

## TEOLLISEN HIRSIRAKENNUKSEN SUUNNITTELUPERUSTEET

Tässä ohjekortissa esitetään teollisesti valmistettujen ympärivuotiseen käyttöön tarkoitettujen hirsirakennusten sekä niiden osien suunnitteluperusteita. Ohjetta voidaan noudattaa soveltuvin osin myös osa-aikaiseen käyttöön tarkoitetuissa hirsirakennuksissa. Ohjeet soveltuvat hirsirakennuksen suunnitteluun Suomen olosuhteissa. Ohjekortti on suunnattu hirsirakennusten suunnittelijoille sekä soveltuvin osin myös muille hankkeeseen osallistuville, kuten urakoitsijoille ja hankkeeseen ryhtyville.



### SISÄLLYSLUETTELO

- 1 JOHDANTO
- 2 KÄSITTEITÄ
- 3 TEOLLINEN HIRSI
  - 3.1 Lamellihirret yleensä
  - 3.2 Painumaton lamellihirsi
  - 3.3 Hirsiprofiilit
  - 3.4 Käytettävät liimat
- 4 HIRSIRAKENNE
  - 4.1 Kantavat seinät -järjestelmä
  - 4.2 Salvokset
  - 4.3 Painuvan hirsirakenteen erityispiirteet
  - 4.4 Painumattoman hirsirakenteen erityispiirteet
  - 4.5 Hirsirungon ja rakennejärjestelmän valinnassa huomioitavaa

- 5 HIRSIRAKENTEIDEN MITOITUSPERUSTEITA JA SUUNNITTELUOHJEITA
  - 5.1 Energiategokkuus, hiilijalanjälki ja -kädenjälki
  - 5.2 Rungon ohjeellisia mittoja arkkitehtisuunnitteluun
  - 5.3 Lujuustekninen mitoitus
  - 5.4 Palotekninen toiminta
  - 5.5 Ääneneristävyys
  - 5.6 Kosteustekninen toiminta
  - 5.7 Hirsiseinän rakenteellinen suojaus ja pintakäsittely
- 6 TEOLLISEN HIRSIRAKENNUKSEN SUUNNITTELU- JA TOTEUTUSPROSESSI
  - 6.1 Suunnittelu ja tuotanto
  - 6.2 Hirsien kuljetus ja varastointi
  - 6.3 Hirsirungon pystytys

### KIRJALLISUUTTA

#### KUVALUETTELO

- Liite 1 Kaavio hirsirungon ja rakennejärjestelmän valinnassa huomioitavista asioista
- Liite 2 Esimerkkejä hirsirungon ja muiden rakennusosien liittymistä

## 1 JOHDANTO

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

### Käsinveistosta teolliseen hirsirakentamiseen

Hirsirakentaminen on puurakentamisen tapa, jolle on luonteenomaista seinärakenteita muodostavat päällekkäin ladotut vaakasuuntaiset hirret. Ristikkäiset seinät liitetään toisiinsa salvoksilla. Päällekkäiset hirret muotoillaan siten, että ne liittyvät tiiviisti toisiinsa. Perinteisesti tätä varten hirren alapintaan on veistetty varaus, mutta teollisissa hirsissä on höylätty urospontti yläpinnassa ja naaraspontti alapinnassa. Tämä lamasalvostekniikaksi kutsuttu rakentamistapa on kehittynyt maailman havu-metsäisillä alueilla vuosituhansien aikana. Suomen alueella tällaista hirsirakentamista on ollut yhtäjaksoisesti arviolta 600-luvulta alkaen, perinteen rantauduttua tänne ympäröiviltä ja eteläisemmiltä alueilta. Perinteinen hirsirakentaminen onkin suomalaisille hyvin tuttua, sillä suomalainen rakennusperinne on teollistumiseen asti lähes pelkästään hirsirakentamista.

Käsityöhön perustuvan perinteisen hirsirakentamisen rinnalle Suomeen on kehittynyt teollista hirsirakentamista 1950-luvulta alkaen. Teollisen prosessin hyödyntäminen hirsien valmistuksessa metsästä valmiiseen rakennukseen mahdollistaa nykyisen merkittävän hirsirakennusten tuotantomäärän.



**Kuva 2.** Teollisen hirren valmistus tapahtuu tehdasoloissa.

Hirsirakentamisen etuina pidetään

- ekologisia tekijöitä
- puupintojen miellyttävänä koettuja ominaisuuksia, kuten lämpimyyttä, hyvää akustiikkaa sekä luonnollisuutta.

Hirsirakenne koetaan usein terveyttä edistävänä hirren umpipuisen koostumuksen ja sen mahdollistaman ymmärrettävän rakenteen ansiosta. Hirrestä muodostuu massiivirakenne, joka voi samaan aikaan

- kantaa
- eristää
- toimia näkyvänä pintana ulos ja sisälle.

Muita massiiviselle seinärakenteelle ominaisia hirsirakenteen etuja ovat

- hygroskooppisuus
- lämmönvaraavuus.

Edellä mainitut hirsirakenteen edut tulevat esiin nimenomaan lisäeristämättömissä rakenteissa, joita tässä ohjeessa pääasiassa käsitellään.

Teollisen hirsirakentamisen keskeinen ero verrattuna perinteiseen hirsirakentamiseen on hirren koostumus:

- perinteinen hirsi on yhdestä puusta työstetty (kuva 3)
- teollinen hirsi on useimmiten useammasta puutavarakappaleesta eli lamellista liimattu (kuva 1).

Hirren hygroskooppisuus säilyy liimaamisen myötä. Lamellihirren kuivumisesta johtuva painuminen ja eläminen ovat pienempiä verrattuna perinteiseen yksipuiseen hirteen. Teollinen hirsirakenne on myös vaikutelmaltaan huomattavasti tasalaatuisempi, sillä käsityön jälki ja halkeamat puussa ovat perinteisessä hirsirakenteessa suuremmat. Hirsirakennuksen suunnittelussa on tärkeää hahmottaa nämä teollisen ja perinteisen hirsirakentamisen rakennustekniset ja tunnelmalliset erot.

Hirsiseinä on massiivirakenne, jonka lämmönvaraamiskyky on samaa luokkaa kuin esimerkiksi tiileillä.

Suomessa rakennettavista hirsirakennuksista lähes kaikki ovat seinärakenteeltaan lisäeristämättömiä.



#### Perinteistä hirsirakentamista

Käsitteleviä teoksia ovat esimerkiksi

- *Hirsityöt*. Risto Vuolle-Apiala. 2008
- *Hirsitalo ennen ja nyt*. Risto Vuolle-Apiala. 2012
- *Puurakennusten suunnittelu*. Unto Siikanen. 2007.

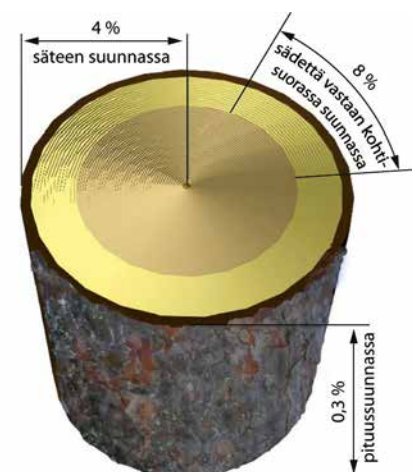
**Kuva 3.** Lonnan Saunan hirsirunko on käsinveistettyä, yksipuista kirveellä piiluttua hirttä.

Tämä ohjekortti koskee tyypillisintä uudishirsirakentamista Suomessa eli teollista hirsirakentamista. Vaikka rakenteelliset perusperiaatteet ovat yhteneväiset sekä teollisessa että perinteisessä hirsirakentamisessa, liittyy perinteiseen hirsirakentamiseen erityispiirteitä, joita ei tässä ohjekortissa käsitellä. Myös pystyhirsirakennukset on rajattu tämän ohjeen ulkopuolelle niiden harvinaisuuden takia.

#### Painuvasta painumattomaan hirsirakenteeseen

Puun kuivumiskutistumisesta ja kuormituksesta sekä hirsien välisten saumojen tiivistymisestä johtuva hirsirakenteen painuminen täytyy perinteisesti huomioida suunnittelussa. Teollisessa hirsirakentamisessa on kuitenkin 2000-luvun alusta alkaen kehitetty myös painumattomia hirsirakenteita. Markkinoilla painumattomuus on koettu suureksi eduksi, sillä 2020-luvulle tultaessa painumattomat hirsirakenteet ovat yleistyneet nopeasti. Tavallisimmin painumattomuus saavutetaan siten, että lamelli-hirren keskellä olevat lamellikerrokset koostuvat pystysuuntaisesta puusta. Tällaisen hirsirakenteen painumattomuus perustuu siihen, että puu kutistuu kuivuessaan pituussuuntaan vain kymmenesosan siitä määrästä, minkä se kutistuu poikittaissuuntaan (kuva 4). Lamelliherret – sekä painuvana että painumattomana – ovat alun perin suomalaisia innovaatioita.

Painumattomuuden myötä hirsiarkkitehtuurille tarjoutuu uudenlaisia mahdollisuuksia painuvaan hirsirakenteeseen verrattuna, sillä painumattoman hirsirakenteen yhdistäminen muihin rakennusosiin on yksinkertaisempaa. Painumattomuus on mahdollistanut myös sen, että siinä missä hirsi oli aiemmin lähes aina kantava ulkoseinä rakenne, käytetään painumatonta hirttä tänä päivänä erityisesti suurissa rakennuksissa usein myös ei-kantavana ulkoseinä rakenteena, kantavien pystyrakenteiden ollessa esimerkiksi liimapuuta tai betonia. Tässä ohjekortissa tällaisiin hirsirakennuksen runkorakenteisiin viitataan hybridirakenteina.



**Kuva 4.** Puun kuivumiskutistuminen on erilaista eri suunnissa.

## 2 KÄSITTEITÄ

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

**Hirsi** on höyläämällä tai sorvaamalla valmistettu, puuta tai puuta ja liimaa sisältävä massiivinen rakennustarvike, jonka paksuus on vähintään 68 mm. Tyypillisesti hirsiiä käytetään seinähirsinä. Hirren poikkileikkausmuoto on yleismuodoltaan kulmikas (KH) tai pyöreä (Ø), sisältäen myös varauksia tai pontteja ja mahdollisesti halkeamia ohjaavia uria. Hirret tai hirsilamellit voivat olla sormijatkettuja. Palkkeina käytettäville hirsille on lujuuden suhteen korkeammat vaatimukset kuin seinähirsille.

**Hirsiaihio** on hirren esiaste, johon ei ole tehty työstöjä, kuten salvoksia.

**Hirsien halkeilu:** Puun luonnollisten ominaisuuksien takia kuivumiskutistuminen kehän suunnassa (eli kohtisuorassa sädettä vastaan, ks. kuva 4) on noin kaksinkertainen säteen suuntaiseen kutistumaan verrattuna. Tästä syystä, ja koska kuivuminen alkaa pintapuusta, hirsiiin syntyy säteen suuntaisia halkeamia. Yksipuisissa hirsissä halkeilua voidaan ohjata hirteen työstettävillä urilla. Tavanomaiset halkeamat vaikuttavat hirsien ulkonäköön ja hygroskooppisuuteen, mutta ei rakenteelliseen kestävyYTEEN tai lämmöneristävyyteen.

**Hirsikerta** tarkoittaa yhtä kerrosta hirsiiä hirsirungossa.

**Hirsirakennus** tarkoittaa tässä ohjekortissa rakennusta, jonka ulkoseinien umpinaiset osat ovat pääasiassa hirsirakenteisia.

**Hybridirakenne** tarkoittaa tässä ohjekortissa hirsirakennuksen runkoa, jossa kantavat pystyrakenteet ovat pääasiassa muuta materiaalia kuin hirttä.

**Hygroskooppisuus** hirsirakenteen ominaisuutena viittaa puun kykyyn sitoa ja luovuttaa kosteutta ilman suhteellisen kosteuden vaihteluiden mukaan. Puu asettuu aina ajan myötä tasapainokosteuteen ympäristönsä kanssa. Ilmankosteuden muuttuessa, kun puhutaan lämmitetyn rakennuksen normaalista lyhytaikaisesta vaihtelusta, puun kosteus muuttuu maksimissaan noin 50 mm syvyyteen asti puun pinnasta mitattuna. Puhemielessä tähän ominaisuuteen viitattaessa puhutaan joskus myös hirsirakenteen hengittävyyydestä.

**Kara** on hirsiseinän aukkojen pieliin tehtyyn uraan asennettava hirsirakenteen painuman salliva pystypuu, joka ehkäisee hirsiseinän nurjahdusta aukon kohdalla ja johon painumattomat rakenteet kuten ikkunat ja ovet kiinnitetään. Karauria voidaan tehdä myös rankarunkoisen väliseinän liittämiseksi hirsiseinään.

**Lamasalvostekniikka** on hirsirakennustekniikan perinteinen nimitys.

**Lamelli** on yksittäinen puukappale, joita yhteen liimaamalla saadaan aikaan edelleen lamellihirreksi työstettävä hirsiaihiio. Lamellit kiinnitetään toisiinsa liimalla pysty-, vaak- ja, tai ristisaumoin.

**Lamellihirsi** on liimatusta hirsiaihiosta valmistettu hirsi.

**Lohenpystöjatkos** on liitostyyppi, jolla seinähirsiiä voidaan liittää toisiinsa pituus-suunnassa. Ylhäältä päin katsottuna lohenpystöä muistuttava liitos mahdollistaa pidempien yhtenäisten hirsiseinien toteuttamisen, joita muuten rajoittaisi hirsien tuotantolinjoista tai kuljetuksen maksimimitoista johtuvat rajoitteet.

**Massiivipuurakennus** on termi, jolla kuvataan energiatehokkuudesta puhuttaessa rakennusta, jossa ulkoseinien pääasiallinen rakennusmateriaali on keskimääräiseltä rakennepaksuudeltaan vähintään 180 mm massiivipuurakenne (*Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017, 2 §:n kohta 18*). Sekä lamellihirsistä että yksipuisista hirsistä koostuva hirsirakenne on massiivipuurakenne.

**Monikerroslevy** (CLT, Cross Laminated Timber) on kantaviin rakenteisiin tarkoitettu massiivipuulevytuote. CLT-levy koostuu toisiinsa liimatuista päällekkäisistä lautalevykerroksista, jotka ovat toisiinsa nähden ristikkäin. Laudat voivat olla kerroksittain myös syrjistään toisiinsa liimattuja.

**Nousu** tai hirrennousu kuvaa hirren tehollista korkeutta.

**Painuma** on puun kuivumiskutistumisesta, kuormituksesta ja hirsien välisten saumojen tiivistymisestä johtuva seinärakenteen madaltuma/laskeutuminen. Teollisessa hirsirakentamisessa hirret kiinnitetään tyypillisesti jo kasausvaiheessa niin tiiviisti toisiinsa, ettei saumojen tiivistymisestä johtuvaa painumista tapahdu.

**Painumaton hirsirakenne** on "päällekkäin asetetuista hirsistä, tiivisteistä ja kiinnikkeistä koottu seinärakenne, jonka pitkäaikainen muodonmuutos viruma huomioiden, suunnitelluissa käyttöolosuhteissa ja laskentakuormien vaikuttaessa on keskimäärin korkeintaan 0,2 % hirsiseinärakenteen suunnitellusta korkeudesta." (*SFS 5973:2022. Rakennuksissa käytettävät massiivi- ja lamellihirret. Vaatimukset.*) Painumaton hirsirakenne voidaan saavuttaa eri tavoilla, joista ristiinlaminoidun hirren hyödyntäminen on yleisin.

Sitovat määritelmät erityyppisiin hirsiiin ja hirsirakentamiseen liittyen yleensä, mukaan lukien sallittavat mittojen ja laatuominaisuuksien vaihtelut, löytyvät standardista *SFS 5973:2022 Rakennuksissa käytettävät massiivi- ja lamellihirret. Vaatimukset*.

Ohjekortin otteet standardista on julkaistu SFS Suomen Standardit ry:n luvalla.

**Piiluaminen** on kirveellä käsityönä tehtävä valmiin hirsipinnan työstötapa.

**Puurakennus** tarkoittaa esimerkiksi yleisesti käytetyssä Tilastokeskuksen määritellyssä rakennusta, jonka kantavien pystyrakenteiden rakennusaine on pääasiassa puu. Puuta voidaan kuitenkin käyttää rakennuksissa merkittäviä määriä myös muualla kuin kantavissa rakenteissa, mikä tekee puurakennuksesta käsitteenä monitulkintaisen arkikielessä. Vrt. hybridirakenteinen hirsirakennus ja massiivipuurakennus.

**Salvos** on risteävien hirsien välinen liitos, kuten nurkkaliitos. Ristinurkka tarkoittaa seinä- tai nurkkaliitosta, jossa risteävien hirsien päät ulottuvat nurkan yli. Tasanurkka (esim. lohenpyrstösalmos tai jiirinurkka) tarkoittaa seinä- tai nurkkaliitosta, jossa risteävien hirsien päät eivät ulotu lainkaan nurkan yli. Nurkkaliitokset voidaan laudoittaa.

**Sormijatkos** on liitostapa, jolla voidaan liimaamalla liittää puutavaraa päädyistään yhteen ja näin pidentää puutavaran pituutta. Liitettävien puutavarakappaleiden päät työstetään tiheään ja syvään sahanteräkuvion muotoon, jotta liitokseen saadaan riittävästi liimapintaa sen lujuuden aikaansaamiseksi. Sahanteräkuvio on tyypillisesti näkyvissä valmiin hirren ylä- ja alapinnassa. Hirren sivussa tällainen liitos näkyy yhtenä ohuena pystysaumana.

**Tukipuu/-pilari eli följäri** on pystysuuntainen hirsiseinään kiinnitettävä puu, jonka tehtävä on tukea hirsiseinää nurjahdusta vastaan. Följäri kiinnitetään ruuveilla tai pulteilla joko hirsiseinään tai hirsiseinän läpi seinän vastakkaisella puolella olevaan toiseen följäriin. Painuvan hirsirungon tapauksessa pulttien reikien on oltava följäreissä soikeita, jotta puldit pääsevät laskeutumaan hirsiseinän mukana.

**Vaarnaus** tai tapitus tarkoittaa hirsiseinän hirsien liittämistä pystysuunnassa toisiinsa. Vaarnauksen tarkoituksena on estää hirsien liikkuminen suhteessa toisiinsa seinän pituussuunnassa ja seinän kaareutuminen korkeussuunnassa. Vaarnauksessa käytettävät vaarnat voivat olla puu- tai metallitappeja. Vaarnatapin asemesta hirsien kiinnitys toisiinsa voidaan toteuttaa myös ruuveja, nauloja tai vaarnalevyjä käyttäen.

**Varaus** tai pontti on päällekkäisten hirsien välinen saumamuoto. Teollisten hirsien naaraspontissa on urat tiivisteille, jotka tekevät hirsien välisestä saumasta vesi- ja ilmatiiviin.

### 3 TEOLLINEN HIRSI

#### 3.1 Lamellihirret yleensä

Teollisesti valmistetut hirret kootaan yleensä useammasta puukappaleesta eli lamellista liimaamalla. Käytettävät puumateriaalit ovat mänty ja kuusi, joita voidaan käyttää myös sekaisin lamelleittain. Tuoreesta puusta sahatut lamellit kuivataan koneellisesti. Lamelleista tehdään tasalaatuisia hyödyntäen sormijatkoksia, minkä jälkeen lamellit höylätään haluttuun mittaan ja liimataan yhteen pitkälti automatisoiduilla tehdaslinjastoilla. Syntynyt höylämätön hirsiaiho höylätään poikkileikkauksen osalta haluttuun muotoon ja työstetään sitten lopullisiin mittoihin.

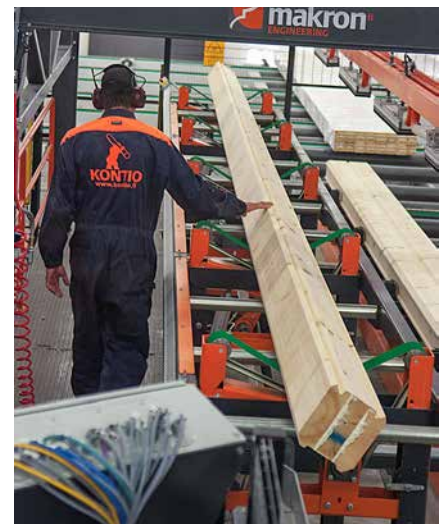
Teollisen prosessin tavoitteena on parantaa massiivipuun ominaisuuksia poistamalla puuhun kasvuprosessissa syntyneitä heikkouksia. Tuloksena syntyvän lamellihirren eläminen on paremmin ennakoitavissa verrattuna kokonaisuudesta puusta tehtyyn hirteen. Kun puu kuivataan pienempinä lamelleina, on kuivausprosessi myös tehokkaampi. Liimaaminen mahdollistaa suurienkin hirsien laajamittaisen käytön, kun riittävän suuren tukkipuun saatavuus ei ole rajoitteena. Lamellihirsissä puulamellit asetetaan siten, että hirren pintakerros on pääosin sydänpuuta, sillä se on pintapuuta kestävämpää säärasitusta vastaan.

Teollisesti valmistetuissa hirsissä on useimmiten höyläpinta. Osa valmistajista tarjoaa myös harjattuja höyläpintoja, joilla pinta muodostuu hieman epätasaisemmaksi ja sitä kautta elävämmäksi. Pintoja voidaan karhentaa myös pintakäsittelyaineen tarttumisen parantamiseksi.

#### 3.2 Painumaton lamellihirsi

Painumaton hirsirakenne tarkoittaa päällekkäin asetetuista hirsistä, tiivisteistä ja kiinnikkeistä koottua seinärakennetta, ”jonka pitkäaikainen muodonmuutos viruma huomioiden, suunnitelluissa käyttöolosuhteissa ja laskentakuormien vaikuttaessa on keskimäärin korkeintaan 0,2 % hirsiseinärakenteen suunnitellusta korkeudesta.” (SFS 5973:2022. *Rakennuksissa käytettävät massiivi- ja lamellihirret. Vaatimukset.*) Tyypillisimmin painumaton hirsirakenne saavutetaan käyttämällä lamellihirsiiä, joissa osa lamelleista hirren sisällä on pystysuuntaisia (kuva 6).

Ristiinlaminoituja painumattomia hirsiiä valmistetaan lähes pelkästään erityisesti tähän tarkoitettujen tehdaslinjastojen tuottamista ristiinlaminoiduista hirsiaihoista.



Kuva 5. Hirsiaihojen laaduntarkkailua tehtaalla.

Hirsivalmistajilla on erilaisia tapoja painumattoman hirsirakenteen toteuttamiseksi. Yleisin on ristiinlaminoidut hirret. Muita ovat mm. erikoiskuivan puutavaran käyttö sekä pystysuuntaisten sauvojen käyttö hirsirakenteessa.

Ohjekortin otteet standardista on julkaistu SFS Suomen Standardit ry:n luvalla.

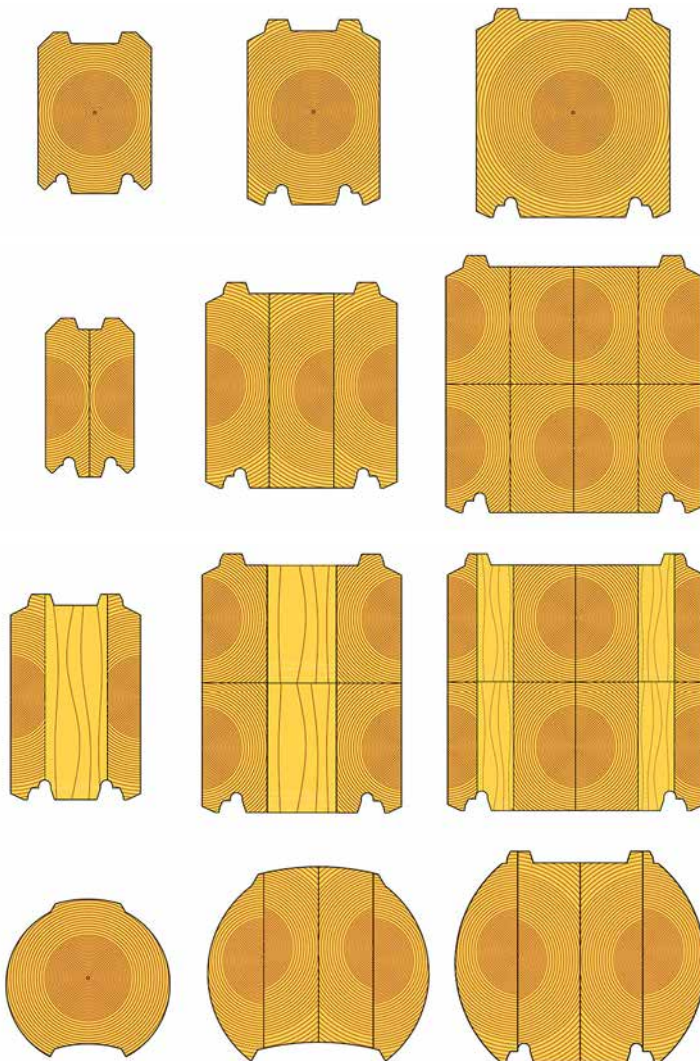
Valmistustavan etuna on mahdollisuus hyödyntää myös hyvin lyhyitä puutavarakappaleita pystylamellien osalta, mikä vähentää puutavarahukkaa.

Ristiinlaminoinnin myötä painumattomat lamellihirret muistuttavat rakenteeltaan CLT:tä, joka on levymäinen ristiinliimattu massiivipuuraakenne. Osin painumattomia hirsä valmistetaan sahaamalla tätä tarkoitusta varten tehtyjä CLT-levyjä hirsiaihiöiksi. Painumattoman hirren kehityksessä on hyödynnetty myös tavanomaista CLT-levyä lamellihirren keskellä.

### 3.3 Hirsiprofiilit

Eri hirsivalmistajilla on hirsille omat vakiintuneet poikkileikkausprofiilinsa. Poikkileikkausprofiilien koot ovat valmistajien välillä usein poikkeavat sekä leveyden että korkeuden osalta, mikä on huomioitava suunnittelussa.

Teollisessa hirsirakentamisessa käytetään nykyään lähes yksinomaan suorakylkisiä poikkileikkausprofiileita (ns. kulmikas hirsi, KH). Myös poikkileikkauksen yleismuodoltaan pyöreitä hirsä (ns. pyöröhirsi, Ø) on saatavilla. Tarjolla olevia suorakylkisiä teollisten hirsien leveyksiä ovat tyypillisesti noin 90 mm, 130 mm, 200 mm, 240 mm ja 270 mm. Hirsien korkeudet vaihtelevat noin 170...270 mm välillä. Myös pyöröhirsien halkaisijat ovat samaa luokkaa. Yksipuisten hirsien saatavilla olevat koot ovat pääasiassa lamellihirsä pienempiä, ja niiden laajamittaista hyödyntämistä ympärivuotiseen käyttöön tarkoitetuissa rakennuksissa rajoittaa riittävän suuren tukkipuun saatavuus.



**Kuva 6.** Esimerkkejä hirsien poikkileikkausprofiileista ja eri hirsien mahdollisia kokoja.

Hirsiprofiilit järjestyksessä ylhäältä alas:

- yksipuiset kulmikkaat hirret, leveys 68...205 mm / korkeus 170...220 mm
- kulmikkaat lamellihirret, leveys 68...275 mm / korkeus 170...275 mm
- ristiinlaminoidut kulmikkaat lamellihirret, leveys 130...275 mm / korkeus 200...275 mm
- pyöröhirret, halkaisija 150...260 mm (suuremmat halkaisijat koostuvat lamelleista).

Ristiinliimatun hirren eroja suhteessa

levymäisiin massiivipuuelementteihin:

- Yksittäisen hirren koon takia hirren hukka on pieni, jopa alle 4 %, kun hirsirunko sovitetaan hirren nousun mukaan. Myös kuljetustehokkuus hirsillä on erityisen hyvä, sillä lyhyitä hirsä voidaan pakata tiiviisti pidempien väliin.
- Sallittujen käyttöluokkiensa puolesta lamellihirsirakenteiden ulkoseinien ulkopinnat voidaan jättää ja tyypillisesti jätetäänkin verhoamatta.
- Lamellihirsien pintalamellit ovat aina syrjäliimattuja.

Mänty ja kuusi ovat pohjoismaissa käytetyistä rakennuspuulajeista yleisimmät, ja myös teolliset hirret valmistetaan niistä. Mänty on keskimäärin hie- man kuusta kovempaa ja tiheämpää. Männyn tunnistaa ulkonäöstä keller- tävästä pintapuusta ja punertavasta sydänpuusta, kun taas terveoksisen kuusisahatavaran pinta on tasaisen vaalea. Mäntypuun tuoksu on tunnis- tettava erityisesti uutena, johtuen sydänpuun terpeeneistä, joilla on havaittu olevan antibakteerisia ominaisuuksia. Kuusi ei varsinaisesti tuoksu samalla tavalla "puulle", mutta myös kuusen pintapuulla on havaittu antibakteerisia ominaisuuksia. Teknisiltä ominaisuuksiltaan mänty ja kuusi ovat kuitenkin niin lähellä toisiaan, että esimerkiksi rakenteissa niiden sallitut jännitykset ovat yhtä suuret.

Eri vahvuisten hirsikuloseinien pääasiallisia käyttökohteita:

- Kapeimmat hirret on tarkoitettu kesäkäyttöisiin rakennuksiin, pihasaunoihin ja kolmen vuodenajan satunnaisesti lämmitettäviin rakennuksiin.
- Vapaa-ajanasuntoihin, joissa on peruslämpö, voidaan käyttää noin 130 mm leveitä hirsiiä.
- Ympärivuotiseen käyttöön tarkoitettujen hirsirakennusten hirret ovat leveydeltään vähintään 180 mm, ja yleisesti käytetään noin 200 mm hirsiiä.
- 240...270 mm leveitä hirsiiä käytetään usein suuremmissa asuin- ja julkisissa rakennuksissa, mutta myös pientaloissa. Jotkut valmistajat tarjoavat näitäkin suurempia hirsikokoja.

Samassa rakennuksessa voi olla eri vahvuisia hirsiiä, esimerkiksi väliseinissä ohuemmat ja ulkoseinissä paksummat.

Poikkileikkausprofiileissa on eroja ulkonäön suhteen. Merkittävin ero on hirsiseinässä hirsien väliin jäävän näkyvän sauman koko. Perinteisesti teollisissa kulmikkaissa hirsissä on ollut melko suuret 45 asteen viisteet. Tarjolla on myös pienempiä viisteitä, joissa valmiin seinän vaikutelma on sileämpi. Nämäkin yksityiskohdat vaihtelevat valmistajakohtaisesti. Hirsiprofiileita on periaatteessa erikoistilauksena mahdollista muokata tapauskohtaisesti, myös epäsymmetrisesti (kuva 7).

### 3.4 Käytettävät liimat

Teollisten hirsien valmistuksessa käytetään PUR- ja MUF-liimoja, kuten useissa muisakin näkyviin jäävissä rakenteellisissa puutuotteissa. Nykyaikainen kovettunut liima ei sisällä liuottimia eikä siitä aiheudu emissioita lähes ollenkaan. Lamellihirsi täyttää päästöluokan M1 vaatimukset. Käytettävät liimat ovat tunnettujen valmistajien tuotteita, joiden laadun taustalla ovat laajat testaukset sekä kansainväliset hyväksynnät käyttötarkoitukseensa.

Liimasaumojen laatua valvotaan hirsien tuotannossa standardien mukaisilla testauksilla, joissa liimasaumojen kestävyyttä testataan maksimaalisissa rasitusolosuhteissa, altistaen niitä lämmön- ja kosteudenvaihtelulle sekä kuormitukselle. Liimasauma on erityisen kestävä. Mikäli liimapuu halkeaa kuormituksessa, halkeama ei synny yleensä liimasauman vaan puun kohdalle.

Hirren hygroskooppisuus (puulle ominainen kyky sitoa ja luovuttaa kosteutta ympäröivien olosuhteiden muutosten mukaan) säilyy myös liimaamisen myötä, joskin liimasaumat hidastavat kosteuden siirtymistä puussa. Liimasauman paksuus on noin 0,1 mm, joten liima ei muodosta näkyvää kalvoa, vaan ohuen harsomaisen kerroksen lamellien väliin. Tällaisen liimasauman on tutkittu vastaavan noin 25 mm paksuista puuta vesihöyrynvastukseltaan, joka taas vastaa noin metrin paksuista ilmakehstä.

Lamellihirsirakenteessa puun osuus painosta mitattuna on 98,2 % ja metallikiinnikkeiden 1,8 %, joten liiman osuus on selvästi alle yksi prosentti.

Lamellihirsessä käytettävien liimojen käyttöturvallisuutta valvoo Suomessa Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes.



**Kuva 7.** Ruoveden seurakuntakeskuksessa hirsiprofiili on epäsymmetrinen ulko- ja sisätilojen välillä. Sisäpuolella osa hirsistä on muotoiltu kaltevaksi osana akustista suunnittelua äänten heijastuksien ohjaamiseksi.

## 4 HIRSIRAKENNE

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

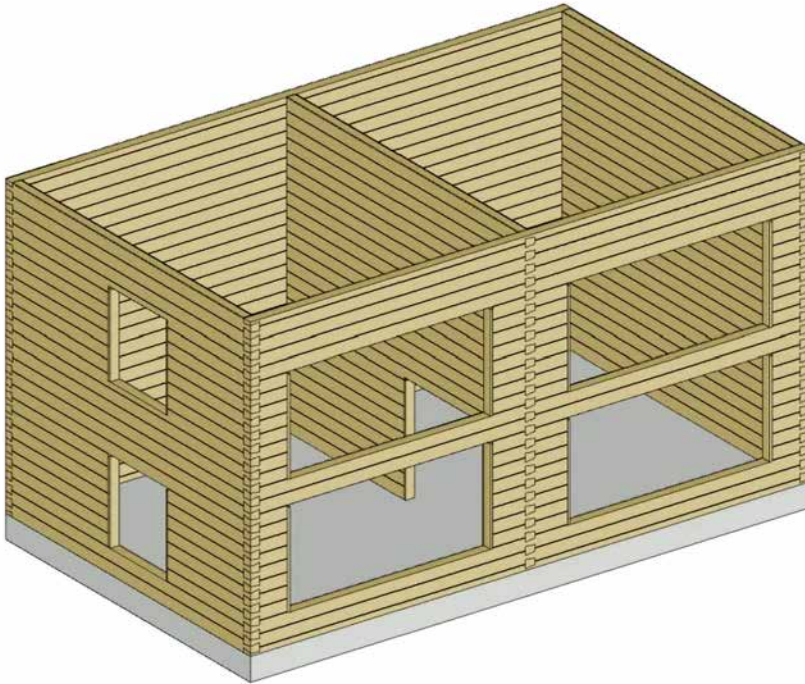
### 4.1 Kantavat seinät -järjestelmä

Perinteisesti hirsirunko ymmärretään kantavaseinäisenä rakennusjärjestelmänä. Näin käytettäessä hirsirakenteella on vaikutusta tilasuunnitteluun, sillä kantavaseinäisinä hirsirakenteista muodostuu luontevasti suorakaiteen muotoisia kehiä.

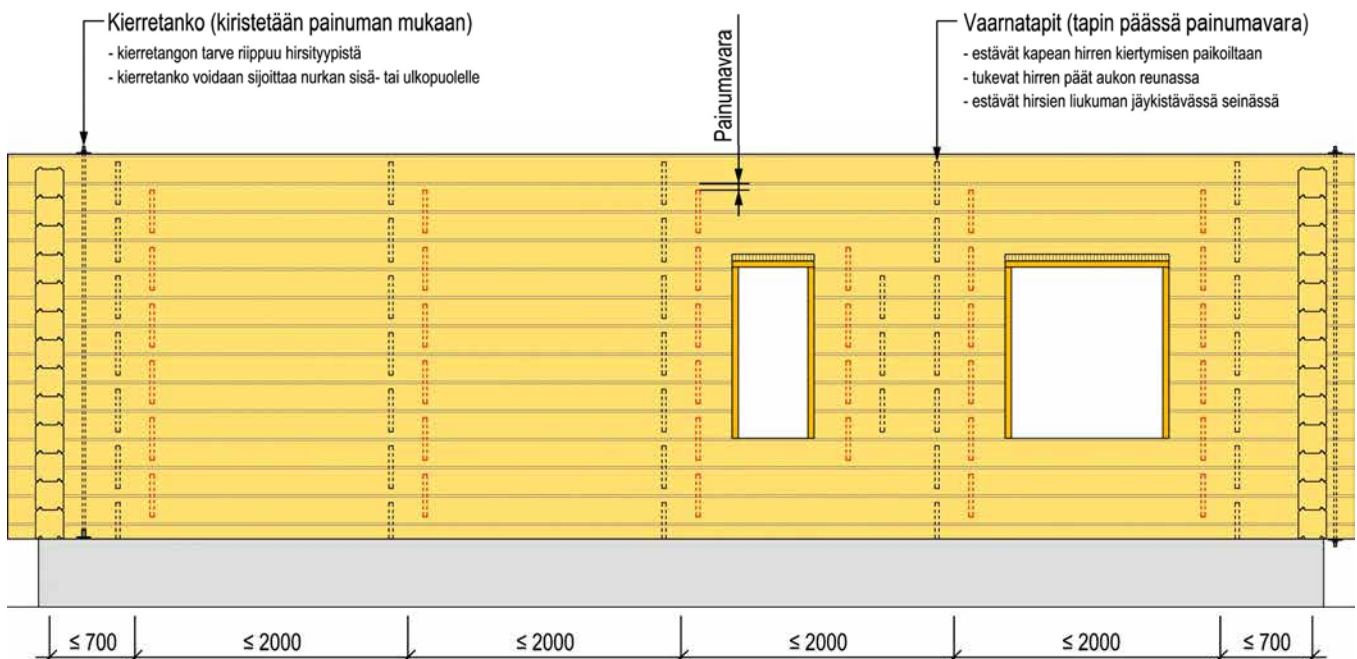
Kantavat seinät -järjestelmä hirsirakenteisena tarkoittaa, että pystykuormat välittyvät perustoille vaakarakenteita kannattavien hirsiseinien kautta (kuva 8). Kantavat hirsiseinät toimivat tyypillisesti myös jäykistävinä seininä. Hirsiseinästä muodostuu jäykkä levy, kun päällekkäiset hirret kiinnitetään toisiinsa vaarnoilla, jolloin vaakavoimat välittyvät hirreltä toiselle (kuva 9). Nykyään hirsien kiinnitys tehdään tavallisimmin teräsruuvein joko suoraan tai vinoon ruuvattuna. Hirsiseinän levymäisyyttä on mahdollista hyödyntää ulokkeissa tai seinämäisissä palkeissa, joita voi muodostua esimerkiksi, jos hirsiväliseiniä halutaan sijoittaa eri kohdille kerrosten välillä.

Kantavaseinäinen hirsirunko voidaan toteuttaa sekä painuvasta että painumattomasta hirrestä.

Ks. myös liite 1 Kaavio hirsirungon ja rakennejärjestelmän valinnassa huomioitavista asioista.



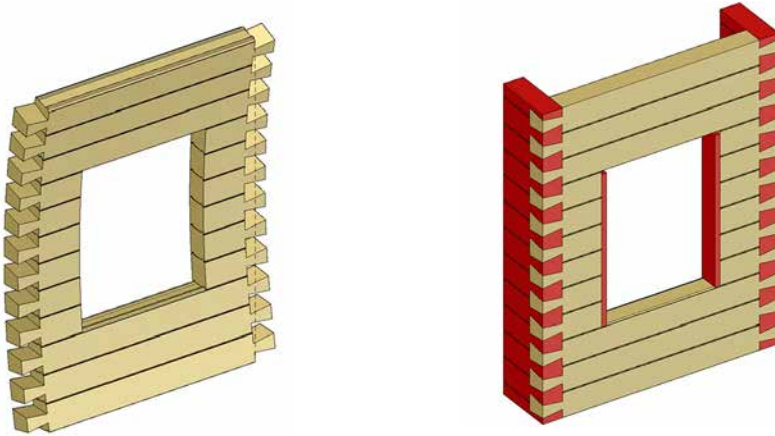
Kuva 8. Kantavaseinäisen hirsirungon periaatekuva.



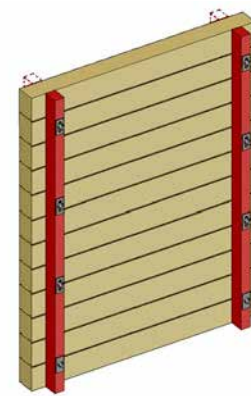
Kuva 9. Hirsiseinän vaartaus. Vaarnat voivat olla puu- tai terästappeja, mutta nykyään yleisimmin teräsruuveja suoraan tai vinoon ruuvattuna. Vaarnojen lisäksi voidaan tarvita hirsiseinän läpi ylhäältä alas ulottuvia pultein kiristettäviä kierretankoja.

Yhtenäiseen pystyrunkoon verrattuna kantava hirsiseinä on alttiimpi seinän tasosta nurjahdumiselle, sillä se koostuu päällekkäin ladotuista hirsistä. Tämän takia kantavaa hirsiseinää on jäykistettävä tietyin välein (ks. tarkemmin *luvut 5.2 ja 5.3*). Yleensä vähintään kantavan hirsiseinän päissä tulee olla jäykisteet (*kuvat 10 ja 11*). Mahdollisia jäykisteitä ovat tyypillisimmin:

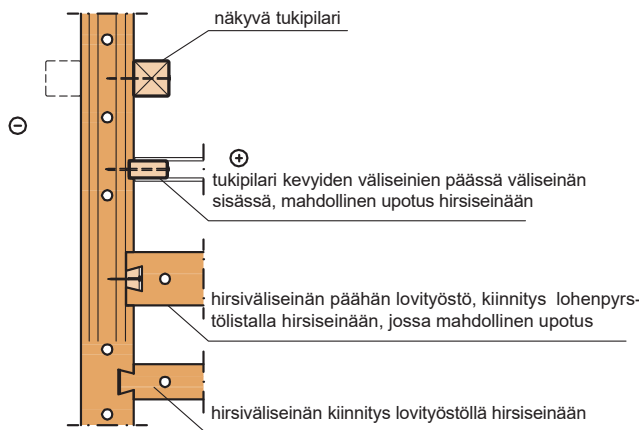
- Risteävä ulkoseinä tai hirsiväliseinä (*kuva 10*). Seinän sijasta myös seinäke on mahdollinen. Seinät liittyvät toisiinsa nurkkasalvoksilla, joita on olemassa erilaisia (*luku 4.2*).
- Tukipilari eli följäri, joko kevyen väliseinän sisässä tai näkyvänä hirsiseinän päädyssä tai kyljessä (*kuvat 11 ja 12*).



**Kuva 10.** Hirsiseinän nurjahdus seinän tasosta. Jäykistys nurjahdusta vastaan tehdään esimerkiksi risteävillä seinillä. Seinät liittyvät toisiinsa nurkkasalvoksilla, joita on olemassa erilaisia.



**Kuva 11.** Följäri eli tukipilari voi sijaita joko toisella tai molemmilla puolilla hirsiseinää.



**Kuva 12.** Erilaisia hirsiseinän jäykistystapoja esitettyinä pohjapiirroksessa.

Hirsiseinän aukkojen pieliin kiinnitetään lähtökohtaisesti karpuut, joihin mahdollisten ovien tai ikkunoiden karmit kiinnitetään. Karpuut jäykistävät samalla aukkojen pielet nurjahdusta vastaan (*kuvat 10 ja 13*). Painumattomassa hirsirungossa karmit voidaan kiinnittää suoraan runkoon ilman karpuita, mutta aukkojen pieliin jäykistämiseksi tarvitaan tyypillisesti karat, kun kantavan seinän aukon korkeus ylittää kaksi metriä, esimerkiksi siis ovien kohdalla. Hirsiseinän nurjahduskestävyyteen voi vaikuttaa myös hirsien leveydellä (ponttien kantavien pintojen etäisyys toisistaan) sekä hirsien välisen vaarnauksen ominaisuuksilla.

Rakenteellisesti varmin tapa on sijoittaa kantavat hirsiseinät päällekkäin kerroksittain jäykistykseen ja pystykuormien vuoksi. Kantavia ja jäykistäviä seinä on mahdollista aukottaa, mutta myös ehjää seinäpintaa on oltava. Rakennesuunnittelija määrittää kantavien ja jäykistävien hirsiseinien määrän ja niiden tarkemmat ominaisuudet hankekohtaisesti (*luku 5.3*).

Yleisimmissä rakennustyypeissä kantava hirsirunko soveltuu parhaiten 1...3-kerroksiseen rakennukseen jäykistävien hirsiseinien tyypillisen jäykistyskapasiteetin takia. Hirsirakenteisen kantavat seinät -järjestelmän käyttö ei sinänsä aseta rajoituksia rakennuksen korkeudelle tai kerrosluvulle, mutta nyrkisääntönä voidaan pitää, että mitä korkeampi kantava seinä on tai mitä enemmän kuormia se ottaa vastaan, sitä enemmän tarvitaan jäykistäviä elementtejä nurjahdusta vastaan. Vastaavasti rakennuksen korkeuden kasvaessa myös jäykistäville seinille muodostuvat vaakavoimat kasvavat.



**Kuva 13.** Karpuut hirsiseinän aukon pielissä. Karpuu voidaan myös kokonaan upottaa paksun hirren päähän. Painuvassa hirsirungossa karpuiden on oltava aukon korkeutta lyhyemmät, jotta hirsirunko pääsee laskeutumaan.

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.



**Kuva 14.** Pientalo on tyypillinen rakennuskohde, jossa käytetään hirsirunkoista kantavat seinät -järjestelmää.



**Kuva 15.** Hirsirakenteisen kantavat seinät -järjestelmän ominaispiirteet voivat toimia arkkitehtuurin lähtökohtana. Eräs luonteva toteutus-tapa kantavaseinäisen hirsirakennuksen suurille aukoille on toteuttaa ne kahden itsenäisen, kantavan ja jäykistävän hirsirakenteen väliin. Pudasjärven hirsikampuksessa kahden hirsikehän väli on kokonaan lasia.

## 4.2 Salvokset

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

Yleisimmint valmistettavat teolliset nurkkasalvokset voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin:

- ristinurkkiin (kuva 16)
- tasanurkkiin (kuvat 17 ja 18).

Ristinurkassa risteävä hirsiseinä jatkuu nurkan yli, kun taas tasanurkassa ei. Teollisten tasanurkkien perustyyppit ovat

- lohenpyrstönurkka (joskus myös tirolilaisnurkka)
- jiirinurkka (joskus myös citynurkka).

Jiirinurkassa hirsikerrat ovat tyyppillisesti yhdessä tasossa, kun taas muissa tasanurkissa ja ristinurkissa ristikkäisillä seinillä on lähtökohtaisesti puolen hirren ero. Hirsirungossa tyyppisiä ovat myös niin sanotut T-liitokset, esimerkiksi hirsiväliseinien liityksessä ulkoseinään. T-liitokset voivat olla näkyviä tai piilotettuja lohenpyrstöliitoksia.

Nurkkaliitokset ovat keskeisiä hirsirakentamisen kulttuurisia symboleita. Miellyttävänä ja kauniina koetut näkyvät nurkkaliitokset edistävät rakenteen ymmärrettävyyttä: umpipuinen koostumus näkyy yhdellä vilkaisulla. Näkyviin jäävä päätypuu on kuitenkin säärasitukselle muita hirsipintoja alttiimpaa, mikä on huomioitava nurkan suojauksessa ja puupintojen huollossa (luku 5.7). Ristiinlaminoidun hirren pääty on pelkkää päätypuuta alttiimpi säärasituksen aiheuttamille vaurioille.

Nurkkasalvostyyppin valintaan vaikuttavat myös rakennuskohteen arkkitehtoniset tavoitteet ja vaatimukset. Esimerkiksi Lapin matkailukohteissa voidaan joskus tavoitella perinteisempää ilmettä ja käyttää tästä syystä pitkiä ristinurkkia. Tasanurkkia käyttämällä hirsirakennuksen ilme on usein nykyaikaisempi. Tasanurkkia voidaan edellyttää joissain tapauksissa myös asemakaavassa kaupunkimaisemilla alueilla. Jiirinurkan käyttö on eräs luonteva tapa suojata hirren pääty säärasitukselta.

Jiirinurkkien (kuvat 18 ja 22) luoma ilme poikkeaa merkittävästi muista salvostyypeistä, sillä päätypuuta ei ole näkyvissä ja hirsikerrat ovat samassa tasossa. Tämän eron voi nähdä nykyaikaistavan hirsirakentamisen ilmettä, mutta toisaalta rakenteen "luettavuus" ja mahdollisesti ymmärrettävyys rakennuksen kokijan näkökulmasta ovat epäsuorempia.

Sisätiloissa säännestävyys ei rajoita näkyvien nurkkasalvosten käyttöä (kuvat 19, 20 ja 21). Esitetyistä kuvista käy ilmi myös ristiinlaminoidun ja perinteisen lamellihirren ulkonäölliset erot näkyvän hirren päädyn osalta.



**Kuva 16.** Ristinurkka. Hirren ylitys voi olla pidempi tai lyhyempi, myös vaihdellen hirsikertojen välillä.



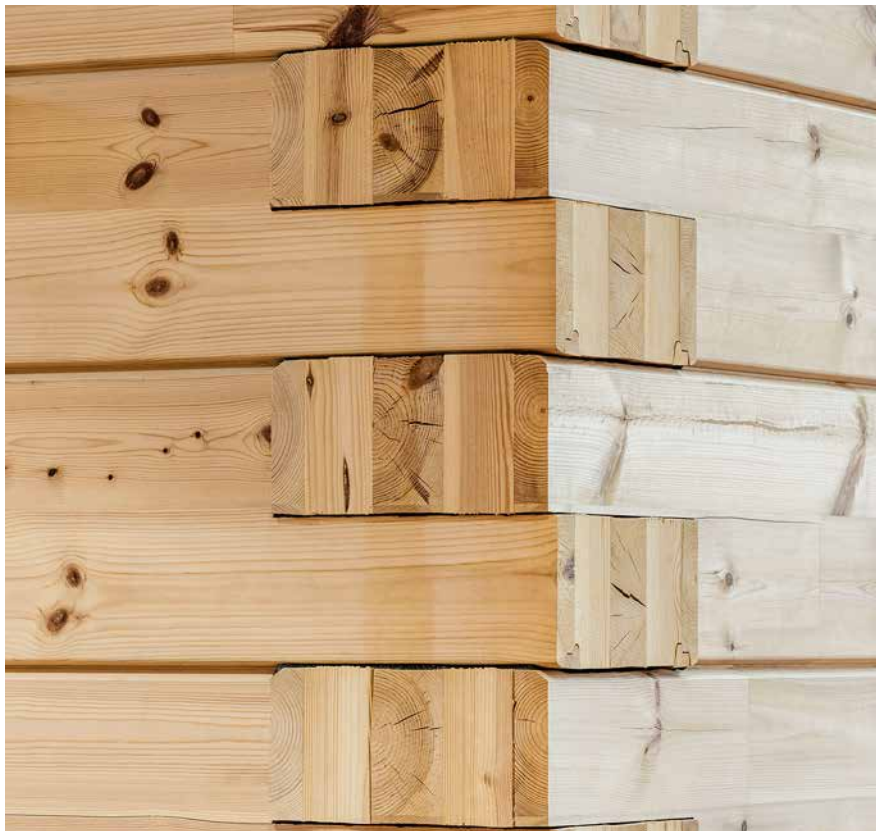
**Kuva 17.** Lohenpyrstönurkka (tai mm. tirolilaisnurkka) on yksi tasanurkan tyyppi.



**Kuva 18.** Jiirinurkka (tai mm. citynurkka) on tyyppiltään tasanurkka, joka perustuu lohenpyrstöliitokseen nurkan sisällä. Jiirin ulkonurkka usein listoitetaan säännestävyyden varmistamiseksi.



**Kuva 19.** Painumattoman hirsirungon nurkkaliitoksia on jätetty näkyviin Lukio ja kulttuuritalo Monion sisätiloissa, vaikka ulkona hirsien päädyt ovat jiirinurkkien myötä piilossa. Pelkistetty, hirren tasakertoihin sopiva näkyvä tasanurkkatyyppi on kehitetty kyseistä rakennusta varten. Toinen tätä kohdetta varten kehitetty erikoisliitos liittyy kohteen rakentamiseen lohkoissa. Lohkot yhdistävät "siltahirret" tuli voida asentaa vasta seinien pystyttämisen jälkeen. (Lohkoissa rakentaminen, ks. myös luku 6.3.)

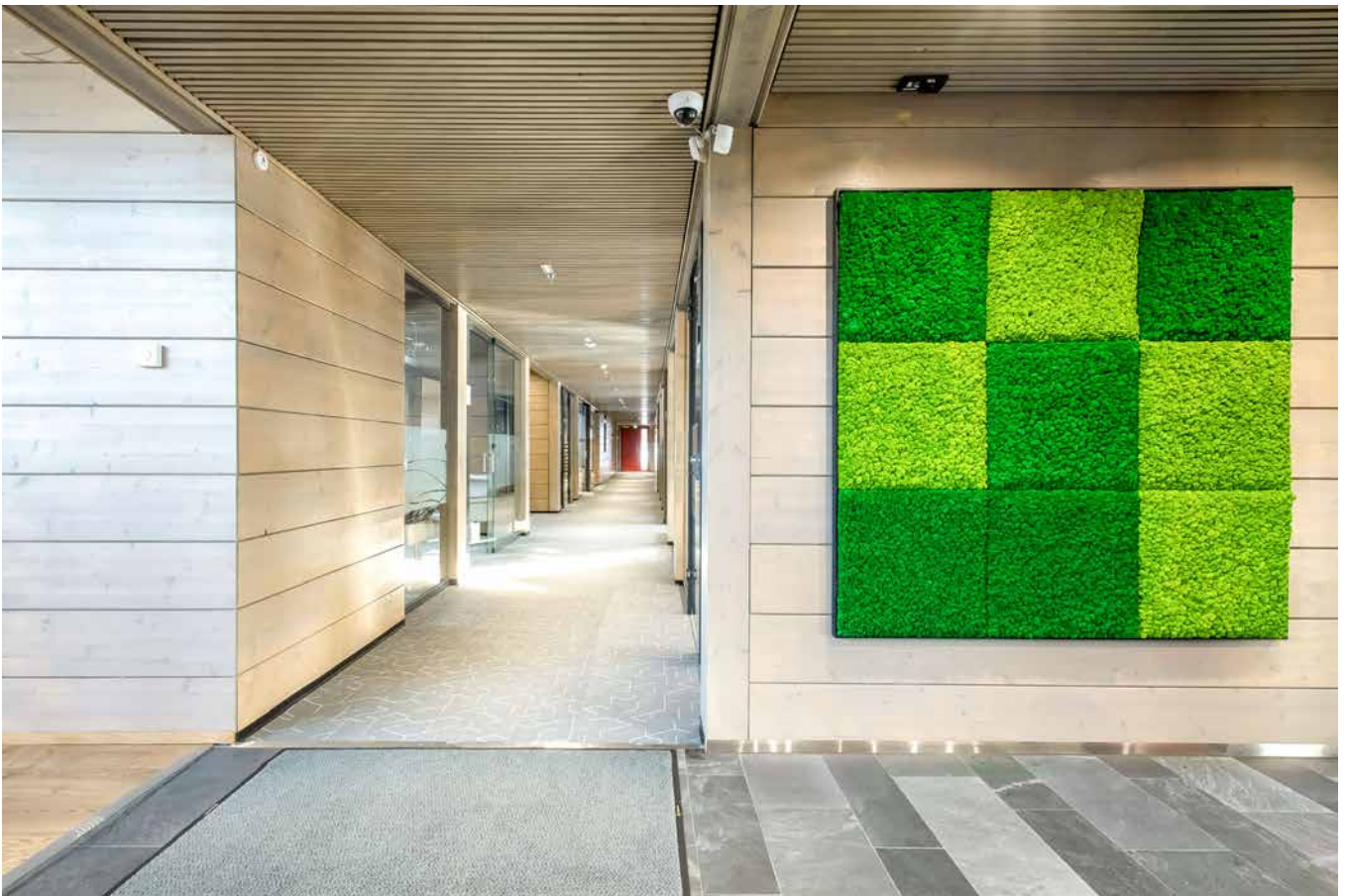


**Kuva 20.** Lähikuva Lukio ja kulttuuritalo Monion sisätiloihin kehitetystä nurkkaliitoksesta, jossa hirren päät on mahdollista jättää näkyviin tasaisillakin hirsikerroilla. Ristiinlaminoidun hirren päädyn ilme poikkeaa hieman tavallisesta lamellihirrestä. Puun elävää halkeilua voi olla hieman enemmän ristiinlaminoidun hirren päässä verrattuna perinteiseen lamellihirteen.

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.



**Kuva 21.** Pudasjärven hirsikampuksen sisätiloissa on näkyviä lohenvyöryävalvoksia. Kuvassa on ns. T-liitos. Lamellihirren pääty poikkeaa hieman ilmeeltään ristiinlaminoitujen hirren päädyistä. Hirsien välisen sauman näkyvä viiste on melko suuri.



**Kuva 22.** Hirsiseinien jirininurkka Rovakaira Oy:n pääkonttorissa. Visuaalinen vaikutelma poikkeaa selvästi liittotyypeistä, joissa hirren pää on näkyvässä.

### 4.3 Painuvan hirsirakenteen erityispiirteet

Puun kuivumiskutistumisesta ja kuormituksesta johtuva lamellihirsirakenteen painuma on noin 10...15 mm yhtä seinän korkeusmetriä kohden. Teollisen yksipuisen hirsirakenteen painuma on noin 30 mm yhtä korkeusmetriä kohti.

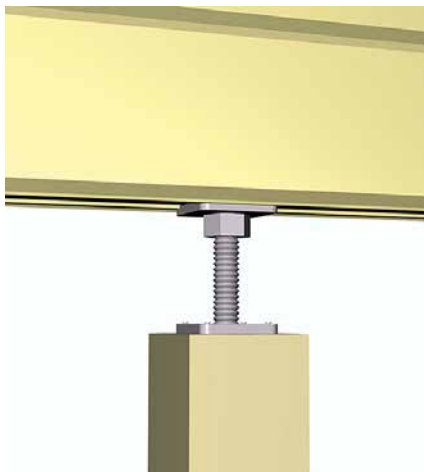
Tavallisesti hirsirunkoon on kiinnitettävä painumattomia rakenteita, kuten ikkunoita, ovia, lisäkoolauksia tai muita kantavia tai jäykistäviä rakenteita. Painuvan ja painumattoman rakenteen yhdistäminen vaatii muusta rakentamisesta poikkeavia erikoisratkaisuja, joihin hirsivalmistajat ovat tottuneita.

Kun painuvaan hirsirakenteeseen liittyy painumattomia rakenteita, tulee liittyvät suunnitella siten, että hirsirungon painuma on huomioitu eikä painuminen aiheuta rakennusosille tai liittymien ilmativetydelle vaurioita. Teknisten seikkojen ohella erilaiset painumavaroja huomioivat ratkaisut peitelistöituksineen vaikuttavat myös rakennuksen ulkonäköön, joten ne on suunniteltava huolella myös tästä näkökulmasta.

Hirsirungon painuminen on huomioitava rakennuksen suunnittelussa mm. seuraavasti:

- Kantavien rakenteiden osalta käytetään erilaisia säädettäviä palkki- ja pilariratkaisuja joko painumattoman rakenteen ylä- tai alapäässä. Säätöä vaativat ratkaisut on huomioitava myös rakennuksen käytön aikana (kuva 23).
- Painuvan hirsirungon alareuna on luontevinta olla yhdessä tasossa, koska muuten hirsirungon alle tarvitaan säädettäviä ratkaisuja.
- Hirsirakenteisten kantavien sisäseinien painuminen on suurempi verrattuna ulko-seiniin johtuen sisäseinien asettumisesta matalampaan tasapainokosteuteen (luku 5.6).
- Hirsiseinissä olevien aukkojen yläreunaan jätetään painumavara (kuvat 24 ja 25).
- Vaarnatappeja käytettäessä niiden yläpuolelle jätetään painumavaraa (kuva 9).
- Rakennuksen painuvaan hirsirakenteeseen päätykolmioon tukeutuva harjakatto vaatii myös painumisen huomioimista yläpohjaliittymissä, sillä päätykolmion suhteet muuttuvat korkeamman osan suuremman kokonaispainuman seurauksena. Ratkaisuna painuva hirsirunko voidaan päättää tasakertaan ja toteuttaa päätykolmio painumattomalla hirrellä tai muulla painumattomalla rakenteella. Tällöin päätykolmion suhteet pysyvät samana kehikon painuessa. (kuvat 26 ja 27).
- Märkätilojen seinät erotetaan hirsirungosta käyttäen erillistä seinärunkoa.
- Rankarunkoiset seinät liitetään painuvaan hirsirunkoon liukuvalla kiinnityksellä. Seinän yläpuolelle jätetään painumavaraa (kuva 28).
- Hirsiseiniin kiinnitettävät kiintokalusteet kiinnitetään hirsirungon painumisen salliviin koolauksiin.
- Portaat asunnon sisällä kiinnitetään alapäästä kiinteästi, mutta portaan yläpää kiinnitetään liukukiinnityksellä ja huomioidaan painuma.
- Talotekniikan reitit ja hormien läpiviennit yläpohjasta toteutetaan siten, että ne sallivat hirsirungon painumisen (kuva 29).

Periaatteellisia detaljikuvia painuvan hirsirakenteen liittymistä löytyy tämän ohjeen liitteestä 2 *Esimerkkejä hirsirungon ja muiden rakennusosien liittymistä.*



Kuva 23. Kierrejalka pilarin yläpäässä.

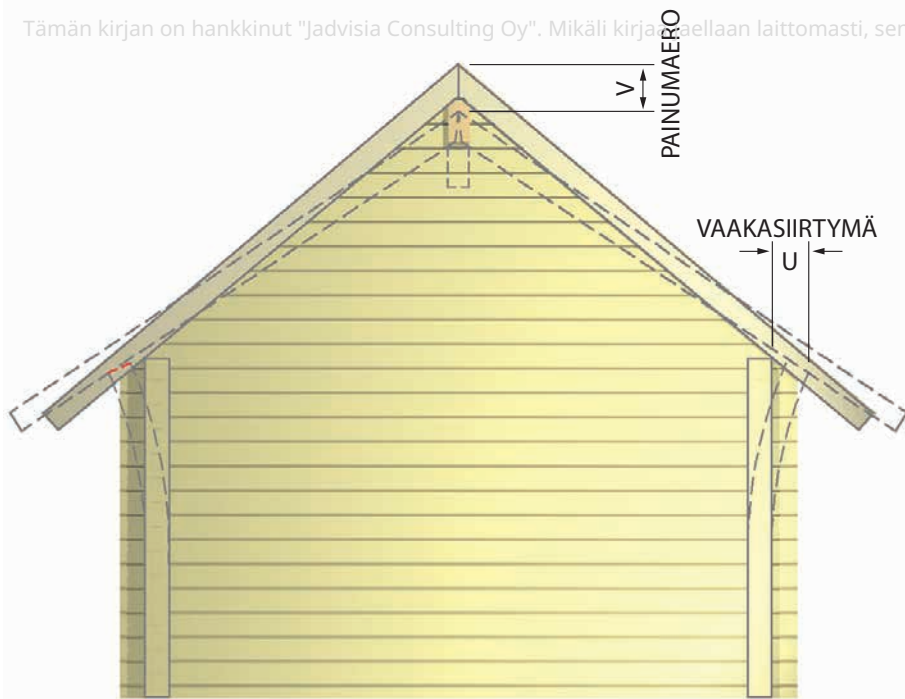


Kuva 24. Painumavara aukon yläreunassa.

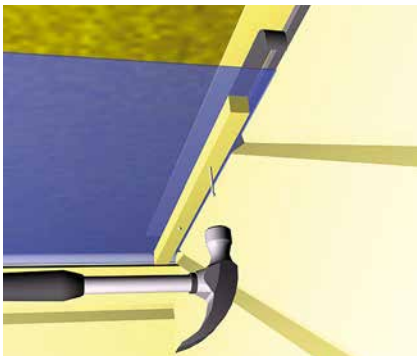
Kuva 25. Aukkojen yläreunan varauksien tiivistämisessä on huomioitava käytettävän tiivisteen kiinnipysyvyys ja elastisuus. Kuvassa ikkuna-aukon tiivistys teippaamalla. Eristys ja tiivistys voidaan tehdä myös elastisilla ja paisuvilla eristeillä.



Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirja on ostettu laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

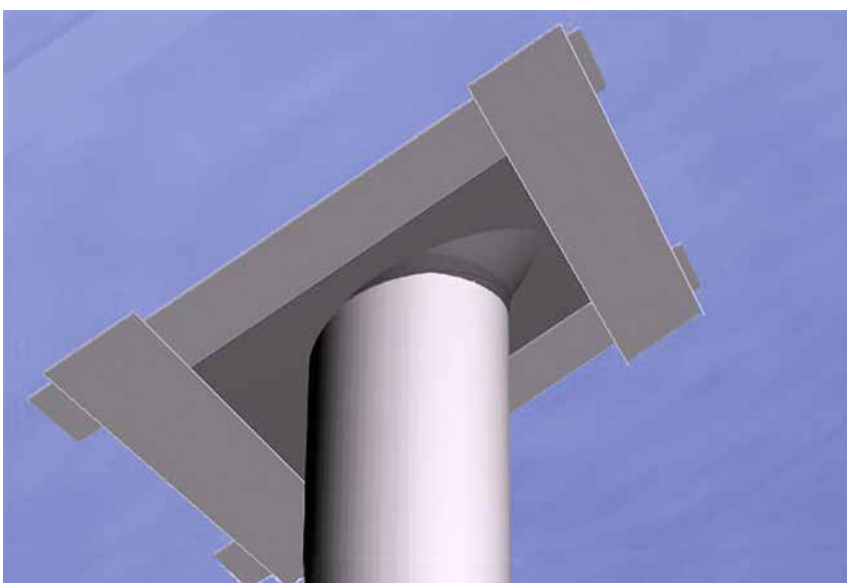


**Kuva 26.** Kattorakenteiden liike hirsirakenteisessa päätykolmiossa. Vaakaliike saadaan kaavalla  $U = V \times \tan a$ , missä  $V$  on päätykolmion laskeuma ja  $a$  on kattokaltevuus.



**Kuva 27 (vas).** Vinon yläpohjan höyrynsulun liittäminen hirsipäätysiin on tehtävä huomioiden kattorakenteiden ja seinän välinen liikkuminen. Kattovasan ja seinän väliin on asennettava elastinen ja liikkumisen salliva paisuva eriste. Höyrynsulku asennetaan tiiviisti päätysiin vasten kiinnitysimalla. Rimaa saa kiinnittää vain kattovasaan.

**Kuva 28 (oik).** Rankarunkoisen väliseinän liittyminen hirsirunkoon liukukiinnityksin. Seinän yläpuolelle jätetään painumavara.



**Kuva 29.** Läpivienti yläpohjassa. Pystysuuntaiset IV-putket tulee varustaa painuman huomioivilla osilla ennen läpivientiä yläpohjasta.

#### 4.4 Painumattoman hirsirakenteen erityispiirteet

Hirsiseiniä halutaan usein käyttää ulkoseinärakenteina, jolloin keskeiset hirsirakenteen tärkeinä pidetyt ominaisuudet ovat läsnä. Ristiinlaminoidun hirren ja painumattoman hirsirakenteen myötä hirsirakenteen käyttö pelkästään itsensä kantavana seinärakenteena on yleistynyt. Erityisesti suurissa julkisissa rakennuksissa ja kerrostaloissa tällaisen hybridirakenteen käyttö on yleistä.

Hybridirakenteessa pystykuormista ja jäykistyksestä huolehditaan esim. liimapuu-, CLT-, teräs- tai betonirakenteilla, ja mahdollisesti lisäksi painumattomalla hirsirakenteella. Kun esimerkiksi hirsiseiniään yhdistetään laajoja lasiseiniä, painumaton hirsirunko voi olla osa rakennuksen kantavaa runkoa, mutta lasiseinäisellä osalla käytetään muuta kantavaa runkoa. Teknisesti tällaiset ratkaisut toimivat painumattoman hirsirakenteen rinnalla luontevasti.

Painumattomuuden myötä hirsirakenne on kehittynyt luontevasti käytettäväksi osaksi nykyaikaista massiivipuu- ja muuta rakentamista. Eri rakennejärjestelmiä yhdistettäessä on kuitenkin huomioitava niiden mahdollisesti erilaiset valmistus- ja asennustoleranssit.

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää. Periaatteellisia detaljikuvia painumattoman hirsirakenteen liittymistä löytyy tämän ohjeen liitteestä 2 *Esimerkkejä hirsirungon ja muiden rakennusosien liittymistä.*



Kuva 30. Karstulan koulussa painumattomat hirsikuloseinät yhdistyvät kantavana rakenteena toimivaan betonirunkoon.

#### 4.5 Hirsirungon ja rakennejärjestelmän valinnassa huomioitavaa

##### Painuva vai painumaton hirsirakenne

Painuminen on huomioitava useissa hirsirakennuksen kohdissa, ja painumisesta aiheutuu joitain rajoitteita myös arkkitehtuurille (Juku 4.3). Mikäli rakennuskohte on riittävän yksinkertainen, eli hirsirunko on tasakorkea, eikä siihen tarvitse liittää paljon painumattomia rakenteita, on hirsirungon toteuttaminen sekä painuvana että painumattomana varsin yksinkertaista.

Painumaton hirsirakenne on kehitetty, jotta hirsirunkoon olisi yksinkertaisempaa kiinnittää muita rakennusosia. Painuvaan hirsirakenteeseen verrattuna hirsirakenne ei vaikuta painumattomana yhtä voimakkaasti suunnitteluun ja rakenteen ilmeeseen, kun painumisesta johtuvia rajoitteita ei tarvitse ottaa huomioon. Rakennuskohteen ollessa monimutkaisempi – esimerkiksi kun hirsirungon alareunan korkotasoon halutaan vaihteluita tontin korkeuserojen myötä tai yläreunaan kattomuodon myötä – on painumaton hirsirunko painuvaa luontevampi vaihtoehto.

Ks. myös liite 1 Kaavio hirsirungon ja rakennejärjestelmän valinnassa huomioitavista asioista.

Painuvan lamellihirren ja painumattoman ristiinlaminoidun hirren välillä on eroja, jotka on hyvä tiedostaa valintaa tehdessä:

- Ristiinlaminoidun hirren pintaan muodostuva puun kuivumisesta johtuva pintajännitys, jonka seurauksena puu yleensä halkeaa, on suurempi painuvaan lamellihirteen verrattuna. Myös painuvassa lamellihirressä voi esiintyä kyljessä halkeamia, mutta painumattomassa hirressä ne ovat näkyvämpiä. Jos hirsien päitä jää näkyviin rakennuksen sisätiloissa, myös niissä painumattoman hirren halkeilu voi olla samasta syystä hieman suurempaa (kuvat 19, 20 ja 21).
- Hirren pään ulkonäkö on erilainen. Ulkona painuvan lamellihirren pääty ei ole aivan niin altis säärasituksen aiheuttamille vaurioille kuin ristiinlaminoidun hirren, joten jos hirren päätyjä halutaan jättää näkyviin (esim. lohenpyrstönurkat, ristinurkat), on painuva lamellihirsi lähtökohtaisesti luontevampi vaihtoehto (ks. myös luku 5.7).
- Rakennuksen käyttövaiheessa painuvan hirsirungon kanssa käytettävät säädettävät osat on ylläpidettävä ja kierretangot kiristettävä säännöllisesti hirsitoimittajan ohjeiden mukaisesti.

Mikäli halutaan käyttää liimatonta hirttä, on painuva hirsirakenne tyyppillisesti ainoa vaihtoehto, pois lukien pystyhirsiiä hyödyntävät erikoisratkaisut.

Taulukkoon 1 on listattu keskeisiä painuvan ja painumattoman hirsirungon erottavia ominaisuuksia, joiden avulla voidaan pohtia, kumpi on suunnittelukohteeseen luontevampi vaihtoehto.

**Taulukko 1.** Hirsirungon valintaan vaikuttavia keskeisimpiä eroavaisuuksia painuvan ja painumattoman hirsirungon välillä.

Ominaisuus	Painuva hirsirunko (lamelli- tai yksipuinen hirsi)	Painumaton hirsirunko (ristiinlaminoitu hirsi)
Monimutkainen hirsirunko	Ei suositeltavaa*)	OK
Hybridirakenne	Ei suositeltavaa*)	OK
Näkyvä päätypuu ulkona	OK **)	Ei suositeltavaa**)
Liimaton hirsi	OK (yksipuuisena)	Ei
Ulkonäölliset erot	– Puun luonnollinen halkeilu hieman pienempää (kylki ja pääty) – Näkyvissä päädyissä pelkkää päätypuuta	– Puun luonnollinen halkeilu hieman suurempaa (kylki ja pääty) – Näkyvissä päädyissä puuta ja päätypuuta ristikkäin

\*) Monimutkainen runko ja hybridirakenne aiheuttavat haasteita suunnitteluratkaisuihin ja rakennuksen ylläpitoon, mutta ovat teoriassa mahdollisia myös painuvalla hirsirungolla, ks. luku 4.3.

\*\*) Näihin ominaisuuksiin vaikuttaa hirsijulkisivujen kosteusrasituksen hallinta, joka on suunniteltava kokonaisuutena eri suojauskeinoja hyödyntäen, ks. luku 5.7.

## Kantavat seinät vai hybridirakennejärjestelmä

Hirsirakennuksen rakennejärjestelmän valintaa voi lähestyä eri tavoilla:

- Mikäli päädytään käyttämään painuvaa hirsirunkoa, on luontevampaa valita kantavat seinät -järjestelmä.
- Painumattoman hirsirungon kanssa voidaan rakennejärjestelmä valita vapaasti kuten muussakin rakentamisessa, rakennushankkeen tarpeiden mukaisesti.

Rakennusmateriaalin erityispiirteiden huomioiminen voidaan nähdä arkkitehtuurin kannalta kiinnostavana. Hirsirakentamisen kohdalla on havaittu, että ottamalla siihen liittyvät rakenteelliset ominaispiirteet huomioon hyödyntämällä niitä arkkitehtuurin lähtökohtana tai inspiraationa, voidaan hirren ”rajoitteet” kääntää arkkitehtuurin vahvuudeksi. Kun hirsirakennus suunnitellaan näistä lähtökohdista, syntyvä rakenne hyödyntää tyyppillisesti hirrelle ominaisia, lähes ainutlaatuisia piirteitä, joissa sama materiaali

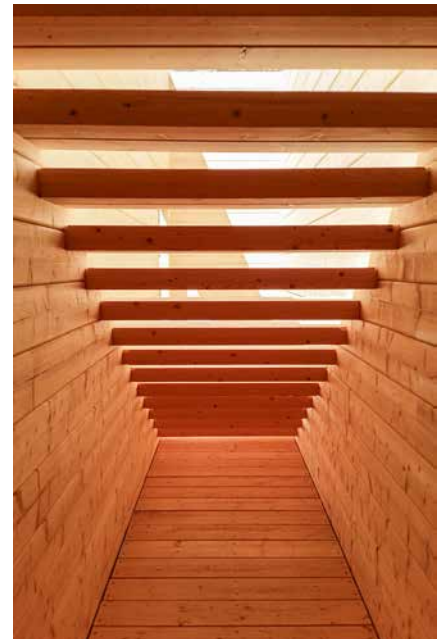
- toimii kantavana rakenteena ja eristeenä
- muodostaa näkyvät pinnat ulkona ja sisällä.

Näin käytettäessä syntyy usein arkkitehtuuria, jonka rakenteellinen toimintaperiaate on kokijan kannalta helposti ymmärrettävissä. Tällä hirsirakenteen ymmärrettävyydellä on tutkimuksissa havaittu olevan yhteys myös hirsirakenteen koettuun terveellisyyteen ja arkkitehtoniseen laatuun.

Hybridirakenne, jossa painumaton hirsirakenne kantaa vain itsensä, antaa huomattavia vapauksia suunnitteluun, esimerkiksi

- hirsiseinien korkeusvaihteluiden osalta
- seinissä olevien aukotuksien suhteen.

Kun painumatonta hirttä käytetään tällä tavalla, voidaan se nähdä paitsi hirtenä, myös nykyaikaisena, pitkänomaisena massiivipuuisena rakennuselementtinä. Parhaimmillaan painumaton ristiinlaminoitu hirsi vapauttaa rakennusten suunnittelua arkkitehtonisessa mielessä, tarjoten uusia, massiivipuun ainutlaatuisia erityispiirteitä hyödyntäviä mahdollisuuksia.



**Kuva 31.** Painumisen huomioiminen voi toimia myös arkkitehtuurin lähtökohtana. Hirsitetris-paviljongin hirsiseiniin lovetun portaikon askelmat laskeutuvat tasaisesti hirsirungon mukana.

## 5 HIRSIRAKENTEIDEN MITOITUSPERUSTEITA JA SUUNNITTELUOHJEITA

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

### 5.1 Energiatehokkuus, hiilijalanjälki ja -kädenjälki

Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi rakentamisen aiheuttamia hiilipäästöjä pyritään minimoimaan ja rakennuksista pyritään tekemään vähähiilisiä. Rakennuksen elinkaaren ilmastovaikutuksia voidaan arvioida määrittelemällä rakennuksen elinkaaren aikaiset hiilijalanjälki ja hiilikädenjälki. Suomalaisille hirsille on laadittu ympäristöseloste (RTS\_191\_22. *Laminated Log Wall Structure*), jonka tietoja voidaan hyödyntää hirsirakenteen ilmastovaikutusten arvioinnissa.

Rakennuksen elinkaari voidaan jakaa neljään osaan:

- valmistaminen
- rakentaminen
- käyttäminen
- elinkaaren loppuminen.

Lisäksi voidaan huomioida mahdolliset rakennuksen elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset. Tässä luvussa kuvataan hirsirakenteen osalta tärkeimpiä näkökohtia ilmastovaikutusten elinkaariarvioinnille.

#### Energiatehokkuus

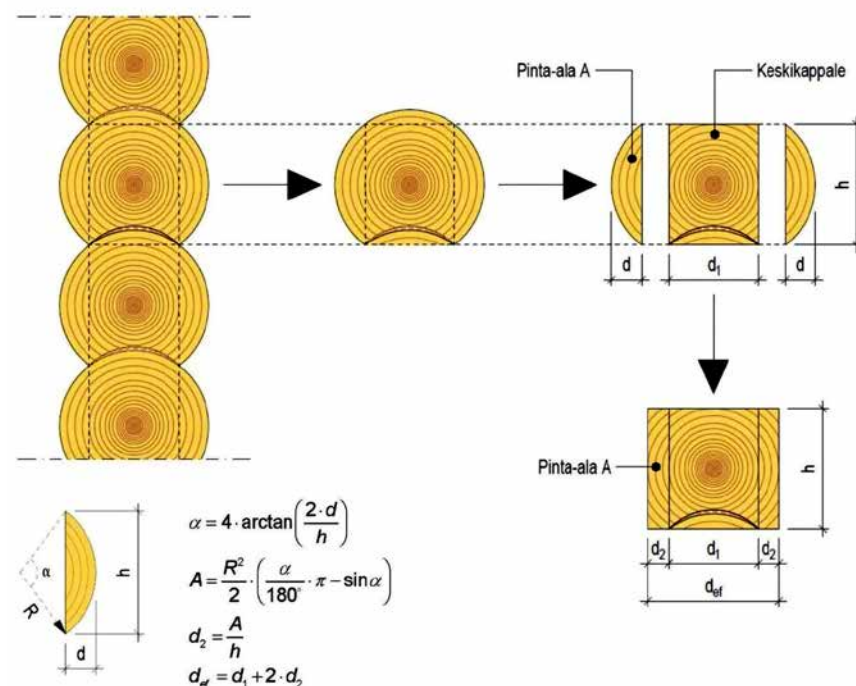
Rakennusten laskennallista energiatehokkuutta kuvataan E-luvulla. Hirsirakennuksen E-luku lasketaan voimassa olevien lakien ja asetusten mukaan. Elinkaaritarkastelussa energiatehokkuudella on vaikutusta rakennuksen käyttänaikaiseen hiilijalanjälkeen.

Suomessa sallitaan hirsirakennuksetkin käsittävillä massiivipuorakennuksille E-luvun raja-arvoille 10...20 % suuremmat arvot rakennuksen käyttötarkoituksesta riippuen. Massiivipuuseinien osalta sallitaan myös hieman suuremmat vaipan lämpöhäviöt verrattuna muuhun rakentamiseen.

Vaikka hirsiseinän lämmöneristävyyttä ei ole samalla tasolla tavanomaisten kerroksellisten seinärakenteiden kanssa, voidaan hirsirakennukset toteuttaa lähes nolla-energiatasoon vähentämällä vaipan lämpöhäviöitä muissa kuin hirsirakenteisissa osissa ja panostamalla ilmanvaihdon lämmöntalteenotto-ominaisuuksiin.

Rakennuksen ilmanpitävyys on keskeinen ominaisuus rakennuksen energiatehokkuuden kannalta. Hirsirakenteisen ulkoseinän ilmanpitävyys on vähintään yhtä hyvä kuin minkä tahansa muunkin nykyaikaisen ulkoseinärakenteen (*Hirsiseinän tiiveys*. Vertia Oy. 2021). Hyvällä rakennuksen ulkovaipan ilmanpitävyydellä estetään hallitsemattomat ilmavuodot rakenteiden läpi ja taataan ilmanvaihdon hallittu toiminta. Ilmatiiveys estää myös vuotoilman mukana haitallisesti kulkeutuvan vesihöyryn siirtymisen rakenteisiin. Teollisesti valmistettujen hirsien varauksien muotoilulla ja hirsien välisissä saumoissa käytettävillä tiivisteillä saavutetaan seinärakenteelle vaadittu ilmanpitävyys. Erilaiset vaipan läpiviennit ja aukkojen tiivistykset ovat olennaisia hyvän ilmanpitävyyden saavuttamiseksi.

Taulukkoon 2 on koottu erilaisten hirsien muodostamien hirsiseinien U-arvoja.



Kuva 32. Pyöröhirsien tehollisen pinta-alan määrittely.

Hirrellä rakentamalla voidaan päästä hiilineutraaliuteen käyttäen määritelmän ja menetelmän osalta Green Building Council Finland ry:n ja Granlund Oy:n yhdessä vuonna 2022 julkaisemaa ohjetta *Hiilineutraali rakennus*.

Massiivipuorakennuksille sallittujen suurempien E-luvun raja-arvojen tärkeimpiä perusteluita ovat massiivipuorakenteiden eloperäiset hiilivarastot sekä EU:n biotalousstrategian toteuttaminen.

**Taulukko 2.** Hirsiseinärakenteiden laskennallisia U-arvoja (W/m<sup>2</sup>K). Hirsien välinen tiivistemateriaali, kulmikkaiden hirsien (KH) viisteet tai hirren halkeamat eivät vaikuta U-arvon laskentaan. Pyöröhirsiseinän U-arvoa määritettäessä on seinälle laskettava geometrinen ekvivalenttipaksuus eli paksuus, jota pyöröhirsiseinä vastaa kulmikkaista hirsistä koostuvana tasaisena hirsiseinänä (kuva 32).

Hirren tyyppi ja leveys (mm)	U-arvo (W/m <sup>2</sup> K)
KH95	1,04
KH135	0,77
KH180	0,60
KH205	0,53
KH240	0,46
KH275	0,40
Ø150	0,79
Ø170	0,72
Ø190	0,64
Ø210	0,58
Ø230	0,53

## Hirsi, hiilivarastot ja rakentamisen kiertotalous

Koska uusien rakennusten energiatehokkuus on Suomessa erittäin hyvällä tasolla, rakennusten käytönaikaisesta energiankulutuksesta johtuva hiilijalanjälki on lähtenyt pieneneväksi. Energiantuotannon hiilipäästöjen väheneminen jatkossa pienentää sitä edelleen.

Myös elinkaaritarkastelun muut osat (valmistaminen, rakentaminen, elinkaaren loppuminen) sekä elinkaaren ulkopuoliset seikat ovat tärkeitä rakennuksen hiilijalanjäljen muodostumisessa, ja niiden merkitys korostuu edelleen. Puu on rakennusmateriaali, jonka valmistuksesta johtuva ja rakentamisen aikainen hiilijalanjälki on pienempi suhteessa muihin rakennusmateriaaleihin.

Rakennuksella voi olla myös hiilikädenjälki. Rakennuksen hiilikädenjäljellä tarkoitetaan niitä ilmastohyötyjä, joita ei syntyisi ilman rakennusta. Hirsirakennuksen valmistuksen yhteydessä voi syntyä sivutuotteena uusiutuvaa energiaa, joka voi olla osa rakennuksen hiilikädenjälkeä. Lisäksi uusiutuvan puumateriaalin vuoksi hirsirakenteet toimivat eloperäisinä hiilivarastoina, mikä on selkeä hiilikädenjälki.

Elinkaaren lopussa puulla on kierrätysmahdollisuuksia, joista energiakäyttö on yksi. Purettua puuta voi myös olla mahdollista hyödyntää uusien puutuotteiden raaka-aineena lainsäädännön sallimissa rajoissa. Puuraaka-aineen kierrätyksen tuloksena syntyvä mahdollinen hiilikädenjälki on riippuvainen siitä, kuinka paljon päästöjä uusien tuotteiden valmistus tuottaa.

Yhtenä elinkaaren ulkopuolisena hyötynä voidaan hirsirakennusten kohdalla nähdä hirsien uudelleenkäyttämömahdollisuudet sellaisenaan, joista on Suomessa tuhansia esimerkkejä. Tämä on tärkeää rakentamisen kiertotalouden näkökulmasta ja voi olla yksi hirsirakennuksen hiilikädenjälkeä kasvattavista seikoista.

## 5.2 Rungon ohjeellisia mittoja arkkitehtisuunnitteluun

Tässä luvussa läpikäytävät hirsirakenteeseen liittyvät ohjeelliset enimmäis- ja vähimmäismitat ovat seurausta paitsi kantavuuden ja jäykistyksen huomioimisesta, myös hirren teollisesta valmistusprosessista ja siihen liittyvistä työturvallisuusnäkökulmista. Koska tämä ohjekortti koskee ympärivuotiseen käyttöön tarkoitettuja rakennuksia, on näissä ohjeellisissa mitoissa oletuksena, että hirren poikkileikkauksen leveys ja korkeus on vähintään noin 200 mm, ellei muuta mainita. Seuraavat mitat ja ohjeet ovat suuntaa antavia, ja niitä voidaan hyödyntää alkuvaiheen tilasuunnittelussa:

- Rakennukseen asennettavan valmiin lamellihirren maksimimita salvoksineen on tyypillisesti noin 11...12 metriä. Liimaamisen ansiosta olisi mahdollista valmistaa tätäkin pidempiä hirsiiä, mutta muun muassa kuljetuksen vakiintuneiden käytäntöjen kautta tämä on valikoitunut enimmäispituudeksi, jonka työstämisen valmistajien laitekanta mahdollistaa. Poikkileikkaukseltaan pienemmillä lamellihirsillä maksimimitat ovat usein pienemmät. Myös yksipuolisen hirren maksimipituus on tyypillisesti vain noin 7 metriä johtuen tukkipuun koosta, paitsi jos hirttä on jatkettu sormijatkoksilla.
- Valmiin hirsiseinän pituudelle ei ole rajoituksia, sillä lohenpyrstöjatkoksilla hirsiiä on mahdollista asettaa pituussuunnassa peräkkäin (kuvat 33 ja 34). Jatkokset limitetään hirsikertojen välillä seinän lujituksen varmistamiseksi. Seinäpinnassa jatkos näkyy yhden hirren korkuisena pystysuorana puskusaumana, joka voidaan mahdollisuuksien mukaan piilottaa esimerkiksi tukipilarien, väliseinien, kiintokalustuksen, märkätilojen levytyksien tai katon alaslaskujen taakse.
- Nurjahduskestävyyden varmistamiseksi kantava hirsiseinä tarvitsee jäykisteitä (luku 4.1). Jäykisteenä toimivan risteävän hirsiseinän on oltava lähtökohtaisesti vähintään 600 mm pitkä. Tavanomaisen yksikerroksisen pientalon hirsiseinässä olevien jäykisteiden enimmäisetäisyys toisistaan voi olla jopa noin 9 metriä. Hirren poikkileikkauksen kaventaminen pienentää tätä maksimimittaa. Noin 130 mm leveällä hirrellä vastaava maksimimita voi olla noin 6 metriä. Kuormien ja seinien korkeuden kasvaessa jäykisteitä tarvitaan enemmän, kuten esimerkiksi Pudasjärven hirsikampuksen liikuntasalissa (kuva 35). Myös aukotukset vaikuttavat jäykisteiden tarpeeseen. Hybridirakennesysteemissä, jossa hirsiseinät kantavat vain itsensä, ulkoisia jäykisteitä ei välttämättä tarvita vaan pelkkä vaarhaus voi riittää, kun itsensä kantavat hirsiseinät sidotaan muihin kantaviin rakenteisiin.
- Hirsien vähimmäismitat johtuvat pitkälle automatisoitujen tehdaslinjastojen toiminnasta sekä työturvallisuuden huomioimisesta. Tyypillisesti teollinen hirsi voi olla lyhimmillään noin 300...400 mm. Näin lyhyen hirteen ei välttämättä pystytä tekemään kaikkia työstöjä – esimerkiksi nurkkasalvosta. Lyhimmillään nurkkasalvoksen sisältävän hirren vähimmäispituus on yleensä edellä mainittu vähimmäismita, johon lisätään salvoksen mita. Minimimitoilla on vaikutusta esimerkiksi aukotuksien suunnitteluun, kun risteävien seinien etäisyydelle ikkunasta aiheutuu vähimmäismittojen kautta rajoituksia. Hirsiseinän päähän tulevan tukipilarin avulla on kuitenkin mahdollista saada aukon reuna ulotettua nurkkaan asti (kuva 36).

Hirsien valmistuksessa sivutuotteena syntyvää haketta voidaan hyödyntää uusiutuvan energian tuotannossa.

Tarkat yksityiskohdat määrittyvät aina hankekohtaisesti rakennesuunnitelmien sekä valitun hirsitoimittajan mukaan.



Kuva 33. Lohenpyrstöjatkoksia hirsiseinässä. Lohenpyrstöjatkoksia käyttämällä voidaan tehdä pidempiäkin seinä kuin yksittäisen hirren maksimimita.

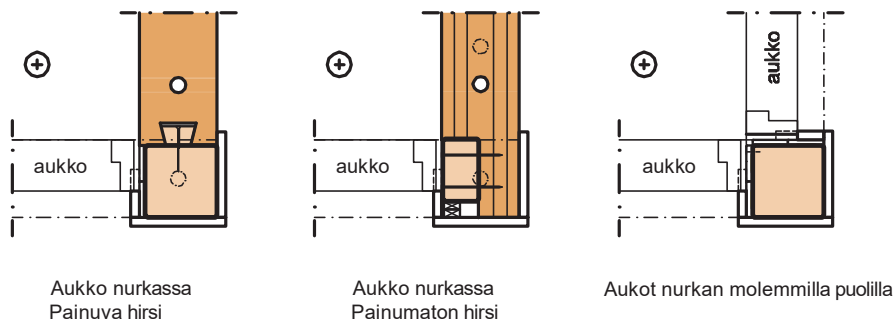


Kuva 34. Lohenpyrstöjatkos hirsiseinässä pohjapiirroksena esitettyinä.

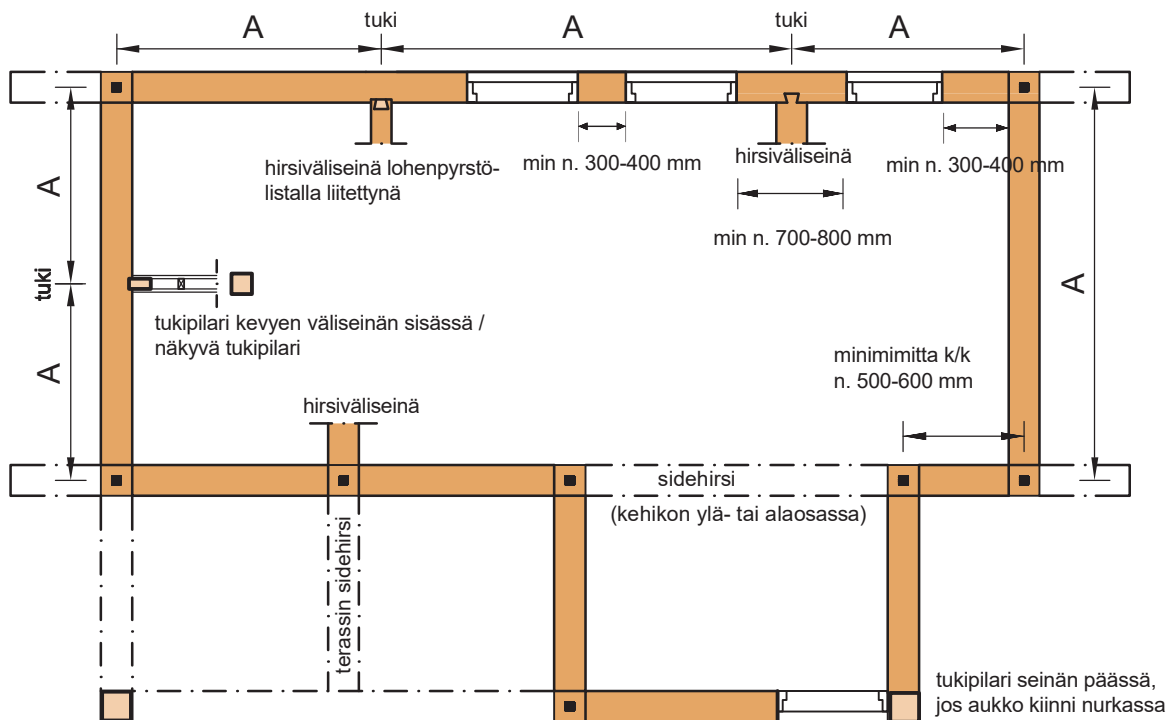
Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.



**Kuva 35.** Pudasjärven hirsikampuksen liikuntasalissa kaksi kerrosta korkeiden kantavien hirsiseinien jäykisteenä on risteävien seinien lisäksi liimapuiset tukipilarit noin 4 metrin välein. Pystykuormien lisäksi myös tuulikuormat aiheuttavat tarvetta jäykistykselle.



**Kuva 36.** Periaatteellisia ratkaisuvaihtoehtoja nurkkaan asti ulottuvasta aukosta. Pohjapiirros.



**Kuva 37.** Hirsien ohjeellisia minimipituuksia erilaisissa tapauksissa. Tarkat mitat ovat tapaus- ja valmistajakohtaisia. Kuvassa on esitetty myös erilaiset hirsiseinän tukivaihtoehdot, joiden välinen maksimimitta A voi olla jopa 9 metriä. Sidehirsiiä voidaan tarvita kehikon pystytyksen helpottamiseksi ja/tai rakenteellisista syistä esimerkiksi tukupilarien kohdalla silloin, kun hirsiseinä on tavallista korkeampi.

Hirsiseinä aloitetaan perustuksen päältä pääsääntöisesti joko kokonaisella hirrellä tai puolikkaalla hirrellä. Risti- sekä tiettyjä tasanurkkaratkaisuja, esim. lohenpyrstönurkkia käytettäessä hirsikerroissa on puolikkaan hirren ero ristikkäisillä seinillä, jolloin rungon lyhyempi seinä aloitetaan yleensä puolikkaalla hirrellä. Jiirinurkkaa käytettäessä hirsikerrat ovat tavallisesti samassa tasossa, jolloin runko aloitetaan lähtökohtaisesti kokonaisella hirrellä kauttaaltaan.

Hirsirakentamisessa on luontevaa mitoittaa rungon korkeus ja aukotus yhden hirren kerrannaismittaan, mikä kannattaa huomioida myös vaihtelevan korkuisten runkojen ala- ja yläreunoissa. Hirsirungon alimman ja ylimmän hirsikerran osalta yleisimmin käytetään valmiita kokonaisia tai puolikkaita hirsii hukan minimoimiseksi, mutta hirsii on mahdollista sahata halutun korkuiseksi tarvittaessa. Hukan minimoimisen ohella rungon korkeuden ja aukotuksen sovittaminen täysien hirsien korkeuteen tuottaa usein myös visuaalisesti miellyttävän lopputuloksen.

Mikäli aukkoja ei soviteta nousun mukaan, on hirteen mahdollista työstää tarvittava syvennys aukkoa varten. Mikäli hirrestä poistettava osuus on suuri, hirteen tehdään tehtaalla ainoastaan vaakasahaus haluttuun kohtaan. Ylimääräinen osa hirrestä sahataan työmaalla päistään irti yleensä vasta kun hirsirunko on kasattu, jotta hirsii pysyy ehjänä kuljetuksen ja kasauksen ajan. Ks. myös luku 6 työmaan ja suunnittelun kommunikaation tärkeydestä työmaatyöstöjen yhteydessä.

Aukon leveyden kasvaessa, tyyppillisesti noin 2,4 metriä leveämmäksi, tulee aukon yläpuolisen hirsirungon kantavuuteen kiinnittää huomiota tapauskohtaisesti liiallisen taipuman välttämiseksi. Pileri voi olla tarpeen. Isojen aukkojen kohdalla myös aukkojen pielen kantavuuteen on kiinnitettävä huomiota. Ei-kantavan hirsiseinän aukotus on kantavaa hirsiseinää vapaampaa. Ikkunoiden ja ovien asennusvarat ovat tyyppillisesti noin 15 mm sivuille, 20 mm alas ja 25 mm ylös. Aukon yläreunan hieman tavallista suuremmalla asennusvaralla varaudutaan hirsirungon pieneen taipumaan. Painuvan hirsirungon kohdalla yläreunan asennusvaraa kasvatetaan painumavaran verran.

### 5.3 Lujuustekninen mitoitus

Tarkat rakenteet määritetään kohdekohtaisessa rakennesuunnittelussa tai rakenteiden tarkastelussa. Puurakenteiden mitoituksessa noudatetaan Eurokoodia, ja tämä pätee myös hirsirakenteisiin. RIL-julkaisuissa on myös hirsirakenteiden mitoitukseseen sovellettavia puurakenteita koskevia ohjeita. Lisäksi suurimmilla hirsivalmistajilla on esimerkiksi eurooppalaisen teknisen arvioinnin (ETA) perusteella myönnettyjä omia tuotteitaan koskevia lausuntoja tai sertifikaatteja, joilla hirsiseinä voidaan mitoittaa.

Tarkasteltavia näkökulmia ovat tyyppillisesti

- hirsiseinän nurjahduskestävyys
- jäykistävän hirsiseinän kestävyys
- aukon ylittävän hirsipalkin kestävyys
- hirsiseinän tai -palkin tukipainekestävyys.

Hirsiseinien kantokykyä suhteessa pystykuormiin rajoittaa usein seinän nurjahduskestävyys. Myös tukipainekestävyys voi muodostua mitoittavaksi, erityisesti kun tarkastellaan pystykuormia leviden aukkojen viereisillä lyhyillä seinän osuuksilla. Näiden näkökulmien huomioiminen siten, että kantavuus säilyy myös palotilanteessa, on tärkeää. Hirsirungon rakenteellisia periaatteita käsitellään yleisellä tasolla tämän ohjeen luvuissa 4 ja 5.2.

Yksipuolisilla kulmikkailla hirsillä lujuusluokkana voidaan yleensä käyttää luokkaa C22, lamellihirsillä luokkaa C24 ja pyöröhirsillä luokkaa C30 (*Tutkimusselostus VTT-S-08929-11*). Rakennesuunnittelussa on myös huomioitava erot vaatimuksissa seinä- ja palkkihirsien välillä, muun muassa sormijatkosten osalta.

### 5.4 Palotekninen toiminta

Suunnittelijan on tarpeen tuntea voimassa olevat rakennusten paloturvallisuutta koskevat määräykset ja asetukset. Vaativampien kohteiden suunnittelussa on tavallisesti mukana palokonsultti.

Rakennuksen paloturvallisuuden osoittamisen perustana on Suomessa rakennusten jako neljään paloluokkaan P0, P1, P2 ja P3. Hirsirakennuksia voidaan toteuttaa kaikissa paloluokissa:

- Paloluokissa P1...P3 suunnittelu perustuu ns. taulukkomitoitukseen, eli suunnittelussa noudatetaan palomääräysten paloluokkakohtaisia lukuarvoja.
- P0-paloluokassa suunnittelu perustuu oletettuun palonkehitykseen, jolloin puhutaan toiminnallisesta palomitoituksesta. P0-paloluokkaa käytetään lähtökohtaisesti silloin, kun puurakennuksen suunnittelu ei ole mahdollista paloluokissa P1...P3 esimerkiksi korkeuden takia. Myös rakenneratkaisuiden optimointi kustannusnäkökulmasta voi olla toiminnallisen palomitoituksen hyödyntämisen syy.



**Kuva 38.** Hirsipalkki. Hirsipalkeissa hirret liitetään toisiinsa usein vaarnauksen lisäksi kierretangoin.

Esimerkiksi Puuinfo Oy tarjoaa käytännönläheisiä neuvoja ja ohjeita paloturvallisen puurakennuksen suunnitteluun. Ohjeissa havainnollistetaan puun käyttöön liittyviä säädöksiä rakennusten paloturvallisuutta koskevissa laeissa ja asetuksissa.

Kun P1...P2-paloluokan hirsirakennus on varustettu automaattisella palonsammutusjärjestelmällä eli sprinklerijärjestelmällä, puhtaan tai ei-palonsuojakäsitellyn hirsipinnan käyttö on vapaampaa.

Vaikka puu on palava materiaali, voidaan siitä toteuttaa paloturvallisia rakennuksia, koska sen palotekninen käyttäytyminen tunnetaan hyvin. Puun palaessa sen pintaan muodostuu hiilikerros, joka hidastaa puun sisäosien lämpenemistä ja samalla puun palamista. Suojaamattomien hirsirakenteiden mitoitusta on selkeää hiiltymän ja jäljelle jäävän tehollisen massiivipuurakenteen tavoin. Puhtaan hirsipinnan pintaluokka on puulle tyypillinen D-s2, d0. Työmaalla tehtävällä palonsuojakäsittelyllä pintaluokka saadaan tasolle B-s1, d0.

Rakennusosien kantavuutta ja osastoivuutta tarkastellaan REI-luokkavaatimusten kautta. Pientaloja suuremmissa puurakennuksissa puurakenteita on usein osittain suojattava syttymiseltä tai kantavuuden ja osastoivuuden säilyttämiseksi palotilanteessa verhoamalla puurakenteita palamattomilla rakennustarvikkeilla. Tyypillinen paloluokka tällaisissa puurakennuksissa on P2, ja ne on useissa tapauksissa varustettava automaattisella sammutusjärjestelmällä.

Hirsirakenteita on mahdollista jättää näkyviin P2-paloluokassa. Suojaverhoamatoman hirsipinnan määrää on mahdollista kasvattaa rakenteiden kantavuutta ja osastoivuutta parantamalla. Suojaverhousta ei vaadita maksimissaan 2-kerroksisessa rakennuksessa massiivipuuseinien osalta. Yli 2-kerroksisissa rakennuksissa suojaverhoamatonta puupintaa saa olla enintään 80 % palo-osastoa rajaavista pinnoista, mikäli rakennusosat ovat luokkaa R90 ja EI90. Rakennusosien ollessa luokkaa R120 ja EI120, ei näkyvälle puupinnalle ole rajoituksia. Näihin arvoihin on mahdollista päästä käyttämällä tavanomaisia hirsirakenteen vahvuuksia ja siten jättää puupintoja paljon näkyviin rakennuksessa. On kuitenkin huomioitava, että näkyvän puun osuuden kasvattaminen kasvattaa REI-luokkavaatimuksia myös palo-osaston muiden rakennusosien kuin hirsirakenteiden osalta.

*Taulukossa 3* on esitetty erilaisten hirsien palonkeston arvoja kantavuuden ja osastoivuuden suhteen. Arvot perustuvat erään hirsivalmistajan teettämiin tuotekoh-taisiin polttokokeisiin. Eri valmistajien hirsillä voi olla hieman toisistaan poikkeavia arvoja. Suunnittelijan on tarkistettava valmistajakohtaiset arvot.

**Taulukko 3.** Kulmikkaiden lamelli-hirsien ohjeellisia palonkeston arvoja. Arvot on tarkistettava valmistajakohtaisesti. Lamelli-hirsien polttokokeissa ei ole havaittu delaminoitumista.

Rakenne	R	E	I
KH95	30	30	30
KH135	60	60	60
KH180	90	90	90
KH205	120	120	90*
KH240	120	120	90*
KH275	120	120	90*
Ø150	30	30	30
Ø170	60	60	60
Ø190	90	90	90
Ø210	90	90	90
Ø230	90	90	90

\*) Polttokokeissa saavutettu arvo KH205 hirrellä I=116.

Kokonaisuuden kannalta vähäisiä poikkeamia taulukkomitoituksen luokista ja luku-arvoista voidaan perustella toiminnallisella palomitoituksella ja silti säilyttää rakennuksen paloluokka taulukkomitoituksen mukaisena. Esimerkiksi Lukio ja kulttuuritalo Monio (*kuvat 1, 19 ja 20*) on P2-paloluokan automaattisella sammutusjärjestelmällä varustettu puurakennus, jossa on kolme poikkeamaa suhteessa taulukkomitoituksen arvoihin: Aulatilat ja suuri sali muodostavat yhden palo-osaston, jonka koko on suurempi kuin taulukkomitoituksen mukainen enimmäiskoko, maantasokerrosta ei ole palonsuojakäsitelty massiivirakenteeseen vedoten ja rakennus on hieman korkeampi kuin taulukkomitoituksen enimmäiskorkeus. Merkille pantavaa on, että Moniossa ei ole verhottu yhtään hirsipintaa paloteknisistä syistä.

REI-luokkavaatimukset:  
"R" merkitsee kantavuutta ja  
"EI" osastoivuutta, jossa "E" merkitsee  
tiivyyttä, "I" eristävyttä.

Palomääräykset asettavat rakennusosien ominaisuuksien säilyvyydelle ajalliset vaatimukset, jotka ilmaistaan minuutteina kirjaimen tai kirjainyhdistelmän perässä, esimerkiksi R90 tai EI60.

## 5.5 Ääneneristävyys

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

Rakennuksen tiloja rajaavien rakenteiden ääneneristävyys on oltava tarkoituksenmukaista suhteessa tilojen käyttöön. Ääntä, jota vastaan rakenteilla suojaudutaan, voi syntyä rakennuksen

- ulkopuolella
- sisäpuolella.

Vaativammissa hirsirakenteisissa kohteissa käytetään akustiikkasuunnittelijaa, jotta voidaan tarkastella rakennusta kokonaisuutena ja huomioida kaikki äänilähteet sekä rakennusosakohtaisten ääneneristävyysien lisäksi myös muut äänien etenemisreitit, kuten sivutiesiirtymät. Runkoäänenä etenevät matalat taajuudet ja askelääneneristys ovat puurakennusten akustisen suunnittelun kannalta haastavimpia. Ylä- tai alapuoliseen tilaan siirtyvä runkoääni, eli pystysuuntainen sivutiesiirtymä ei yleensä muodostu hirsirakenteessa ongelmaksi, sillä hirsien väliset vaakasaumat vaikeuttavat äänen etenemistä.

Rakennuksen sijaitessa liikenneväylien läheisyydessä on ulkoisen melun hallinta keskeistä. Asemakaavassa voidaan antaa ulkovaipalle äänitasoerovaatimuksia ( $\Delta LA$ ). Esimerkiksi 32 dB äänitasoerovaatimus saavutetaan tyypillisesti pelkällä 205 mm hirsirakenteella, kun käytetään tavallista paremmin ääntä eristäviä ovia ja ikkunoita. Tätä suuremmat äänitasoerovaatimukset vaativat lisäeristetyin hirsiseinän käyttöä. Kosteusteknisesti turvallinen vaihtoehto on lisätä eristettä hirsiseinän ulkopuolelle. *Taulukossa 4* on esitetty erilaisten hirsirakenteiden ulkoseinien ilmaääneneristyslukuja yleensä ( $R_w$ ), raide- ja lentomelua vastaan ( $R_w + C$ ) sekä tieliikennemelua vastaan ( $R_w + C_{tr}$ ).

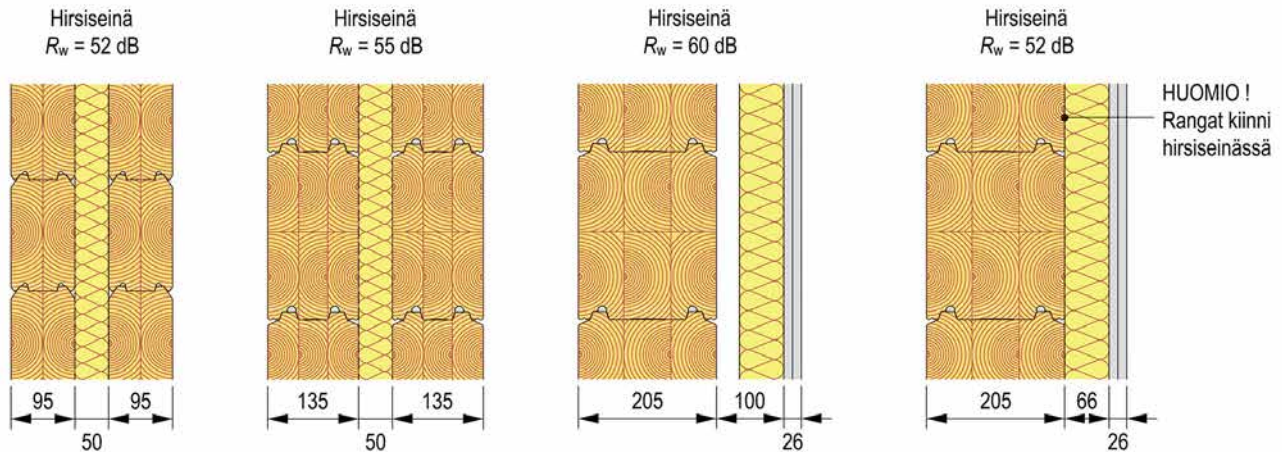
**Taulukko 4.** Hirsirakenteiden ulkoseinien ohjeellisia ilmaääneneristyslukuja.

Rakenne	$R_w$ (dB)	$R_w + C$ (dB)	$R_w + C_{tr}$ (dB)
KH95	35	34	32
KH135	38	37	34
KH180	40	39	37
KH205	40	39	38
KH240	42	41	39
KH275	42	41	40
Ø150	30	29	26
Ø170	31	29	26
Ø190	32	31	27
Ø210	33	32	29
Ø230	37	35	33
<b>Ulkopuolelta lisäeristetyt:</b>			
KH95*	44	41	35
KH135*	47	43	38
KH180*	50	46	40
KH205*	52	49	42
KH240*	53	50	43
KH275*	54	51	45
<b>Sisäpuolelta lisäeristetyt:</b>			
KH95**	50	45	38
KH135**	52	48	41
KH180**	54	50	44
KH205**	55	52	45
KH240**	56	53	46
KH275**	57	54	48

\*) Hirsi + ulkopuolinen lisäeristys: 45 mm villa + kipsilevy 9 mm tai puukuitulevy 12 mm

\*\*) Hirsi + sisäpuolinen lisäeristys: 45 mm villa + 2 x kipsilevy EK 13 mm.

Asuinhuoneistojen välinen ääneneristävyys on tyypillinen esimerkki sisäpuolella syntyvältä ääneltä suojautumiseksi. Hirsirakenteen koetaan usein luovan miellyttävää akustista ympäristöä. Tämä perustuu puun kohtalaisiin äänenvaimennusominaisuuksiin. Ilmastiiviin nykyaikaisen hirsirakenteen ääneneristävyys puolestaan perustuu sen massaan ja jäykkyyteen. Huomattavasti pienemmästä massasta ja jäykkyydestä johtuen puurakenteen ilmääneneristävyys verrattuna vastaavan paksuiseen betonirakenteeseen on selvästi alhaisempi. Tämän takia huoneistojen väliset hirsiseinät on toteutettava kaksinkertaisena rakenteena, jotta saavutetaan vaadittu äänitasoeroluuku 55 dB. Kuvassa 39 on esitetty erilaisia hirsirakenteisia väliseinäratkaisuita ja niiden ilmääneneristyslukuja ( $R_w$ ). Huoneistojen välisissä seinissä käytetään myös yleisesti kaksoisrankarunkoisia tai kivirakenteisia seinä.



Kuva 39. Hirsirakenteisia väliseiniä (esim. asuntojen, potilashuoneiden, luokkahuoneiden väliset seinät) ja niiden ilmääneneristyslukuja.

## 5.6 Kosteustekninen toiminta

Kosteusteknisen toiminnan kannalta hirsiseinä on hyvin varmatoiminen. Tavanomaisen kerroksellisen seinärakenteen kosteusteknisen toiminnan edellytyksenä on ehjä höyrynsulkumuovi, joka rikkoutuessaan tai puutteellisen toteutuksen vuoksi voi aiheuttaa kosteuden tiivistymistä seinärakenteen sisään luoden kasvuolosuhteet mikrobeille. Hirsiseinän kosteustekninen toiminta perustuu

- höyrynsuluttomaan massiivirakenteeseen
- kosteutta sitovaan ja luovuttavaan eli hygroskooppiseen puumateriaaliin, jolloin kosteutta ei voi tiivistyä seinärakenteen sisään. Hirsiseinän liimasauamat ovat vesihöyryä läpäiseviä, eivätkä siten estä hirsiseinän hygroskooppista toimintaa (ks. tarkemmin luku 3.4 Käytettävät liimat).

Hirsirakenne asettuu ajan myötä tasapainokosteuteen ympäristönsä kanssa. Ympäri vuotisessa käytössä olevan rakennuksen hirsiseinän keskellä tasapainokosteus on käytännössä vakio, noin 12...14 %. Hirsiseinän kosteuspitoisuus vaihtelee pinnasta noin viiden senttimetrin syvyyteen sekä ulko- että sisäpinnassa. Ulkopuolen kosteusmaksimi saavutetaan alkuvuoden ensimmäisinä kuukausina, jolloin sisäpinnan kosteus on minimissään. Vastaavasti keskikesällä tilanne on päinvastainen. Sisäpuolella pintapuun tasapainokosteus vaihtelee noin 6 %:n ja 12 %:n välillä samalla kun sisäilman suhteellinen kosteus vaihtelee tyypillisesti talven noin 20 %:n ja kesän noin 65 %:n välillä.

Hygroskooppisuutensa ansiosta hirsiseinä tasapainottaa lyhyellä aikavälillä tapahtuvaa sisäilmankosteuden vaihtelua. Mahdolliset halkeamat lisäävät hygroskooppisen puuaineen ja huoneilman kosketuspinta-alaa, joka sitoo ja luovuttaa kosteutta. Tasapainokosteuden vaihtelu näkyy lähinnä hirren pinnassa mahdollisesti olevissa halkeamissa. Kun pintapuun on kosteimmillaan, ovat halkeamat noin kolmanneksen siit, mitä ne ovat, kun puu on kuivimmillaan. Hirren pintakäsittely on tärkeää toteuttaa heikentämättä liikaa hygroskooppisia ominaisuuksia (tarkemmin luku 5.7 Hirsiseinän rakenteellinen suojaus ja pintakäsittely).

Hirsirunkoon käytettävän hirren keskimääräinen kosteuspitoisuus toimituksen hetkellä on maksimissaan yksipuisilla pyöröhirillä 26 %, yksipuisilla kulmikkailla hirsillä 24 % ja lamelli-hirsillä 18 % kuivapainosta (SFS 5973:2022). Esimerkiksi toimituskosteudeltaan 20 % hirsiseinän tasapainokosteus saavutetaan viiden vuoden kuluessa. Kuivuminen on nopeinta kahden ensimmäisen vuoden aikana.

Puu asettuu tasapainokosteuteen ympäristönsä kanssa. Lämmitetyssä, ympärivuotiseen käyttöön tarkoitettussa rakennuksessa tasapainokosteus on hirsikuloseinän keskellä lähes vakio. Kosteuspitoisuus vaihtelee sekä sisä- että ulkopinnasta noin viiden senttimetrin syvyyteen riippuen ilmankosteudesta eri vuodenaikoina. (Rakennusfysiikka: I, Rakennusfysiikan suunnittelu ja tutkimukset, 2014; Hirsirakenteiden kestävyys, 1989.)

Tekstissä esitetyt kosteusprosentit perustuvat paitsi mainittuihin lähteisiin myös hirsivalmistajien omiin mittauksiin ja kokemuksiin toimittamissaan rakennuksissa.

Ohjekortin otteet standardista on julkaistu SFS Suomen Standardit ry:n luvalla.

## 5.7 Hirsiseinän rakenteellinen suojaus ja pintakäsittely

Hirsirakenteet ovat erittäin pitkäikäisiä, kun ne suunnitellaan ja toteutetaan oikein. Pitkäikäisyyden kannalta hirsiseiniä on hyvä suojata, jotta puuaineksen visuaaliset ja rakenteelliset ominaisuudet säilyvät.

Lähtökohtaisesti julkisivun kosteusrasitus tulee pitää mahdollisimman pienenä. Mikäli puu on pitkään kosteana, hirsiseinän ulkopinnan ominaisuuksia voivat alkaa muuttaa erilaiset lahottaja- ja homesienet. Lisäksi auringon ultraviolettisäteily aiheuttaa materiaalien eroosiota.

Hirsiseinän sisäpintojen osalta UV-säteily kellastuttaa puupintaa, vaikka se muuten säilyisi hyvänä. Uuden puun vaaleus on säilytettävissä UV-suojaavilla pintakäsittelyillä. Tyypillisesti sisäpinnoilla käytetään erilaisia puuvahoja, sillä ne vaikuttavat puun hygroskooppisiin ominaisuuksiin mahdollisimman vähän.

### Rakenteellinen suojaus

Teollisten hirsien saumarakenne on suunniteltu lähtökohtaisesti sellaiseksi, ettei seinää pitkin valuva vesi keräydy saumaan, vaan putoaa alaspäin hirren profiiliin muodostaman tippanokan kautta. Myös hirsirakenne tulee suunnitella siten, että ilma pääsee kiertämään ja kuivaamaan julkisivua mahdollisimman tehokkaasti.

Suunnittelussa huomioitavia asioita:

- Riittävän pitkät räystäät suojaavat tehokkaasti seinärakenteita sateelta, sekä vähentävät tuulen kuljettaman kosteuden kertymistä seinän yläosiin. Kaikki terassit ja parvekkeet, joissa on hirs- tai puurakenteita, tulisi tehdä katettuina.
- Julkisivu tulee suojata maasta kapillaarisesti nousevalta kosteudelta ja roiskevedeltä. Maanpinnan yläpuolelle ulottuvan sokkelin osan on oltava riittävän korkea (suositus vähintään 400 mm), etteivät roiskevedet pääse kastelemaan alimmaisista hirsistä. Alimman hirsikerran ja sokkelin väliin on ehdottomasti asennettava kapillaarisen kosteuden kulun katkaiseva sokkelikaista, esim. bitumikermi.
- Erityisen ankarissa sääolosuhteissa, kuten tuulisella rannikolla tai saaristossa, hirsiseinät voidaan suojata esim. lautaverhouksella. Sateelle alttiiden hirsiseinien päiden suojaus tulee huomioida.

### Käsittelemätön tai harmaannutettu hirsiseinä

Jos rakenteellinen suojaus on toteutettu hyvin, puu ei välttämättä tarvitse suojamaalauksia. Pohjoismaisessa ilmastossa käsittelemättömän hirsijulkisivun eroosio on noin 3...5 mm sadassa vuodessa. Auringon valo alkaa ensin kellastaa käsittelemätöntä puuta, minkä jälkeen puu alkaa hiljalleen harmaantua rakenteille vaarattoman sinistäjäsienen vaikutuksesta. Ympäristön olosuhteet vaikuttavat käsittelemättömän puupinnan harmaantumisprosessiin, jonka lopputuloksena on elävä ja luonnonmukainen hirsijulkisivu. Jos harmaantumista halutaan nopeuttaa, voidaan julkisivu käsitellä rautasulfaatti- eli rautavihtrillikäsittelyllä.

### Kemiallinen suojaus ja pinnoitus

Hirsipintojen käsittelyaineilla voi olla seuraavia tehtäviä:

- suojata kemiallisesti puuta sienikasvustoilta (tehdä niiden elinolosuhteet kelpottomiksi)
- täyttää pintapuun solukkoa ja näin estää kosteuden imeytyminen puuhun
- suojata puun pintaa ultraviolettisäteilyltä
- muodostaa puuhun vettä hylkivän pinnan
- vaikuttaa hirsirakennuksen ulkoasun ilmeeseen
- palonsuojaus, jossa on huomioitava uusintakäsittelyt (luku 5.4).

Hirsiseinän ulkopintojen pintakäsittelyaineet voidaan jakaa

- peittäviin
- kuultaviin.

Peittosuojat muodostavat kuivuaan alustaan tarttuvan peittävän kalvon. Kuullotteet ovat läpikuultavia, sävytettyjä tai sävytettäviä, ja ne voivat olla lähes kalvoa muodostamattomia tai lakkamaisen kalvopinnan muodostavia. Puunsuoja-aineet ovat EU:n biosidivalmisteasetuksen 528/2012 mukaisesti rekisteröityjä puun sinistymistä, homeutumista ja lahoamista ehkäiseviä maalaustuotteita. Hirsiseinissä yleisimmin käytetyt puunsuoja-aineet sisältävät pieniä määriä sienimyrkkyjä.

Hirsiseinän ulkopinnoille tarkoitettujen pohjusteiden

- suojaavat puuta kosteudelta
- estävät home- ja sinistäjäsienen kasvun.

Pohjusteet imeytyvät alustaan eivätkä muodosta ensikäsittelyn jälkeen yhtenäistä kalvoa. Pohjusteella käsitelty puupinta on pintakäsitteltävä. Peittävät pintakäsittelyt toimivat teknisesti kuultavia paremmin, koska ne suojaavat tehokkaammin puuta ultraviolettisäteilyltä. Aineiden tunkeutuma puuhun on muutamia millimetrejä.

Hirsijulkisivun suojausmenetelmät voidaan jakaa

- rakenteelliseen suojaukseen
- kemialliseen suojaukseen
- pinnoitukseen.

Kosteusrasituksen hallintaa on tärkeää tarkastella suunnittelussa kokonaisuutena, jossa kaikki kolme suojaustapaa ovat yhdessä tai erikseen käytettäviä keinoja.



Kuva 40. Rautasulfaattikäsittelyllä harmaannutettua hirsipintaa.

”Rautasulfaatti antaa puulle harmaan sävyn jo muutamassa päivässä. Käsittely soveltuu ainoastaan käsittelemättömille ulkopinnoille, sillä se toimii yhdessä auringonvalon kanssa. Rautasulfaattikäsittely ei muodosta ikääntyessään kuoriutuvaa kalvoa. Lisäksi käsittely ehkäisee sinistäjä- ja lahottajasienen kasvua. Rautasulfaattia lisätäänkin esimerkiksi keittomaaleihin parantamaan maalin puunsuojaominaisuuksia.

Käsittelyn lopputulos vaihtelee voimakkaasti riippuen esimerkiksi käsiteltävästä puutavarasta tai rakennuspaikan sääolosuhteista. Rautasulfaatin määrää voidaan testata ensin mallikappaleeseen, jolloin löydetään rakennukseen sopiva sävy. Käsittely voi syövyttää julkisivun sinkittyjä metalliosia, mikä aiheuttaa tummia valumajälkiä. Sokkelin betonipinta tulee suojata huolellisesti valumajälkien välttämiseksi.” (Arkkitehdin hirsipinas, 2018.)

Pohjustus ja pintakäsittely tulisi tehdä mahdollisimman pian hirsirungon valmistuksen ja muiden pintamateriaalien asennuksen 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 käsitelyaineet pysyvät puussa.

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

Hirsiseinän pinnoituksen on oltava hyvin vesihöyryä läpäisevä. Pintakäsittelyissä on noudatettava tarkasti pintakäsittelyaineiden valmistajien ohjeita. Myös uudelleenkäsittelyväli on hyvä huomioida pintakäsittelyn tapaa valittaessa.



**Kuva 41.** Pikku-Paavalin päiväkoti Pudasjärvellä on väriltään kuultavan punertava. Pitkät räystäät erityisesti sisäänkäyntien kohdalla tarjoavat myös rakenteellista suojausta.

## 6 TEOLLISEN HIRSIRAKENNUKSEN SUUNNITTELU- JA TOTEUTUSPROSESSI

Teollinen hirsirunko koostuu tehdasoloissa esivalmistetuista hirsistä, joita muokataan työmaalla vähän tai ei lainkaan. Korkean esivalmistusasteen takia jo rakennuslupa-vaiheessa rakennuksen suunnitelmien on oltava siinä pisteessä, että hirsirunkoon vaikuttavia, näkyviin jääviä muutoksia ei enää tule. Korkea esivalmistusaste tarkoittaa myös sitä, että hirret muodostavat usein valmista, näkyvää pintaa sekä ulos että sisälle, minkä vuoksi niitä on käsiteltävä huolella työmaalla.

### 6.1 Suunnittelu ja tuotanto

Hirsirakenteen ominaisuuksien ja ominaisten mittojen huomioiminen on hyvä lähtökohta hirsirakennuksen suunnittelulle. Hirsirakennuksen arkkitehdin laatimaa luonnossuunnitelmaa kehitetään valmistajakohtaiset vaatimukset sekä rakennesuunnittelu huomioiden. Hirsitoimittaja ja rakennesuunnittelija huomioivat myös hirsirungon pystytyksen vaatimukset muun muassa työturvallisuuden näkökulmasta.

Hirsirungon suunnittelu edellyttää hyvää vuorovaikutusta eri suunnittelualojen välillä. Sähkövetoja voidaan integroida hirsiseinien sisään. Näiden lisäksi erilaiset talotekniikan läpiviennit hirsirunkoon on oltava tarkasti tiedossa ennen kuin hirsirungon valmistus aloitetaan. Varsinkin suuremmissa kohteissa erikoissuunnitelmien yhteensopivuutta tarkastellaan tietomallin avulla.

Hirsivalmistajat laativat hirsirungosta 3d-mallin hyödyntäen esimerkiksi arkkitehdin tai rakennesuunnittelijan laatimia piirustuksia tai tietomallia. Hirsivalmistajan laatiman mallin perusteella hirsien valmistuslinjaston puuntyöstökoneet ohjelmoidaan tekemään hirsiiin tarvittavat työstöt. Jokainen hirsi työstöineen on yksilöity hirsirungon 3d-malliin perustuviin tuotantosuunnitelmiin. Teollinen hirsituotanto mahdollistaa hirsirungon osalta todella korkean viimeistelytason. Suunnittelijoiden ja hirsivalmistajan välinen kommunikaatio on kuitenkin ensiarvoisen tärkeää, jotta haluttu viimeistelytaso saavutetaan.

Osa hirsityöstöistä voidaan suunnitella työmaalla tehtäväksi. Näkyviin jääviin kohtiin voidaan jo tehtaalla tehdä esityöstöjä, jolloin hyvän viimeistelytason saavuttaminen työmaalla on helpompaa. Lisäksi haluttu viimeistelytaso on kommunikoitava hirsirungon pystytystyömaalle, jotta esimerkiksi näkyviin jäävät työmaatyöstöt osataan tehdä oikeilla työkaluilla ja riittävällä tarkkuudella.

Koska hirsien mitat ovat valmistaja-kohtaisia, on lopullisen hirsitoimittajan selvittyä varauduttava päivittämään suunnitelmat lopullisen hirren ja valmistajakohtaisien mittojen perusteella.



**Kuva 42.** Hirsien salvoslinja.

## 6.2 Hirsien kuljetus ja varastointi

Esivalmistetut hirret pakataan tehtaalla nippuihin ja kuljetetaan työmaalle. Hirsinippujen kuljetus ja varastointi työmaalla on suunniteltava huolella, jotta hirsien puupin-tojen laatu säilyy. Toimitukset on hyvä ajoittaa siten, että ne ovat sen hetkisen tarpeen mukaiset välttäen pitkäaikaista työmaavarastointia.

Hirsien kuljetuksessa ja varastoinnissa huomioitavaa:

- Hirsien kastuminen kuljetuksen aikana ja työmaalla varastoitaessa tulee estää. Puutavara voidaan useimmiten varastoida ulos, kunhan se suojataan auringolta, sateelta, liialta ja maakosteudelta. Suojauksien kunto tulee tarkistaa tavaraa vastaanotettaessa, ja tarvittaessa paketit tulee lisäksi suojata suojapeittein. Pakettien kuljetussuojaus ei ole tarkoitettu kestävään sään pitkäaikaisia rasituksia.

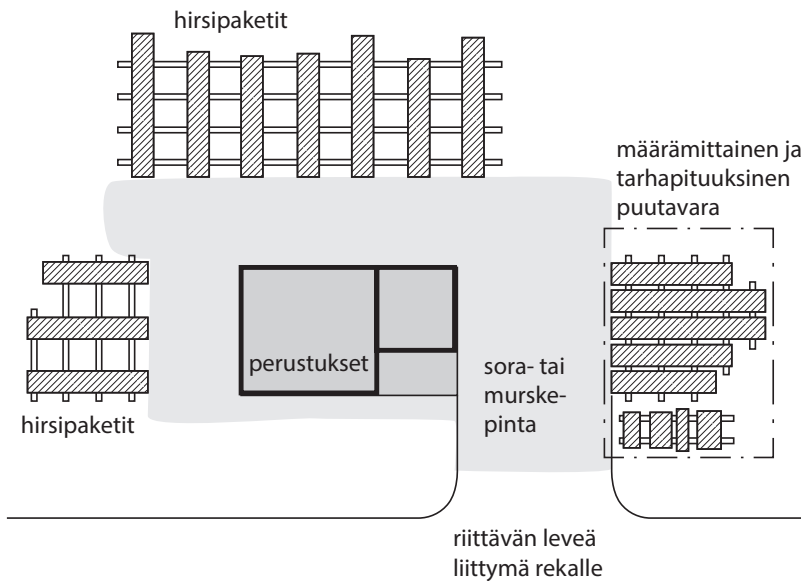
Läpinäkyvä muovi ei kelpaa peitteeksi, koska se ei suojaa puuta auringon UV-säteilyn vaikutukselta.

Puutavaraa ei tule paketoita ympäriinsä muoviin, vaan se on peitettävä niin il-mavasti, että paketin sisälle mahdollisesti päässyt kosteus pääsee tuulettumaan. Suositeltavaa olisi pitää paketit alapuolelta ja päistä riittävän avoimina, mutta kuitenkin riittävästi suojattuina.

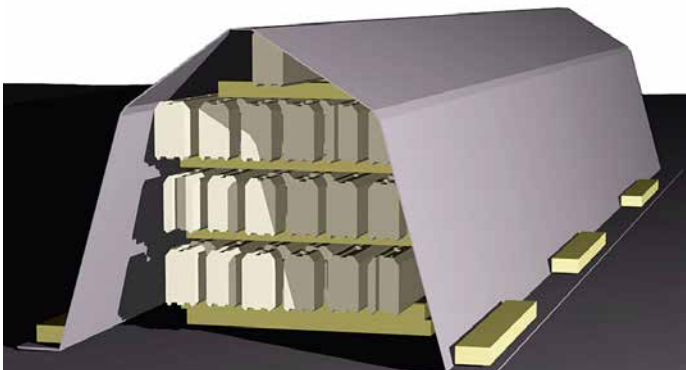
Puutavaran päälle tai alle ei saa päästä kerääntymään vesilammikoita. Siksi pa-kettien päällä oleva suojapeite tulee asentaa kallistetun rakenteen varaan ja varas-toalueen maapohjan olisi hyvä olla vettä hyvin läpäisevää.

Varastoitava puutavara on erotettava maasta vähintään 30 cm:n korkeudelle, et-tei maasta tai aluskasvillisuudesta aiheutuva kosteus siirry puutavaraan.

- Riittävän tukevuuden saavuttamiseksi ja varastoinnista aiheutuvien taipumien ja vääntymisten estämiseksi aluspuiden väli saa olla enintään 1,5 metriä.
- Työmaalla varastoitavien hirsinippujen väliin on syytä jättää riittävästi liikkumatilaa (n. 1,5 m).



Kuva 43. Esimerkki varastointisuunnitelmasta. Pohjakaavio tontilta.



Kuva 44. Hirret ilmavasti suojattuna.

### 6.3 Hirsirungon pystytys

Tämän kirjan on hankkinut "Iadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset tiedot voidaan selvittää.

Hirsitoimittaja antaa rungon pystytysohjeet. Jokainen hirsi on tehtaalla varustettu irrottavalla asennusmerkinnällä (kuva 45), jonka perusteella hirsi voidaan asentaa sille yksilöityyn kohtaan hirsirunkoa. Lähtökohtaisesti hirsirunko kootaan järjestyksessä alhaalta ylöspäin hirsi kerrallaan. Rungon pystyttäminen lohkoissa, esimerkiksi kattolohkojen mukaan on myös mahdollista, kunhan tämä on huomioitu suunnitteluvaiheessa. Kehitteillä on myös menetelmiä, jossa kokonaisia hirsiseinäelementtejä esivalmistetaan tehdasoloissa.

Ympäri- ja sisäpuolelta käytettävien rakennusten hirret nostetaan yksitellen paikalleen yleensä nosturin avulla. Vaaruaus tehdään jokaisen hirren kohdalla rakennesuunnitelmien ja pystytysohjeiden mukaisesti. Hirsiiin tehtävät työmaatyöstöt ovat yleensä sellaisia, jotka tehdään vasta, kun hirsirunko on kasattu.

Työturvallisuudesta huolehtiminen on erityisen tärkeää rakentamisen joka vaiheessa. Työmaan huolellisella ennakkosuunnittelulla ja -valmisteluilla voidaan tapaturmariskejä vähentää. Hirsirungon pystytyksessä tarvitaan telineitä, kun kehikko on noussut n. 1,5 metrin korkeuteen.

Kosteudenhallinta on hirsirungon pystytyksessä tärkeää. Vähäinen kosteus pääsee haihtumaan yksiaineisesta hirsirakenteesta aiheuttamatta rakenteelle tai sen ympäristölle ongelmia. Hirsirakennuksen pystyttäminen sateisella säällä ei ole kuitenkaan suositeltavaa. Erityisesti ristiinlaminoitu lamellihirsi on arka pystytysvaiheessa tulevalle kosteudelle. Mitä enemmän hirsi on päässyt kastumaan, sitä enemmän todennäköisesti esiintyy myös hirren halkeilua. Pystytyksen jälkeiseen tuuletukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Säänsuojan tarve hirsirungon pystytyksessä on tapauskohtaista. Suuremmissa kohteissa käytetään säänsuojaa, mikäli kosteudenhallintasuunnitelma sitä edellyttää. Säänsuojan kokoa voidaan suurissa kohteissa saada pienemmäksi hyödyntämällä lohkoissa rakentamista.

Ilman säänsuojaa rakennettaessa on suositeltavaa pystyttää runko yhtäjaksoisesti mahdollisimman nopeasti ja rakentaa vesikatto vähintään aluskatevaiheeseen saakka. Keskeneräiset rakenteet on voitava suojata haitalliselta kastumiselta vesisateen sattuessa. Myös talvella hirsirunko voidaan kasata ilman säänsuojaa erityisesti pohjoisessa, kun lämpötila on pitkään pakkasen puolella.



**Kuva 45.** Irrottavalla asennusmerkinnällä varustettuja hirsiiä tehtaalla.



**Kuva 46.** Hirsiiä nosturilla paikalleen nostettaessa käytetään erityistä nostotappia, jota varten hirsiiin on porattu nostoreikä.



**Kuva 47.** Hotelli kultakeron hirsirungon pystytystä talvella.

## KIRJALLISUUTTA

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

### Lait ja asetukset

EU:n biosidivalmisteiden asetus 528/2012.

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. Perustelumuistio 2017.

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. Suomen säädöskokoelma 1010/2017. [RT RakMK-21763. 2018.](#)

### Standardit

SFS 5973:2022. Rakennuksissa käytettävät massiivi- ja lamellihirret. Vaatimukset. 2022.

(Otteet standardista on julkaistu SFS Suomen Standardit ry:n luvalla. Standard excerpts are published with permission of the SFS Finnish Standards. Utdrag ur standarderna publiceras med tillstånd av SFS Finska Standarder rf.)

### Muu kirjallisuus

Arkkitehdin Hirsipias. Anna-Riikka Tiainen, Janne Pihlajaniemi, Matti Lakkala. Oulun yliopisto. 2017.

Contemporary Logs from Tectonic Perspective: Finnish Perceptions of the Log as an Architectural Material. Matti Lakkala. University of Oulu. 2023.

Hirren maailma. Eero Saarelainen. Rakentajan tietokirjat. 1993.

Hirsirakenteiden kestävyys. Raportti 37. Kari Ehoemi, Ralf Lindberg. Tampereen teknillinen korkeakoulu, Talonrakennustekniikka. 1989.

Hirsitalo. Eero Saarelainen, Arto Mörönen, Seija Varila. Tikkurila Paints. 1999.

Hirsitalo ennen ja nyt. Risto Vuolle-Apiala. Kustannusosakeyhtiö Moreeni. 2012.

Hirsityöt. Risto Vuolle-Apiala. Multikustannus. 2008.

"Moisture diffusion in wood-Experimental and numerical investigations." In World Conference on Timber Engineering. Bettina Franke, Steffen Franke, Marcus Schiere, Andreas Müller. 2016.

Puumateriaalien terveysvaikutukset sisäkäytössä – kirjallisuuskatsaus. Riina Muilu-Mäkelä, Maarit Haavisto, Jori Uusitalo. Metlan työraportteja 320. 2014.

Puurakennusten suunnittelu. Unto Siikanen. Rakennustieto. 2007.

Rakennusfysiikka: I, Rakennusfysiikallinen suunnittelu ja tutkimukset. Juhani Heljo, Juha Vinha. Suomen rakennusinsinöörien liitto. 2014.

Tuhatilmeiset kannakselaishuvilat: Terijoelta Pohjanmaalle siirretyt rakennukset. Elina Syväoja. Jyväskylän yliopisto. 2018.

Tutkimusselostus RTE3718/00. Neljän hirsiseinän koekuormitus. Tilajaat Honkarakenne Oyj, Kontiotuote Oy, Rantasalmi Oy ja Vuokatin huvilaveistämö Oy / Hirsitaloteollisuus ry. VTT Rakennustekniikka. 2000.

Tutkimusselostus VTT-S-08929-11. Hirsien lujuus. Tilaja Hirsitaloteollisuus ry. VTT Expert Services Oy. 2011.

### Verkkosivut

Hiilineutraali rakennus. [Green Building Council Finland ja Granlund.](#)

Hirsirakenteet. [Puuinfo Oy.](#)

Hirsiseinän tiiveys. [Vertia Oy.](#)

Johdatus vähähiiliseen rakentamiseen. [Aalto-yliopiston verkkokurssi.](#)

Kosteustekniset ominaisuudet. [Puuinfo Oy.](#)

Laminated Log Wall Structure (EPD RTS\_191\_22). [Hirsitaloteollisuus ry.](#)

Lausunto hirsiseinän vaihtoehtoisista tiivisteistä palonkestoluokitelluissa seinärakenteissa (EUF129-22002305-T1). [Eurofins Expert Services Oy.](#)

Paloturvallinen puutalo - Asuin- ja toimitilarakentaminen. [Puuinfo Oy.](#)

Prestazione igrotermica degli adesivi PURBOND® secondo la norma EN ISO 12572-1 (SIA 180.216) [PURBOND®-liimojen hygroterminen suorituskyky standardin EN ISO 12572-1 (SIA 180.216) mukaisesti]. [Purbond.](#)

Rakennusaine. [Tilastokeskus.](#)

Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. [Bionova Oy.](#)

Tutkimusselostus VTT-S-1274-06\_07-04-2006. Lausunto hirsiseinien palonkestävyydestä. [Hirsitaloteollisuus ry.](#)

Ääneneristys puutalossa. [Puuinfo Oy.](#)

## KUVALUETTELO

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

### Valokuvat

Kuvat 1, 19, 20. Lukio ja kulttuuritalo Monio, Tuusula 2023, AOR Arkkitehdit Oy. Kuva Kuvio Oy / Anders Portman.

Kuvat 2, 5, 16, 17, 18, 42. Kontiotuote Oy.

Kuva 3. Lonnan sauna, Helsinki 2017, Oopeaa Office For Peripheral Architecture Oy. Kuva Jussi Tiainen.

Kuva 7. Seurakuntakeskus Aatos, Ruovesi 2016, Himla Arkkitehdit Oy. Kuva Tuomas Uusheimo.

Kuva 14. Arkkitehti Seppo Mäntylä. Kuva Hans Koistinen.

Kuvat 15, 21, 35, 40. Hirsikampus, Pudasjärvi 2016, Lukkaroinen Arkkitehdit Oy. Kuva Raimo Ahonen.

Kuva 22. Rovakaira Oy:n pääkonttori, 2018–2019, Arkdesign / Arkkitehtuuritoimisto Juha Paldanius Oy. Kuva Honkarakenne Oyj.

Kuva 30. Karstulan koulu, 2021, Arkkitehtipalvelu Oy. Kuva Honkarakenne Oyj.

Kuva 31. Hirsitetris-paviljonki, Helsinki 2017, Oulun yliopiston arkkitehtuurin yksikön workshop-kurssi. Kuva Matti Lakkala.

Kuva 33. LumiAreena, Pudasjärvi 2019, Lukkaroinen Arkkitehdit Oy. Kuva Matti Lakkala.

Kuva 41. Pikku-Paavalin päiväkoti, Pudasjärvi 2013, Arkkitehdit M3 Oy. Kuva Jussi Tiainen.

Kuvat 45, 46. Matti Lakkala.

Kuva 47. Hotelli Kultakero, Arkkitehti Janne Kantee / Honkatalot. Kuva Hans Koistinen.

### Mallinnuskuvat ja piirroksot

Kuvat 4, 13, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 38, 43, 44. Matti Alasaarela, Inspis Oy.

Kuva 6. Matti Lakkalan muokkaama kuva Puuinfon / Tero Lahtelan lähtöaineiston perusteella.

Kuvat 8, 9, 10, 11, 32, 39. Puuinfo Oy / Tero Lahtela.

Kuva 12, 34, 36, 37. Kontiotuote Oy.

### Rakennekuvat (Liite 2)

Kuvat 48, 51, 52, 54, 55, 57, 59, 60, 61, 62. Lukio ja kulttuuritalo Monio, Tuusula 2023, AOR Arkkitehdit Oy.

Kuva 49. Kontiotuote Oy.

Kuva 50. Pellopuu Oy.

Kuva 53. Pikku-Paavalin päiväkoti, Pudasjärvi 2013, Arkkitehdit M3 Oy.

Kuva 56. Honkarakenne Oyj.

Kuva 58. Hirsikampus, Pudasjärvi 2016, Lukkaroinen Arkkitehdit Oy.

*Tämän ohjekortin on laatinut Rakennustietosäätiö RTS sr:n asettama toimikunta TK 458 Hirsirakennuksen suunnitteluperusteet arkkitehti TKT Matti Lakkalan käsikirjoituksen pohjalta:*

*Seppo Romppainen, puheenjohtaja*

*Antti Nikumaa*

*Hannes Tähtinen*

*Janne Kantee*

*Mikki Ristola*

*Mikko Löf*

*Tommi Ukkola*

*Eira Lampén, sihteeri, projektipäällikkö*

*Hirsitaloteollisuus ry*

*Pellopuu Oy*

*Sweco Finland Oy*

*Honkatalot*

*AOR Arkkitehdit*

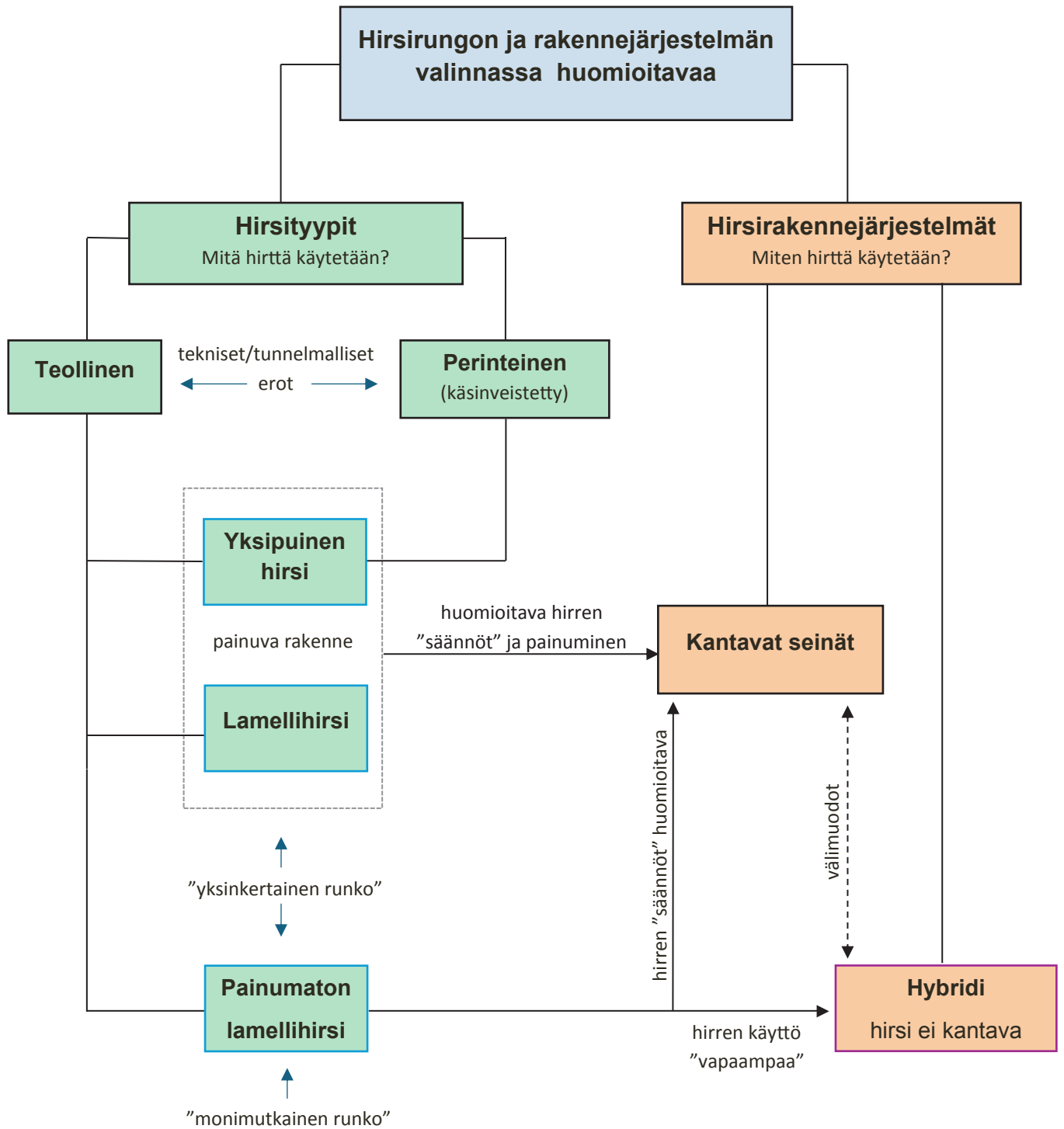
*Kontiotuote Oy*

*Rakennusliike Lapti Oy*

*Rakennustieto Oy*

**Liite 1 Kaavio hirsirungon ja rakennejärjestelmän valinnassa huomioitavista asioista**

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

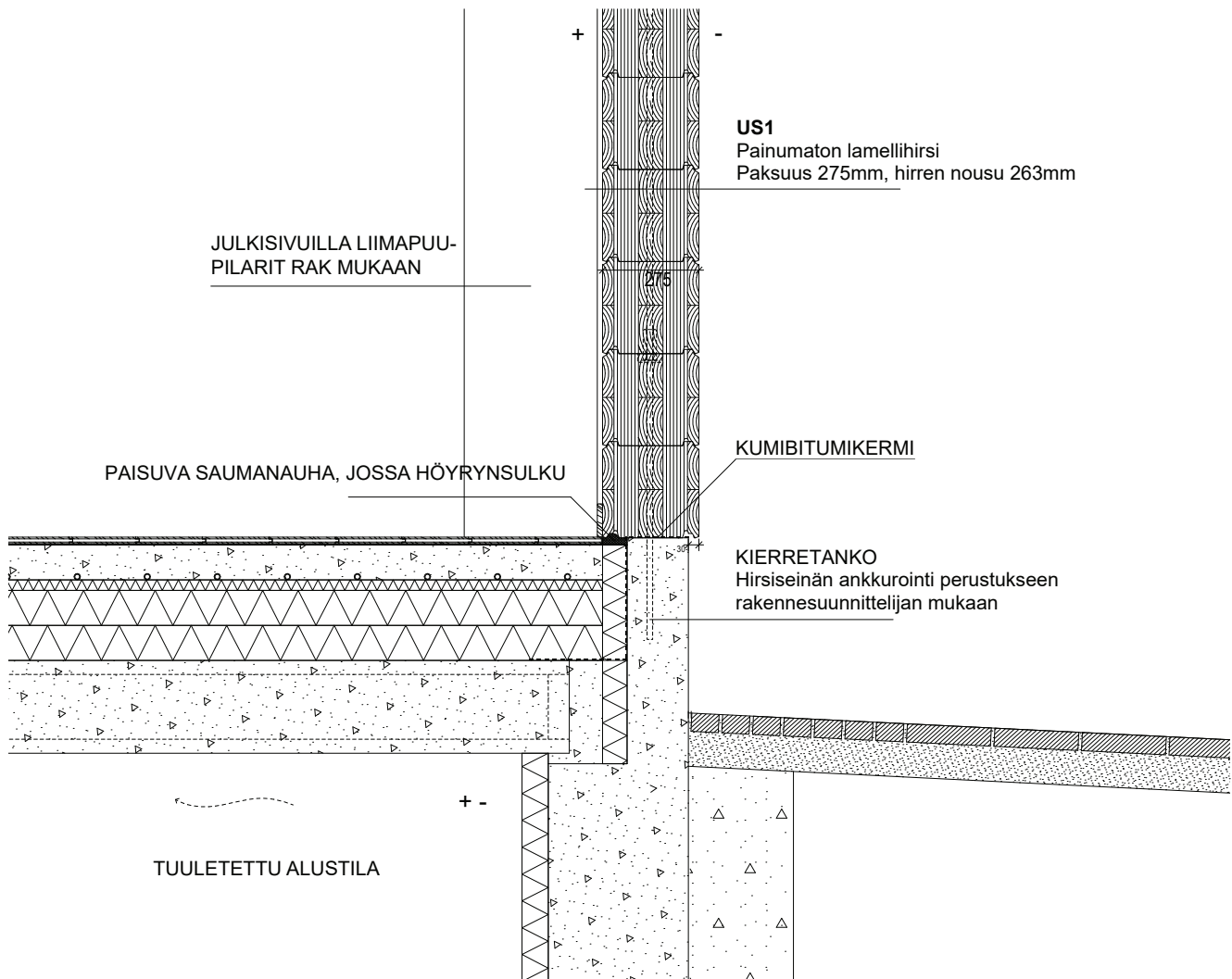


## Liite 2 Esimerkkejä hirsirungon ja muiden rakennusosien liittymistä

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

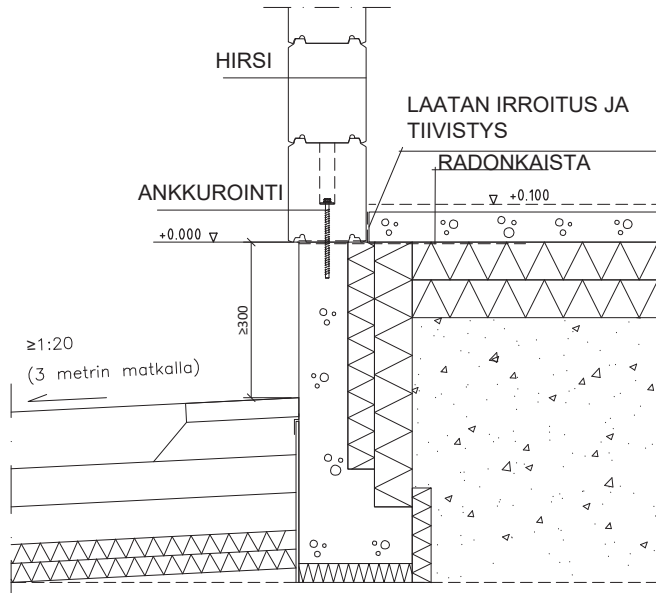
Rakennusosien liittymien suunnittelun tekee hirsirakentamisessa kohdekohtaisesti yhteistyössä arkkitehti, rakennesuunnittelija, tarvittaessa muut erikoissuunnittelijat ja hirsivalmistaja. Liitosten ulkonäön lisäksi huomioitavia teknisiä aihealueita ovat lujuus-, lämpö-, kosteus-, ääni-, palo-, työstö- ja työmaatekniikka sekä muodonmuutokset, kuten painuminen. Alla olevien toteutettujen kohteiden piirrosten avulla esitetään esimerkkejä erilaisista liittymistä ja suunnittelussa huomioitavista seikoista.

**HUOM! Piirrokset ovat yksinkertaistettuja periaatekuvia.  
Liitokset suunnitellaan aina kohdekohtaisesti.**

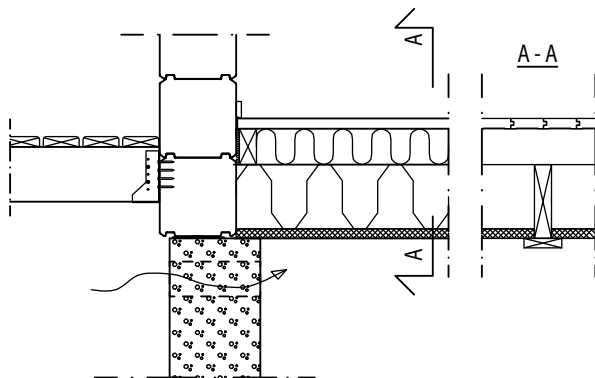


**Kuva 48.** Hirsiseinän ja alapohjan liitos Tuusulan Moniossa, pystyleikkaus 1:20. Valmis lattiapinta ja hirsiseinän alapinta ovat samassa tasossa. Tässä alapohja on tuulettuva, mutta myös maanvastaisella alapohjalla seinän ja alapohjan liitos voitaisiin tehdä vastaavasti. Hirsiseinän ulkopinta ylittää sokkelin ulkopinnan yleensä noin 20...30 mm, riippuen hirren leveydestä.

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

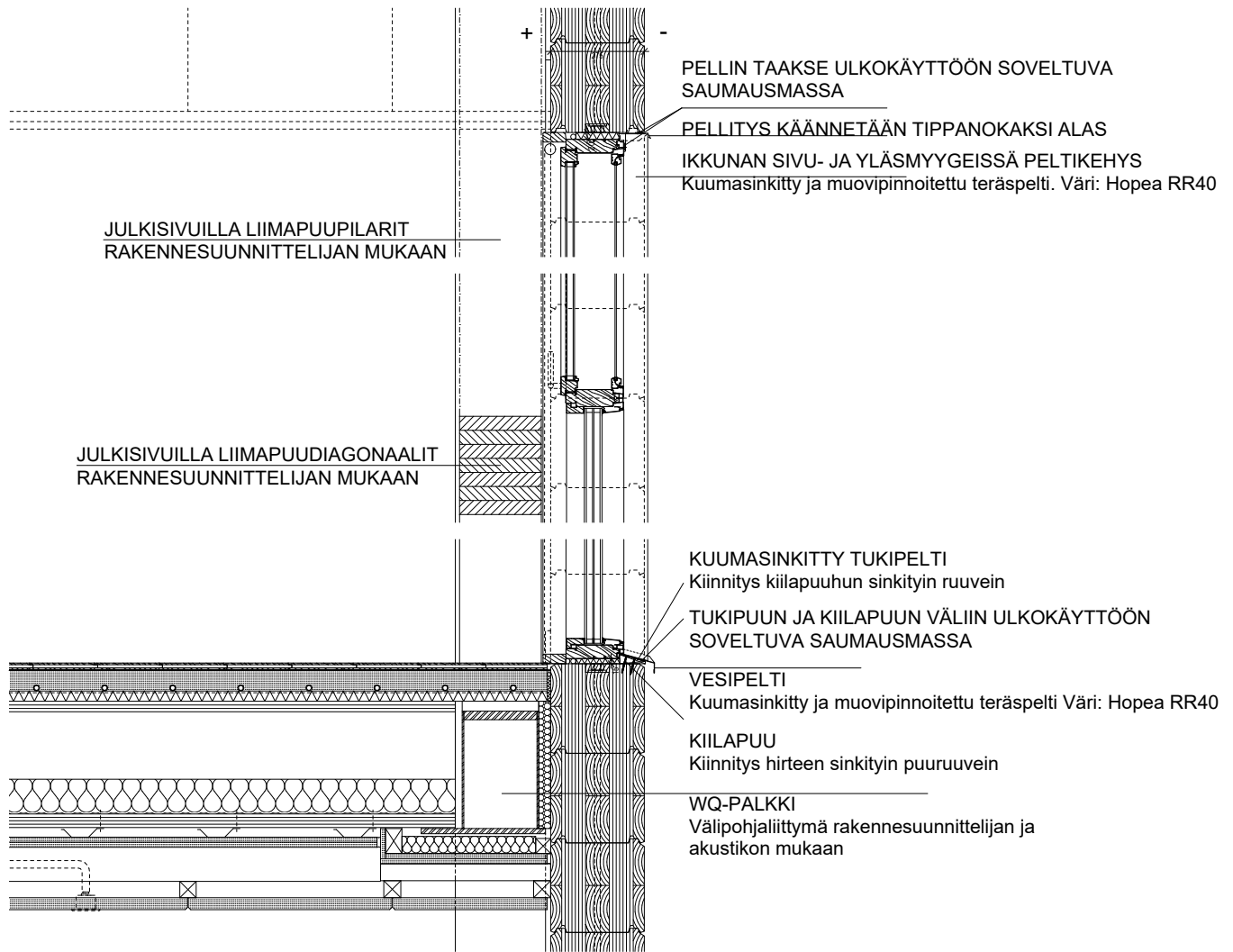


**Kuva 49.** Hirsulkoseinän ja alapohjan liitos erään hirsivalmistajan vakioratkaisussa, pystyleikkaus 1:20. Betonirakenteisessa alapohjassa pintavalu on tehty hirsiseinään tukeutuvaa tiivistyskaistaletta vasten, jolloin lattiapinta tulee noin 100 mm sokkelin yläpinnan yläpuolelle. Tämän ratkaisun etuna verrattuna kuvan 44 liitokseen on helpompi tiivistettävyyys. Lisäksi hirsirunko saadaan aloitettua yhtenäisellä hirrellä kauttaaltaan, myös lattiaan asti ulottuvien aukkojen kohdalla.



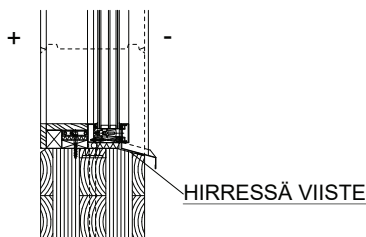
**Kuva 50.** Hirsiseinän ja puurakenteisen tuulettuvan alapohjan liitos vapaa-ajanasunnossa, pysty- ja vaakaleikkaus 1:20. Kuvan 44 alapohjaliitoksesta poiketen, hirsirunko ulottuu selvästi lattiapintaa alemmas.

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.



**Kuva 51.** Painumattoman hirsikuloseinän ikkunaliittymä sekä välipohjan liitos Tuusulan Moniossa, pystyleikkaus 1:20. Kun julkisivuaukotus tehdään hirren nousun mukaan, ikkunan vesipellin alle voidaan tarvita muotoon höylätty lista (kiilapuu). Monion ikkunaliitokset on toteutettu ilman vuorilautoja. Sivu- ja yläsmyygeinä on yksinkertainen peltikehys. Painumattomassa hirsirungossa ei tarvita erillistä painumavaraa.

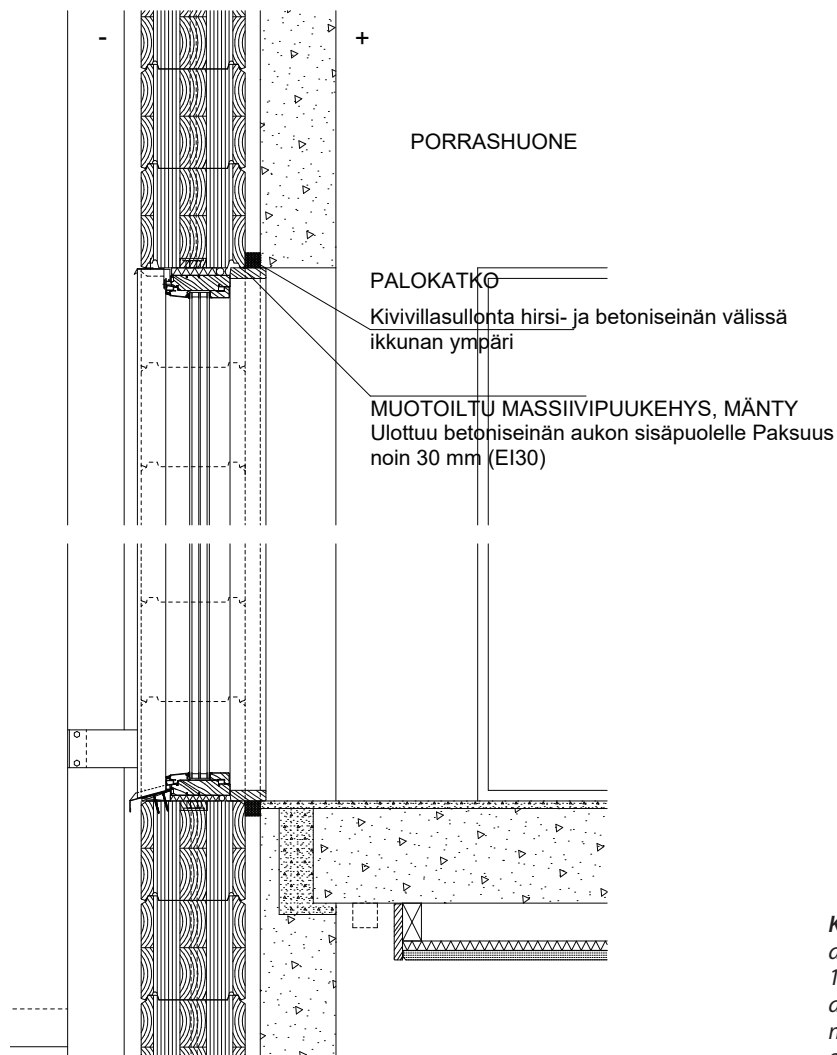
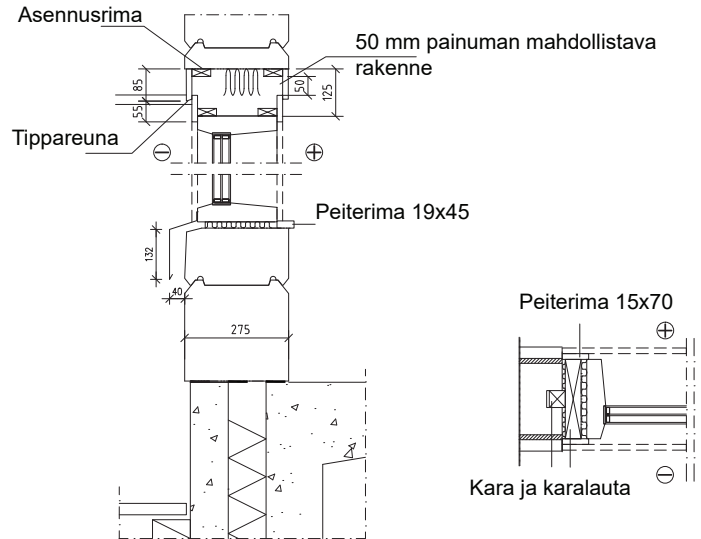
Moniossa liimapuupilarilt kannattavat teräspalkkeja, joihin puurakenteiset välipohjat tukeutuvat. Hirsi-, teräs- ja liimapuurakenteet ovat varsin mittatarkkoja, joten suuria toleransseja ei tarvita. Moniossa hirsirungon ja liimapuupilarin välinen asennusvara on 15 mm.



**Kuva 52.** Järjestelmäläisiseinän liitos hirsikuloseinään Tuusulan Moniossa, pystyleikkausote 1:20. Ikkunoiden vesipeltejä varten voidaan tehdä tarvittaessa viiste hirsirunkoon. (Vrt. kuva 51, jossa vesipellin kallistus on tehty erillisellä kiilapuulla.)

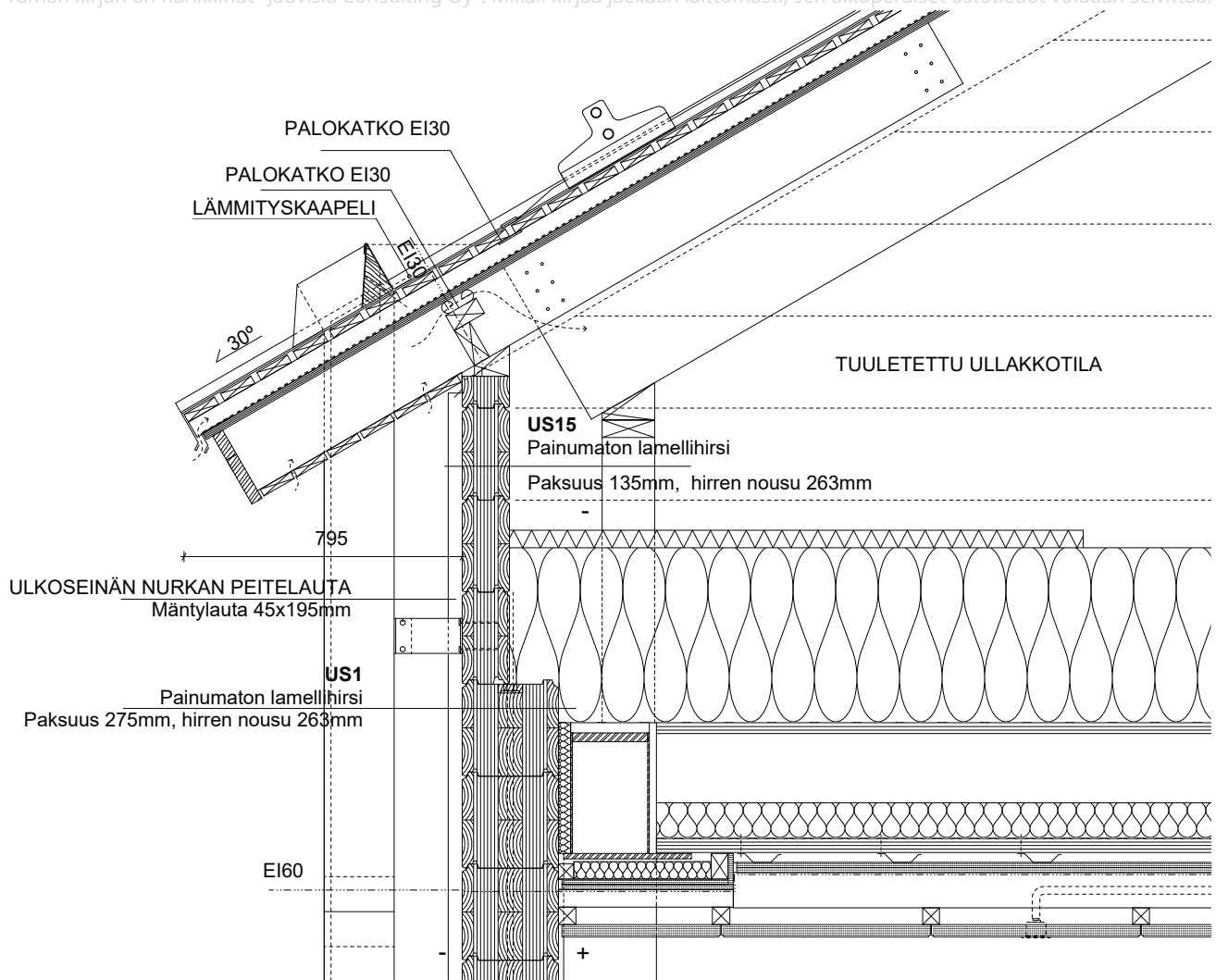
Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

**Kuva 53.** Ikkunaliittymä Pikku-Paavalin päiväkodin painuvassa hirsikuloseinässä, pysty- ja vaakaleikkaus 1:20. Liittymä on toteutettu pelkästään asennus- ja painumavaran peittävin listoin, ilman erillisiä smyygi- tai ulkovuorilautoja. Hirsityöstöjen tarkkuudessa on huomioitava näkyviin jäävät työstöpinnat. Ikkunakarmit on kiinnitetty karpuuhun. Huom.! Painumavaran huomioivien ikkunaliittymien tiiveydestä on huolehdittava, ks. luku 4.3.

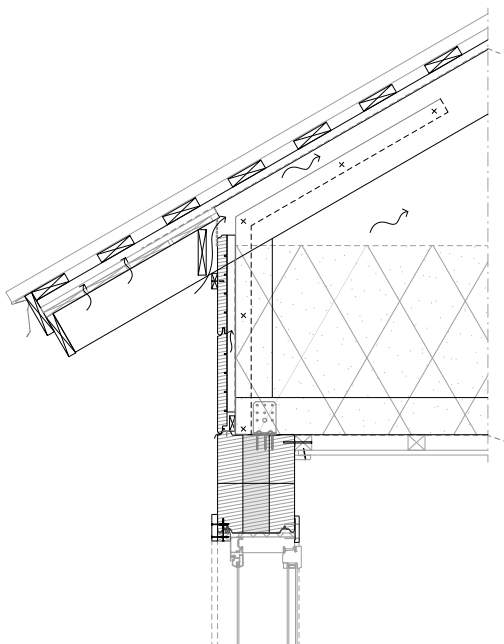


**Kuva 54.** Betonirungon ja hirsirungon välinen asennusvara Tuusulan Moniossa, pystyleikkaus 1:20. Betonirungon ja hirsirungon välillä on 40 mm asennusvara, betonin ja hirren erilaisten sallittujen mittatoleranssien takia. Hirsi on paloteknisesti erotettu poistumistienä toimivasta porrashuoneesta.

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

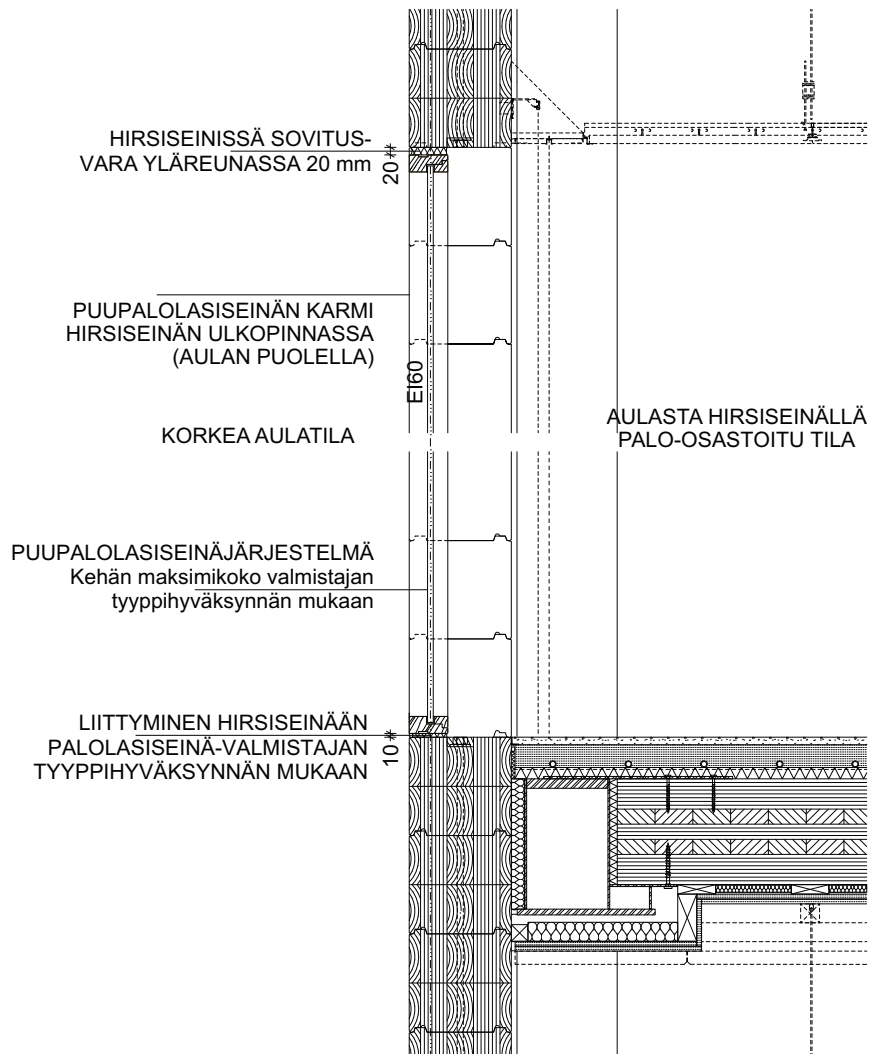


**Kuva 55.** Hirsiseinän ja yläpohjan liitos Tuusulan Moniassa, pystyleikkaus 1:20. Ullakkotilan kohdalla käytetään kapeampaa hirttä. Tällä voidaan pienentää rakennuskustannuksia, mikäli tuulettuva ullakkotila on korkea. Hirren leveyden vaihtuminen ei vaikuta julkisivun ulkonäköön. Räystäällä on palomääräysten mukainen palokatko.



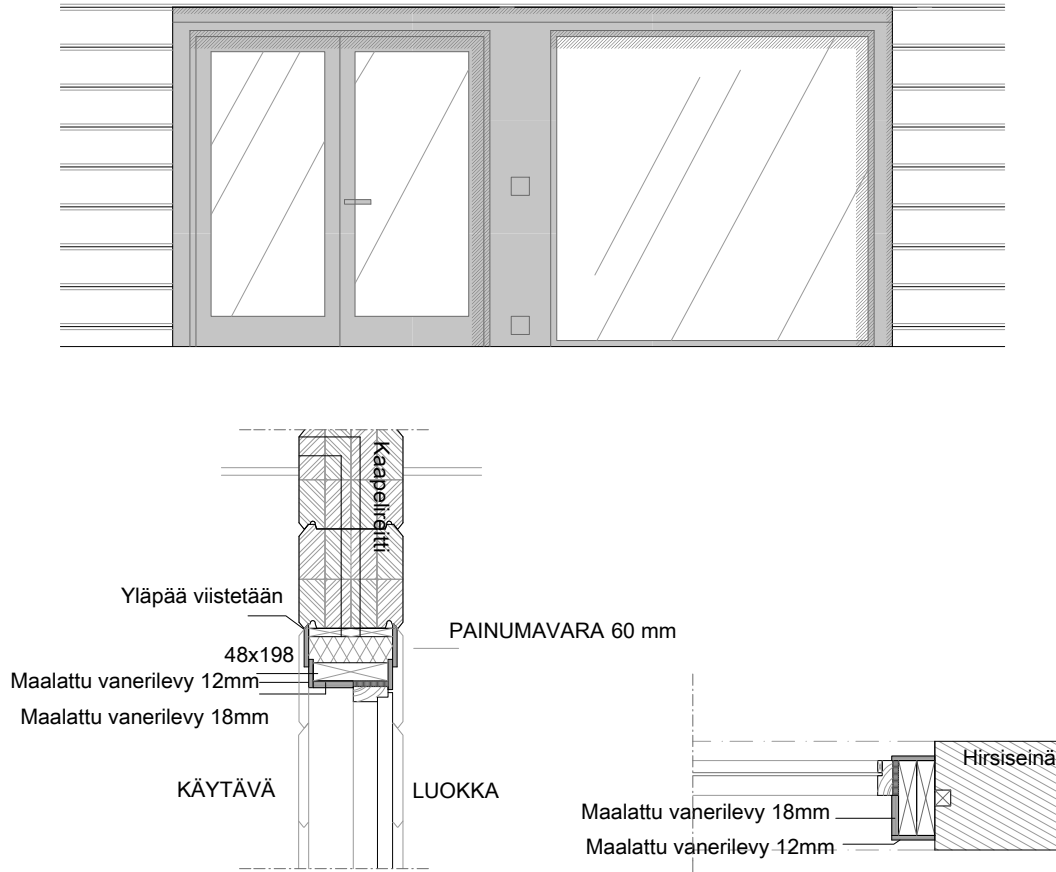
**Kuva 56.** Hirsiseinän ja yläpohjan liitos erään hirsivalmistajan vakioratkaisussa, pystyleikkaus 1:20. Ullakkotilan kohdalla hirsiseinän sijasta käytetään hirsipanelointia julkisivumateriaalina, millä voidaan pienentää rakennuskustannuksia. Julkisivu saadaan näyttämään kuitenkin ulos päin yhtenäiseltä. Nurkkaliitosten kohdalla voi ero näkyä riippuen käytettävästä nurkkaliitoksestä.

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.

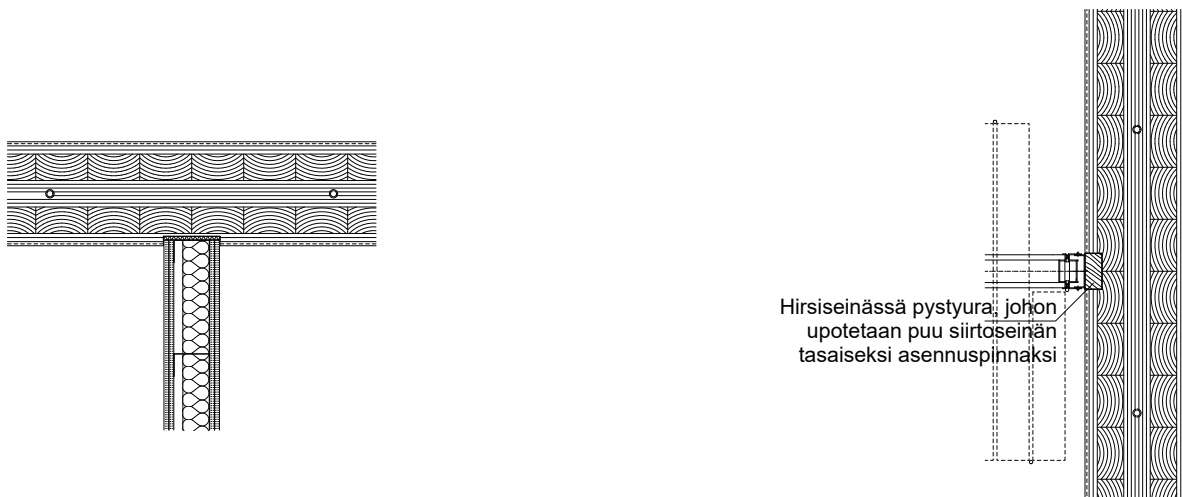


**Kuva 57.** Hirsiseinän palolasiseinäliittymä Tuusulan Moniossa, pystyleikkaus 1:20. Paloa osastoivien rakenteiden liittymissä (esim. osastoiva hirsiseinä ja palolasiseinä) kaikista käytettävistä tuotteista ei ole tehtynä polttokokeita massiivipuuseinän kanssa. Tällöin detaljit puuhun liittymisestä vaativat paikallisen paloviranomaisen erillishyväksynnän tai detaljia on kehitettävä tuotteen tyyppihyväksynnän mukaiseksi. Painumattomassa hirsirungossa painumavaroja ei tarvitse huomioida. Yläpuolella hieman tavallista suurempi asennusvara huomioi hirren mahdollisen taipuman.

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.



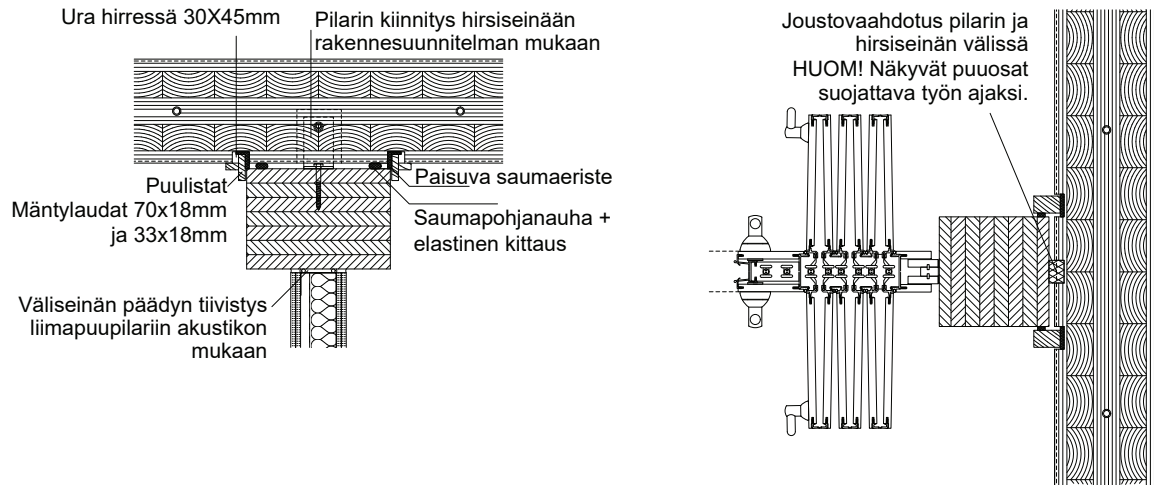
**Kuva 58.** Painuvan hirsiseinän ja sisälaseinän liittymä Pudasjärven hirsikampuksessa. Seinäprojektiio 1:50, pysty- ja vaakaleikkaukset 1:20. Sisälaseinän aukko on mitoitettu hirren nousun mukaan. Asennus- ja painumavarat sekä karapuu on listoitettu piiloon, mutta smyygi- ja vuorilistoituksia ei ole. Hirsityöstöjen tarkkuudessa on huomioitava näkyviin jäävät työstöpinnat. Hirsirakenne mahdollistaa kaapelireittien työstämisen rakenteen sisään, jolloin sähköasennuksia ei tarvitse tehdä pintavetoina.



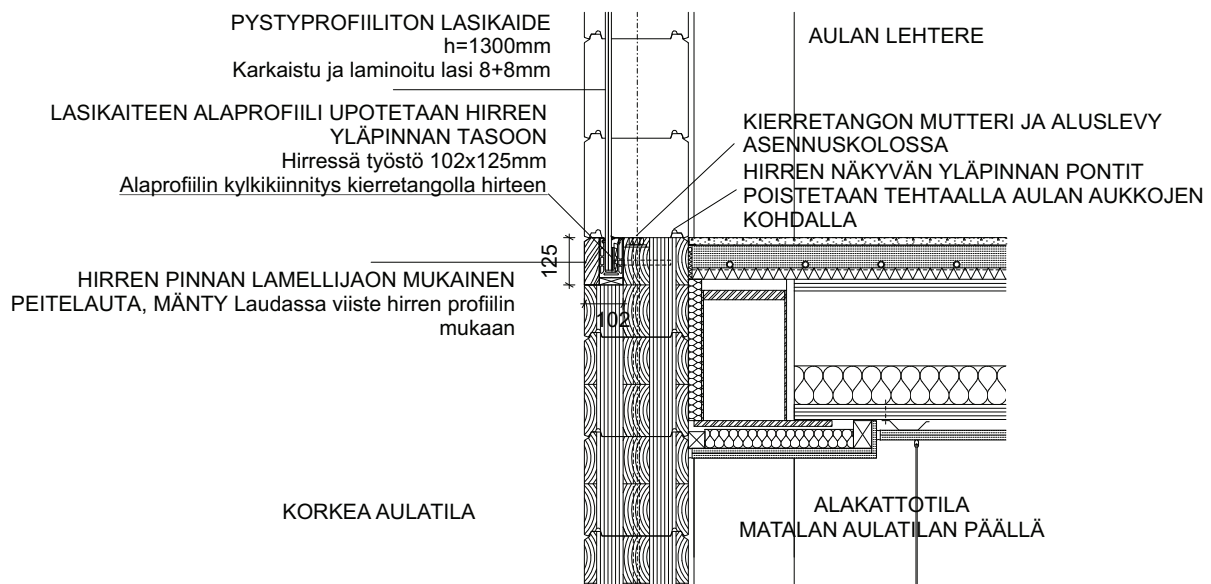
**Kuva 59.** Rankarunkoisen väliseinän liitos hirsiseinään Tuusulan Moniossa, vaakaleikkaus 1:20. Hirsiseinään tehdään pystyura, joka muodostaa väliseinälle tasaisen liittymäpinnan ja tekee siten liittymästä tiiviin. Väliseinien paikkojen on siis oltava hyvissä ajoin (ennen hirsien työstämistä) tiedossa ja lukittuna, koska niiden muuttaminen myöhemmin on pystyuran takia hankalaa. Painuvassa hirsirungossa väliseinän sisässä olevan tukipilarin kiinnityksen tulee sallia hirsirungon painuminen.

**Kuva 60.** Siirtoseinän liittyminen hirsiseinään Tuusulan Moniossa, vaakaleikkaus 1:20. Hirsiseinän epätasaisesta pinnasta (hirsiprofiili) johtuen seinän liittyminen olisi ilman pystyuraa haastavaa tehdä tiiviisti ja siististi. Jos liittymäpinta halutaan samaan tasoon hirsiseinäpinnan kanssa, ura voidaan täyttää pystysuuntaisella puulla.

Tämän kirjan on hankkinut "Jadvisia Consulting Oy". Mikäli kirjaa jaellaan laittomasti, sen alkuperäiset ostotiedot voidaan selvittää.



**Kuva 61.** Liimapuupilarin ja hirsirungon liittymiä Tuusulan Moniossa, vaakaleikkaukset 1:20. Kun väliseinä tai taiteovi tms. liittyy hirsiseinällä olevaan pilariin, tarvitaan akustisen rajauksen takia tiivis liitos, joka toteutetaan pystyurien, eristenauhojen ja listoitusten avulla. Hirsiseinän kiinnitys pilariin tehdään sitä mukaa kun hirsirunkoa pystytetään (vasemmanpuoleinen piirros).



**Kuva 62.** Monion pääaulan hirsisilta ja lasikaide. Hirsi mahdollistaa "upotetut" detaljit ja asennukset. Hirteen on työstetty lasikaidetta varten kolo, ja asennus on viimeistelty hirren lamellijaon mukaisella peitelaudalla.