

HIRSITALON SUUNNITTELUPERUSTEET

hirret, hirsirakennukset, hirsirakenteet, stock, timmerhus, timmerkonstruktion, logs, log buildings, log construction

Tässä ohjekortissa esitetään teollisesti valmistettujen hirsiomakotitalojen ja muiden ympärivuotiseen käyttöön suunniteltujen hirsirakennusten sekä niiden osien suunnitteluperusteita. Ohjetta voidaan noudattaa soveltuvin osin myös osa-aikaiseen käyttöön tarkoitetuissa hirsirakennuksissa.

SISÄLLYSLUETTELO

1	KÄSITTEITÄ	1
2	PUUN KOSTEUSKÄYTTÄYTYMINEN	3
3	HIRSIRAKENNUKSEN ERITYISOMINAISSUUDET	3
3.1	Painumat	3
3.2	Hengittävyys ja tiiviys	4
3.3	Säilyvyys ja hirsiseinän suojaus	4
3.4	Hirsien jatkaminen	5
4	HIRSIRAKENTEIDEN MITOITUSPERUSTEET	5
4.1	Kantavuusmitoitus	5
4.2	Energiatehokkuus ja lämpöhäviöt	6
4.2.1	Määräykset 2010	6
4.2.2	Määräykset 2012	6
4.2.3	Hirsiseinän lämmöneristävyysominaisuudet	7
74.3	Hirsiseinän kosteustekninen toiminta	7
4.4	Kosteuden eristys	7
4.5	Hirsirakenteiden palonkesto	8
4.6	Hirsiseinän ääneneristävyys	8
4.6.1	Eristämättömät hirsiseinät	9
4.6.2	Sisä- tai ulkopuolelta lisäeristetyt hirsiseinät	9
4.7	Rakennusten ilmanvaihto	9
5	VARASTOINTI TYÖMAALLA	9
6	HIRSIRUNGON PYSTYTYSOLOSUHTEET	10

1 KÄSITTEITÄ

Alla olevat käsitteet koskevat tämän ohjeen käyttöalan mukaista hirsirakentamista.

Hirsi on teollisesti höyläämällä tai sorvaamalla valmistettu, massiivinen, vähintään 68 mm paksu, lähinnä seinähirtenä käytettävä rakennustarvike. Hirressä voi olla varauksia ja halkeamia ohjaavia uria.

Kulmikas hirsi (KH) on esitetty kuvassa 1. Hirressä voi olla myös pontteja.

Pyöröhirsi (Ø) on esitetty kuvassa 2. Se on poikkileikkausmuodoltaan ympyrä tai sitä lähellä oleva muoto.

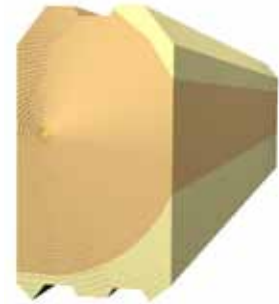
Lamellihirsi (liimahirsi) on esitetty kuvassa 3. Se on liimattu kahdesta tai useammasta kapaleesta joko pysty-, vaaka- tai ristisaumoin.

Salvos on hirsien nurkkaliitos.

Ristinurkalla tarkoitetaan kahden hirren risteyskohtaa (kuva 4).

Pitkänurkalla tarkoitetaan seinä- tai nurkalliitosta, jossa risteävien hirsien päät ulottuvat nurkan yli.

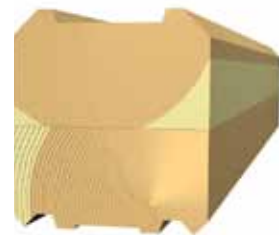
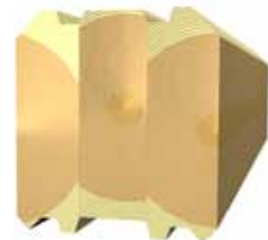
Varaus on päällekkäisten hirsien välinen saumamuoto.



Kuva 1
Esimerkki kulmikkaan hirren profiilista.



Kuva 2
Esimerkki pyöröhirren profiilista.



Kuva 3
Esimerkki lamellihirren profiilista.

HIRSIRAKENNUSTEN HISTORIAA

Hirsirakentaminen on kehittynyt havupuuvyöhykkeellä eli siellä missä sille on ollut luontaiset edellytykset. Ensimmäiset nurkkasalvoksin tehdyt hirsirakennukset ajoittuivat metallikausiin, tosin Sveitsistä on löydetty nuoremmalle kivikaudelle ajoittuvia vaakasuoria hirsirakenteita. Vanhin tällä hetkellä pystyssä oleva suomalainen hirsirakennus on tietyvästi Pyhän Henrikin saarnahuone Kokemäellä. Se on rakennettu vuoden 1400 tienoilla. Rankarakenteiset puutalot yleistivät nopeasti ensimmäisen maailmansodan jälkeen. Hirsi säilytti asemansa rakenteissa maaseudulla aina 1940-luvulle asti, kunnes hirren käyttö jatkuvakäyttöisiin rakennuksiin loppui lähes tyystin. Suomalaisessa lomarakentamisessa hirsi on ollut kautta aikojen valtamateriaali ja on sitä edelleenkin. Noin 70 prosenttia uusista loma-asunnoista on hirsirakenteisia. 1950-luvun alkupuolella yleistyi teollinen hirsivalmistus nopeasti eri puolilla Suomea. Aluksi kehitystyö keskittyi lähes yksinomaan itse tuotantoprosessiin. Vähitellen alettiin kuitenkin kiinnittää yhä enemmän huomiota myös itse tuotteeseen. Hirsitalo kehittyikin tuotteena voimakkaasti 1970- ja 1980-luvuilla, jolloin haettiin ratkaisuja tiiviyyteen, lämmöneristykseen ja kutistumiseen liittyviin ongelmiin. Tämä suomalaisen teollisen hirsitalon kehitystyö jatkuu edelleen. Jatkuvan kehityksen lisäksi hirren suotuisat ympäristövaikutukset ja terveellisyys korostuvat yhä enemmän rakentajien valintaperusteissa. Lähes 90 % prosenttia kaikista suomalaisista hirsitaloista on tänä päivänä teollisesti valmistettuja. Nykyaikainen tietokoneohjattu teollinen esivalmistus mahdollistaa mm. hirsien esikuivatuksen ja näin erittäin mittatarkkojen hirsirakenteiden valmistuksen. Hirsikehän pystytys tapahtuu työmaalla yleensä muutamassa päivässä ja näin talo saadaan vesikattovaiheeseen erittäin nopeasti ilman, että ollaan säiden armoilla. Suomalaiset teolliset hirsitalot ovat herättäneet voimakasta kiinnostusta myös ulkomailla: vuonna 2009 hirsitaloja vietiin yli 60 maahan. Suomi on maailman johtava teollisten hirsitalojen valmistaja ja myös maailman suurin yksittäinen hirsitaloja valmistava yritys on suomalainen.

Tiiviste on hirsien saumassa käytettävä, pääasiassa haitallisten ilmuvoitojen estämiseen tarkoitettu materiaali.

Tapituksella tarkoitetaan hirsiseinän yksittäisten hirsien sivuttaisen liikkumisen estämistä liittämällä kaksi tai useampia hirsistä pystysuunnassa yhteen yleensä puu- tai metallitapeilla.

Halkeilu; puun luonnollisista ominaisuuksista johtuen kuivumiskutistuminen kehän suunnassa on noin kaksinkertainen säteen suuntaiseen kutistumaan verrattuna. Tästä syystä, ja koska kuivuminen alkaa pintapuusta, hirteen syntyy säteen suuntaisia halkeamia. Halkeilua voidaan ohjata hirteen työstettävillä urilla.

Painuma on puun kuivumiskutistumisesta, kuormituksesta ja saumojen tiivistymisestä johtuva seinän laskeutuminen.

Läpipulttauksella tarkoitetaan koko seinän korkeuden läpi ulottuvaa kiristettävää kierretankoa (kuva 5).

Hirsipalkki on kantava palkki, joka muodostuu yhdestä tai useammasta hirrestä (kuva 6).

Kara on hirsiseinän aukkojen pieliin tehtyyn uraan asennettava painuman salliva ja sivusiirtymät estävä pystypuu, johon painumattomat rakenteet kiinnitetään (kuvat 7 ja 8).

Kierrejalka; hirsirakennuksissa on rakennusosia, jotka eivät painu kuten hirsiseinät. Tuettaessa rakenteita tällaisille rakennusosille, järjestetään painumavara kierrejalalla, jota voidaan säätää painuman etenemisen mukaan (kuva 9).

Painumavarapala on puupilarien päässä käytettävä, painuman mukaan poistettava puukiekkö.

Tukipuilla (följäreillä) tarkoitetaan pitkillä tukiväleillä hirsiseinien nurjautamisen estävää pystysuuntaista puuta/puita, joka/jotka on pulteilla kiinnitetty hirteen tai toisiinsa hirsiseinän lävitse.

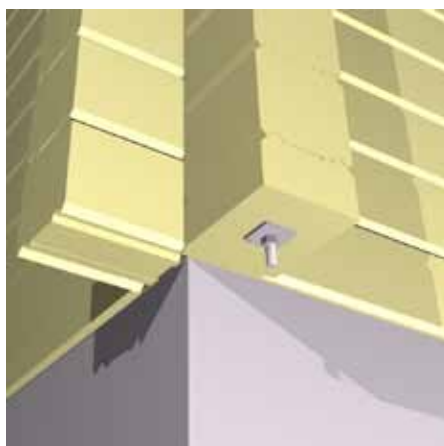
Vaarna on puu- tai metallitappi, jota käytetään hirsiseinän tapitukseen, tai metallinen vaarna-levy, jota käytetään palkkien kokoamiseen.

RAKENNUKSEN PINTA-ALOJEN ILMOITTAMINEN

Jokaisesta rakennuksesta tulee ilmoittaa standardin SFS 5139 (RT 12-10277) mukaisesti laskettu huoneistoala (htm²) sekä kerrosala (kem²). Ne rakennuksen osien pinta-ala, joita ei lasketa kumpaankaan edellä mainittuun alaan, voidaan ilmoittaa erikseen. Tällaisia osia voivat olla esimerkiksi parvet (parven ala), terassit (terassin ala), parvekkeet (parvekkeen ala) ja kellaritilat (kellarin ala).



Kuva 4
Ristinurkka



Kuva 5
Läpipulttaus



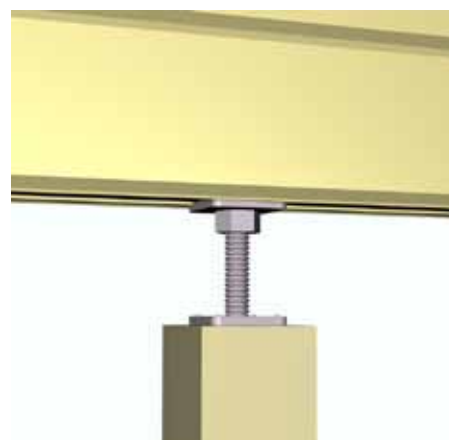
Kuva 6
Hirsipalkki



Kuva 7
Kara oviaukossa



Kuva 8
Ikkuna kiinnitetään karapuihin



Kuva 9
Kierrejalka

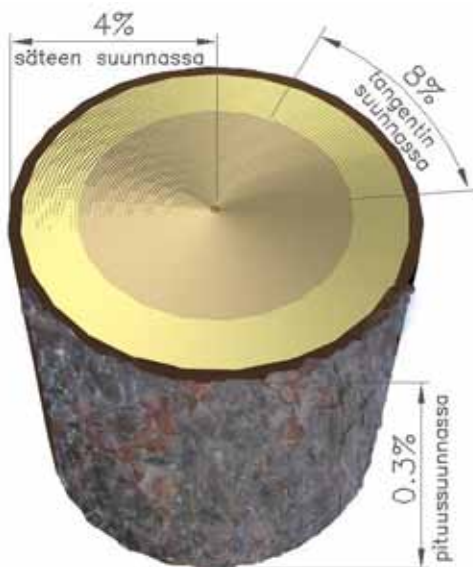
2 PUUN KOSTEUS-KÄYTTÄYTYMINEN

Puun hygroskooppisuus tarkoittaa sitä puulle ominaista piirrettä, että sen kosteuspitoisuus vaihtelee ilman kosteuspitoisuuden (ja lämpötilan) mukaan. Puu ei kuitenkaan pysty reagoimaan ilman suhteellisen kosteuden muutoksiin kovin nopeasti. Niinpä esimerkiksi vuorokauden sisällä (yö ja päivä) tapahtuvat hirsiseinän kosteusvaihtelut ovat vähäisiä Suomen olosuhteissa. Tutkimusten mukaan hirren kosteusvaihtelut tapahtuvat vain noin 5 cm paksussa pintakerroksessa hirsiseinän molemmin puolin. Näin ollen paksun seinän sisäosan kosteus pysyy lähes muuttumattomana vuodesta toiseen sen saavutettua tasapainokosteuden. Hirren kosteus lämmitetyissä sisätiloissa asettuu noin 8 % kuivapainosta ja ulkoseinissä noin 14 % kuivapainosta. Ulkoseinien kosteusvaihtelut voivat kuitenkin olla suuria mm. auringon säteilystä ja rakenteellisesta suojauksesta johtuen.

Puun kutistuminen riippuu syyn suunnasta. Pituussuuntainen kutistuminen on pieni toisiin suuntiin verrattuna. Puun kutistuessa kosteasta (kosteus noin 29 %) täysin kuivaksi kuivumiskutistuma on kehän suunnassa noin 8 % ja säteen suunnassa noin 4 % kuvan 10 mukaisesti.

Kehän suuntainen kutistuma on kaksinkertainen säteen suuntaiseen verrattuna, joten kuivumisen yhteydessä syntyy jännityksiä. Kun puun kuivumisesta johtuvat jännitykset ylittävät vetolujuuden, syntyy halkeamia. Halkeamien suuruuteen vaikuttavat hirren kosteus ja koko. Suuressa hirressä luonnollisesta kuivumisesta johtuvat halkeamat saattavat olla isoja. Tutkimusten mukaan halkeamilla ei ole haitallista vaikutusta lämmönjohtumistai lujuusarvoihin. Halkeamien kohdalla on halkeamassa olevasta seisovasta ilmasta johtuen lämmönjohtavuus jopa jonkun verran pienempi kuin muussa kohdassa hirttä.

Ilman suhteellisen kosteuden vaihtelun mukaan myös halkeamien leveys muuttuu hirren kosteuden mukaan. Lämpimässä rakennuksessa sisäpuoliset halkeamat ovat suurimmillaan talvella, kun hirren kosteus on pieni. Kesällä halkeamat ovat noin kolmanneksen pienemmät talviaikaiseen verrattuna. Rakennusaikainen kosteus hirren ytimestä poistuu hitaasti yleensä vasta lämmityksen aloittamisen jälkeen. Lisäksi halkeamat ovat suuria kostean ytimen aiheuttaman pakkohalkeilun takia. Ytimen kuivuttua halkeamat pienenevät osittain.



Kuva 10
Puun kutistuminen eri suunnissa



Kuva 11
Esimerkki kevyen runkorakenteisen väliseinän liittämistä hirsiseinään.

3 HIRSIRAKENNUKSEN ERITYISOMINAISUUDET

3.1 Painumat

Puun luonnollisesta kuivumisesta, hirsiseinän saumojen tiivistymisestä ja kuormituksesta johtuva painuminen otetaan huomioon rakenteita suunniteltaessa. Hirsirakenteiden painumat ovat hirsityypistä riippuen noin 10–50 mm/korkeusmetri, josta suurin osa on kuivumisesta johtuvaa. Sisällä olevat väliseinät painuvat pienemmän kosteuspitoisuuden vuoksi hieman enemmän kuin ulkoseinät.

Mm. tiiliseinien, kevyiden rankorakenteisten väliseinien, portaiden, kalusteiden ja pilarien liittämässä hirsirakenteisiin on otettava huomioon hirsirakenteen painuminen. Painumattomat rakenteet on varustettava painumavaralla ja kantavat rakenteet kierrejalalla. Puupilarit varustetaan kierrejalalla tai painumavarapaloilla arvioidun painuman mukaan (kuva 9).

Suunnittelussa tulisi ottaa huomioon myös:

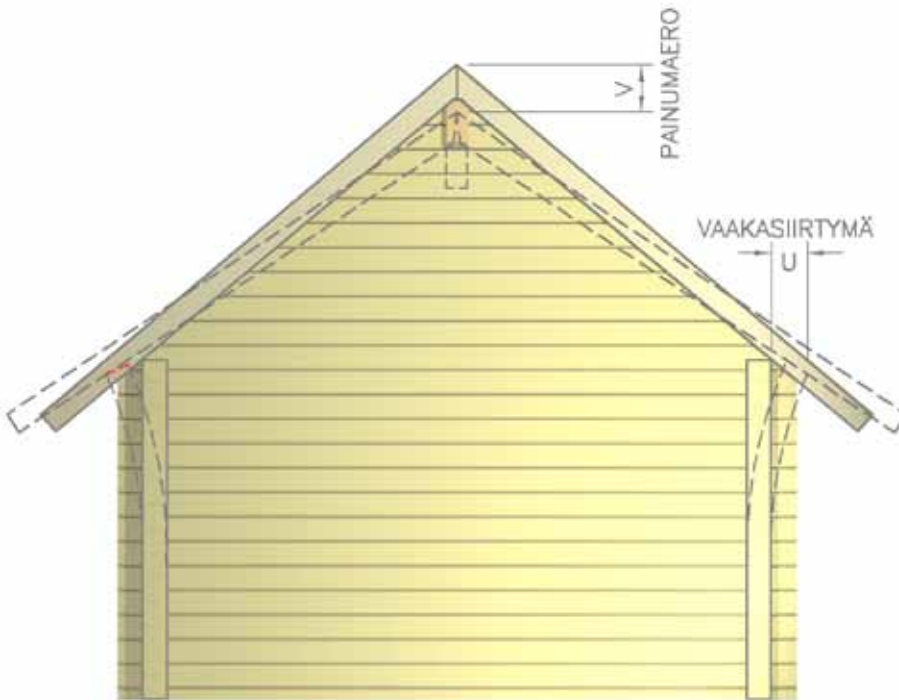
- eritasoperustuksissa hirsien suurempi painuminen alemmalla tasolla
- jatkettaessa tai laajennettaessa vanhoja hirsirakennuksia vanhan ja uuden rakennuksen erilainen painuminen.
- että hormien läpivienneissä väli ja yläpohjissa sekä vesikatolla vaadittavat paloetäisyydet pysyvät laskeutumisen jälkeenkin, ja että rakenteet pääsevät laskeutumaan esteettä.

Kevyet rankarakenteiset väliseinät kiinnitetään hirsiseinään esim. soivilla, jossa on soikeat reiät ruuvien laskeutumista varten (kuva 11). Myös lisäeristyksen runko tulee kiinnittää painuman sallivilla kiinnikkeillä.

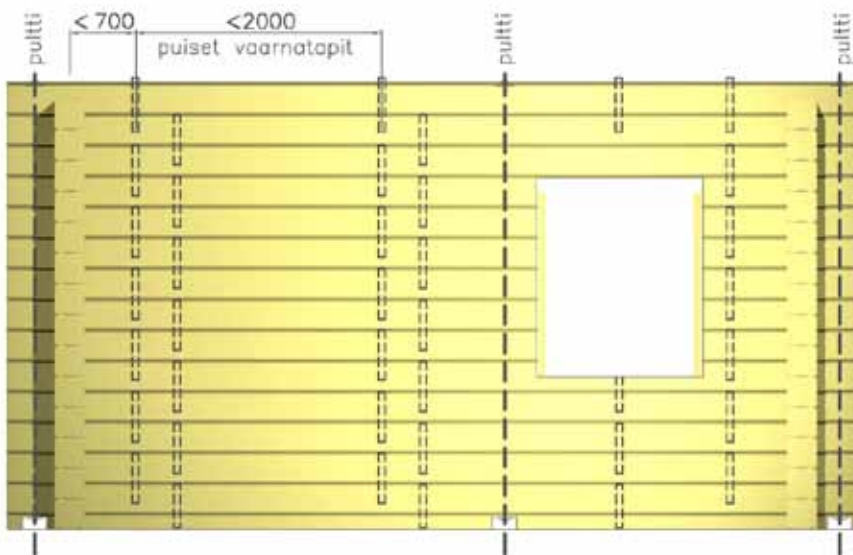
Myös ikkuna- ja oviaukot vahvistetaan sivuiltaan laskeutumisen sallivilla karapuilla. Nämä asennetaan aukkojen pieliin tehtyihin uriin estämään hirrenpäiden sivuttaissiirtymistä (kuvat 7 ja 8).

Jyrkillä katoilla, kun kattokannattajien ylä- ja alapää on tuettu hirsiseinän varaan (päätykolmiot hirsirakenteiset), aiheuttaa tukipisteiden korkeuserosta johtuva painumaero kattokannattajien työntymisen ulospäin (kuva 12). Tästä seuraa ulkoseinien pyrkimys pullistua ulospäin, ellei kattotuolien kiinnitystä ole varustettu kyseisen liikkeen sallivilla kiinnikkeillä.

Hirsiseinän on perinteisesti jäykistetty yhteiseksi rakenteeksi puutapituksella ja poikittaisseinillä. Puu- tai terästäpit estävät hirsien vääntymästä paikoiltaan varsinkin pitkällä seinällä ja aukkojen reunoissa. Tappien välimatka saa olla enintään 2000 mm (kuva 13).



Kuva 12
Kattorakenteiden liike. Vaakaliike saadaan kaavalla $U=V \cdot \tan \alpha$ missä V on päätykolmion laskeuma ja α on kattokaltevuus



Kuva 13
Esimerkki hirsiseinän tapituksesta.

3.2 Hengittävyys ja tiiviyys

Hirsiseinä on hengittävä rakenne. Hengittävällä rakenteella tarkoitetaan rakennetta, johon voi helposti siirtyä ympäristöstä diffuusiolla vesihöyryä ja jossa vesihöyry voi sitoutua hygroskooppiseen aineeseen tai vapautua siitä ja siirtyä helposti takaisin ympäristöön.

Hengittävään rakenteeseen voi diffusioitua vesihöyryyn lisäksi myös muita kaasuja kuten hiilidioksidia. Hengittävällä rakenteella on hyvän ja terveellisen sisäilman kannalta erityinen merkitys sisäilman kosteusvaihteluiden tasapainottajana.

Kosteuskuormituksen aikana huoneilmasta siirtyvä vesihöyryä hengittävään rakenteeseen ja sitoutuu siihen turvallisesti hygroskooppisena kosteutena. Kosteuskuormituksen päätyttyä kuivuu huoneilma ilmanvaihdon ansiosta ja hengittävään rakenteeseen sitoutunut kosteus

vapautuu tasaisesti takaisin huoneilmaan. Hengittävyys vaimentaa huoneilman suhteellisen kosteuden vaihtelua, epäterveelliset kosteudet ja kuivat ääritilanteet vätetään.

Hengittävän rakenteen ilmanpitävyyden tulee olla yhtä hyvä kuin minkä tahansa muunkin rakenteen. Hyvällä rakennuksen vaipan ilmanpitävyydellä estetään hallitsematon vuotoilma rakenteiden läpi ja taataan hallittu ilmanvaihdon toiminta. Tiiviyys estää myös vuotoilman mukana haitallisesti kulkeutuvan vesihöyryyn siirtymisen rakenteisiin. Teollisesti valmistettujen hirsien varauksien muotoilulla ja hirsien välisissä saumoissa käytettävillä tiivisteillä saavutetaan seinärakenteelle vaadittu ilmatiiviyys.

Kriittisimmät asiat hirsitalon tiiviiden/lämmönkulutuksen kannalta ovat ulkovaipan eri rakenneosien liitokset ja läpiviennit. Niiden oikealla suunnittelulla ja huolellisella toteutuksel-

la varmistetaan hirsitalolle hyvät ja terveelliset asumisen edellytykset niin lämmönkulutuksen, kuin asumisviihtyvyydenkin kannalta.

3.3 Säilyvyys ja hirsiseinän suojaus

Hirren säilyvyyteen vaikuttaa eniten puun kosteuspitoisuus. Lahottaja- ja homesienien kasvun ehtona on vähintään 20 % kosteus puussa ja +5 °C lämpötila. Puun kosteus nousee tämän arvon yläpuolelle vasta kun ilman suhteellinen kosteus on pitkäaikaisesti yli 85 %.

Julkisivun suojausmenetelmät

Hirsijulkisivun suojauksella pyritään säilyttämään sekä puuaineksen esteettiset että rakenteelliset ominaisuudet. Puun ominaisuuksia muuttavat erilaiset sienet (lahottaja- ja homesienet), kosteus ja auringon ultraviolettisäteily. Suojausmenetelmät voidaan jakaa periaatteessa kolmeen menetelmään: rakenteelliseen ja kemialliseen suojaukseen sekä pinnoitukseen. Onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi joudutaan yleensä käyttämään rinnan kaikkia suojaustapoja.

Rakenteellinen suojaus

Rakenteellisella suojauksella pyritään hirsipintojen kosteusrasitus pitämään mahdollisimman alhaisena.

Julkisivu pitää suojata maasta kapillaarisesti nousevalta kosteudelta, viistosateelta sekä roiskevedeltä.

Rakenteet pitää lisäksi suunnitella niin, että ilma pääsee kiertämään ja kuivaamaan julkisivua mahdollisimman tehokkaasti.

Riittävän leveät räystäät suojaavat tehokkaasti viistosateelta sekä vähentävät auringon valon vaikutusta. Räystäiden leveydeksi suositellaan vähintään 500 mm. Kaikki terassit ja parvekkeet, joissa on hirsitai puurakenteita tulisi pyrkiä tekemään katettuina.

Hirsien saumarakenne tulee suunnitella sellaiseksi, ettei seinää pitkin valuva vesi keräydy saumaan ("tippanokkarakenne"). Saumojen eriste ei saa jäädä tursottamaan sauman ulkopuolelle, sillä eriste saattaa kostuessaan olla hyvä alusta sienikasvustolle.

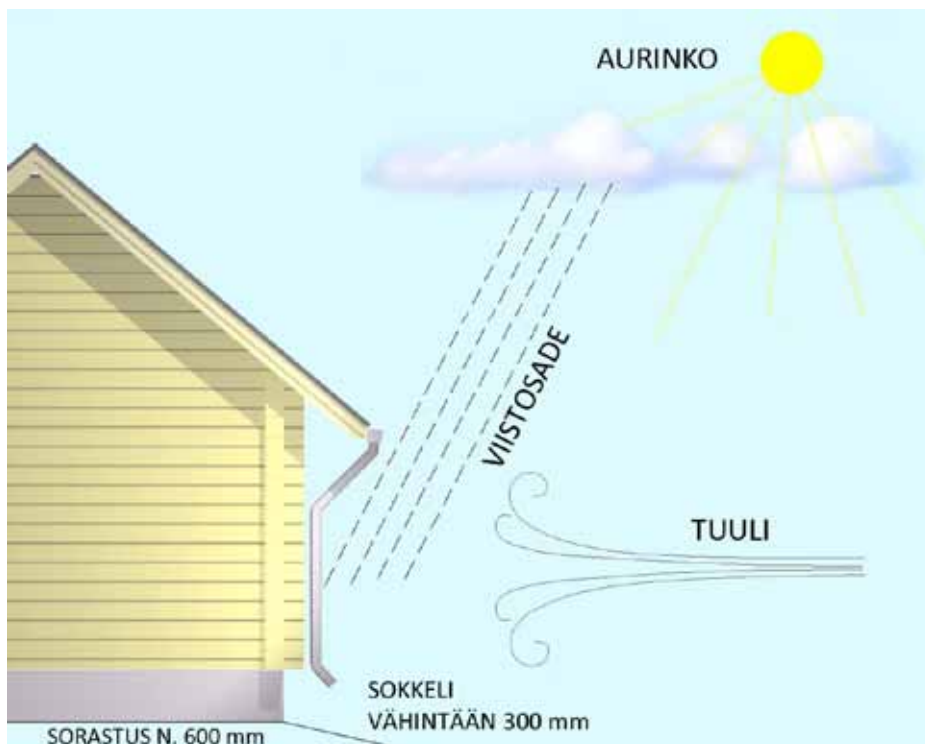
Räystäskourut ja syöksytorvet ohjaavat veden oikeaa reittiä maahan, jolloin tuuli ei pääse painamaan valuvaa vettä julkisivuun. Syöksytorvien alapää on muistettava rakentaa sellaiseksi, ettei roiskevesi pääse julkisivuun. Ikkuna aukkojen alaosat tulee varustaa ikkunapelleillä, jotka tulee kallistaa riittävästi ulospäin.

Maanpinnan yläpuolelle ulottuvan sokkelin osan on oltava riittävän korkea, vähintään 300 mm, jotteivät sulamisvedet eivätkä kasvit pääse lahottamaan alimmaisista hirsistä. Alimmaisen hirsikerran ja sokkelin väliin on ehdottomasti muistettava asentaa kapillaarisen kosteuden kulun katkaiseva sokkelikaista, bitumihuopa tai -sively.

Kemiallinen suojaus ja pinnoitus

Hirsipintojen käsittelyaineiden tehtävät voidaan jakaa seuraavasti:

- suojata kemiallisesti puuta sienikasvustoilta (tehdä niiden elinolosuhteet kelvottomiksi),
- täyttää pintapuun solukkoa ja näin estää kosteuden imeytyminen puuhun,
- suojata puun pintaa ultraviolettisäteilyltä sekä muodostaa puun pinnalle vettä hylkivä kalvo.



Yleensä käsittelyaineet jaetaan maaleihin ja puunsuoja-aineisiin. Maalit ovat enemmän täyttäviä ja muodostavat pinnalle paksumman ja huonommin vesihöyryä läpäisevän kalvon. Puunsuoja-aineet imeytyvät puuhun syvemmälle eivätkä muodosta pinnalle välttämättä kalvoa ollenkaan.

Hirsiseinissä yleisimmin käytetyt puunsuoja-aineet sisältävät liuottimen lisäksi yleensä pieniä määriä sienimyrkkyjä. Aineet ovat joko värittömiä, kuultavia tai peittäviä. Peittävät puunsuojat toimivat kuultavia ja värittömiä paremmin, koska ne suojaavat tehokkaammin puuta ultraviolettisäteilyltä.

Aineiden tunkeutuma puuhun on muutamia millimetrejä. Puunsuojat voivat olla kalvoa muodostamattomia tai ne voivat muodostaa pinnalle kalvon. On tärkeää, että hirsiseiniä pinnoitettaessa muodostuva kalvo on hyvin vesihöyryä läpäisevä (tämän vuoksi kaikki maalit eivät sovellu hirsiseiniin), koska massiivinen hirsi hygroskooppisena materiaalina pyrkii tasapainottamaan kosteuspitoisuutensa ilman suhteellisen kosteuden mukaan. Jos kalvo ei päästä vesihöyryä lävitseen, irrottaa vesihöyryn paine sen alustastaan.

Ensimmäinen pohjustuskäsittely tulisi tehdä mahdollisimman pian valmistumisen jälkeen, sillä ultraviolettisäteily tunkeutuu puuhun noin 0,1 millimetrin syvyyteen hajottaen puun solujen liima-ainetta ligniiniä. Mitä enemmän UV-säteily ehtii hajottaa ligniiniä sitä huonommin käsittelyaineet pysyvät puussa.

Pohjustuskäsittely estää myös home- ja sinitäjäsiemien kasvun.

Ultraviolettisäteilyn vaikutus voi eteläseinillä olla jopa viisinkertainen verrattuna pohjoisen puoleisiin seiniiin. Siksi etelä- ja länsiseinät ovatkin yleensä ensimmäisenä uusintakäsittelyn tarpeessa.

3.4 Hirsien jatkaminen

Höylä- ja pyöröhirsien jatkokset tehdään sormitai kehäjatkoksilla tai liitostarvikkeilla. Liitostarvikkeilla toteutetut jatkokset tulisi pyrkiä sijoit-

tamaan risteävien nurkkien kohdalle. Jatkosten kohdalla tulee huolehtia seinän riittävästä sivutaisjäykkyudesta.

4 HIRSIRAKENTEIDEN MITOITUSPERUSTEET

4.1 Kantavuusmitoitus

B10:n mukaan

Puurakenteita koskevat ohjeet on esitetty Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa B10 "Puurakenteet. Ohjeet 2001". Pyöröhirret kuuluvat lujuusluokkaan T30. Höylähirret kuuluvat lujuusluokkaan T24, ellei lajitellulla nosteta lujuusluokkaa. Kantaviin rakenteisiin käytettävä sormijatkettu ja liimattu puutavara valmistetaan Ympäristöministeriön hyväksymän laadunvalvonnan alaisena.

Puurakenteita suunniteltaessa huomioon otettava kuormitus jaotellaan keston perusteella seuraaviin aikaluokkiin: A pitkäaikaisiin, B lyhytaikaisiin ja C hetkellisiin. Hirsitalojen mitoitettava kuormitus on yleensä aikaluokan B mukainen.

Rakennetta suunniteltaessa otetaan huomioon puun kosteustila, joka riippuu rakennetta ympäröivän ilman suhteellisesta kosteudesta (RH). Hirsirakenteet mitoitetaan kosteusluokan 2 mukaan, ellei todeta rakenteen olevan kosteampaa. Kuormituksen aikaluokassa B kosteusluokkien 1 (sisäkuiva) ja 2 (ulkokuiva) lujuuksien sallitut arvot ovat samat.

Kokonaiskuorman aiheuttama taipuma ei yleensä saa lämpimän tilan yläpohjassa ylittää arvoa L/200 eikä väli- ja alapohjassa arvoa L/300 (kun L on jänneväli), eikä asuinrakennuksen ala- ja välipohjassa hyötykuorman aiheuttama taipuma arvoa 12 mm. Ulokkeiden taipuma jännevälin suhteen saa olla kaksinkertainen.

EC5:n mukaan

Puurakenteita koskevat Eurocode 5:n mukaiset ohjeet on esitetty standardissa SFS-EN 1995 1-1. Eurocoden mukaisessa lujuusluokittelussa T30 vastaa C30 ja T24 vastaa C24.

Rakenteille on määritetty kolme käyttöluokkaa: 1, 2 ja 3. Puurakenteita suunniteltaessa huomioon otettavat kuormat jaotellaan keston perusteella viiteen eri aikaluokkaan, pysyvään, pitkäaikaiseen, keskipitkään, lyhytaikaiseen ja hetkelliseen kuormaan. Käyttöluokan ja kuormien aikaluokan avulla valitaan taulukosta kosteuspitoisuuden ja kuorman keston muunnoskerroimet.

Hirsiseinien kantavuuden mitoitussuositus

Seuraava mitoitussuositus perustuu VTT:n (tutkimusraportti nro RTE3718/00) tekemiin hirsiseinien koekuormituksiin ja niiden perusteella antamaan lausuntoon.

Mitoitus voidaan tehdä myös muulla tavoin, esimerkiksi laskennallisesti tai testauksen kautta perustellen, kuin mitä alla oleva mitoitussuositus edellyttää. Hirsiseinissä voidaan esimerkiksi käyttää lyhyempiä kuin 600 mm ristinurkkia edellyttäen että huolehditaan seinien jäykistämisestä nurjahdusta vastaan muulla tavoin.

Mitoitussuosituksessa annettu puristuslujuus voidaan paikallisesti ylittää paikoissa joissa sillä ei ole esteettistä eikä heikentävää vaikutusta rakenteen toimivuuteen.

Mitoitussuosituksen lähtöarvot ja käytön edellytykset ovat:

1. Puristuslujuuden lähtöarvo on pienin murtotuhon puristusjännityksistä eli 1,4 MPa. Tämän arvon perusteella valitaan ominaispuristuslujuudeksi $f_{c,90,k} = 1,0 \text{ N/mm}^2$.
2. Seinän korkeus on korkeintaan 3 m.
3. Ristinurkkien pituus on oltava vähintään 600 mm, mutta laskelmissa ei hyödynnetä suurempaa pituutta.
4. Ristinurkkien väli on korkeintaan 8 m.
5. Kun ristinurkkien väli on välillä 4–8 m, seinän kapasiteetti on sama kuin 4 m pitkän seinän kapasiteetti.
6. Höylähirsien paksuus on $\geq 70 \text{ mm}$ ja pyöröhirsien paksuus $\geq 130 \text{ mm}$.

Edellä oleva mitoitussuositus voidaan esittää kaavoilla:

Ristinurkka:

$$F_{\text{ristinurkka}} = 600 \text{ mm} \cdot f_{c,90,k} \cdot b_{\text{ef}}$$

Missä b_{ef} on

0,75-seinän paksuus (höylähirsi) ja 0,5-seinän paksuus (pyöröhirsi).

Seinähirsi:

$$F_{\text{seinähirsi}} = f_{c,90,k} \cdot L \cdot b_{\text{ef}}, \text{ kun } L \leq 4000 \text{ mm},$$

tai

$$F_{\text{seinähirsi}} = f_{c,90,k} \cdot 4000 \cdot b_{\text{ef}}, \text{ kun } 4000 \text{ mm} < L < 8000 \text{ mm}.$$

Ristinurkallinen seinä:

$$F_{\text{seinä}} = 2 \cdot F_{\text{ristinurkka}} + F_{\text{seinähirsi}}$$

Esimerkki:

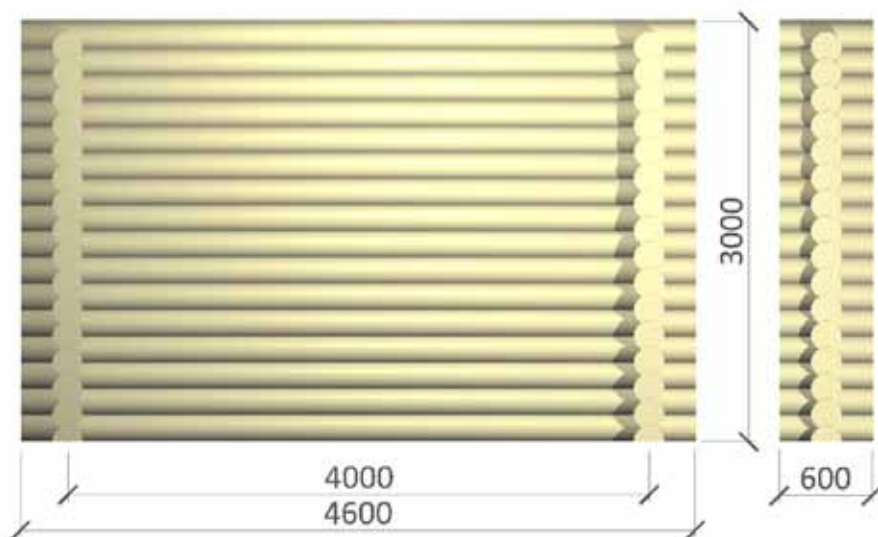
Höylähirsiseinän paksuus on 120 mm, ristinurkkien väli 5 m ja seinän korkeus 2,8 m. Ristinurkat on korvattu poikittaisilla seinillä.

$$F_{\text{seinä}} = 2 \cdot F_{\text{ristinurkka}} + F_{\text{seinähirsi}}$$

$$= 2 \cdot 1,0 \cdot 600 \cdot 0,75 \cdot 120 + 1,0 \cdot 4000 \cdot 0,75 \cdot 120$$

$$= 468000 \text{ N} = 468 \text{ kN}$$

Tämä on seinän laskennallinen murtokuorma koelolosuhteissa.



A. Eurocode 5

Tehtäessä mitoitus suunnitteluohjeen RIL 205 mukaan on materiaalin osavarmuuskerroin 1,3 ja hyötykuorman osavarmuuskerroin 1,5. Omalle painolle saa käyttää arvoa 1,2. Kun kuorman aikaluokka on esimerkiksi keskipitkä, on kosteustiloissa 1 ja 2 aikaluokan ja kosteus-tilan huomioonottava kerroin $k_{mod} = 0,8$. Näin saadaan seinälle vaikuttavan ominaiskuorman suurimmaksi arvoksi:

$$F_k = (0,8 \cdot 468) : (1,5 \cdot 1,3) = 192 \text{ kN}$$

Tämä on seinän pituusyksikköä kohti laskettuna

$$q_k = 192/5 = 38,4 \text{ kN/m}$$

B. Rajatilamitoitus

Rajatilamitoituksessa (aikaluokka B, kosteusluokka 1), käytettäessä materiaalin aikavaikutuskerrointa

$$k = 1,3,$$

saadaan laskentakuormaksi

$$F_{seinä} = 468/1,3 = 360 \text{ kN.}$$

$$\text{Täten } q_k = 360/5 = 72 \text{ kN/m}$$

C. Sallitut jännitykset

Sallituilla jännityksillä laskettaessa seinän sallittu kuorma

$$F_{seinä} = 360/(1,3 \cdot 1,6) = 173 \text{ kN.}$$

$$\text{Täten } q_{sall} = 173/5 = 34,6 \text{ kN/m.}$$

4.2 Energiatohokkuus ja lämpöhäviöt

4.2.1 Määräykset 2010

Vuoden 2010 alusta voimaan tulleet rakennuksen energiatohokkuutta ja lämpöhäviöitä koskevat määräykset ovat voimassa kesäkuun 2012 loppuun saakka.

- C3 Rakennuksen lämmöneristys, Määräykset 2010
- D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, ja ohjeet 2010
- D3 Rakennuksen energiatohokkuus, Määräykset ja ohjeet 2010

Rakennuksen lämpöhäviöiden laskennassa tarkastellaan rakennuksen vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon kokonaisuutta. Laskennallinen lämpöhäviö saa olla enintään yhtä suuri kuin rakennukselle määritetty määräysten mukainen vertailulämpöhäviö. Vaatimusten täytyminen osoitetaan lämpöhäviöiden tasauslaskennalla.

Lämpöhäviöiden tasauslaskenta

Rakennuksen jollakin osatekijällä (vaippa, vuotoilma, ilmanvaihto) voi olla vertailulämpöhäviötä suurempi häviö. Tämä heikompi osatekijä voidaan kompensoida korvaamalla jokin toinen osatekijä määräyksiä paremmalla ratkaisulla. Määräystenmukaisuus todennetaan tällöin lämpöhäviöiden tasauslaskennalla. Yksityiskohtaiset ohjeet laskennasta on esitetty Ympäristöministeriön oppaassa; Tasauslaskentaopas 2007, Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden osoittaminen. Oppaassa on esimerkkilaskelma myös hirsitalolle.

Lämmöneristysmääräykset

Määräyksissä on vähintään 180mm paksuiselle hirsiseinälle oma lämmönläpäisykerroimen vertailuarvo. Lähtökohtaisesti asuinrakennusten eri rakennusosien lämmönläpäisykerroimet, (U -arvot), eivät saa ylittää seuraavia arvoja:

ulkoseinä	0,17 W/(m ² K)
hirsiseinä (keskim. paksuus vähintään 180mm)	0,40 W/(m ² K)
yläpohja, ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09 W/(m ² K)
maata vastaan oleva rakennusosa/alapohja	0,16 W/(m ² K)
tuulettu alapohja (tuuletusaukkoja enintään 8 ‰)	0,17 W/(m ² K)
ikkuna/ulko-ovi	1,0 W/(m ² K)
kattoikkuna	1,0 W/(m ² K)

Seinän, yläpohjan tai alapohjan lämmönläpäisykerroin saa olla kuitenkin 0,6 W/(m²K) ja / tai ikkunan 1,8 W/(m²K), jos se kompensoidaan vaipan muiden osien paremmalla eristyksellä, paremmalla tiiveydellä tai paremmalla lämmön talteenoton vuosihyötysuhteella.

Rakennuksen vertailulämpöhäviön laskennassa käytetään rakennuksen vuotoilmakerrointa arvoa $n_{vuotoilma} = 0,16$ l/h, mikä vastaa

ilmanvuotolukua $n_{50} = 4,0$ l/h. Tätä pienempää arvoa voidaan käyttää, jos ilmanpitävyys osoitetaan mittamalla tai muulla menettelyllä.

Rakennuksen vertailulämpöhäviön laskennassa käytetään ilmanvaihdon lämmön talteenoton vuosihyötysuhteena arvoa 45 %.

4.2.2 Määräykset 2012

Uudet rakennusten energiatohokkuutta koskevat määräykset tulevat voimaan 1. heinäkuuta 2012 ja niitä on sovellettava sen jälkeen haettavaan rakennuslupiin. Määräyksillä korvataan aikaisemmat säädökset rakennusten lämmöneristyksestä ja energiatohokkuudesta.

- D3 (2012) Rakennuksen energiatohokkuus, Määräykset ja ohjeet
- C4 (2003) Lämmöneristys, ohjeet
- D5 (2007) Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, ohjeet

Määräyksissä siirrytään lämpöhäviöiden tarkastelusta kokonaisenergiankulutuksen tarkasteluun. Kokonaisenergian kulutukselle on määritetty rakennuskohtaiset ylärajat. Tämä ilmaistaan E-lukuna jonka yksikkö on kWh/m² vuodessa. Kokonaisenergiankulutus saadaan laskemalla rakennuksen ostoenergiankulutuksesta em. kerroin. Kokonaisenergiankulutus ja E-luku lasketaan D3 ohjeita noudattaen.

Ostoenergiankulutus

Tarkoittaa energiaa joka hankitaan rakennukseen esimerkiksi sähköverkosta, kaukolämpöverkosta ja uusiutuvan tai fossiilisen polttoaineen sisältämänä energiana. Ostoenergian sisältävät lämmitys, ilmanvaihto- ja jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energia energiamuodittain eriteltynä. Ostoenergiankulutusta vähentävät omavaraisenergiat, kuten lämpökuorma ihmisistä ja auringon säteily ikkunoiden läpi.

Kokonaisenergiankulutus

Lasketaan ostoenergiasta kertoimella, joka kuvaa luonnonvarojen kulutusta kunkin energiamuodon tuottamisen yhteydessä. Vuoden 2012 D3 mukaiset kertoimet ovat:

• sähkö	1,7
• kaukolämpö	0,7
• kaukojäähdytys	0,4
• fossiiliset polttoaineet	1,0
• uusiutuvat polttoaineet	0,5

E-luku

Hirsirakenteisen pientalon E-luku ei saa ylittää seuraavia arvoja:

Lämmitetty nettoala	kWh/m ² vuodessa
$A_{netto} < 120 \text{ m}^2$	229
$120 \text{ m}^2 \leq A_{netto} \leq 150 \text{ m}^2$	$397 - 1,4 \cdot A_{netto}$
$150 \text{ m}^2 \leq A_{netto} \leq 600 \text{ m}^2$	$198 - 1,4 \cdot A_{netto}$
$A_{netto} > 600 \text{ m}^2$	155

Rakennuksen lämpöhäviöt

Rakennuksen vaipan, vuotoilman ja ilmanvaihdon lämpöhäviöitä rajoitetaan hyvän energiatohokkuuden saavuttamiseksi. Rakennuksen lämpöhäviö saa olla enintään yhtä suuri kuin RakMk D3/2012 mukaan laskettu vertailulämpöhäviö. Määräystenmukaisuus osoitetaan tasauslaskelmalla. Vertailuarvon laskennassa

käytetyt U-arvot ovat samat kuin vuoden 2010 määräyksissä. Ilmanvuotoluvun vertailuarvona q_{50} käytetään arvoa $2,0 \text{ m}^3/\text{h m}^2$. Suunnitteluratkaisun lämpöhäviöt lasketaan rakenteiden U-arvoilla, ja käyttäen ilmanvuotolukuna $q_{50} = 4,0 \text{ m}^3/\text{h m}^2$, ellei ilmanpitävyyttä osoiteta mitaamalla tai muulla menettelyllä. Lämpöhäviöiden laskennassa otetaan huomioon lämmön talteenotto D3/2010 mukaan.

Loma-asunnot

Vuoden 2012 energiatehokkuusmääräykset eivät koske rakennuksia, joiden lämmitetty netto-ala on rakennuksen käyttötarkoituksesta huolimatta enintään 50 m^2 .

Vuoden 2012 energiatehokkuusmääräykset eivät koske loma-asuntoja – pinta-alasta riippumatta – joihin ei ole suunniteltu kokovuotiseen käyttöön tarkoitettua lämmitysjärjestelmää.

Määräyksissä ei ole tarkemmin määritelty mitä tarkoittaa kokovuotiseen käyttöön suunniteltu lämmitysjärjestelmä. *Lämpimällä tilalla tarkoitetaan tilaa, jonka mitoittavaksi huonelämpötilaksi lämmityskaudella oleskelu- tai muista syistä valitaan $+17^\circ\text{C}$ tai sitä korkeampi lämpötila (RaMk D3 2012, kohta 1.3 23).* Lämmitysjärjestelmä tulkitaan kokovuotiseen käyttöön suunnitelluksi silloin, kun edellä mainittu lämpimän tilan määritelmä toteutuu. Pelkkä tulisija, rakennuksen varustelutaso tai sähköistys ei tee rakennuksesta kokovuotiseen käyttöön soveltuvaa.

Loma-asuntoa, johon on suunniteltu kokovuotiseen käyttöön tarkoitettu lämmitysjärjestelmä, koskevat vain vaipan lämpöhäviön vaatimukset. Vaipan lämpöhäviö saa olla enintään yhtä suuri kuin seuraavilla vertailuarvoilla laskeutu lämpöhäviö.

seinä	0,24 W/(m ² K)
hirsiseinä	0,80 W/(m ² K)
paksuus $\geq 130 \text{ mm}$	
yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,15 W/(m ² K)
ryömintätilaan rajoittuva alapohja (tuuletusaukot $\leq 8\%$)	0,19 W/(m ² K)
maata vasten oleva rakennusosa	0,24 W/(m ² K)

ikkuna, kattoikkuna ja ovi 1,4 W/(m²K)
Tämä poikkeus ei koske kokovuotiseen käyttöön tarkoitettua lämmitysjärjestelmällä varustettuja loma-asuntoja jotka on tarkoitettu majoituselinkeinon harjoittamiseen.

4.2.3 Hirsiseinän lämmön-eristävyysominaisuudet

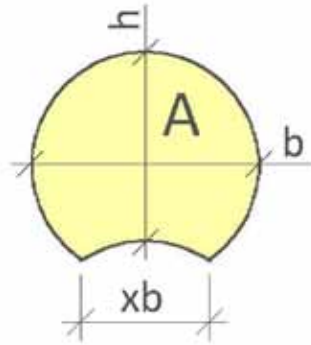
Täyshirsisen seinän keskipaksuuden on oltava noin 180 mm ($\lambda_n = 0,12 \text{ W}/(\text{mK})$), jotta U-arvo vaatimus $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ täyttyy.

Jos kysymyksessä on pyöröhirsiseinä, on seinälle laskettava ns. geometrinen ekvivalentti paksuus, eli se paksuus, mitä seinä vastaa tasapaksuna höylähirsiseinä.

Geometrinen ekvivalentti paksuus voidaan laskea kaavalla:

Geometrinen ekvivalentti paksuus = A/h
missä:
h = halkaisija – varauksen korkeus
A = pyöröhirsien poikkileikkauksen pinta-ala
b = halkaisija
xb = varauksen leveys
Jos varauksen leveydeksi oletetaan $0,5b$, saadaan ekvivalentiksi paksuudeksi $0,855b$.

Varauksen leveydellä $0,6b$ on vastaava luku $0,880b$.



Taulukkoon 4 on koottu eri hirsityyppien ja lisälämmöneristettyjen hirsiseinien ohjeelliset U-arvot.

4.3 Hirsiseinän kosteustekninen toiminta

Massiivihirsiseinä

Lisäeristämätön massiivihirsiseinä on kosteustekniseltä toiminnaltaan varma ja turvallinen ratkaisu, kunhan rakenteellinen suojaus on hoidettu asianmukaisesti. Hirsiseinän kosteus vaihtelee ilman suhteellisen kosteuden mukaan. Maksimissaan keskimääräinen kosteuden vaihtelu on noin prosentin luokkaa ollen ohuemmilla hirsipaksuuksilla hieman suurempi. Puun kosteuspitoisuuden ajallinen vaihtelu on voimakkainta hirren sisä- ja ulkopinnasta noin 5 cm :n syvyyteen ulottuvassa kerroksessa.

Lisäeristetty hirsiseinä

Lisäeristetyn hirsiseinän kosteustekninen toiminta on huomattavasti monimutkaisempaa kuin massiivihirsiseinän.

Hirsiseinän sisäpuolinen lämmöneristämisen ei ole suositeltavaa, jos höyrynsulkua ei käytetä. Sisäpuolinen lämmöneristys voidaan

Taulukko 4.

Eristämättömien ja sisäpuolisesti lisälämmöneristettyjen seinärakenteiden ohjeelliset u-arvot (W/(m²K)). (hirsi $\lambda_n = 0,12 \text{ W}/(\text{mK})$, villa $\lambda_v = 0,037 \text{ W}/(\text{mK})$.

HH= höylähirsi ja Ø=pyöröhirsi

Hirsi mm	Eristys (mm)					
	0	50	75	100	125	150
HH70	1,33	0,48	0,39	0,31	0,26	0,23
HH95	1,04	0,43	0,36	0,29	0,25	0,22
HH110	0,92	0,41	0,35	0,28	0,24	0,21
HH120	0,85	0,4	0,34	0,27	0,23	0,2
HH135	0,77	0,38	0,32	0,26	0,22	0,19
HH180	0,6	0,34	0,27	0,23	0,2	0,18
HH205	0,53	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17
HH270	0,41	0,27	0,24	0,2	0,18	0,16
Ø130	0,89	0,4	0,32	0,26	0,22	0,19
Ø150	0,79	0,38	0,3	0,25	0,22	0,19
Ø170	0,72	0,36	0,29	0,24	0,21	0,18
Ø190	0,64	0,34	0,28	0,23	0,2	0,18
Ø210	0,58	0,33	0,27	0,23	0,2	0,17
Ø230	0,53	0,31	0,26	0,22	0,19	0,17

toteuttaa ilman höyrynsulkua vain, jos lämmöneristeen paksuus on enintään 50 mm . Tällöin rakenteessa pitää olla sisäpuolella ilmansulkuna bitumipaperi tms. Kun sisäpuolinen lämmöneriste on paksumpi kuin 50 mm , on käytettävä riittävän tiivistä höyrynsulkua. Jos käytetään tuuletusrakoa eristeen ja hirren välissä, hirren lämmöneristävyttä ei voida käyttää hyödyksi rakennuksen lämmöneristämässä.

Käännetty rakenne (ulkopuolinenlisäeristys) on kosteustekniseltä toiminnaltaan ongelmaton, koska tällöin hirsi on rakenteen lämpimällä eli kuivemmalla puolella. Tällaisessa rakenteessa on lämmöneristeen ja ulkoverhouksen väliin muistettava jättää ilmarako, jotta eristeseen mahdollisesti kertynyt kosteus pääsee kuivumaan eikä verhouksen läpi päässyt ulkopuolinen kosteus pääse lämmöneristeeseen.

4.4 Kosteuden eristys

Rakentamista koskevat kosteustekniset määräykset on esitetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C2 "Kosteus, määräykset ja ohjeet". Rakenteiden on oltava sellaisia, ettei rakenteeseen tunkeutuvalla sade- ja sulamisvedellä, maaperän kosteudella tai sisätilasta tunkeutuvalla vesihöyryllä ole haitallisia vaikutuksia rakenteisiin. Erityisesti tulee kiinnittää huomiota seuraaviin kohtiin:

- Betonia ei saa valaa puuta vasten ilman kosteudeneristystä.
- Hirsiseinän alapinnan tulisi olla yli 300 mm maanpinnan yläpuolella.
- Suihku- ja vesipisteitä ei tulisi sijoittaa suojaamattomille hirsiseinille.
- Veden- ja kosteudeneristykset on tehtävä erityistä huolellisuutta noudattaen eristysaineiden valmistajien ohjeiden mukaan.

4.5 Hirsirakenteiden palonkesto

Rakentamista koskevat paloturvallisuusmääräykset löytyvät Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta E1 "Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011.". Rakennusmateriaalit jaetaan luokkiin sen perusteella, miten ne vaikuttavat palon syttymiseen, sen leviämiseen ja sekä savun tuottoon. Hirsi määritellään kuuluvan luokkaan D-s2,d0. Merkintä D tarkoittaa sitä, että materiaalin osallistuminen paloon on hyväksyttävissä, s2 sitä, että savuntuotto on vähäistä ja d0 sitä, että palavia pisaroita tai osia ei esiinny.

Rakennusosiin kohdistuvat vaatimukset kuvataan seuraavilla merkinnöillä:

- R kantavuus
- E tiiviyys
- I eristävyys

Hirsiseinän palonkestävyysaika eri hirsipaksuuksilla sen toimiessa osastoivana rakennusosana (EI) on esitetty taulukossa 5. Kantavuustestit on suoritettu VTT:llä SFS-EN 1365-1:1999-standardin mukaisesti.

Lisäksi eri seinätyypeiltä edellytetään, että:

Lamellihirsiseinät

- Sauman tulee olla ponttisauma, jonka pontin korkeus on vähintään 10 mm palonkestoluokissa R30 ja EI30 ja 12 mm luokissa R120 ja EI90. Väliarvot interpoloidaan.
- Hirsien välisen sauman tiiviste on joko polypropeeninauha tai lasivillakaistale palonkestoluokissa R30 ja EI30 ja sitä suuremmissa palonkestoluokissa lasivillakaistale, joka on vähintään 2 mm ponttia paksumpi. Poikittaisseinämät tulee tiivistää lasivillakaistaleella selostuksissa RTE699/05 ja RTE3924/04 esitettyjä rakenteita vastaavasti. Tiivisteinä voidaan käyttää myös muita materiaaleja, joiden palo-ominaisuudet vastaavat edellä mainittujen materiaalien ominaisuuksia.
- Puutappien väli seinässä saa korkeintaan olla 1600 mm.

Pyöröhirsiseinät

- Hirsien välinen sauma on samantyyppinen kuin selostuksessa RTE863/05 ja väli korkeintaan 3 mm.
- Hirsien väliset saumat tulee tiivistää samanlaisella polyuretaaninauhalla kuin selostuksessa RTE863/05 ja nauhan paksuuden tulee olla pari millimetriä väliä suurempi. Poikittaisseinämät tulee tiivistää saman selostuksen mukaisesti. Tiivisteinä voidaan käyttää myös muita materiaaleja, joiden palo-ominaisuudet vastaavat edellä mainittujen materiaalien ominaisuuksia.
- Puutappien väli seinässä saa korkeintaan olla 1200 mm.

Lisäeristetyt höylähirsiseinät

- Sauman tulee olla ponttisauma, jonka pontin korkeus on vähintään 10 mm.
- Hirsien välisen sauman tiiviste on joko polypropeeninauha tai lasivillakaistale, joka on vähintään 2 mm ponttia paksumpi. Poikittaisseinämät tulee tiivistää lasivillakaistaleella selostuksessa RTE4234/04 esitettyjä rakenteita vastaavasti.

Taulukko 5. Kantavien lamellihirsiseinien, pyöröhirsiseinien ja lisäeristettyjen höylähirsiseinien palonkestävyys kantavuuden R ja osastoivuuden EI suhteen eripaksuisilla seinillä, kun seinän keskeinen kuorma on korkeintaan 9,4 kN/m. Taulukossa annetaan myös minimimitta sauman leveydelle.

Hirsityyppi	Palonkestoluokka			
Lamellihirsi	R30	R60	R90	R120
leveys x korkeus [mm ²]	92 x 170	138 x h ¹⁾	180 x h ¹⁾	-
sauman leveys [mm]	70	116	156	
	EI30	EI60	EI90	EI120
leveys x korkeus [mm ²]	92 x 170	148 x h ¹⁾	199 x h ¹⁾	-
sauman leveys [mm]	70	126	175	
¹⁾ h = 170 mm – 195 mm				
Pyöröhirsi	R30	R60	R90	R120
hirren halkaisija [mm]	150	236	-	-
sauman leveys [mm]	81	127		
	EI30	EI60	EI90	EI120
hirren halkaisija [mm]	150	236	-	-
sauman leveys [mm]	81	127		
Höylähirsi + eriste + hirsipaneeli	R30	R60	R90	R120
leveys x korkeus [mm ²]	b x 170 ^{2), 3)}	128 x 170 ³⁾	-	-
sauman leveys [mm]	b-22	106		
	EI30	EI60	EI90	EI120
leveys x korkeus [mm ²]	b x 170 ^{2), 3)}	128 x 170 ³⁾	-	-
sauman leveys [mm]	b-22	106		

²⁾ Leveys b normaaliämpötilamitoituksen mukaan

³⁾ Höylähirsiseinän tulen puolella lisäksi eriste ja hirsipaneeli testausselosteen RTE 4234/04 mukaisesti, kuorma keskeisesti hirteen nähden

- Tiivisteinä voidaan käyttää myös muita materiaaleja, joiden palo-ominaisuudet vastaavat edellä mainittujen materiaalien ominaisuuksia.
- Puutappien väli seinässä saa korkeintaan olla 1600 mm.

pejä LH180, LH205.

Myös lisäeristetyllä hirsiseinärakenteella päästään vaadittavaan ääneneneristykseen. Muiden rakenteiden ääneneneristyskyky ei todennäköisesti ole riittävä.

4.6 Hirsiseinän äänenieristävyys

Rakennusosan ilmaääneneristysluku R_w ilmoitetaan ilmaääneneristyslukuina tielikennemeluua vastaan $R_w + C_{tr}$ tai raide- ja lentomeluua vastaan $R_w + C$. Asemakaavassa annetaan rakennuksen ulkovaipan äänenieristävyyttä koskeva määräys ulkovaipan kohdalla vallitsevan ja sisällä sallittavan äänitason erona. Esim. ympäristöministeriön ympäristöoppaassa 108 esitetyn menetelmän avulla saadaan johdettua kaavamääräysten äänierotasosta rakennusosilta vaadittavat ilmaääneneristävyyksiluvut. Hirsiseinän äänenieristävyys riippuu mm. seinän massasta, varauksen tiiveydestä ja hirsiseinän jäykkydestä. Ohuimpien hirsirakenteiden ilmaääneneristysluvut liikennemelua vastaan ovat alhaisia. Kaavamääräyksissä vaadittavat äänierotat ovat yleensä vähintään 28 dB ja enintään 40 dB. Hirsirakennuksessa äänitasoeroksi voidaan arviolta saavuttaa 28-30dB, jos käytetään normaaleja ikkunarakenteita ja hirsityyppi-

Taulukko 6. Eristämättömien seinärakenteiden lasketut ilmaääneneristysluvut (dB). HH=höylähirsi ja Ø=pyöröhirsi.

Hirsi	Rw	Rw+C	Rw+C _{tr}
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
Ø150	30	29	26
Ø170	31	29	26
Ø190	32	31	27
Ø210	33	32	29
Ø230	37	35	33

4.6.1 Eristämättömät hirsiseinät

Eristämättömät hirsiseinät koostuvat yhdestä hirsikerroksesta. Akustisen toimintansa kannalta ne ovat yksinkertaisia rakenteita, joiden ilmääneneristävyyden määrää erityisesti rakenteen massa [kg/m²] sekä rakenteen koin-sidenssin rajataajuus, joka riippuu rakenteen massasta ja jäykkyydestä.

4.6.2 Sisä- tai ulkopuolelta lisäeristetyt hirsiseinät

Rakenne on akustisen toimintansa kannalta kaksinkertainen rakenne, jonka puoliskot on kytketty koolauksen välityksellä toisiinsa. Koolauksen välissä olevalla pehmeällä ja huokoisella lämmöneristeellä on oleellinen vaikutus saavutettavaan ilmääneneristävyyteen. Ilman sitä ilmääneneristävyydet olisivat noin 3-5 dB alhaisempia. Mineraalivillalla ja puukuitueristeellä ei sitä vastoin ole ääneneristävyyden kannalta eroa.

4.7 Rakennusten ilmanvaihto

Ilmanvaihdon määräykset on esitetty Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa D2 (2012) "Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet".

Huonetilojen oleskeluvyöhykkeellä on kaikissa tavanomaisissa sääolosuhteissa ja tilakoh-taisen käyttötavan mukaisissa käyttötilanteissa saavutettava tyydyttävä sisäilmasto. Sisäilmas-ton puhtauden, lämpötilan ja kosteuden tulee olla hallittuja. Oleskeluvyöhykkeellä ei saa esiintyä haitallisessa määrin vetoa eikä melua.

Ilmanvaihdon on oltava riittävä, jottei kosteuden tiivistyminen rakenteisiin aiheuta kos-teusvaurioita. Tuloilma voidaan johtaa huone-tilaan mm. rakennuksen ulkovaipan kautta tai siirtoilmana.

Ympärivuotiseen käyttöön tarkoitetussa rakennuksessa lämmöneristysmääräykset edellyttävät ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton (LTO) huomioimista.

5 VARASTOINTI TYÖMAALLA

Puutavara voidaan useimmiten varastoida ulos, kunhan se suojataan auringolta, sateelta ja maakosteudelta. Varastoitava tavara on erotettava maasta vähintään 30 cm:n korkeudelle, jotta maasta ja aluskasvillisuudesta aiheutuva kosteuden siirtyminen varastoitavaan puutavaraan estyy. Riittävän tukevuuden saavuttamiseksi ja varastoinnista aiheutuvien taipumien/vääntymisten estämiseksi aluspuiden väli saa olla enintään 1,5 metriä. Puutavaran alle ei saa päästä kerääntymään vesilammikoita.

Alustojen viereen on varattava riittävä määrä suojapeitteitä, koska kuljetus suojaus ei ole tarkoitettu kestävänsä sään pitkäaikaisia rasituksia.

Puutavara on peitettävä niin, että se on suoja-sa sateelta, lumelta, liialta ja suoralta auringon valolta. Läpinäkyvä muovi ei kelpaa peitteeksi, koska se ei suoja puuta auringonvalon vaikutukselta.

Puutavara on peitettävä ilmastavasti. Peitteen tulee suojata myös lautojen ja hirsien päät, mutta se ei kuitenkaan saa ulottua maahan asti. Puutavara on ladottava pinoihin niin, että pakettien ja hirsien väliin asetetaan poikittaisrimoitus. Näin varmistetaan puun tuulettuminen ja liialli-sen kosteuden pois johtuminen.

Taulukko 7. Sisäpuolisesti lisälämmöneristettyjen seinärakenteiden lasketut ilmääneneristysluvut (dB). (Hirsi+puukoolaus k600 ja eriste mineraalivilla tai puukuitueriste+ 1 kertainen EK kipsilevy 13 mm). HH=höylähirsi ja Ø =pyöröhirsi

Hirsi [mm]	Rw					Rw +C					Rw +Ctr				
	45	95	120	145	195	45	95	120	145	195	45	95	120	145	195
HH95	45	47	48	49	49	41	45	46	47	48	36	41	42	43	45
HH112	46	48	49	49	50	42	46	47	48	49	36	41	43	43	46
HH120	47	49	50	50	50	43	47	48	49	50	38	43	44	45	47
HH135	47	49	50	51	51	44	48	49	50	50	40	44	46	47	48
HH180	50	53	-	-	-	48	52	-	-	-	43	48	-	-	-
HH205	51	53	-	-	-	50	53	-	-	-	45	50	-	-	-
HH270	53	-	-	-	-	52	-	-	-	-	49	-	-	-	-
Ø150	44	-	-	-	-	40	-	-	-	-	36	-	-	-	-
Ø170	44	-	-	-	-	40	-	-	-	-	35	-	-	-	-
Ø190	45	-	-	-	-	41	-	-	-	-	36	-	-	-	-
Ø210	45	-	-	-	-	41	-	-	-	-	36	-	-	-	-
Ø230	48	-	-	-	-	45	-	-	-	-	40	-	-	-	-

Taulukko 8. Sisäpuolisesti lisälämmöneristettyjen seinärakenteiden lasketut ilmääneneristysluvut (dB). (Hirsi+puukoolaus k600 ja eriste mineraalivilla tai puukuitueriste+ 2 kertainen EK kipsilevy 13 mm). HH=höylähirsi ja Ø =pyöröhirsi

Hirsi [mm]	Rw					Rw +C					Rw +Ctr				
	45	95	120	145	195	45	95	120	145	195	45	95	120	145	195
HH95	49	51	52	52	53	45	50	51	51	51	40	46	47	48	49
HH112	50	52	53	53	53	46	51	51	52	52	41	46	48	49	50
HH120	50	53	53	53	54	48	52	52	52	53	43	48	49	50	50
HH135	50	53	54	54	54	49	52	53	53	53	44	49	50	51	51
HH180	54	56	-	-	-	52	55	-	-	-	48	52	-	-	-
HH205	55	56	-	-	-	54	55	-	-	-	50	54	-	-	-
HH270	56	-	-	-	-	56	-	-	-	-	54	-	-	-	-
Ø150	48	-	-	-	-	45	-	-	-	-	41	-	-	-	-
Ø170	48	-	-	-	-	45	-	-	-	-	41	-	-	-	-
Ø190	49	-	-	-	-	46	-	-	-	-	41	-	-	-	-
Ø210	49	-	-	-	-	45	-	-	-	-	40	-	-	-	-
Ø230	52	-	-	-	-	50	-	-	-	-	45	-	-	-	-

Taulukko 9. Ulkopuolisesti lisälämmöneristettyjen seinärakenteiden lasketut ilmääneneristysluvut (dB). (Hirsi+puukoolaus k600 ja eriste mineraalivilla tai puukuitueriste + tuulensuojalevy; kipsi 9 mm). HH=höylähirsi ja Ø =pyöröhirsi

Hirsi [mm]	Rw					Rw +C					Rw +Ctr				
	45	95	120	145	195	45	95	120	145	195	45	95	120	145	195
HH95	43	46	48	48	49	40	43	44	46	47	35	37	39	41	43
HH112	44	47	48	49	50	41	43	45	46	48	36	38	40	42	44
HH120	44	48	49	50	51	42	45	47	48	49	37	40	42	43	45
HH135	45	48	49	50	51	43	46	48	49	50	38	41	43	45	47
HH180	50	52	-	-	-	47	50	-	-	-	42	46	-	-	-
HH205	51	53	-	-	-	49	52	-	-	-	45	48	-	-	-
HH270	53	-	-	-	-	52	-	-	-	-	48	-	-	-	-
Ø150	42	-	-	-	-	38	-	-	-	-	33	-	-	-	-
Ø170	42	-	-	-	-	38	-	-	-	-	34	-	-	-	-
Ø190	42	-	-	-	-	39	-	-	-	-	34	-	-	-	-
Ø210	43	-	-	-	-	40	-	-	-	-	35	-	-	-	-
Ø230	46	-	-	-	-	42	-	-	-	-	39	-	-	-	-

Taulukko 10. Ulkopuolisesti lisälämmöneristettyjen seinärakenteiden lasketut ilmääneneristysluvut (dB). (Hirsi+puukoolaus k600 ja eriste mineraalivilla tai puukuitueriste + tuulensuojalevy; puukuitu 12 mm). HH=höylähirsi ja Ø =pyöröhirsi

Hirsi [mm]	Rw					Rw +C					Rw +Ctr				
	45	95	120	145	195	45	95	120	145	195	45	95	120	145	195
HH95	39	42	43	44	45	37	38	39	40	42	32	33	34	35	36
HH112	40	43	43	44	46	38	39	40	40	43	33	34	34	35	37
HH120	41	43	44	45	47	39	41	41	42	44	34	35	36	37	39
HH135	42	44	45	46	47	40	42	43	44	46	36	37	38	38	40
HH180	46	49	-	-	-	44	46	-	-	-	39	41	-	-	-
HH205	48	50	-	-	-	46	48	-	-	-	41	43	-	-	-
HH270	52	-	-	-	-	50	-	-	-	-	45	-	-	-	-
Ø150	37	-	-	-	-	35	-	-	-	-	30	-	-	-	-
Ø170	38	-	-	-	-	35	-	-	-	-	31	-	-	-	-
Ø190	38	-	-	-	-	36	-	-	-	-	31	-	-	-	-
Ø210	39	-	-	-	-	37	-	-	-	-	32	-	-	-	-
Ø230	43	-	-	-	-	41	-	-	-	-	36	-	-	-	-

6 HIRSIRUNGON PYSTYTYSOLOSUHTEET

Tiivisteet eivät saa päästä kastumaan pystytyksen aikana, sillä kastuneet tiivisteet antavat mahdollisuuden sienien kasvulle. Varauksen ulkopuolinen osuus tiivisteestä leikataan pois työpäivän aikana kastumisen välttämiseksi.

Runko suojataan mahdollisuuksien mukaan asennusaikana pitkäaikaiselta sateelta. Pitkäaikaisessa suojauksessa ja kosteilla ilmoilla on huolehdittava riittävästä tuuletuksesta suoja-
peitteiden alla.

Pystytyksen jälkeiseen tuuletukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska rakenteista poistuva kosteus saattaa aiheuttaa tiivistyessä mm. sinistymiä. Lisäksi tulee noudattaa valmistajan antamia pystytysohjeita.

HTT-JULKAISUT:

Hirsitaloteollisuus HTT ry on julkaissut yhteistyössä viranomaisten kanssa seuraavat alan keskeiset ohjeet:

Hirsitalojen toimitusehdot, HTT 3/2011

Hirsitalojen suunnitteluperusteet, HTT 4/2012

Hirsitalojen laatuvaatimukset, HTT 4/2011

Lisäksi yhdistys on julkaissut kaksi kirjaa:

Hirsitalojen suunnittelu,
Rakentajain Tietokirjat 3/2001

Hirsitalon rakentaminen,
Rakentajain Tietokirjat 5/200