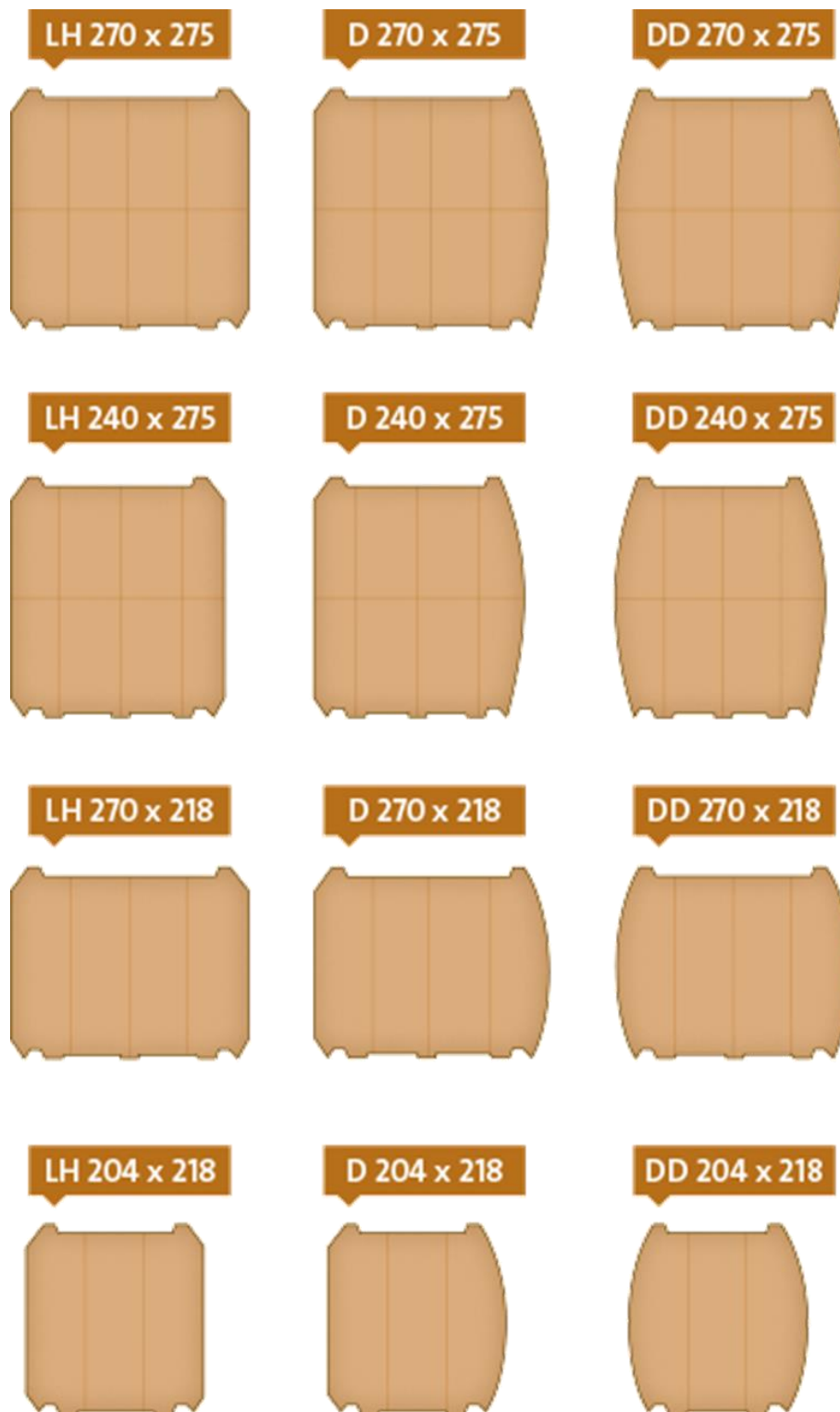
Kilpailu alalla on tiukkaa ja asiakkaita houkutellaan toimitussisällöillä (kuva 4) ja energiataloudellisilla tekijöillä, tietysti erilaisilla tarjouksilla ja huolehtimalla aikaisemmista asiakassuhteista. Ratkaisevin valintakriteeri on ollut jo kauan mökin sopivuus ympäristöön ja ulkonäkö. Kaikista rakentajista 15 % valitsee mökin valmistajan aiempien kokemustensa perusteella. Kolmasosa rakentajista ostaa luultavasti uudelleen ja niistä 46 % hankkii myös lisärakennuksensa samalta valmistajalta [33]. Mökkivalmistajan toimitussisällön kärkeä pitää siis täydellinen puuosatoimitus, ja heti perässä tulevat vesikatemateriaali ja kuljetuspalvelut.



Kuva 4. Toimitussisältö. Teolliset loma-asunnot [33].

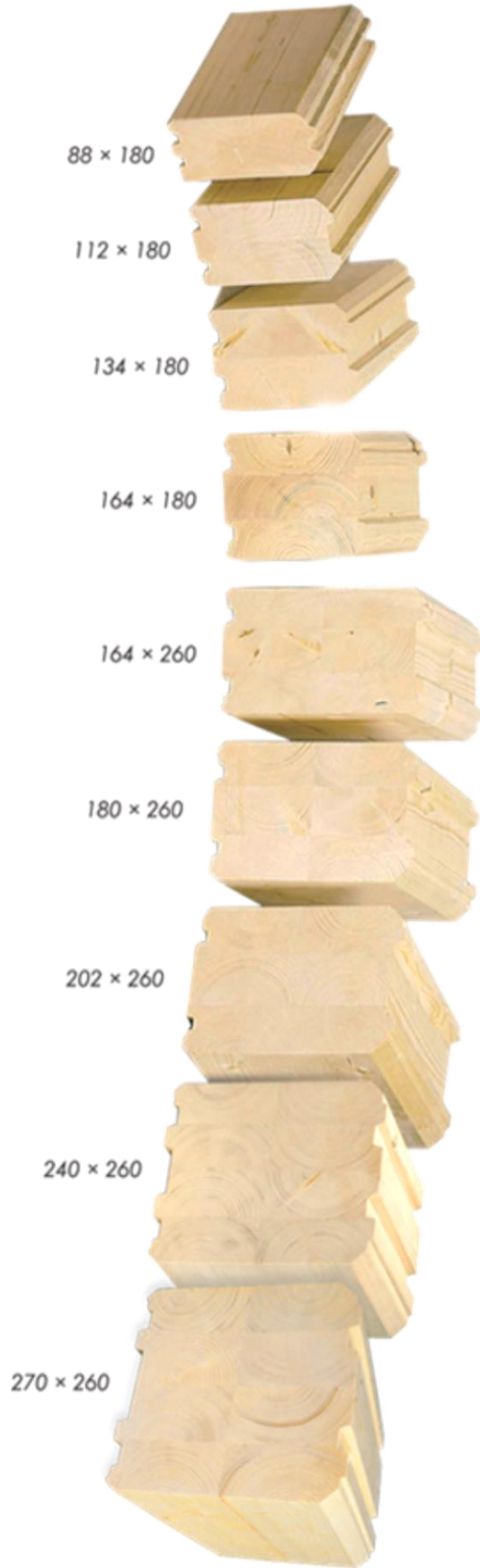
Hirsiteollisuuden tarjonta on tullut kaikkien tietoisuuteen painoteknisesti laadukkaiden esitteiden ja mainonnan avulla. Tehdasmökkien mallit ovat vaivattomasti saatavilla, ja erilaisten mallien kirjo on todella laaja. Valittavana on taloja, joissa on

kaikki mukavuudet, korkeita sisätiloja ja torneja. Valinnan vaikeutta tuovat toimituspakettien erilaiset kokoonpanot, malliston kirjavuus (kuva 5) ja huonosti vertailtavat hintatarjoukset. Tarjolla on lisäksi perinteisten mummonmökkien malleja. Yritysten näyttelyalueilla on silti mahdollisuus löytää omiin tarpeisiin sovellettavia ratkaisuja. Tyyppiratkaisujen soveltaminen eri ilmansuuntiin rakennuspaikkoihin ei aina onnistu ilman suuria muutoksia. Etenkin pienessä rakennuksessa yleinen ongelma on puuaineksen säästeliäs käyttö. Yleensä asia on pyritty kompensoimaan ylimääräisellä koristeellisuudella [8 ja 26]. Nykyään hirsitalomarkkinoilla on siis varaa valita mieluista, ellei tule jopa valinnan vaikeus tarjolla olevien monien eri mahdollisuuksien takia.



Kuva 5. Hirren profiileja eräältä hirsitehtaalta [34].

Massiiviset kartanohirret ovat kooltaan 180–270 x 260 mm ja soveltuvat suuriin julkisiin rakennuksiin tai omakotitaloihin. Usein ne eivät tarvitse lisäeristystä, mutta riippuu tietysti kohdemaan rakennusmääräyksistä [35]. Lisäksi massiivihirsi on upean näköinen puumateriaali (kuva 6) käytettynä hirsirakennuksessa.



Kuva 6. Erään hirsitehtaan hirsivalikoimaa [35].

7 HIRSITALON SUUNNITTELU

Rakennuspaikka vaikuttaa aina tehtäviin suunnitteluratkaisuihin, joten se on ratkaiseva lähtökohta. Kehykset tehtäville suunnitteluratkaisuille muodostavat ilman suunnat, liikenne- ja luonto-olosuhteet, näköalat, maaperä, maaston muodot, perinne ja entinen rakennettu ympäristö [8]. Usein rakennuspaikkana toimii ympäristö, jossa sijaitsee jo ennestään jokin rakennus.

Rakennusta suunniteltaessa ratkaistaan 95 % rakennusten materiaaleista, kustannuksista ja työmäärästä. Maaseudulla on arkkitehtien suunnittelemaa hirsirakennuksia vähemmän kuin 5 %. Hirsitaloa ei ole niin helppo suunnitella, mikäli pyritään tavallisuudesta poikkeavaan tai omaperäiseen lopputulokseen. Suomalaisen hirsitalojen vienti on kasvussa, sillä kysyntää maailmalla riittää ja ala kansainvälistyy jatkuvasti [26]. Rakennuksen suunnitteluvaiheessa on eniten mahdollista vaikuttaa hirsirakennuksen materiaaleihin, kustannuksiin ja työmäärään.

Hirsirunkoon päädytään ennen kaikkea toiminnallisista, esteettisistä ja taloudellisista syistä. Se on rakennuksen rakenteellinen kokonaisratkaisu. Tekniikka ja rakenteet ovat menettelytapa näiden tavoitteiden toteuttamiseen. Taloudellisesti hirsirunko on erittäin kilpailukykyinen muiden runkoratkaisujen rinnalla. Hirsitalon rakentaminen soveltuu erinomaisesti omatoimiselle rakentajalle ja se voi olla taloudellisestikin ratkaisevaa. Rakentajan tehtäväksi jää rungon pystytys ohjeiden mukaan, käyttämällä valmiiksi työstettyjä hirsiiä [10]. Omatoimisella rakentajalla on siis hyvä mahdollisuus säästää kustannuksissa pystyttämällä jo taloudellisesti kilpailukykyisen rungon.

7.1 Ilmanpitävyyden laadunvarmistus

Hirsirakennuksen ilmanpitävyyttä suunniteltaessa täytyy huomioida eri rakennesuosien väliset painumaerot ja hirsikehikon painuminen. Hirsien välisissä nurkkaliitoksissa ja saumoissa kannattaa käyttää joustavia kumi- tai solumuovitiivisteitä. Ikkunoiden ja ovien päälle jätetään tarpeeksi painumavaraa, joka täytetään elasti-

sella umpisoluisella eristeellä tai avohuokoisella lämmöneristeellä. Usein hirsirakennuksen ilmanpitävyyttä on mahdollista parantaa, kun sauma- ja liitoskohtia tiivistetään elastisella tiivistenauhalla, kittaamalla tai vaahdottamalla sitten, kun rakennuksen painuminen on pääosin tapahtunut [36]. Rakennuksen ilmanpitävyyttä suunniteltaessa täytyy huomioida painuminen, mutta painumisen tapahtumisen jälkeen ilmanpitävyyttä on mahdollista parantaa vielä.

Läpiviennit hirsi- ja kivirungon tai levyn tapaisen ilmansulun läpi tiivistetään kittamalla ja polyuretaanivaahdolla. Kalvomaisen ilmansulun läpi tehtävät läpiviennit voidaan tiivistää joko levyistä tehtyjen läpivientikaulusten avulla tai läpivientilampoilla. Läpivientikaulukseen liitetään ilmansulkukalvo joko riittävän kestäväällä ja tartuntakykyisellä teipillä tai puristusliitoksella. Läpiviennin ympärille tiivistetään läpivientikaulus käyttämällä polyuretaanivaahtoa. Ilmansulkuun syntyvät mahdolliset reiät paikataan joko kittaamalla, vaahdottamalla tai riittävän kestäväällä ja tartuntakykyisellä teipillä [36]. Hirsirakennuksesta on siis mahdollista saada rakennettua tiivis rakennus.

7.2 Runko ja siihen liittyvät rakenteet

Pyörö- ja höylähirsien täytyy olla tervettä mäntyä tai vaihtoehtoisesti se voi olla kuustakin, jolloin toimitussopimuksessa on mainittava siitä erikseen. Hirsirunkoon käytettävien pyöröhirsien toimituskosteuden täytyy olla toimitettaessa 22 ± 4 % puun kuivapainosta, kun taas höylähirsien toimituskosteuden täytyy olla toimitettaessa 20 ± 4 % puun kuivapainosta. Pyörö- ja höylähirsien paksuuden ja leveyden mittapoikkeama nimellimitasta voi olla korkeintaan $\pm 1,5$ mm. Sallitut mittapoikkeamat ja mitat koskevat niitä hirsiiä, joiden kosteus on 22 % puun kuivapainosta [21 ja 37]. Pyöröhirsiltä siis vaaditaan vähän suurempaa toimituskosteutta kuin höylähirsiltä.

Hirsien jatkaminen on sallittua. Pyörö- ja höylähirsien jatkokset täytyy tehdä liitostarvikkeilla tai sormijatkoksien, jotka estävät hirsien pituussuuntaisen ja sivuttaisen liikkumisen. Jatkokset, jotka on toteutettu liitostarvikkeilla, pitäisi sijoittaa risteävän seinän tai ristinurkan kohdalle. Ristinurkan kohdalla täytyy kuitenkin olla tarpeeksi

jatkamattomia hirsiiä. Vain yksittäisen hirren jatkaminen suodaan seinän näkyvällä osalla. Pyöröhirren varaus on ainakin 40 % hirren halkaisijasta, kun taas höylähirren varaus on ainakin 60 % hirren paksuudesta [21]. Höylähirren varaus on n. 20 % suurempi kuin pyöröhirren varaus.

Pyörö- ja höylähirsissä täytyy olla tapitus korkeintaan 2 000 mm välein. Jokaisessa pyöröhirsirakennuksen ulkoristinurkassa täytyy olla ainakin yksi läpipultti tai vaihtoehtoisesti ulkoristinurkissa tulee käyttää läpipulttia vastaavaa kiristysmenetelmää ja lisäksi lyhyissä seinissä täytyy jokaisessa hirressä olla vähintään yksi tappi [21].

Hirsien nurkissa ja varauksissa käytetään tarkoitukseen sopivaa tiivistettä. Ikkuna- ja oviaukkojen täytyy olla tehty asennusmittaan. Hirrestä voidaan myös jättää tietty osa sahaamalla irti kuljetuksen vuoksi, jolloin vaakasuuntainen sahaus tehdään tehtaalla. Aukkojen mitoituksessa täytyy huomioida tiivistys- ja painumisvarat, ja lisäksi aukoissa on oltava karat. Painumattomat rakenteet ja pystytolpat täytyy varustaa painumisen mahdollistavalla rakenteella [22].

Estetiikka

Rakennuksen estetiikka lähtee suunnittelijan käsistä. Suomalaisissa ammattialan kouluissa puhutaan vain hieman hirsirakentamisen maailmasta ja hirrestä yleensä. Suomalaista arkkitehtiä ei ole niin helppo saada suunnittelemaan hirrestä ja keskivertosuunnittelijalle hirsi on vieraampi materiaali. Perinteiset talomallit ovat muuttuneet sattumanvaraisesti. Tuotantotekniikka on kehittynyt maailman kärkitalolle, ja lisäksi hirsiteollisuudella on halua kehittää tuotantoa esteettisesti korkealaatuiseksi [11]. Ammattialan kouluissa voitaisiin puhua paljon enemmän hirsirakentamisesta.

8 SISUSTUS HIRSITALOISSA

Varhaisimmat hirsitalojen asukkaat valitsivat vain luonnollisia, yksinkertaisia ja ympäristöön mukautuvia sisustusesineitä ja huonekaluja. Nykyään lattioissa suositetaan luonnollista, kalkkimaisen himmeää pintavaikutelmaa, kun taas ennen puulattiat käsiteltiin kiiltäviksi. Tyyliin sopii lattia- tai kivilaatat yhdessä pienten, luonnonväristen ja perinteisten räsymattojen kanssa [7]. Lisäksi tyyliin sopii hyvin kaikki maanläheiset sävyt ja luonnonmateriaalista valmistetut sisustustekstiilit jotka on valmistettu puusta, rottingista, nahkasta, villasta, pellavasta, juutista ja paperinarusta.

Perinteisessä hirsirakenteisessa talossa puu on voimakkaasti läsnä, ja se on rakennustapa, jolla on eniten vaikutusta sisätilojen tyyliin. Ennen vanhaan pohjois-eurooppalaiset ovat käyttäneet luovuutta viihtyisien, värikkäiden ja lämpimien kotien sisustamisessa talvisin. Luonnonmukaisilla sävyillä tehdyt maalaukset näyttävät myös hienolta hirsiseinillä [7]. Materiaalina puu tuo sisustukseen lämmintä tunnelmaa.

Verrattaessa hirsirakennuksia muihin rakennuksiin, hirsirakennuksissa seuraa perusvalinnoista selkeämmin tietynlaiset luontevat rakenteet ja sitten rakennus kokonaisuutena. Rehellisyys puulle, materiaalille ja sen massiiviselle hirren olomuodolle tuottaa katsojalle esteettisiä elämyksiä. Perinteisissä hyvissä hirsitaloissa hirsirakentamiseen kuuluu yksityiskohtien toistuva koriste ja myös tietty yksinkertainen rakenteen ja muodon selkeys [11]. Moderni hirsirakennus taas saattaa olla rakennustyyliiltään hyvinkin selkeälinjainen, minimalistinen ja yksinkertainen suureen lasi-ikkunoineen.

Toimiva tilasuunnittelu

Hirsien hallitsemassa sisätilassa rakennuksen oma luonne määrittelee automaattisesti oikeat mittasuhteet, jotka ovat todella tärkeitä. Puu vaatii huomiota erityisesti tilassa, jossa on paksujen seinähirsien ja tilkkeiden muodostama visuaalisesti symmetrinen, toistoon perustuva vaikutelma ja raskaiden parrujen kannattelema katto. Kaikki on hyvin tehtyä, yksinkertaista, käytännöllistä ripauksella värikkäitä yksityiskohtia [7].

Yleensä sisustaminen aloitetaan näkyvissä olevan puun väristä, pintarakenteesta ja seinien rakennustavasta. Kantavia rakenteita on osattu arvostaa visuaalisina elementteinä, joten niitä ei yleensä peitetä rappauksella näkyvistä vaan ne ovat osa sisustusta. Sisustuksessa näkyvillä ristikkotalon ristikkopalkeilla ja kaaripuilla, kannattavilla hirsitolpilla ja muilla näkyvillä lankuilla, parruilla tai hirsillä on myös tehtävänsä [7].



Kuva 7. Työskentelynurkka [38].

Hirsirakenteisten talojen tärkeimpiä osa-alueita ovat toimivuus, tila, muoto ja valo, jotka kaikki edustavat nykyistä pohjoismaiseksi luonnehdittua rakennustyyliä. Pohjakaavaan kuuluu usein avara oleskelutila avoimen tulisijan tai takan kera. Ennen puusepät olivat mestareita tekemään erityyppisiä nurkkaliitoksia, joilla oli oikein vahva vaikutus tilan ilmeeseen ja tyyliin. Tämä on muodostunut tunnusomaiseksi piirteeksi hirsitalon sisätiloille [7]. Pohjoismainen sisustustyyli on pikku hiljaa tulossa muotiin maailmalla.

On selvää, että esteettisesti onnistuneimmat rakennukset sopivat luontevimmin omaan ympäristöönsä. Hirsirakentamisen avulla on vaivatonta luoda luonnonlä-

heinen ympäristö, jonka muutos metsän ja sisätilan välillä on lähes olematon. Sisätilojen sulautumisen harmonisesti ulkotiloihin, voidaan toteuttaa myös näyttävien ikkunoiden avulla (kuva 8). Suuret ikkunat ja lasiovet mahdollistavat laajan näköalan maisemaan, ja muutenkin avartavat tilaa. Moderneissa arkkitehtien suunnittelemissa hirsitaloissa on yhä yleisempää lämpöä tehokkaasti eristävien jopa 3-kertaisten ikkunoiden käyttö suurina pintoina ja määrinä, sillä niillä voidaan häivyttää sisä- ja ulkotilojen välistä rajaa [7]. Lisäksi suuret ikkunat voivat olla käytännöllistä turvalasia.



Kuva 8. Oleskeluhuone [38].

Mikäli takan taustana on hirsiseinä, niin takka voi toimia sisustuselementtinä, erityisesti jos se on muurattu sileistä kivistä. Takan sijaitessa taas huoneen keskellä savuhormi viedään katon lakeen saakka ja takka jätetään usein sivuilta avoimeksi. Leveälle hirrestä veistetylle takan reunukselle voi asettaa oksia, kiviä, yrtejä ja saviastioita. Inspiraation ollessa luonto, valinnan varaa on mistä valita [7]. Hirsitalossa oleva takka on paitsi käytännöllinen, mutta toimii samalla tyyliin sopivana sisustuselementtinä.

Miellyttävintä sisustuksessa, jossa on käytetty runsaasti puuta, on valon heijastuminen erilaisilla luonnon pinnoilla. Puun pintakäsittelystä ja valosta riippuu myös se, miten valo tuo esiin puun syiden kuviot. Puun vieressä olevan valkoisen savutai laastipinnan varjon ja auringonvalon vaihtelu antaa huikean kineettisen elämyksen [7]. Parhaiten valo pääsee hirsirakennuksen sisälle mahdollisimman suurten ikkunoiden läpi.

Kun rakennuksessa on ainakin kaksi kerrosta, on portaikko ratkaiseva rakenteellinen yksityiskohta. Käyttämällä useita erilaisia materiaaleja ja uusia menetelmiä voidaan rakennukseen luoda muulle sisätilalle vastakohtana oleva ja sisustuksessa erottuva portaikko [7].

Moderni design

Monet rakentajat ja innovatiiviset arkkitehdit ovat tutkineet puun rakenteellisia ja sisustuksellisia mahdollisuuksia, jolloin hirsirakentaminen on viety täysin uudelle tasolle. Puuvaltainen ympäristö tarjoaa hienot mahdollisuudet luovuudelle ja hallitsee sisustusratkaisuja (kuva 9) [7]. Puu on paitsi ekologinen niin myös trendikäs materiaali, joka on aina enemmän tai vähemmän muotia ja tulee aina uudestaan muotiin.



Kuva 9. Moderni keittiö [38].

Nykyään puuta käyttävät suunnittelijat ja arkkitehdit hyödyntävät varsin tietoisesti pinta-, värikuvio- ja syyvaihteluja. Kattopalkkien ja hirsiseinien hienoja pintakäsittelyjä ovat öljyäminen ja vahaaminen sekä niihin lisätynä puun savun ja ajan kulluttama patina. Polyuretaanilakan käyttöä kannattaa välttää, sillä se voi tehdä pinnasta kellertävän ja estää puuta hengittämästä [7]. Tällä hetkellä tai yleensä muulloinkaan kellastunut puu ei ole ollenkaan muodissa.

Hirsitalojen runkotalppien välit voidaan myös verhota laudoituksella siten, että laudoituksen sileä pinta muodostaa kontrastin kantavien rakenteiden kanssa. Johonkin huoneeseen voidaan jättää ulkoseinien karheat rustiikkiset pyöröhirsiseinät näkyviin, kun taas kylpyhuoneessa ja makuuhuoneessa seinät voidaan paneloida joko lämmöneristykseksi kokonaan tai sisustussyistä osittain (kuva 10). Valinta riippuu käytettävissä olevien hirsien laadusta ja määrästä, jolloin vähemmän laadukkaat hirret on mahdollista peittää maalatuilla tai käsitellyillä laudoilla. Vesiputket ja sähköjohdot voidaan peittää näkyvistä laudoituksella [7]. Tällaisiin vaihtoehtoihin vaikuttaa erittäin paljon asukkaiden makuasiat.

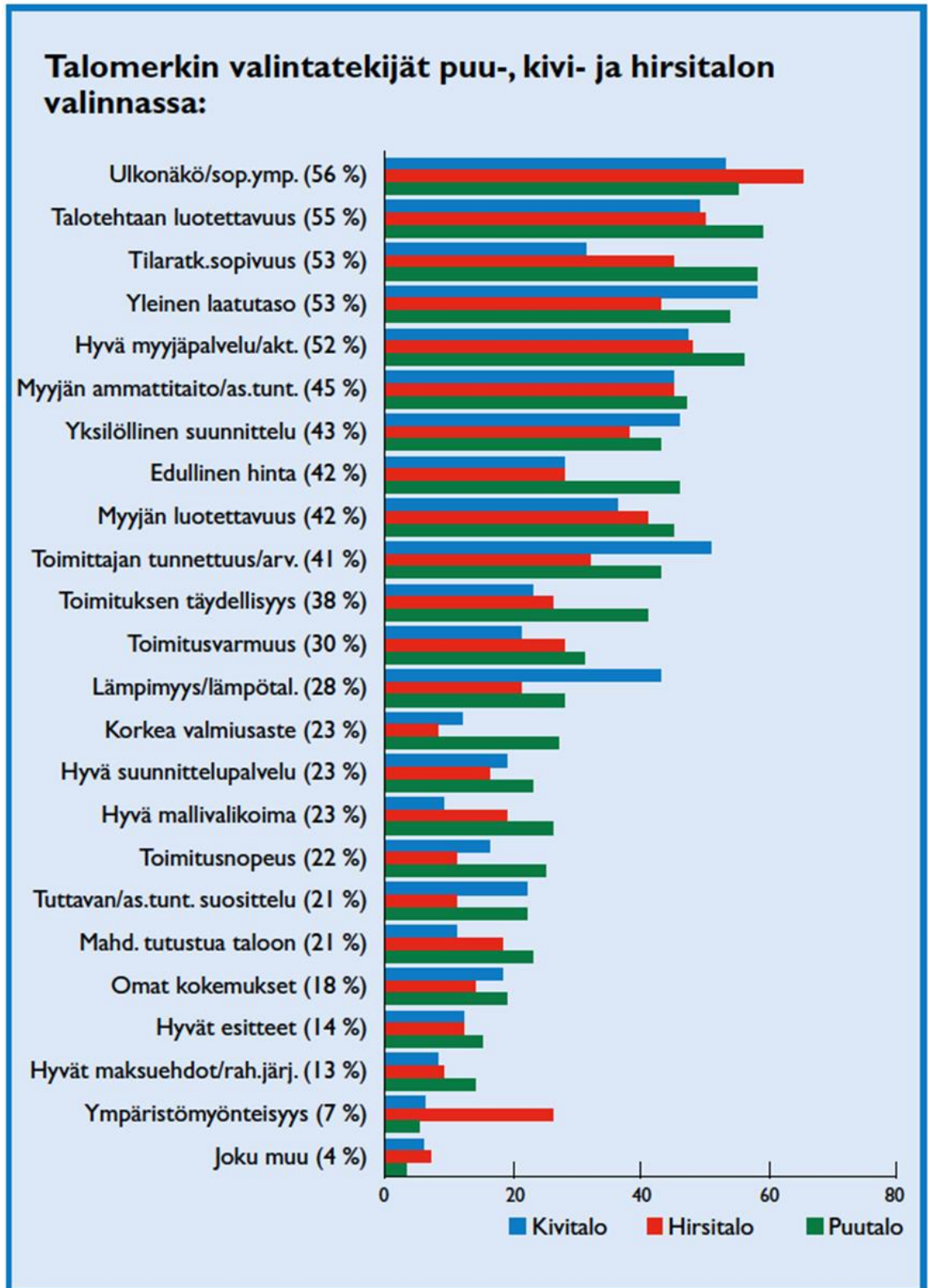


Kuva 10. Harmoninen makuuhuone [38].

9 HIRSITALON VALINTAKRITEERIT

Yhä useammilla on monia tutkimuksia tukeva käsitys, että hirsitaloon muodostuu elämisen kannalta hyvä sisäilma. Huoli tulevaisuudesta ja ympäristön laadusta on antanut ihmisille enemmän ajattelemisen aihetta ja saanut tekemään sellaisia ratkaisuja, jotka rasittavat ympäristöä ja luontoa mahdollisimman vähän [11].

Mökkivalmistajan valintaan vaikuttavat useat eri seikat (kuva 11), ja loppujen lopuksi jokainen miettii päätöksensä omasta näkökannastaan kovin erilaisilla perusteluilla. Jonkun oikea vaihtoehto ei ole sitä mitä toinen haluaa. Tavallisesti valintaan vaikuttavat ainakin laatutaso, tilaratkaisut, hinta, toimitustäydellisyys, ulkonäkö ja valmistajan luotettavuus. Usein halutaan tutustua tarjolla oleviin vaihtoehtoihin ennen ostopäätöksen tekoa ja tehdä vertailua. Useat mökkirakentajat tutustuvat valitsemansa valmistajan suorituksiin myös tuttavien kautta [39]. Jokaisella rakentajalla on oma ainutlaatuinen makunsa ja tietyntylaiset kriteerit rakennuksen valinnalle. Hirsitalon talomerkin valintakriteerien kärjessä ovat rakennuksen ulkonäkö ja sopiva ympäristö. Seuraavana perässä tulevat talotehtaan luotettavuus ja myyjän palvelu.



Kuva 11. Hirsitalon valintatekijät on korostettu punaisella värillä [40].

Hirsitaloissa voimakasilmisillä rakenteilla ja materiaalilla on suuri vaikutus sisätilaan. Moni ihminen kokee lepäävänsä ja latautuvansa ympäristössä, joka on tehty hirrestä, joten melkein kaikki vapaa-ajan asunnot rakennetaan hirrestä. Hirsi antaa luovaa työtä tekeväälle ihmiselle inspiroivan ympäristön ja rauhaa. Hirsi ulkoseinänä sopeutuu ympäröivään metsään, luontoon tai aukeaan paikkaan. Lisäksi hirrestä syntyy luonnollisesti se ympäristö, jossa rakennus, luonto ja maisema yhdessä sulautuvat harmoniseksi kokonaisuudeksi [11].

9.1 Hirsirunko vai puurankarunko

Uusista loma-asunnoista on puurankarunkoisia mökkejä noin 30 %. Puurankarungon kanssa käytetään vaak- tai pystysuuntaan asennettua lautaverhousta tai voidaan myös käyttää niiden yhdistelmää. Sommittelua ja verhousteriaalia uudistamalla voidaan saada aikaan hieno muutos. Lautaverhottua puurankarunkoista mökkiä suosivat varsinkin paikallarakentajat. Aiempina vuosina teollisten ratkaisujen tarjonta on lisääntynyt ja tulevaisuudessa moni lautamökin rakentaja käy todennäköisesti hankkeeseensa talotehtaan avustuksella [27].

9.2 Hirsi- ja rankarakenteen tekniset erot

Ranka- ja hirsirakenteella on useita teknisiä eroja keskenään. Rakenteiden kosteuskapasiteetilla ja kosteusteknisellä toimivuudella on eroja. Rankarakenteessa täytyy huomioida toimivuus enemmän, etenkin mikäli kyseessä on talvella kylmillään oleva kesäkäyttöinen rakennus. Lisäksi kyseisillä rakenteilla on eroavaisuuksia eristävydessä. Rankarakenteista verrattaessa hirsirakenteeseen, rankarakenteisella voidaan saavuttaa parempi lämmöneristävyys kohtalaisen ohuella eristyksellä [19]. Hirsirakenteisella rakennuksella on parempi kosteustekninen toimivuus, mutta taas rankarakenteisella rakennuksella on parempi lämmöneristävyys.

9.3 Massiivihirsi vai yhdistelmähirsi

Hirsiseinä on mahdollista toteuttaa joko yhdistelmärakenteisena tai massiivirakenteisena. Massiivihirsiseinä on kokonaan puuta ilman muita sisä- ja ulkopuolen välisiä kerroksia. Usean ihmisen mielestä hirsitalo on aidoimmillaan massiivirakenteisena, sillä myös esi-isämme ovat rakentaneet asuinrakennuksensa tällä periaatteella [27].

Yksiaineinen seinärakenne on kosteustekniseltä toimivuudeltaan turvallinen, sillä hirren ja lämmöneristeen välille ei synny kastekriittistä rajapintaa. Massiivihirsitalossa materiaalin paksuudella vaikutetaan ulkoseinän rakentamiskustannuksiin, lämmöneristävytyteen ja ulkonäköön. Paksumpi hirsi on kalliimman hinnan lisäksi eristävämpi ja kauniimpi. Yhdistelmärakenteisissa rakennuksissa saavutetaan haluttu eristävyys ohuemmallakin hirrellä, kun asennetaan hirren sisä- tai ulkopuolelle erillinen lämmöneristekerros. Rakennusteknisesti pidetään hirsikehikon ulkopuolelle asennettua lämmöneristystä turvallisempänä vaihtoehtona, mutta sisäpuolellekin tehty lisäeristys on hyvä vaihtoehto oikein toteutettuna. Käytettyjen eriste- ja hirsipaksuuksien täytyy olla keskenään tasapainossa niin, ettei kastepistettä synny hirren ja eristeen rajapintaan. Lisäksi höyrysulun käyttö vaikuttaa kosteusvarmuuteen [27]. Turvallisina vaihtoehtoina siis pidetään kosteusteknisesti yksiaineista seinärakennetta ja lisäksi lämmöneristystä, joka on asennettu hirsikehikon ulkopuolelle.

9.4 Lämmöneristävyysvaatimukset

Yleensä talvi- tai ympärivuotiseen käyttöön tulevalta lomarakennukselta vaaditaan vastaavaa lämmöneristävyttä vakituisten asuntojen kanssa, vuonna 2007 voimaantulleiden lämmöneristysmääräyksien mukaan [36].

U-arvo

Rankarakenteisen ja hirsirakenteisen loma-asunnon eristävyttä mitattaessa rankarakenteinen voittaa hirsirakenteisen. Verrattaessa rankarakenteisen asunnon

lämmönläpäisykerrointa (U-arvo) hirsiseen asuntoon on rankarakenteisen asunnon lämmönläpäisykerroin parempi samalla seinävahvuudella. Rankarakenteisilla ratkaisuilla päästään passiivitaloluokituksiin, mutta hirsirakenteisilla se ei onnistu. Hirrellä, varsinkin massiivihirrellä, on heikomman eristävyuden kompensoivia muita ominaisuuksia [19]. Rankarakenteisella on parempi eristävyys kuin hirsirakenteisella.

Hirsiseinän U-arvon täytyy olla loma-asunnoissa 0,8 ja muiden seinien rakenneratkaisusta riippumatta 0,24. Jotta määräykset täyttyvät nykymääräysten mukaan, niin U-arvolla on vaikutusta hirsiseinän vähimmäispaksuuteen. Hirsiseinän paksuudella taas on vaikutusta hirsiseinän lämmöneristyskykyyn siten, että lämmöneristyskyky tulee suhteessa sitä paremmaksi, mitä paksumpi hirsiseinä on kyseessä. Tätä nykyä passiivitalomallien seinärakenteet ovat jo kovin massiivisia, mutta sama ei koske rankarakenteista ratkaisua. Eristeen lämmönjohtavuusarvo vaikuttaa U-arvoon siten, että rakenne eristää sitä paremmin, mitä pienempi on lämmönjohtavuus. Pienemmällä eristepaksuudella voidaan siis saavuttaa sama U-arvo, mikäli valitaan pienemmän lämmönjohtavuuden omaava eriste [19]. Mitä paksumpi hirsiseinä siis on, niin suhteessa sitä parempi on hirsiseinän lämmöneristyskyky.

Hirsiseinän lisäeristäminen

Ilman lisäeristystä massiivihirsiseinän lämmöneristyskyky ei ole niin hyvä kuin kivi- tai puutalon seinällä. Sen takia hirsiseinälle sallitaan heikompi eristyskykyvaatimus, jonka vaikutus kokonaisuuden etuihin energian kokonaiskulutuksen kannalta on kovin pieni. Hirsiseinää on myös mahdollista lisäeristää hyvillä eristeillä (PIR ja PUR). Lisäksi talon kokonaiseristävyttä voidaan kohentaa lisäeristämällä sellaisten tilojen ulkoseinät, joissa massiivihirren ei tarvitse näkyä [36 ja 41]. Lisäeristykseällä voidaan siis parantaa massiivihirsiseinän lämmöneristyskykyä tai talon kokonaiseristävyttä.

9.5 Pyörö-, höylähirsi vai lautarakenne

Teolliset valmismökit jaetaan julkisivutyypin mukaan kolmeen osaan: höylähirsi-, pyöröhirsi- ja lautarakenteisiin. Höylä- ja pyöröhirrestä löytyy monia vaihtoehtoja, sillä hirsi voi olla paksua tai ohutta, lamellihirttä tai yksipuista. Seinärakenteet voivat olla myös massiivirakenteisia tai lisäeristettyjä. Suurin joukko teollisista valmistajia valmistaa höylähirsiratkaisuja, kun taas pyöröhirsimarkkinoilta löytyy noin kymmenisen valmistajaa. Myös loma-asuntokäyttöön suunniteltuja lautajulki- tai hirsipaneelisivuisia elementtejä myy muutama yritys. Yleensä julkisivutyypin valintaan vaikuttavat tekijät ovat mökin pystytysympäristö ja ulkonäkö sekä lisäksi jo olemassa oleva rakennuskanta. Jopa 75 % uusista mökeistä rakennetaan tontille, jossa on ennestään jokin lomarakennus [33]. Tontille jossa ei ole ennestään yhtään lomarakennusta, rakennetaan ainoastaan 25 % mökeistä. Höylähirsiratkaisuja on saatavilla kaikkein eniten.

Hirsityypin valintaan vaikuttavat mm. ympäristön aikaisemmat rakennukset ja maakuasiat. Yleensä ulkoseinän valintaan vaikuttavat ominaisuudet ovat harmonia ympäristön kanssa ja ulkonäkö. Monille ihmisille teknisillä ominaisuuksilla on merkitystä, kuten rakentamisen helppoudella, kustannustekijöillä, pitkäikäisyydellä ja soveltuvuudella omatoimiseen rakentamiseen. Lisäksi merkitystä on laadulla, lämmöneristävyydellä, terveellisyydellä, helppohoitoisuudella ja rakenteen hengittävyydellä, mitä odotetaan varsinkin massiivihirreltä. Paikalla rakentajan valintaperusteena on helposti saatavilla oleva tai jopa oma puutavara [27]. Kriteerejä on siis monia, joten rakentajan omilla arvoillakin on merkitystä mietittäessä valintaperusteita.

Puu sopii erinomaisesti lomarakentamiseen, ja se onkin traditionaalinen materiaali suomalaisessa maalaismaisemassa. Lähes joka ikinen lomarakennus saa puujulkisivun. Puurakentaminen, luonto ja vapaa-aika ovat erottamattomat lomarakentajien mielestä, mikä näkyy myös valinnoissa. Pieni osa lomarakennuksista toteutetaan lautarakenteisena, sillä mökkirakentajista päättyy hirsijulkisivuun noin 70 %. Hirsi- ja puutalojen teollinen valmistus on edesauttanut lomarakentamisen lisää-

tymistä ja pientalorakentamisen tehokkuutta. Tuotekehitys- ja tutkimustyö on saanut aikaan uusia innovaatioita ja tietotaitoa puun rakennusteknisestä toiminnasta [9].

Rakentamisen vaikutus hintaan

Hintaan vaikuttaa eniten työtuntien määrä, mutta merkitystä on myös materiaali- valinnoilla. Verrattaessa yhtä suuria rakennuksia hirsirungon pystytys on nopeampaa kuin rankarakenteisen [19]. Materiaalivalinnat vaikuttavat hintaan paljon, sillä riippuu laatutasosta mitä halutaan.

Eräässä opinnäytetyössä on tutkittu huvilarakennuksen rakentamistavan valintaa, ja sen mukaan lautarakenteisen rakennuksen kustannukset tulivat edullisemmiksi kuin hirsirakenteisen rakennuksen kustannukset. Kustannusero rakennusvaiheessa oli 19 %. Hirsirakenne tuli hintavammaksi 40 - 51 % huomioitaessa myös elinkaarenaikainen energiakustannus. Hirsirakenteen edullisuuteen vaikuttivat ominaisuudet, jotka todettiin paremmiksi kuin lautarakenteisella rakennuksella. Rakennukselta vaadittiin siis pitkää kunnossapito- ja uusimisjaksoa, huollettavuutta, helppohoitoisuutta ja kestäväää kosteusrasitusta, erityisesti rakennuksen ollessa kylmillään talvisin [19]. Lautarakenteinen rakennus on siis edullisempi rakentaa kuin hirsirakenteinen rakennus.

10 HIRSIRAKENTAMISEN TULEVAISUUS

Teollinen hirsituotanto on kehittynyt periaatteessa kolmessa eri vaiheessa. Valmistusmenetelmiä ja tuotantotekniikkaa kehitettiin 80-luvulla. Tuotekehitys oli kovaa 90-luvulla ja lisäksi tietotekniikka otettiin mukaan asiakaslähtöiseen suunnitteluun. Nyt 2000-luvulla mielenkiinto on puuraaka-aineen alkuperässä, ominaisuuksissa sekä modifioinnissa. Toimiala koostuu enimmäkseen tyypillistä pk-yrityksistä, vaikka maailman suurin teollinen hirsitalo valmistaja sijaitsee Suomessa. Kasvavat yritykset suuntaavat toiminnallaan vientimarkkinoille, sillä alalla on kotimaassa kohtalaisen pienet markkinat [9].

Nykyään vapaa-ajan rakentamisessa käytetään paljon hirttä ja lisäksi hirsi on selvästi lisäämässä osuuttaan omakotirakentamisessa. Hirsituotevalmistamisessa maailmalla kärkeä pitävät suomalaiset. Suomalainen hirsituoteteollisuus toimii tietokoneavusteisen suunnittelun eli integroidun CAD-CAM-järjestelmän pohjalta. Kehitystä on tapahtunut runsaasti suunnittelussa, valmistuksessakin ja tuotteessa [10].

Aiempina aikoina hirsitalojen arkkitehtuurin kehitys oli hyvin paljon viranomaismääräysten vallassa. Viime aikoina arkkitehtikoulujen puurakentamisprojekteissa on käytetty hirttä keskeisenä materiaalina. Yksinkertaisen ja turvallisen rakenteen lisäksi hirsiseinä tasoittaa sisäilman kosteus- ja lämpötilojen eroja, sillä on hieno ääneneristyskyky eikä se homehdu [8].

Kestävän kehityksen materiaaleista puutavara on terveellisin ja ekologisin. Verrattaessa puuta muihin rakennusmateriaaleihin puulla on kyky tuoda esiin pintojen, muotojen ja värien yhdistelmiä ja siten lisätä ympäristöönsä ulottuvuutta. Puussa yhdistyvät sekä joustavuus että lujuus. 1900-luvun jälkipuolella alettiin uudelleen arvostamaan perinteisiä hirsi- ja puutaloja sekä muutenkin puun sekä esteettisten ja rakenteellisten ominaisuuksia. Puurakentaminen on tulossa yhä suosittumaksi [7].

Materiaalina hirreltä voidaan odottaa paljon. Hirren kehittämismahdollisuuksien, ominaisuuksien ja arvojen takia sen käyttö monipuolistuu entisestään. Suomessa

hirsiteollisuus on monipuolista, sillä erikokoisia yrityksiä on todella paljon. Hirsirakentamisen rakennusfysiikka ja periaatteet toimivat samalla tavalla sekä teollisesti että perinteisesti rakennetussa talossa [8].

Teollisen hirsituotannon alalla hallitsevat totut käytännöt, joten ala ei ole kokenut isompia teknisiä käännteitä. Kaikkien talotehtaiden käytössä olevat hirsityypit ovat melko samanlaisia lisätynä tietysti pienillä eroavaisuuksilla. Pelkkahirsien paksuus on 90 - 210 mm, ja pyöreiden hirsien paksuus on 130 - 230 mm. Hirsien rakenteen muuttuessa vahvimmat hirret valmistetaan liimaamalla ohuesta puutavarasta. Lisäksi liimattujen lamellihirsien materiaalina on mahdollista käyttää pienimittaista edullisempaa puutavaraa, joten ne ovat yleistyneet pienemmissä veistämöissä [8].

Huomattavin tekninen uutuus on hirsien painumisen estämiseksi keksitty liimattu hirsi, jossa pintaosat ovat hirren pituussuunnassa ja keskiosan puuaines on pystysuunnassa. Puun kutistuminen pituussuunnaltaan on todella vähäistä ainakin teoriassa, mutta pidemmän aikavälin kokemukset rakennusalalla saadaan sitten kymmenien vuosien kuluttua. Teollisen hirsirakentamisen uusi piirre on rakenteiden tiivistäminen ja vahvistaminen käyttäen teräksisiä kierretankoja [8].

Jokainen hirsiryitys markkinoi omia varaus- ja nurkkaratkaisujaan, vaikka ovat ajan tasalla muidenkin rakentamistavoista. Markkina-asemaa pyritään kehittämään pääasiassa yksityiskohtien hiomisella. Näkyvä trendi on huomion kiinnittäminen taajama-alueille tarkoitettujen talotyyppien suunnitteluun. Nyt taajamiin sopivat ratkaisut saadaan yksinkertaisesti lyhytnurkkaisilta, ulkopuolelta laudoitetuista ja pelkkahirsisisistä taloista. Hirsitalotehtailla on aiempaa pätevämmät suunnitteluosastot ja lisäksi myyntiluetteloihin on alkanut tulla vähitellen laadukkaampia talotyyppiejä [8].

Hirsitalojen suunnittelijoille ovat tuoneet ongelmia asumisen edellyttämät uudet ilmanvaihdon ja energian käytön vaatimukset. Nykyisillä hirsipaksuuksilla saadaan usein kompensoituna riittäviä lämmöneristysarvoja seinille. Yleensä seurauksena on hirsiseinien lisäeristäminen, ja jopa huomattavan osan menetys arvotekijöistä.

Sisäpuolisen eristämisen seurauksena on hirsiseinien hengittävyiden ja tunnelman menettäminen, kun taas ulkopuolinen eristys saa aikaan lautatalomaisen ulkonäön [8].

Hirsiyritykset tavoittelevat suunnittelussa, että sisäiset väliseinät korvataan kevytrakenteisilla paneeli- tai levyseinillä hirsien säästön sekä niiden erilaisen painumisominaisuuden takia, jolloin ainoastaan talon ulkoseinät ovat hirttä. Hirrestä tehdyissä sisäseinissä syntyvillä painumisilla ei yleensä ole vaikutusta rakenteiden toimivuuteen, vaan se on lähinnä ulkonäköseikka. Eri asia siinä tapauksessa, jos kyseiset sisäseinät ovat tavallista korkeampia. Osa työstä voidaan siirtää tilaajan suoritettavaksi, jolloin saadaan alennettua talon kokonaishintaa. Asumisen veden käyttö on kasvanut muutaman 10 vuoden kuluessa monta kymmentä kertaa suuremmaksi, joten kosteat tilat ovat modernissa hirsitalossa iso ongelma. Vesivuodot ovat aina mahdollisia, joten tulevaisuuden riski lymyää nimenomaan märkätiloissa [8].

Hirsitalo vuonna 2030

Aito hirsitalo on tietynlaisen paksuusvaatimuksen täyttämä massiivinen puutuote. Kaikkien aitojen ja arvokkaiden tuotteiden lisäksi myös hyvämaineinen hirsi saa jäljitelmiä tavoitteena taloudellinen hyöty. Hirsitaloksi ja hirsirakenteeksi sanotaan sellaisia päältäpäin hirsiseltä näyttäviä ratkaisuja, mutta vain yksi on aito ja oikea. Luonnollisesti hirsikin kehittyy jatkuvasti. Syntyy myös hirsirakenteen ja hirren tiiviyyteen liittyviä yksityiskohtia. Rakenne tulee olemaan yhä massiivipuuta ja liimarakenteen avulla saadaan poistettua joitakin halkeiluun ja suoruuteen liittyviä haittoja [11].

Massiivinen hirsiseinä ei ole helppo rakentaa siten, että se täyttäisi alati kiristyvät lämmöneristysvaatimukset. Säädökset kehittyvät huomioimaan kokonaisuudet. Hirren kehittymiseen vaikuttavat eniten viranomaisten suhtautuminen hirsirakenteeseen julkisivuna, suhtautuminen yleensäkin hirsirakenteen sopivuuteen ja lisäksi puun hinta, jolla ei ole näin Suomen olosuhteissa niinkään vaikutusta. Lisäksi hirrestä suunnittelu ei ole oikein suosittua arkkitehtipiireissä, joten hirsitalon menestys riippuu paljon suunnittelukulttuurista. Merkitsevämpään asemaan tulevat nousemaan viihtyvyyden lisäksi rakennukseen syntyvän sisäilman terveellisyys ja rakentamisratkaisun energiatase [11].

11 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

Puu on uusiutuva luonnonvara ja ekologinen materiaali. Kestävän männyn ja kuusen lisäksi käytetään paljon haapaa. Kelohonka on hyvin kaunis ja arvostettu puumateriaalina, mutta sitä on vähemmän saatavilla Suomessa. Nykyään CE-merkinnästä voidaan päätellä puutavaran olevan standardien mukaista ja tasoltaan laadukasta. Höylähirren valmistukseen sopiva puulaji on mänty ja lamellihirren valmistukseen sopii hyvin myös kuusi. Hirsitalon valmistus on ekologista ja tärkeimpiä hirren ekologisia ominaisuuksia on kestävyys ja hengittävyys.

Eri hirsityyppejä ovat höylähirsi, pyöröhirsi, lämpöhirsi, käsin veistetty hirsi ja lamellihirsi. Lamellien valinnassa kannattaa suosia sydänhalkaistuja lamelleja, sillä yleensä sydänkeskeistä hirttä pidetään laadukkaana. Pyöröhirren huono puoli on kosteuseläminen, josta saattaa aiheutua hirsien halkeilua. Pyöröhirren varaus on n. 20 % pienempi kuin höylähirren varaus ja lisäksi pyöröhirsiltä vaaditaan vähän suurempaa toimituskosteutta kuin höylähirsiltä, mutta yleensäkin hirsien toimituskosteus on alentunut merkittävästi. Ulkonäöltään käsin veistetty hirsi voi näyttää muita hirsityyppejä kauniimmalta, mutta se on kuitenkin makuasia. Myös erilaiset nurkka- ja salvostyypit vaikuttavat talon ulkonäköön. Salvosten käytön rinnalle ovat tulleet lyhytnurkat. Hirsitalon puutavaran ominaisvaatimukset ovat suuremmat kuin runkorakenteisen talon ja lisäksi nykytekniikalla toteutetun hirsirakennuksen ilmatiiveys on yhtä hyvä kuin höyrynsulkumuovilla varustetun runkorakenteisen talon ilmatiiveys.

Hirsiseinän paksuudella on vaikutusta hirsiseinän lämmöneristyskykyyn, joka tulee suhteessa sitä paremmaksi, mitä paksumpi on hirsiseinä. Eristeen lämmönjohtavuusarvo vaikuttaa U-arvoon, jolla taas on vaikutusta hirsiseinän vähimmäispaksuuteen. Rakenne eristää sitä paremmin, mitä pienempi on lämmönjohtavuus eli pienemmällä eristepaksuudella voidaan saavuttaa sama U-arvo, kun eriste valitaan pienemmällä lämmönjohtavuudella. Huoneilman kosteus pysyy terveyden kannalta optimaalisena ja tasaisena suhteessa siihen, mitä enemmän talon rakenteissa on käytetty massiivipuuta, josta rakennetun talon paksumpi hirsi on kalliimman hinnan lisäksi eristävämpi ja kauniimpi. Kosteustekniseltä toimivuudeltaan

turvallinen vaihtoehto on yksiaineinen seinärakenne, sillä hirren ja lämmöneristeen välille ei synny kastekriittistä rajapintaa. Hirsikehikon ulkopuolelle asennettua lämmöneristystä pidetään rakennusteknisesti turvallisempaan vaihtoehtona. Massiivihirsitalossa materiaalin paksuudella vaikutetaan ulkoseinän rakentamiskustannuksiin, lämmöneristävytyteen ja ulkonäköön. Paksumpi hirsi on kalliimman hinnan lisäksi eristävämpi ja kauniimpi. Mitä paksumpi hirsiseinä on, niin sitä parempi on siis hirsiseinän lämmöneristyskyky. Lisäeristyksellä voidaan parantaa massiivihirsiseinän lämmöneristyskykyä tai talon kokonaiseristävyyttä. Massiivihirsi on myös upean näköinen puumateriaali käytettynä hirsirakennuksessa.

Rankarakenteisella voidaan saavuttaa parempi lämmöneristävyys kohtalaisen ohuella eristyksellä, mutta hirsitalon ulkoseinien ollessa massiivihirttä ja ala- sekä yläpohjan ollessa passiivitasoa, on hirsitalon energiatehokkuus samaa luokkaa normaalirakenteisen rankarunkoisen talon energiatehokkuuden kanssa. Hirsirakenteisen asunnon lämmönläpäisykerroin ei ole yhtä hyvä kuin samalla seinävahvuudella olevan rankarakenteisen. Hirsitalon seinien lisäeristämällä voidaan kyllä saavuttaa passiivitalon taso, mutta tällöin menetetään hirren kosteustekniset ominaisuudet. Massiivihirsiseinän lämmöneristyskyky ei ole niin hyvä kuin kivi- tai puutalon seinällä ilman lisäeristystä, mutta taas massiivihirsitalosta voidaan saada yhtä energiatehokas kuin rankarunkoisestakin, sillä seinien lisäeristämällä voidaan saavuttaa jopa passiivitalon taso.

Tiiviissä rakennuksessa ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmien toiminta on tehokkaampaa ja rakenteisiin virtaava haitallinen kosteus vähenee merkittävästi. Hirsitalossa on oikein miellyttävä sisäilma, sillä kosteutta ja lämpöä tasapainottava hengittävä rakenne takaa sen, että kodin sisäilman suhteellinen kosteus on sisäilman laadun kannalta optimialueella, jolloin sisäilma on siis mahdollisimman puhdas ja viihtyisä asukkaille. Hirsiseinä pystyy luovuttamaan ja varastoimaan kosteutta, sillä aurinko lämmittää talon ulkoseinän ulkopintaa päivällä varaten lämpöä. Hirsirakenteista verrattaessa yhdistelmärakenteisiin hirren etuna voidaan pitää ulkoseinän varmaa rakennusfysikaalista toimivuutta. Yhdistelmärakenteisissa rakennuksissa saavutetaan haluttu eristävyys ohuemmallakin hirrellä, kun asennetaan hirren sisä- tai ulkopuolelle erillinen lämmöneristekerros. Hirsitaloissa sisäilman laatu pysyy hyvänä lämmityskaudella ja helteillä, joten se on erittäin hyvä

vaihtoehto muun muassa allergikoille ja astmaatikoille. Hirsiseinät pystyvät luovuttamaan ja sitomaan kosteutta, joten homeongelmia ei muodostu. Hirsitaloissa onkin havaittu vähemmän kosteus- ja homevaurioita kuin puutaloissa. Hirsirakenteista verrattaessa rankarakenteiseen on hirsirakenteisella parempi kosteustekninen toimivuus, mutta taas rankarakenteisella rakennuksella on parempi lämmöneristävyys. Turvallisina vaihtoehtoina pidetään kosteusteknisesti yksiaineista seinärakennetta ja lisäksi lämmöneristystä, joka on asennettu hirsikehikon ulkopuolelle.

Energiataseeltaan hirsitalo on edullinen ja hirsikehikko on uudelleen käytettävissä. Hirsiseinän hiilinieluvaikutus on sitä suurempi, mitä paksumpaa hirttä seinä on ja toisaalta hiilinieluvaikutus pienenee suhteessa siihen, mitä suuremmalla aikavälillä asiaa tarkastellaan. Energiahukkaa tapahtuu enemmän ilmanvaihdon ja yläpohjan kautta, kuin seinän kautta. Energiatohokkuutta voidaan pitää ainoana heikkoutena, mutta hengittävä hirsiseinä ja muut vastaavalla tavalla toimivat rakenteet kuitenkin poistavat energiahukkaongelmat. Hirsirakennuksesta on mahdollista saada rakennettua tiivis rakennus. Hirsitalon suunnitteluun kannattaa panostaa hyvin jo rakentamisen alkuvaiheessa. Rakennuksen ilmanpitävyyttä suunniteltaessa täytyy huomioida painuminen, ja painumisen tapahtumisen jälkeen ilmanpitävyyttä on vielä mahdollista parantaa. Sitä kannattaa pohtia, minkä verran hirsirakennuksen suunnitteluohjeiden mitoituskuormia tarvitsee ylimitoittaa maksimissaan.

Rakennuksen suunnitteluvaiheessa on eniten mahdollista vaikuttaa myös hirsirakennuksen materiaaleihin, kustannuksiin ja työmäärään. Usein rakennuspaikkana toimii ympäristö, jossa sijaitsee jo ennestään jokin rakennus. Omatoimisella rakentajalla on hyvä mahdollisuus säästää kustannuksissa pystyttämällä itse jo taloudellisesti kilpailukykyisen rungon. Lautarakenteinen rakennus on edullisempi rakentaa kuin hirsirakenteinen rakennus. Materiaalivalinnat vaikuttavat hintaan paljon, sillä riippuu myös laatutasosta mitä halutaan. Hirsitalo ja puutalo ovat rakennuskustannuksiltaan samaa luokkaa, molemmissa taloissa suurin kustannustekijä on vesikatto- ja runkorakenteet, ja molemmat tarvitsevat koneellisen ilmastoinnin ilmanvaihtuvuuden kannalta. Kuitenkin lautarakenteisen rakennuksen kus-

tannukset tulevat n. puolet edullisemmiksi kuin hirsirakenteisen rakennuksen kustannukset huomioitaessa elinkaarenaikainen energiakustannus. Siirtämällä osa työstä tilaajan suoritettavaksi saadaan alennettua talon kokonaishintaa.

12 YHTEENVETO

Hirsitalo on yhä useamman rakentajan valinta ja puurakentaminen on tulossa entistäkin suosittumaksi. Hitaasti kasvanut puu on parempaa rakentamiseen, jolloin puu on kovempaa ja painuminen hirsirakenteissa on vähäisempää. Kestävimmät rakennushirret saadaan männystä, varsinkin kelohongasta. Materiaalina hirren kehittämismahdollisuuksien, ominaisuuksien ja arvojen takia hirren käyttö monipuolistuu entisestään. Lamellihirren edut paranevat suhteessa siihen, mitä paksummasta lopputuotteesta on kyse.

Hirsirunkoon päädytään toiminnallisista, esteettisistä ja taloudellisista syistä. Valintaan vaikuttavat laatutaso, tilaratkaisut, hinta, toimitustäydellisyys, ulkonäkö ja valmistajan luotettavuus. Taloudellisesti hirsirunko on erittäin kilpailukykyinen muiden runkoratkaisujen rinnalla. Hirsityypin valintaan vaikuttavat ympäristön aikaisemmat rakennukset, harmonia ympäristön kanssa ja ulkonäkö. Lisäksi merkitystä on teknisillä ominaisuuksilla, laadulla, lämmöneristävyydellä, terveellisyydellä, helppohoitoisuudella, rakenteen hengittävyydellä ja saatavilla olevalla puutavaramalla.

Nykyään hirsitalomarkkinoilla on varaa valita mieluista, ellei tule jopa valinnan vaikeus tarjolla olevien monien eri mahdollisuuksien takia. Erilaisia höylähirsiratkaisuja on saatavilla kaikkein eniten. Hirsitalon talomerkin valintakriteerien kärjessä ovat rakennuksen ulkonäkö ja sopiva ympäristö. Seuraavana perässä tulevat talotehtaan luotettavuus ja myyjän palvelu. Kriteerejä on monia, joten myös rakentajan omilla arvoilla on merkitystä mietittäessä valintaperusteita.

Hirsitalon sisustustyyliin sopivat hyvin kaikki maanläheiset sävyt ja luonnonmateriaalista valmistetut sisustustekstiilit, jotka on valmistettu puusta, rottingista, nahkasta, villasta, pellavasta, juutista ja paperinarusta. Materiaalina puu tuo sisustukseen lämmintä tunnelmaa. Moderni hirsirakennus voi olla rakennustyyliiltään hyvinkin selkeälinjainen, minimalistinen ja yksinkertainen suurineen lasi-ikkunoineen. Pohjoismainen sisustustyyli on tulossa muotiin maailmalla. Lisäksi suuret ikkunat voivat olla käytännöllistä turvalasia, jolloin luonnon valo pääsee helpom-

min sisälle hirsirakennukseen mahdollisimman suurten ikkunoiden läpi. Hirsitalossa oleva takka on paitsi käytännöllinen, mutta toimii samalla tyyliin sopivana sisustuselementtinä. Puu on ekologinen ja trendikäs materiaali, joka on aina muotia. Jokaisella rakentajalla on tietysti oma ainutlaatuinen makunsa ja tietynlaiset kriteerit rakennuksen valinnalle.

Hirsitalotehtailla on aiempaa pätevämmät suunnitteluosastot ja lisäksi myyntilueteloihin on alkanut tulla vähitellen laadukkaampia talotyypppejä. Hirsitalojen suunnittelijoille tuovat ongelmia asumisen edellyttämät uudet ilmanvaihdon ja energian käytön vaatimukset. Sisäiset väliseinät korvataan mahdollisesti kevytrakenteisilla paneeli- tai levyseinillä hirsien säästön sekä niiden erilaisen painumisominaisuuden takia, jolloin ainoastaan talon ulkoseinät ovat hirttä. Teollisessa hirsirakentamisessa uutta ovat hirsien painumisen estämiseksi keksitty liimattu hirsi sekä rakenteiden tiivistäminen ja vahvistaminen käyttäen teräksisiä kierretankoja. Kosteat tilat ovat modernissa hirsitalossa iso ongelma, sillä vesivuodot ovat aina mahdollisia, joten tulevaisuuden riskinä ovat märkätilat.

Aito hirsitalo on tietynlaisen paksuusvaatimuksen täyttämä massiivinen puutuote. Kaikkien aitojen ja arvokkaiden tuotteiden lisäksi myös hyvämaineinen hirsi saa jäljitelmiä, mutta luonnollisesti hirsikin kehittyi jatkuvasti. Rakenne tulee olemaan yhä massiivipuuta ja liimarakenteen avulla saadaan poistettua joitakin halkeiluun ja suoruuteen liittyviä haittoja. Hirren kehittymiseen vaikuttavat eniten viranomais-ten suhtautuminen hirsirakenteeseen julkisivuna ja yleensäkin hirsirakenteen so- pivuuteen. Lisäksi säädökset kehittyvät huomioimaan kokonaisuudet. Massiivinen hirsiseinä ei ole helppo rakentaa siten, että se täyttäisi alati kiristyvät lämmöneris- tysvaatimukset. Hirsitalon menestys riippuu paljon suunnittelukulttuurista, sillä myös ammattialan kouluissa voitaisiin puhua paljon enemmän hirsirakentami- sesta. Viihtyvyys, rakennukseen syntyvän sisäilman terveellisyys ja rakentamis- ratkaisun energiatase tulevat merkitsemään yhä enemmän tulevaisuudessa.

LÄHTEET

1. Puun kosteuskäyttäytyminen. Tekninen tiedote. 23.11.2011. Internetosoite: http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/kysymyksiä-ja-vastauksia/puun_kosteuskayttaytyminen_lattia.pdf Hakupäivä 2.12.2013.
2. Alasaarela Matti. Hirsiseinään varastoituvan hiilen laskenta skenaario seinän lämmönläpäisykertoimen kompensoimisesta hiilinielun avulla. Internetosoite: http://www.hirsikoti.fi/content_images/tutkimukset_raportit_analyysit/hirsiseinan_hiilinielu.pdf Hakupäivä 7.11.2013.
3. Määräykset ja ohjeet 2012 (D3). RT RakMK-21504. 2012. Hakupäivä 23.10.2013.
4. Aitoa pohjoisen puuta. Internetosoite: <http://www.kuusamohirsitalot.fi/hirsi-rakentaminen/aitoa-pohjoisen-puuta.html> Hakupäivä 23.10.2013.
5. Tutkitusti tiivis. Internetosoite: <http://www.finnlamelli.fi/tuotetietoa/tutkitusti-tiivis>. Hakupäivä 23.10.2013.
6. Hirsitaloteollisuus (HTT) ry. Lehdistötiedote. 31.10.2011. Internetosoite: http://www.hirsikoti.fi/content_images/lehdistotiedotteet/lt_vuoden_2012_energiamaarayksista_31102011.pdf Hakupäivä 7.11.2013.
7. Judith Miller. Puutalot. Kiina: Wsoy; 2002.
8. Risto Vuolle-Apiala. Hirsitalo ennen ja nyt. Suomi: Moreeni; 2012.
9. Kimmo Lauharo. Hirsi rakennusaineena ja teollinen hirsitalo. Oy unipress AB; 2002.
10. Talonrakentajan käsikirja 3. Hirsitalon rakentaminen. (Rakentaja tietokirjat). Vaajakoski: Gummerus Oy; 2006.
11. Eero Saarelainen. Hirren maailma. Jyväskylä: Gummerus Oy; 1993.

12. Kestävä Kontio. Internetosoite: <http://www.kontio.fi/fin/Tuotetietoa/Tiukka-syinen-Kontio.648.html> Hakupäivä 23.10.2013.
13. Unto Siikanen. Puurakentaminen. Rakennustieto oy: Tampere; 2008.
14. Ekologinen hirsi. Internetosoite: <http://www.mammuttihirsi.fi/FI/rakentajalle/rakennusmateriaalina-hirsi/ekologinen-hirsi.html> Hakupäivä 23.10.2013.
15. Alasaarela Matti. Hirsiseinän ympäristövaikutusten laskenta elinkaaritarkastelun avulla. Internetosoite: http://www.kontio.fi/files/hirsiseinan_elinkaarianalyysi.pdf Hakupäivä 23.10.2013.
16. Huotari Antti. Hirsitalon energiatehokkuus. Opinnäytetyö. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. 2012. Internetosoite: <http://www.theseus.fi/handle/10024/45651> Hakupäivä 2.12.2013.
17. Rakentamismääräysten muistilista rakennesuunnittelijalle. Maaliskuu 2013. RT-21560. Hakupäivä 23.10.2013.
18. Energiatehokas Kontio. Internetosoite: <http://www.kontio.fi/fin/Tuotetietoa/Energiatehokas-Kontio.716.html> Hakupäivä 23.10.2013.
19. Mikkonen Anne. Huvilarakennuksen rakentamistavan valinta. Opinnäytetyö. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. 2013. Internetosoite: <http://www.theseus.fi/handle/10024/56090> Hakupäivä 2.12.2013.
20. Terveellinen koti perheellesi. Internetosoite: <http://www.honka.fi/terveellinen-ja-ekologinen-hirsitalo> Hakupäivä 23.10.2013.
21. SFS 4895, Hirsitalon laatuvaatimukset. RT-14-10436. 1990. Hakupäivä 23.10.2013.
22. Hirsi on mökkikansan suosikkimateriaali. Artikkel. Internetosoite: <http://www.suomirakentaa.fi/component/content/article/2-lomarakentaja/lomarakentaminen/794-hirsirakentamisella-on-hyva-tulevaisuus> Hakupäivä 7.11.2013.

23. Terveellistä asumista. Internetosoite: <http://www.kontio.fi/fin/Tuotetieto/Terveellista-asumista.654.html> Hakupäivä 23.10.2013.
24. Asu terveesti. Internetosoite: <http://www.honka.fi/asu-terveesti> Hakupäivä 23.10.2013.
25. Hirsirakennukset ja hirsirakentaminen. Internetosoite: <http://www.kuusamo-hirsitalot.fi/hirsirakentaminen/hirsirakennukset-ja-hirsirakentaminen.html> Hakupäivä 23.10.2013.
26. Risto Vuolle-Apiala. Hirsityöt. Suomi: Moreeni; 2010.
27. Runkorakenteiden vaihtoehdot. Internetosoite: <http://www.suomirakentaa.fi/lomarakentaja/ulkoseinaet-ja-julkisivut/runkorakenteiden-vaihtoehdot> Hakupäivä 7.11.2013.
28. Tuotteet. Internetosoite: <http://www.hasetec.fi/fi/tuotteet.php> Hakupäivä 7.11.2013.
29. Puurakenteiden suunnittelu. Lyhennetty suunnitteluohje. Kolmas painos, Eurokoodi 5. RIL 205-1-2009 liite B. Hakupäivä 2.12.2013.
30. Puutuoteprosessit. Internetosoite: http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/puu-tuoteteollisuus/alkutuotteiden_jalostus/liimaus/liimaus_ja_liimat.html Hakupäivä 2.12.2013.
31. Hirsiteollisuus. Internetosoite: <http://www.hirsikoti.fi/htt.php> Hakupäivä 7.11.2013.
32. Hirsimateriaalina. Internetosoite: <http://www.hirsikoti.fi/hirsimateriaali.php> Hakupäivä 7.11.2013.
33. Teolliset loma-asunnot. Internetosoite: <http://www.suomirakentaa.fi/lomarakentaja/teolliset-loma-asunnot> Hakupäivä 7.11.2013.
34. Hirren profiili. Internetosoite: <http://www.mammutihirsi.fi/FI/rakentajalle/rakennusmateriaalina-hirsi/hirren-profiili.html> Hakupäivä 23.10.2013.

- 35 Hirsivalikoima. Internetosoite: <http://www.finnlamelli.fi/tuotetietoa/hirsivalikoima> Hakupäivä 23.10.2013.
- 36 Teollisesti valmistettujen asuinrakennusten ilmanpitävyyden laadunvarmistusohje. RT 80-10974. 2009. Hakupäivä 23.10.2013.
- 37 Hirsi Hannu. PR I Hirsirakenteiden suunnittelu ja mitoitus. Otaniemi. 27.2.2013. Internetosoite: https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/rak-43.2300/luennot/Rak-43_2300_hirsirakenteet.pdf Hakupäivä 23.10.2013.
- 38 Hirsitalo on nyt moderni. Internetosoite: http://www.gloria.fi/artikkeli/sisustus/kodit/hirsitalo_on_nyt_moderni Hakupäivä 23.10.2013.
- 39 Mökkipaketin valinta. Internetosoite: <http://www.suomirakentaa.fi/talopaketit/moekkipaketin-valinta> Hakupäivä 7.11.2013.
- 40 Puu-, kivi- vai hirsitalo. Internetosoite: <http://www.suomirakentaa.fi/omakotirakentaja/ok-vaihtoehto/asunnon-hankintavaihtoehdot/puu-kivi-vai-hirsitalo> Hakupäivä 7.11.2013.
- 41 Lomarakentaminen. Internetosoite: <http://www.suomirakentaa.fi/component/content/article/2lomarakentaja/lomarakentaminen/> Hakupäivä 7.11.2013.