

HIRSIRAKENTAMISEN PERUSTEET

Itseopiskelumateriaali

SISÄLLYS

SISÄLLYS	2
SANASTO	3
1 HIRSI RAKENNUSMATERIAALINA	5
1.1 Hirsirakentamisen historiaa Suomessa	5
1.2 Käsitteet	6
1.3 Hirren kosteuskäyttäytyminen	7
1.4 Teollinen hirsi	9
1.5 Hirsiprofiilit	10
1.6 Hirren työstöt	13
1.7 Ekologisuus	14
2 HIRSIRAKENTEEN OMINAISUUDET	16
2.1 Kosteuden sitominen ja luovutus	16
2.2 Tiiviys	16
2.3 Painuminen	17
2.4 Rakenteellinen suojaus ja kosteudeneristys	19
2.5 Ääneneristys	21
3 RAKENTAMISMÄÄRÄYKSET JA HIRSIRAKENNE	22
3.1 Energiatehokkuus	22
3.2 Palo-osastointi	25
LÄHTEET	28

SANASTO

Diffuusio

Vesihöyry siirtyy diffuusiolla suuremmasta vesihöyrypitoisuudesta pienempään, eli suuremmasta vesihöyryn osapaineesta pienempään. Mitä suurempi vesihöyrynpitoisuusero rakenteen eri puolilla on, sitä voimakkaampi on diffuusiovirtaus.

Ekologinen

Luonnonvarojen käyttö uusiutumisen tahdin mukaisesti huomioiden kestävä kehitys.

Hiilinielu

Hiilen, tai oikeammin hiilidioksidin, varasto, jonka kasvaessa puhutaan hiilinielusta. Puu ja metsät ovat suurimpia hiilivarastoja.

Hirsiaihio

Tukista sahattu raakapuuaihio, josta kuivatuksen jälkeen höylätään hirsi.

Ilmanvuotoluku q_{50}

Rakennusvaipan keskimääräistä vuotoilmavirtaa tunnissa 50 Pa:n paine-erolla kokonaissämittojen mukaan laskettua rakennusvaipan pinta-alaa kohden. Yksikkö: $\text{m}^3/(\text{h m}^2)$.

Ilman suhteellinen kosteus

Ilmassa olevan vesihöyryn määrä prosentteina siihen verrattuna, kuinka paljon ilmassa voi enimmillään kyseisessä lämpötilassa olla vesihöyrynä.

Kantavuus

Suurin kuorma, jonka rakenne kestää murtumatta ja menettämättä haitallisesti muotoaan käyttötarkoitukseensa nähden.

Lohenpyrstöliitos

Hirsiliitoksissa käytettävä liitostyyppi, jossa toiseen liitettävistä osista tehdään lohenpyrstön muotoinen uloke ja toiseen vastaavan muotoinen kolo.

Lämmönläpäisykerroin (U-arvo)

Lämmönläpäisykerroin ilmoittaa lämpövirran tiheyden, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ilmatilojen välillä on yksikön suuruinen. Yksikkö: $W/(m^2K)$.

Rakennuksen lämpöhäviö

Vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlaskettu lämpöhäviö.

Sormijatkos

Jatkoksen tyyppi, jossa toisiinsa liitettäviin puutavarakappaleisiin lovetaan limittyviä uria, joilla ne liimaamalla liitetään toisiinsa.

Uunikuivatus

Puutavaran kuivausmenetelmä, jossa lämmittämällä hirsiaihioiden kosteuspitoisuus saadaan pudotettua alle 20 %:iin kuivapainosta.

1 HIRSI RAKENNUSMATERIAALINA

1.1 Hirsirakentamisen historiaa Suomessa

Hirsi oli tärkeä talojen runkorakennusmateriaali Suomessa aina 1950-luvulle saakka. Siihen asti hirttä käytettiin kaikenlaisten rakennusten rakentamiseen, sillä sitä oli helposti saatavilla meidän metsistämme. Aluksi käytettiin puun runkoa sellaisenaan, poikkileikkaukseltaan ympyränä, mutta vähitellen hirsi veistettiin paremmin seinärakenteeseen sopivampaan muotoon (Saarelainen 1993, 11). Hirren käyttö väheni sotavuosien jälkeen, kun tarvittiin nopeampia menetelmiä talojen tuottamiseen ja rakentamiseen. Kun sahalaitokset alkoivat yleistyä, saatiin puusta enemmän rakennusmateriaalia ja samalla rakentaminen oli aiempaa edullisempaa. Samaan aikaan kehiteltiin uusia tapoja sekä keveitä materiaaleja lämmöneristykseen. Rankarakentaminen yleistyessään syrjäytti vähitellen massiivipuisen hirren käytön runkomateriaalina lukuun ottamatta vapaa-ajanrakentamista, jossa sen käyttö on edelleen laajaa.

Vanhin Suomesta löydetty asuinrakennuksen hirsikehikko on n. 1200 vuoden takaa Laatokan läheltä. Tällöin näitä nelinurkkaisia kehikoita käytettiin luultavasti tulisijan suojana, eikä niissä kenties ollut vielä edes kattoa. Vähitellen rakennustaito kehittyi ja tällaisesta suojasta muodostui tulisijoihin tiivis asunto sekä tilat riihelle ja saunalle. Vanhin Suomessa vielä pystyssä oleva hirsirakennus on tiettävästi Kokemäellä sijaitseva Pyhän Henrikin saarnahuone, joka rakennettiin 1400-luvun tienoilla. (Saarelainen 1993, 11).

Hirren valmistus vientiin alkoi Suomessa jo niinkin vähän kuin 1600-luvulla. Tuolloin Pohjanlahden rannikkopitäjissä valmistettiin talojen hirsirunkoja, joita vietiin purjealuksilla Ruotsiin. Vähitellen tästä noin 300 vuotta kestäneestä hirsi-tuotteen viennistä kehittyi merkityksellinen teollisuudenala maahamme. 1950-luvulla käynnistyi nykyaikainen teollinen hirrenvalmistus, aluksi vapaa-ajan asuntojen tuotantona. Nyttämmin hirrestä valmistetaan yhä enemmän ympärivuotiseen asumiseen tarkoitettuja omakotitaloja. (Lauharo 2002, 9).

Parin viime vuoden aikana hirrestä on rakennettu suuria päiväkoteja, kouluja ja hotelleja.

1.2 Käsitteet

Hirsirakentamiseen liittyy useita käsitteitä, jotka hirsirakentamisen kanssa toimivien tulee tuntea. Tässä selvitetään niistä tärkeimmät:

- **Hirsi** on teollisesti höyläämällä tai sorvaamalla puusta valmistettu, massiivinen, nimellispaksuudeltaan vähintään 68 mm paksu, lähinnä seinähirtenä käytettävä rakennustarvike. Hirteen voidaan työstää varauksia sekä halkeamia ohjaavia uria. (HTT RY 4/2012).

- **Kulmikas hirsi** kuvaa hirren poikkileikkausmuotoa. Hirressä voi olla myös pontteja.

- **Pyöröhirsi** on poikkileikkausmuodoltaan ympyrä tai sitä lähellä oleva muoto.

- **Lamellihirsi**, josta käytetään myös nimitystä liimahirsi, on liimattu kahdesta tai useammasta kappaleesta joko pysty-, vaaka- tai ristisaumoin.

- **Salvos** on hirsien nurkkaliitos.

- **Ristinurkka** on kahden hirren risteyskohta.

- **Pitkänurkka** on seinä- tai nurkkaliitos, jossa hirsien päät ulottuvat nurkan yli.

- **Varaus** on päällekkäisten hirsien välinen saumamuoto.

- **Tiiviste** on hirsisaumassa käytettävä ilmavuotojen estämiseen tarkoitettu materiaali.

- **Tapitus** estää hirsiseinän yksittäisten hirsien sivuttaisen liikkumisen, kun kaksi tai useampia hirsii liitetään pystysuunnassa yhteen puu- tai metallitapeilla.

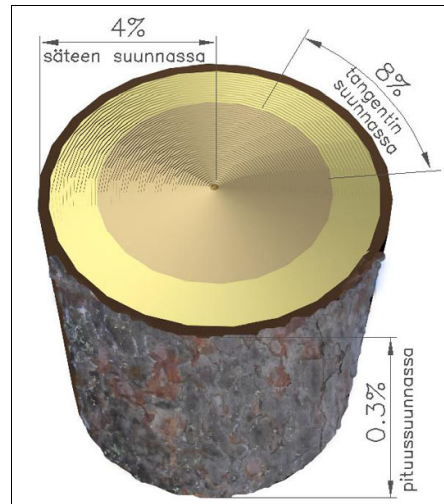
- Halkeilu** johtuu puun kutistumisesta sen kuivuessa; kutistuminen on kehän suunnassa lähes kaksinkertainen säteen suuntaiseen kutistumiseen nähden.
- Painuma** on puun kuivumiskutistumisesta, kuormituksesta sekä saumojen tiivistymisestä johtuva seinän laskeutuminen.
- Kara** on hirsiseinän aukkojen pieliin asennettava pystypuu, joka sallii painuman ja estää sivusiirtymät. Karalla liitetään painumattomat rakenteet hirsirunkoon.
- Kierrejalka** on painumattomaan rakennusosan ja hirsirakenteen väliin laitettava liitososa, joka on korkeussuunnassa säädettävissä painuman etenemisen mukaan. Tähän säätämiseen voidaan käyttää myös painumavarapaloja.
- Tukipuu** eli följari on pystysuuntainen puu, joka laitetaan pitkille tukiväleille estämään hirsiseinän nurjahdusta pulttaamalla hirteen tai hirren läpi toiseen tukipuuhun siten, että hirren painuminen on mahdollista.
- Vaarna** on puu- tai metallitappi, jota käytetään hirsiseinän tapitukseen; tai metallinen levy, jota käytetään palkkien kokoamiseen.

1.3 Hirren kosteuskäyttäytyminen

Hirrellä on useita ominaisuuksia, jotka vaikuttavat halutun lopputuloksen saavuttamiseen ja jotka suunnittelijan tulee tuntea. Puun kosteus aiheuttaa kuivuessaan mm. seinärakenteen painumista sekä hirteen halkeilua. Hirren kosteus vaihtelee eri vuodenaikoina ympäröivässä ilmassa olevan suhteellisen kosteuden mukaan. Tällöin hirsi imee itseensä kosteutta tai luovuttaa sitä ympäristöönsä olosuhteista riippuen, siis hirsi on hygroskooppinen materiaali.

Kuivuessaan puu kutistuu niin säteen kuin poikkileikkauksen kehänkin suunnassa (kuva 1). Koska kehän suunnassa kutistuminen on kaksinkertaista säteen suuntaan nähden, aiheutuu siitä puuhun jännityksiä. Kun jännitys kasvaa yli vetolujuuden, puu halkeaa. (Lauharo 2002, 7). Mitä kosteampaa puu on kuivauksen alkaessa, sitä suurempia tulevat halkeamat olemaan. Samoin puun vah-

vuus vaikuttaa halkeamien kokoon. Tämän vuoksi hirsiaihiot kuivataan, ja nykyaikaisessa teollisessa tuotannossa lähes aina uunikuivatuksella.



KUVA 1. Puun kutistuminen.

Halkeaman leveys muuttuu ilman suhteellinen kosteuden muuttuessa. Kun hirren kosteus lämpimässä tilassa on talvella pieni, halkeamat ovat suurimmillaan. Halkeamat eivät kuitenkaan vaikuta haitallisesti hirren lämmönjohtamis- tai lujuusarvoihin. (HTT RY 4/2012).

Kuivauksessa hirren kosteustila saadaan alle 20 %:n. Tällöin puu ei sinisty eikä homehdu, eikä halkeiluakaan juuri enää tapahdu. Kun tuore puu kuivataan 15 %:n kosteustilaan, se kutistuu 3-4 %:a. Tällöin tuoreena 200 mm hirsi onkin kuivauksen jälkeen 190-195 mm vahvuinen. (Saarelainen 1993, 80).

Puun kosteuspitoisuus vaihtelee ympäröivän ilman kosteuspitoisuuden sekä lämpötilan mukaan. Tämä tapahtuu kuitenkin melko hitaasti eikä eroa Suomen olosuhteissa juuri ole vuorokauden aikana huomattavissa. Kosteusvaihtelut tapahtuvat hirren molemmin puolin n. 5 cm:n paksuisessa kerroksessa, joten paksussa seinän sisäosassa kosteus pysyy lähes muuttumattomana vuodesta toiseen sen saavutettua tasapainokosteuden. (HTT RY 4/2012).

Lämmitetyssä sisätilassa olevan hirren kosteus asettuu n. 8 %:iin ja ulkoseinässä n. 14 %:iin kuivapainosta. Ulkoseinien kosteusvaihteluun vaikuttaa lisäksi mm. auringon säteily sekä rakenteellinen suojaus. Suojaus toteutetaan sadetta vastaan riittävän pitkällä räystäällä ja roiskeita vastaan maanpinnasta riittävän korkealle ulottuvalla perustuksella. (HTT RY 4/2012).

1.4 Teollinen hirsi

Sodan jälkeen hirsirakentamisen taito alkoi hiipua. Kaupungeissa rakentamista ohjattiin muutamien tuhoisien tulipalojen jälkeen kivimateriaalin käyttöön. Pientaloja alettiin rakentaa rankarakenteisina, kun tyyppitalot valtasivat alaa. Niissä alettiin käyttää esivalmistettuja osia, jolloin rakentaminen nopeutui ja laatu parani huomattavasti. (Keppo 2002, 8).

Teollisen hirsituotannon käynnistyttyä ensimmäinen tuote oli höylähirsi. Eri valmistajilla oli omat hirsiprofiilinsa, joiden paremmuudesta he kävivät kilpailua. Tuotteen valmistusta ei ollut viety kovin pitkälle, sillä hirsi vain höylättiin, mutta tappien reiät sekä nurkkalukot tehtiin käsin. Aluksi hirsiprofiili oli symmetrinen, eli ylä- ja alapinnassa oli urat listalle, joka asennettiin pystytysvaiheessa hirsien väliin. Pian huomattiin, ettei rakenteesta tullut tarpeeksi tiivistä, joten tuotekehitystä oli jatkettava. Jo 1960-luvulla hirsiprofiili muistutti paljon nykyään käytössä olevaa muotoa. (Keppo 2002, 8). Pyöröhirren teollinen valmistus alkoi 1964, kun hirsisorvi saatiin kehitettyä ja otettua käyttöön.

Hirsi tuotteena ei aluksi kehittynyt paljoa, ennen kuin vasta viime vuosina rakentamisen energiamääräysten tiukentuessa. Sen sijaan tuotantomenetelmät ja -laitteet ovat kehittyneet vauhdilla nykypäiviin saakka. Rakennusten vaipan osien lämmönläpäisykertoimien (U-arvo) enimmäisarvot ovat pienentyneet ja energiatehokkuuden vaatimukset ovat parantuneet. Hirren vahvuudet ovatkin kasvaneet asuinrakennuksissa 200 mm:n tuntumaan, enimmillään jo lähelle 300 mm:ä energiatehokkuuden tavoittelun vuoksi. Tällaisten hirsien materiaalina käytetään lamellihirttä, joka on liimattu useasta puuosasta ja tunnetaan myös nimellä liimahirsi.

Yksi uusimmista innovaatioista hirsirakentamisen tuotekehityksessä lienee painumaton massiivipuurunko (kuva 2). Siinä lamellihirren painumattomuus saadaan aikaiseksi pystypuisella keskilamellilla, hirren erikoisprofiililla, kiristyspultituksella ja hirren erikoiskuivauksella. Tällaisella rakenteella saavutetaan useita etuja, mm. hirsirakenteeseen voidaan helposti yhdistellä kivi-, teräs- ja lasimateriaalista tehtyjä rakenteita eikä normaalia hirsirakenteen painumaa tarvitse huomioida. Tällöin ei tarvitse varautua painumiin ja välttyään myös normaalisti käytettyjen erikoiskiinnikkeiden asentamisilta. (Honka, linkit Miksi Honka-hirsitalo → honkafusion → painumaton hirsirunko.)



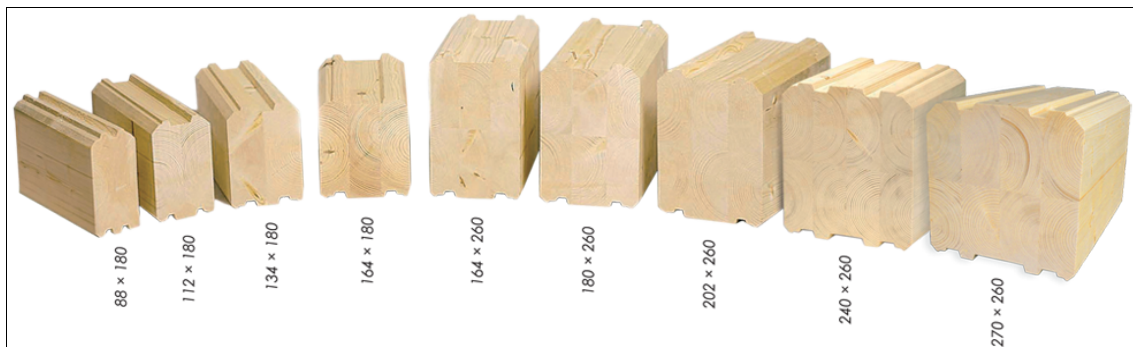
KUVA 2. Painumattoman lamellihirren profiili. Kuva Honkarakenne Oyj.

1.5 Hirsiprofiilit

Suomessa käytetään hirren materiaalina pääasiassa mäntyä, mutta jonkin verran myös kuusta. Kuusen käyttöä rajoittavat etenkin sen taipumus vääntyilyyn sekä mäntyä suurempiin halkeamiin (Saarelainen 1993, 76). Perinteisesti hirsirakenteessa erisuuntaisten seinien alimmat hirret tehdään puolen hirren korkeuden verran eri korkuisiksi. Tällöin hirret nurkissa lukkiutuvat ristikkäisiin hirsiiin muodostaen jäykän rakenteen. Nykyään paksut lamellihirsiset seinät voidaan tehdä myös tasatahtia nousevina. Nurkkaliitokset tehdään hirsiiin esimerkiksi pystysuuntaisilla piiloon jäävillä lohenpyrstöillä, jolloin rakennuksen ulkonäöstä sitä ei tunnista helposti hirsirakenteiseksi. Tätä menetelmää käytetään etenkin

kaupunkien kaava-alueilla, joissa ei sallita perinteisiä pitkänurkkia seinäpinnasta ulkonevina.

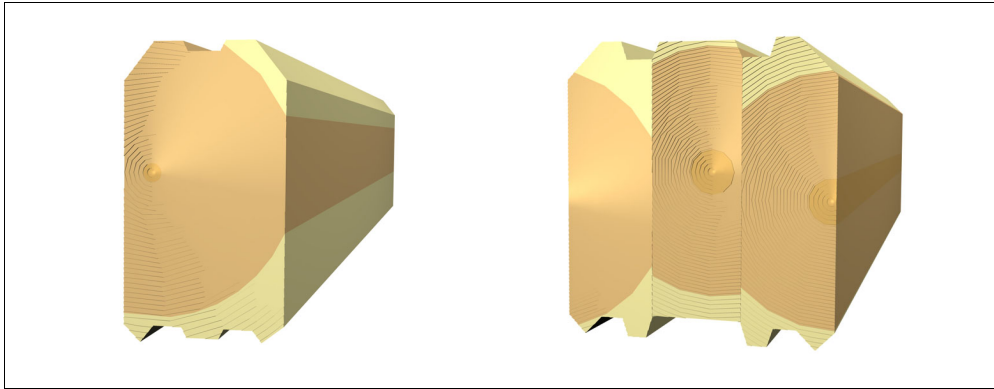
Hirsien poikkileikkauksien dimensiot sekä pituudet vaihtelevat eri tehtailla käytettävien raaka-aineiden ja työstökoneiden mukaan. Puutavaraa voidaan jatkaa käyttämällä sormijatkoksia, jolloin hirret voivat olla pisimmillään n. 12 m mittaisia. Yleisiä höylähirren paksuuksia ovat 68, 95, 120 ja 140 mm ja korkeudet 170 mm. Vastaavat mitat lamellihirsillä ovat 95, 135, 180, 205, 240 ja 275 mm ja korkeudet 170, 220 ja 275 (kuva 3). Pyöröhirsien halkaisijat ovat massiivipuusta tehtynä 170 ja 230 mm ja lamelliahiosta tehtynä 230 mm.



KUVA 3. Hirsiprofiileja dimensioineen. Kuva Finnlamelli Oy.

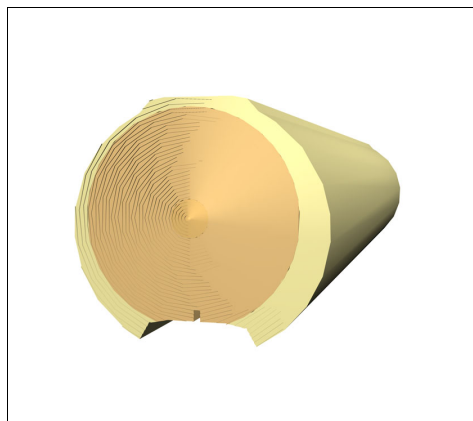
Höylähirren perusmuoto on kulmikas hirsi, ja siinä voi olla myös pontteja. Poikkileikkaukseltaan yksipuiset hirret on valmistettu vähintään 75 mm:n paksuisesta sahatavarasta. Höylähirttä varten tukit sahataan hirsiaihioksi ja sen jälkeen ne höylätään. Yleensä hirren ylä- ja alapinnat on muotoiltu toisiinsa sopiviksi saumamuodoilla eli varauksilla, kuten ponttirakenteella. Hirren päissä sekä keskellä on rakennuksen kokoamisen mahdollistavia salvoksia ja muita työstöjä. Hirsiä voidaan jatkaa sormijatkoksien, jolloin saadaan materiaali tarkemmin käyttöön sekä pidempiä hirsiiä (HTT RY, 4/2012).

Höylähirsi (kuva 4) voi olla poikkileikkaukseltaan myös useammasta osasta yhteenliimaamalla valmistettu massiivinen lamellihirsi. Finnwood Oy kehitti lamellihirren ja aloitti sen tuotannon 1980-luvulla. Tämän jälkeen liimahirren valmistajia on tullut useita lisää.



KUVA 4. Höylähirsi ja lamellihirsi. Kuva Hirsitaloteollisuus ry.

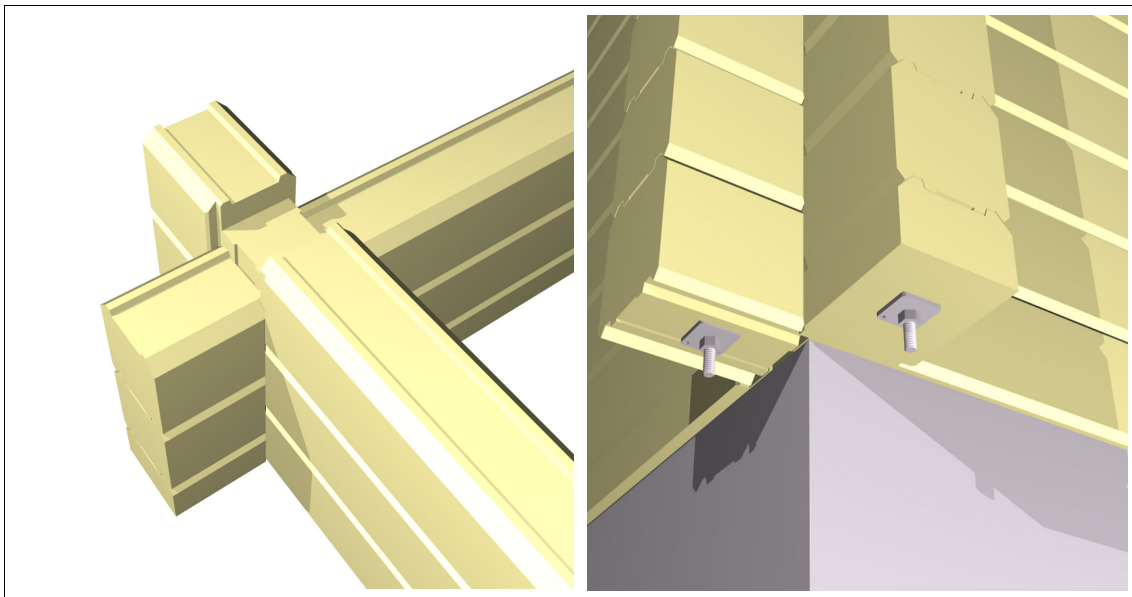
Pyöröhirsi on poikkileikkaukseltaan ympyränmuotoinen tai sitä lähellä oleva muoto (HTT RY 4/2012). Se on valmistettu sorvaamalla yhdestä puusta tai liimatusta lamelliaihiosta. Sorvaamalla valmistetun hirren sydänosa saattaa työstettäessä siirtyä poikkileikkauksen keskeltä lähemmäksi toista pintaa, jolloin tästä saattaa aiheutua hirteen vääntyilyä. Hirren alapintaan työstetään varaus alla olevan hirren yläpinnassa (selässä) olevaa varausta varten. Pyöröhirsi on perinteinen hirsiprofiili, jonka käyttö nykyaikaisessa kaupunkirakentamisessa on vähäistä rakennuksen ulkonäön ja kaavamääräysten vuoksi (kuva 5).



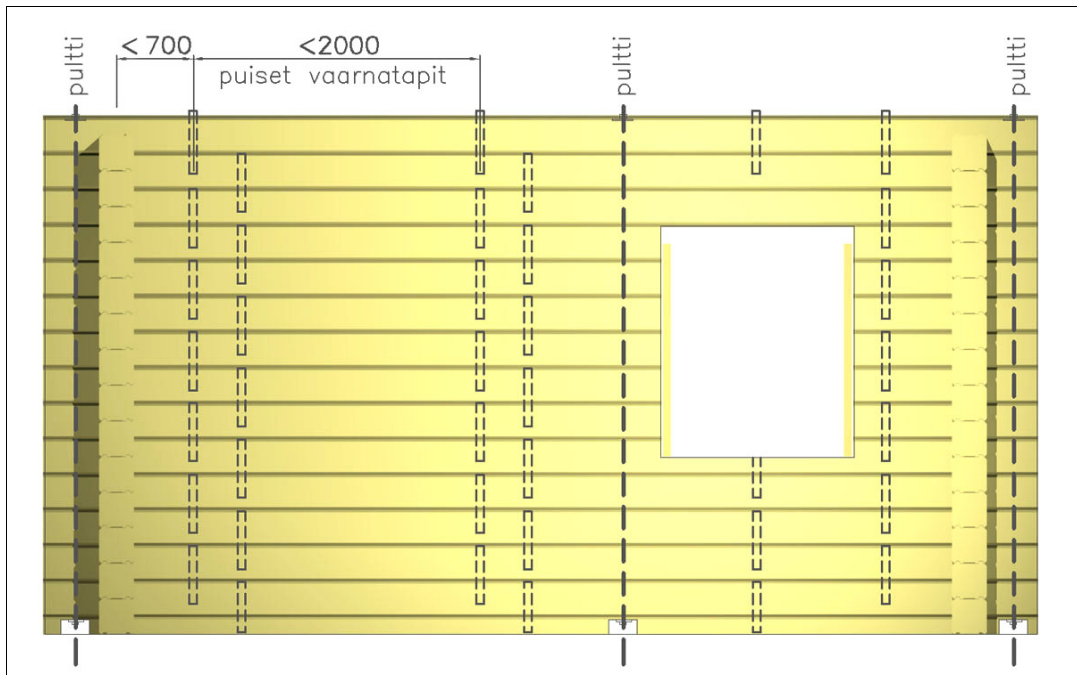
KUVA 5. Massiivipuinen pyöröhirsi. Kuva Hirsitaloteollisuus ry.

1.6 Hirren työstöt

Hirttä työstetään monella tavalla, jotta sen asentamien sujuu helposti ja hirsirakenne toimii suunnitellulla tavalla. Kaikki tarvittava tehdään valmiiksi tehtaassa, jotta työmaalla rakennus saadaan viivytyksittä pystytettyä ja säältä suojaan. Hirteen höylätään varaukset, yleensä pontit, ylä- ja alapintaan, jotta rakenne saadaan tiiviiksi. Nurkkiin työstetään salvokset, joilla ristikkäisten seinien hirret liittyvät toisiinsa (kuva 6). Salvokset voidaan tehdä myös pitkien jännevälien keskelle lyhyille ristinurkille, vaikka väliseinää ei tulisikaan, jotta seinä saadaan jäykistettyä nurjahtamista vastaan. Nurkkiin rakennuksen ulkopuolelle porataan reiät kierrepulteille kiristämistä varten (kuva 6). Hirsiin porataan reikiä, jotta päällekkäiset hirret saadaan sidottua toisiinsa puutapeilla estämään hirsien vääntyilemistä (kuva 7). Ovi- ja ikkuna-aukkojen pielissä työstetään hirsiiin pystyurat karapuille, samoin sisäpuolelle hirsien päihin esimerkiksi tiiliseinän tai muun painumattoman rakenteen liittämistä varten. Hirsistä rakennettaviin vaarnapalkkeihin porataan reiät vaarnoille kantavuuden lisäämiseksi.



KUVA 6. Hirsinurkka ja nurkan pultaus kierretangoilla. Kuva Hirsitaloteollisuus ry.



KUVA 7. Hirsiseinän tapitus. Kuva Hirsitaloteollisuus ry.

1.7 Ekologisuus

Hirsi on usealta kannalta katsottuna ekologinen materiaali toteuttaa rakennus. Puu on uusiutuva ja täysin luonnonmukainen rakennusmateriaali, se toimii rakennuksessa hiilinieluna ja se voidaan usein uusiokäyttää uuteen rakennukseen tai aivan elinkaarensa päässä bioenergiana polttaa esimerkiksi rakennusten lämmöntuotannossa. EU:n asettamat päästö- ja energiatehokkuustavoitteet ohjaavat rakentamista ympäristön kannalta kestävämpään ja tehokkaampaan toteutukseen. Puulla on tällöin hyvät mahdollisuudet menestyä verrattuna useisiin muihin rakennusmateriaaleihin.

Tukkipuusta käytetään hirren valmistamiseen 25 % ja loput sahatavaraksi, paperin raaka-aineeksi ja energiantuottoon. Kun hirsitalossa on keskimäärin ulko-seinää noin 150 m² ja seinän vahvuus on 205 mm, käytetään seinähirsien valmistukseen noin 120 m³ tukkeja. Suomen keskimääräisen metsänkasvun mukaan tuo puumäärä korjataan keskimäärin 1,4 hehtaarin alalta. Puuta kasvaa metsissämme noin 23 miljoonaa m³ enemmän kuin sitä hakataan, joten hirsita-

loja voitaisiin valmistaa vuosittain 70 000 nykyistä enemmän ilman, että puun määrä vähenisi metsissämme. (Alasaarela 2009, 2).

Rakentamisen taloudellisuuteen kiinnitetään yhä enemmän huomiota. Esimerkiksi ERA17-toimenpideohjelmassa selvitettiin käyttöön otettavia laskentamenetelmiä, jotka huomioivat kaiken rakentamisessa kuluvan energian määrän sekä aiheutuvat päästöt. Mukaan lasketaan raaka-aineen tuottaminen tarvikkeeksi sekä sen käyttö rakennuksessa elinkaaren loppuun saakka aina sen hävittämiseen tai palauttamiseen luonnon kiertokulkuun takaisin. Nämä laskentamallit on tarkoitus ottaa käyttöön viimeistään vuonna 2017 (Ympäristöministeriö, Sitra ja Tekes, 62).

Hirsiseinä toimii hiilinieluna eli puumateriaaliin on varastoitunut hiiltä. Puussa on kuutiometriä kohden hiiltä 212 kg. Jos hiilinieluvaikutus kompensoidaan seinän U-arvoon, on se merkittävä paksuilla hirsiseinillä. Kun hirsiseinän paksuus on 260 mm, vaikutus on 30 vuoden jaksolle jaettuna jopa 45 % ja 50 vuodelle jaettuna vielä 20 %. (Alasaarela 2008, 3.)

Hirren valmistuksessa vapautuu vain kymmenes osa siitä hiilimäärästä, joka hirsiseinässä on sitoutuneena. Hirren valmistuksessa käytetään vähemmän energiaa kuin siitä sivutuotteena syntyvistä bioenergiatuotteista, hakkeesta ja purusta, saadaan (Alasaarela 2009b, 36).

2 HIRSIRAKENTEEEN OMINAISUUDET

2.1 Kosteuden sitominen ja luovutus

Hirsirakenteeseen voi helposti siirtyä ympäristöstä diffuusiolla vesihöyryä. Vesi-höyry voi sitoutua hygroskooppiseen aineeseen tai vapautua siitä ja siirtyä hel-
posti takaisin ympäristöön. Hyvän ja terveellisen sisäilman kannalta tällaisella
rakenteella on suuri merkitys sisäilman kosteusvaihteluiden tasapainottajana.
(HTT RY 4/2012). Hirsirakenne vähentää sisäilman suhteellisen kosteuden
vaihtelua, jolloin vältetään erittäin kuivan tai kostean ilman mukanaan tuomilta
haitallisilta ja epäterveellisiltä vaikutuksilta.

2.2 Tiiviys

Hirsiseinän tulee olla ilmanpitävyydeltään tiivis. Tällöin saadaan estettyä haitalli-
set ilmavuodot rakenteen läpi ja vesihöyryn kulkeutuminen rakenteisiin. Hirsisei-
nältä vaadittu tiiviys saavutetaan teollisesti valmistettujen hirsien varauksien
muotoilulla sekä hirsien välisissä saumoissa käytettävillä tiivisteillä. (HTT RY
4/2012). Tiiviyteen vaikuttaa myös hirsien nurkkaliitoksissa käytettävä rakenne
turpoavine tiivisteineen sekä asennustyön huolellinen suorittaminen. Nykyaikai-
sissa, teollisesti valmistetuissa hirsitaloissa suoritetuissa mittauksissa saatujen
tulosten mukaan niissä päästään helposti rakentamismääräysten mukaisia il-
manvuotolukuvaatimuksia parempiin arvoihin (Finnlamelli, linkit → tuotetietoa →
tutkitusti tiivis).

Koko rakennuksen tiiviyteen vaikuttaa oleellisesti se, kuinka hirsirunkoon
liitetään muut vaipparakenteet, kuten ala-, väli- ja yläpohjat, ikkuna- ja oviaukot
sekä savupiiput. Ne on suunniteltava toimiviksi painuvan hirsirakenteen kanssa
ja toteutettava huolellisesti. Myös rungon läpi vietävien johtovetojen reiät tulee
tiivistää ilmavuotojen estämiseksi.

2.3 Painuminen

Kuivattamisesta huolimatta yleensä hirressä on aina jonkin verran kosteutta, joka kuivuessaan aiheuttaa hirsiseinään painumista. Painumista aiheuttaa myös seinärunkoon kohdistuva kuormitus, jolloin hirsiseinä tiivistyy. Hyvin kuivatetut sekä huolellisesti työstetyt hirret ja niiden tarkka asentaminen pienentää hirsirakenteen painuman n. 10 mm:iin seinän korkeusmetriä kohden. Hirsirakennuksen sisällä sijaitsevat hirsiset väliseinät painuvat kuivuessaan ulkoseiniä enemmän, koska niiden kosteuspitoisuus asettuu alle ulkoseinän pitoisuuden. Tämä erilainen kuivuminen on otettava huomioon suunnittelussa, jos hirsisen väliseinän päältä tuetaan ylä- tai välipohjarakenteita. Kuivaamattomasta puusta kosteana tehty metrin korkuinen hirsiseinä saattaa painua kuivuessaan jopa 50 mm.

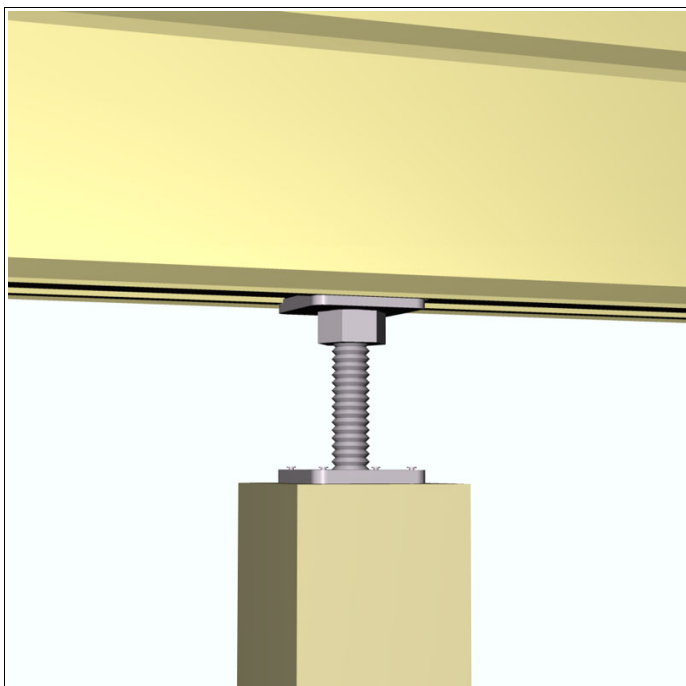
Kuitenkin perinteistä hirttä käytettäessä rakennuksessa on aina kohtia, joiden toteuttamisessa rungon painuminen on huomioitava. Painumattomia rakenteita ovat mm. rankarakenteiset väliseinät (kuva 8), hirsiseinän koolaukset, muuratut seinät ja tulisijat sekä hirsipalkkeja kannattavat pilarit (kuva 9). Ikkunoiden ja ovien asennus on tehtävä aukkojen pieliin painuman sallivien karapuiden avulla, samoin muuratun väliseinän liittyminen hirsirunkoon. Rankarakenteisten sekä muurattujen väliseinien yläpäähän on jätettävä painumavara välipohja- tai katto-rakenteen painumista varten. Hormien läpivienneissä tulee myös väli- ja yläpohjan sekä vesikaton painuminen ottaa huomioon.

Uutena tuotteena on muutama hirsivalmistaja tuonut äskettäin markkinoille painumattoman lamellihirren. Siinä pystysuuntainen keskilamelli estää hirren painumisen eikä sitä tällöin tarvitse huomioida normaalista hirsirakentamisesta poiketen. Näin hirsirakenteeseen voidaan helposti yhdistää aiemmasta poiketen muita materiaaleja, kuten kivi-, teräs- ja lasiosia, ja saada aikaan arkkitehtonisesti mielenkiintoisia ja näyttäviä ratkaisuja.



KUVA 8. Rankaväli-seinän painumavara.

Kuva Hirsitaloteollisuus ry.

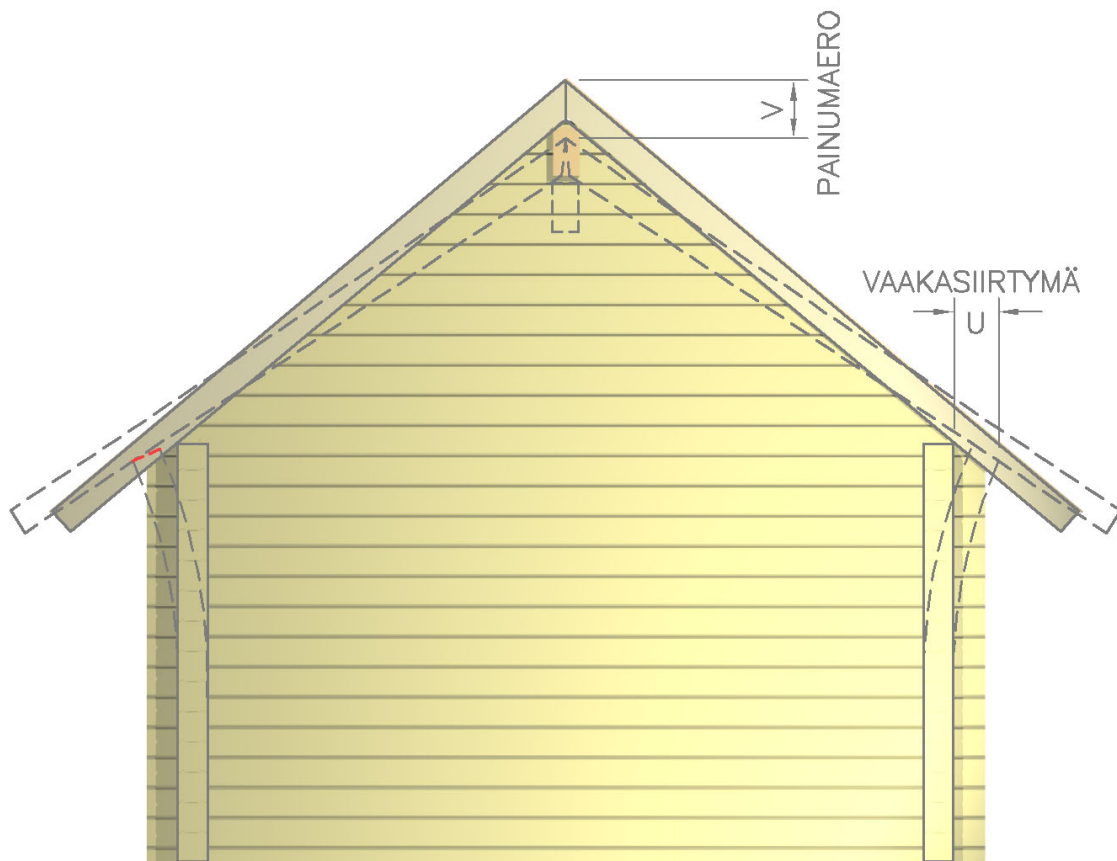


KUVA 9. Säätöjalka pilarin päässä. Kuva Hirsitaloteollisuus ry.

Erityisesti poikkiharjaiset ja eri korkuisten hirsiseinien varaan tehtävät ja toisiinsa verrattuna eri lailla painuvat kattoratkaisut tulee suunnitella ja toteuttaa huolellisesti. Vaarana on, että katon vesieristys saattaa vaurioitua ja aiheuttaa vuotoja ja kosteusvaurioita, jos rakenteet eivät laskeudu samalla tavalla.

Painumattomaan rakenteeseen tukeutuvat hirsirakenteet on varustettava joko säätöjaloilla tai -kiekoilla, joita voidaan poistaa rakenteiden välistä hirsirakenteen painuessa.

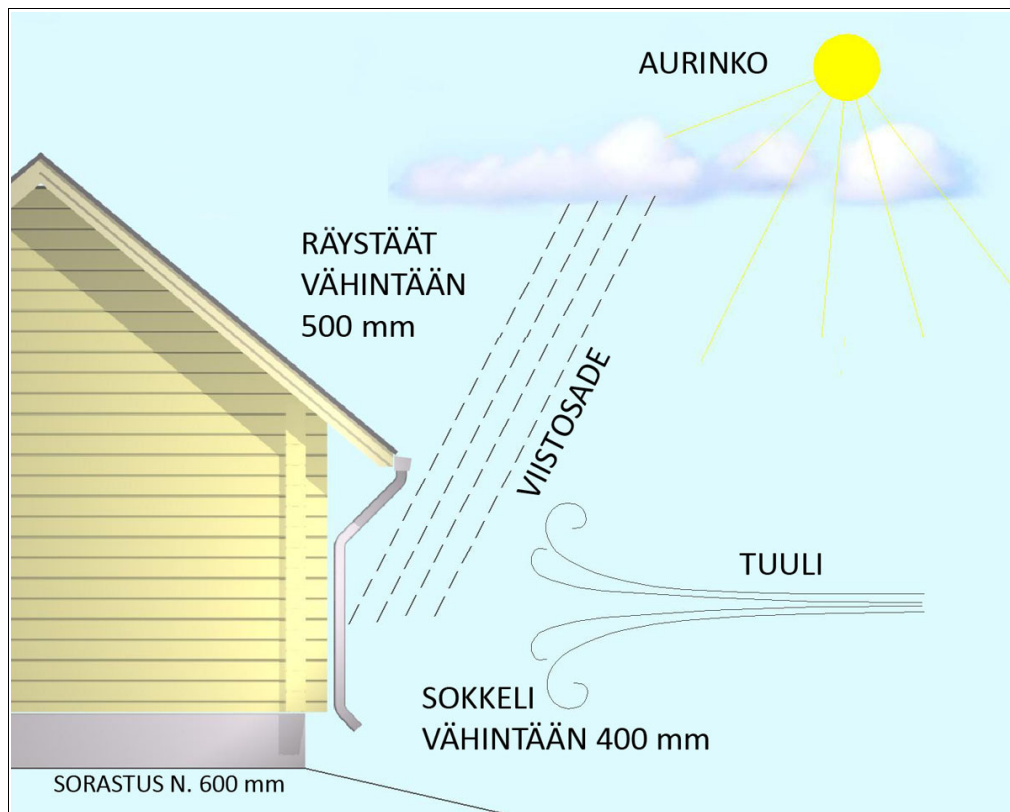
Mikäli hirsirunko jatkuu päädyissä vesikattoon saakka ja kattoniskat tukeutuvat yläpäästään harjapalkkiin sekä alapäästään hirsirunkoon, tulee päädyn korkean seinän ja sitä matalamman sivuseinän erilainen painuminen huomioida aina tapauskohtaisesti kattoniskojen kiinnityksessä (kuva 10). Kattoniskat kiinnitetään kiinteästi harjapalkkiin, mutta ulkoseinän päällä kiinnitykseen on käytettävä kattoniskan liukumisen sallivaa menetelmää, jottei ulkoseinän yläosa taivu ulospäin. Tämä kiinnitystapa on huomioitava etenkin jyrkillä katoilla.



KUVA 10. Painumaerosta aiheutuva seinien sivusiirtymä, mikäli kattopalkkien liukuminen estetään sivuseinien päällä. Kuva Hirsitaloteollisuus ry.

2.4 Rakenteellinen suojaus ja kosteudeneristys

Kun massiivinen hirsiseinä on suojattu rakenteellisesti kosteudelta (kuva 11), on se kosteusteknisesti varma ja turvallinen käyttää. Rakennuksessa tulee olla tarpeeksi pitkät räystäät, sillä etenkin ulkonevat hirsinurkat kärsivät vesisateesta aiheutuvasta kastumisesta. Rakennuksen perustus on hyvä nostaa maanpinnasta vähintään 400 mm korkeudelle, vaikka määräysten mukaan 300 mm olisi riittävä. Alin hirsi on eristettävä perustuksesta esimerkiksi sokkelikaistalla kapillaarisesti nousevalta kosteudelta. Perustuksen vierelle tulisi laittaa sorastus 600 mm leveydelle suojaamaan ulkoseinää roiskevedeltä. (HTT ry 4/2012)



KUVA 11. Rakennukseen vaikuttavat olosuhteet. Kuva Hirsitaloteollisuus ry.

Kosteuden vaihtelu on yleensäkin hirsiseinässä pientä, vaihdellen eri seinillä paksuuden mukaan. Mikäli hirsiseinän lämpöeristää, on sen kosteustekninen toiminta paljon haasteellisempaa. Hirsiseinän eristämistä sisäpuolelta ei suositella ilman höyrynsulun käyttöä. Tällöin eristeen turvallisena paksuutena pidetään enintään 50 mm. Paksumman eristeen kanssa on käytettävä tarpeeksi tiivistä höyrynsulkua. (Keppo 2002, 32)

Kun eriste on hirren ulkopuolella, on seinän toiminta ongelmattomampaa, kun hirsi jää lämpimälle puolelle. Tällöin taloon joudutaan tekemään uusi julkisivuverhous, jolloin hirsitalolle ominainen ulkonäkö menetetään. Lämpöeristeen ja ulkooverhouksen väliin on jätettävä ilmarako, jotta eristeeseen kertynyt kosteus voi kuivua aiheuttamatta vahinkoa ja toisaalta verhouksen läpi päässyt ulkopuolinen kosteus ei pääse lämmöneristeeseen.

Kosteuden eristäminen puusta on hoidettava luotettavasti, jotta rakenteeseen tunkeutuvalla maaperän kosteudella tai vesihöyryllä ei ole haitallista vaikutusta

rakenteisiin. Esimerkiksi betonivalu on eristettävä puusta kosteudeneristyksellä, suihku- tai vesipisteitä ei saa sijoittaa suojaamattomalle hirsiseinälle sekä vedeneristykset on tehtävä käytettävän aineen valmistajan ohjeen mukaisesti.

2.5 Ääneneristys

Hirsiseinän ääneneristävyys on riippuvainen seinän massasta, varauksen leveydestä ja hirsiseinän jäykkyydestä. Hirsirakennuksissa voidaan arviolta äänita-soeroksi saavuttaa 28-30 dB, jos käytetään normaaleja ikkunarakenteita ja hirsityyppejä LH180 ja LH205. (HTT ry 4/2012.)

Taulukko 1. Eristämättömien hirsiseinärakenteiden lasketut ilmaääneneristysluvut (dB) (HTT ry 4/2012)

HH = höylähirsi ja Ø = pyöröhirsi, mitat mm.			
Hirsi	Rw	Rw+C	Rw+Ctr
HH95	33	31	28
HH112	34	32	29
HH120	35	34	31
HH135	36	34	32
HH180	39	37	36
HH205	40	38	37
HH270	40	39	39
Ø 150	30	29	26
Ø 170	31	29	26
Ø 190	32	31	27
Ø 210	33	32	29
Ø 230	37	35	33

3 RAKENTAMISMÄÄRÄYKSET JA HIRSIRAKENNE

3.1 Energiatehokkuus

Heinäkuun alussa vuonna 2012 tuli voimaan uudet rakennusten energiatehokkuutta koskevat määräykset, joissa siirrytään lämpöhäviöiden tarkastelusta kokonaisenergiankulutuksen tarkasteluun. Kokonaisenergiankulutukselle määrätyt rakennuskohtaiset ylärajat ilmaistaan E-lukuina, joiden yksikkö on kWh/m² vuodessa. E-luku on rakennustyyppin standardikäytöllä laskettu ja energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus laskettuna rakennuksen lämmitettyä nettoalaa kohden (kWh/m² vuodessa), (D3 (2011). 2012, 8). Eri energiamuotojen kertoimet vaihtelevat 0,4 – 1,7 siten, että vähiten hiilidioksidipäästöjä tuottavan energiamuodon kerroin on pienin ja sähköllä suurin. Mikäli rakennuksen lämmitetty nettoala on enintään 50 m², eivät vuoden 2012 energiatehokkuusmääräykset koske sitä käyttötarkoituksesta huolimatta.

TAULUKKO 2. Uudisrakennuksena toteutettavan erillisen hirsisen pientalon lämmitetyn nettoalan mukaiset E-luvun maksimiarvot.

<u>Lämmitetty nettoala</u>	<u>kWh/m² vuodessa</u>
$A_{\text{netto}} < 120 \text{ m}^2$	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

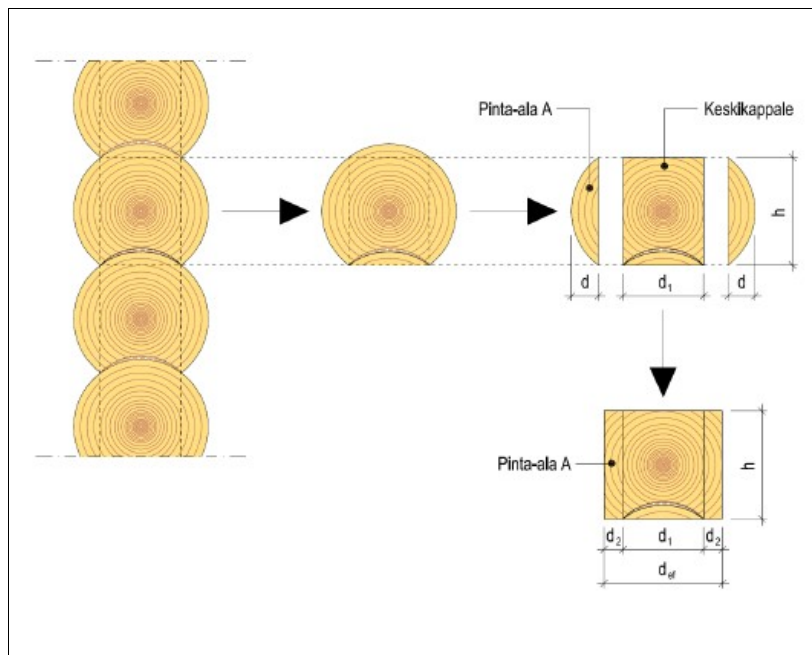
A_{netto} on lämmitettyjen kerrostasoalojen summa kerrostasoja ympäröivien ulkoseinien sisäpintojen mukaan laskettuna.

Muun tyyppisille rakennuksille on annettu luokkiensa mukaiset E-luvun maksimiarvot Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeessa D3.

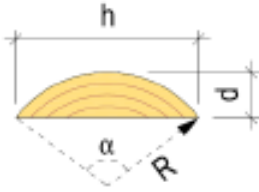
Hirsiomakotitalossa sähkön käyttö ainoana lämmöntuottomuotona ei yleensä ole mahdollista ilman vaipanosien huomattavaa parantamista ja tulisijan, aurinkoenergian tai ilmalämpöpumpun käyttöä lisälämmön tuottajina.

Hirsiseinän lämmönläpäisykertoimen U vertailuarvolle annetaan maksimiarvo Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa C4. Hirsiseinän paksuuden on omakotitalossa oltava keskimäärin 180 mm ja lämmönläpäisykertoimen enintään $0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Kuitenkin seinän, yläpohjan tai alapohjan lämmönläpäisykerroin saa olla $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ja/tai ikkunan $1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, jos se kompensoidaan vaipan muiden osien paremmalla eristyksellä, paremmalla tiiveydellä tai paremmalla lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteella.

Pyöröhirsiseinän lämmönläpäisykerrointa laskettaessa seinän paksuutena ei voida käyttää hirren halkaisijaa, vaan seinälle lasketaan tehollinen paksuus (kuva 12). Kaava huomioi varauksen leveyden ulkopuolelle jäävän puun osuuden, jolloin saadaan keskimääräinen seinäpaksuus. Kuvassa 13 esitetään tehollisen pinta-alan laskennan periaate. Esimerkiksi 200 mm halkaisijaltaan olevalle hirrelle saadaan laskennassa käytettäväksi teholliseksi paksuudeksi 176 mm.



KUVA 12. Pyöröhirren tehollisen pinta-alan määrittely. Kuva Hirsitaloteollisuus ry.



$$A = \frac{R^2}{2} \cdot \left(\frac{\alpha}{180^\circ} \cdot \pi - \sin \alpha \right) \quad (1.0)$$

$$\alpha = 4 \cdot \arctan \left(\frac{2 \cdot d}{h} \right) \quad (1.1)$$

$$d_2 = \frac{A}{h} \quad (1.2)$$

$$d_{\text{ef}} = d_1 + 2 \cdot d_2 \quad (1.3)$$

KUVA 13. Tehollisen pinta-alan laskentakaavat. Kuva Hirsitaloteollisuus ry.

Jotta rakennukselle saavutetaan hyvä energiatehokkuus, rajoitetaan rakennuksen vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon lämpöhäviöitä. Lämpöhäviö saa olla enintään yhtä suuri kuin D3:n mukaan laskettu vertailuarvo. Rakennuksen vertailulämpöhäviön laskennassa käytetään ilmanvuotoluvun vertailuarvoa $q_{50} = 2,0 \text{ m}^3/\text{h}$ neliometriä kohden. Suunnitteluratkaisun lämpöhäviöiden laskennassa käytetään ilmanvuotolukuna $q_{50} = 4,0 \text{ m}^3/\text{h}$ neliometriä kohden. Tätä pienemmän arvon käyttäminen edellyttää ilmanläpäisevyyden osoittamista mittaamalla tai muulla menettelyllä.

Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon tarvitsemasta lämpömäärästä. Vastaava lämpöenergian tarpeen pienentäminen voidaan toteuttaa rakennuksen vaipan lämmöneristävyyttä tai ilmanpitävyyttä parantamalla tai vähentämällä ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemaa lämpömäärää muulla tavalla kuin poistoilman lämmöntalteenotolla. (D3 (2011). 2012, 15)

Kun loma-asuntoon on suunniteltu ympärivuotiseen käyttöön tarkoitettu lämmitysjärjestelmä, koskevat sitä vain vaipan lämpöhäviön vaatimukset (D3 (2011). 2012, 17). Suunnitteluarvojen mukaan laskettu lämpöhäviö saa olla enintään yhtä suuri kuin D3:ssa esitettyjen vertailuarvojen mukaan laskettu arvo. Tällöin hirsiseinän paksuuden on oltava vähintään 130 mm ja U-arvon enintään 0,80 W/(m²K). Mikäli edellisen kaltainen loma-asunto on tarkoitettu ympärivuotiseen majoituselinkeinoon harjoittamiseen, tämä poikkeus ei sitä koske.

3.2 Palo-osastointi

Palonkestoa koskevat määräykset esitetään Suomen rakentamismääräyskoelman osassa E1 vuodelta 2011 (E1 2011). Hirsi määritellään kuuluvaksi luokkaan D-s2, d2. D kertoo, että hirren osallistuminen paloon on hyväksyttävissä, s2 kertoo, että hirren savuntuotto on vähäistä ja d2 kertoo, että palotilanteessa palavien pisaroiden tuotto ei täytä d0 eikä d1 vaatimuksia.

HTT ry on teettänyt VTT:llä kantavuustestejä erilaisista hirsistä tehdyille seinärakenteille. Nämä testit on suoritettu SFS-EN 1365-1:1999-standardin mukaisesti. Hirsiseinän palonkestävyysaika, joka ilmaistaan merkinnässä minuutteina, sen toimiessa osastoivana (E tiiviys; EI tiiviys ja eristävyys; R kantavuus) rakennusosana riippuu hirsiprofiilin vahvuudesta ja korkeudesta sekä sauman leveydestä, pontin korkeudesta sekä sauman tiivisteinä käytettävästä materiaalista ja tiivisteiden paksuudesta. Myös seinään liittyvät poikittaiset hirsiseinämät tulee tiivistää vastaavalla tavalla.

Vahvuudeltaan 180 mm:n lamellihirrellä saavutetaan enimmillään kantavuudelle R 90 minuutin sekä 199 mm:n lamellihirrellä tiiviydelle ja eristävyydelle enimmillään EI 90 minuutin palonkestoluokka. Lamellihirren korkeuden tulee olla 170–195 mm. Lamellihirsiseinässä puutappien väli saa olla korkeintaan 1600 mm, jotta esitetty palonkesto saavutetaan. (HTT ry 4/2012.)

Taulukko 3. Lamellihirren palonkestoajat (HTT ry 4/2012)

Lamellihirsi	Palonkestoluokka			
mitat mm	R30	R60	R90	R120
leveys x korkeus	92 x 170	136 x h ¹⁾	180 x h ¹⁾	-
sauman leveys	70	116	156	
	EI30	EI60	EI90	EI120
leveys x korkeus	92 x 170	148 x h ¹⁾	199 x h ¹⁾	-
sauman leveys	70	126	175	
¹⁾ h= 170 – 195 mm				

Halkaisijaltaan 236 mm pyöröhirrellä saavutetaan enimmillään REI 60 minuutin palonkestoluokka, jolloin puutappien väli saa olla korkeintaan 1200 mm.

Taulukko 4. Pyöröhirren palonkestoajat (HTT ry 4/2012)

Pyöröhirsi	Palonkestoluokka			
mitat mm	R30	R60	R90	R120
halkaisija	150	236	-	-
sauman leveys	81	127		
	EI30	EI60	EI90	EI120
halkaisija	150	236	-	-
sauman leveys	81	127		

Vahvuudeltaan 128 mm ja korkeudeltaan 170 mm olevista höylähirsistä tehdyn seinän, jonka sisäpuolella on 95 mm:n pystykoolaus ja mineraalivillaeristys sekä höyrynsulkumuovi ja 19*170 höylähirsipaneeli, saavutetaan palonkestoluokka REI60. Höylähirsiseinässä puutappien väli saa tällöin olla korkeintaan 1600 mm. (HTT ry 4/2012.)

Taulukko 5. Höylähirren palonkestoajat (HTT ry 4/2012)

Höylähirsi + eriste + hirsipaneeli	Palonkestoluokka			
mitat mm	R30	R60	R90	R120
leveys x korkeus	b x 170 ^{2),3)}	128 x 170 ³⁾	-	-
sauman leveys	b - 22	106		
	EI30	EI60	EI90	EI120
leveys x korkeus	b x 170 ^{2),3)}	128 x 170 ³⁾	-	-
sauman leveys	b - 22	106		
2) Leveys b normaalilämpötilamitoituksen mukaan.				
3) Höylähirsiseinän tulen puolella lisäksi eriste ja hirsipaneeli testausselesteen RTE 4234/04 mukaisesti, kuorma keskeisesti hirteen nähden.				

LÄHTEET

Alasaarela, Matti 2008. Hirsiseinään varastoituvan hiilen laskenta. Arkkitehtitoimisto Inspis Oy.

Alasaarela, Matti 2009. Hirsiseinän ekokilpailukyky. HTT RY.

Alasaarela, Matti 2009b. Hirsiseinän ympäristövaikutusten laskenta elinkaaritarkastelun avulla. HTT RY.

D3 (2012). 2011. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä 21.4.2014.

E1 2011. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf. Hakupäivä 21.4.2014.

Finnlamelli Oy. Saatavissa: <http://www.finnlamelli.fi/fin/tuotetietoa/tutkitustitativis>. Hakupäivä 4.5.2014

HTT RY. Hirsitalon suunnitteluperusteet 4/2012. Saatavissa: <http://www.hirsikoti.fi>. Hakupäivä 9.5.2014 (Vaatii kirjautumisen extranet-sivulle.)

Keppo, Juhani 2002. Talonrakentajan käsikirja, osa 3. Hirsitalon rakentaminen. Saarijärvi: RATK Oy.

Lauharo, Kimmo 2002. Hirsi rakennusaineena ja teollinen hirsitalo. Suomi: Oy Unipress Ab.

Painumaton hirsirunko. Honkarakenne Oy. Saatavissa: <http://www.honka.fi/painumaton-hirsirunko>. Hakupäivä 7.5.2014.

Saarelainen, Eero 1993. Hirren maailma. Jyväskylä: RATK Oy.

Ympäristöministeriö, Sitra ja Tekes 2010. ERA17. Saatavissa:

http://era17.fi/wp-content/uploads/2010/10/ERA17_loppuraportti.pdf. Hakupäivä

21.4.2014.