

KORJAUSKORTTI

Hirsitalon runko



Museovirasto
Museiverket

SISÄLLYS

Hirsitalon runko

Hirsirakentamisen käsitteitä3

Hirsi rakennusmateriaalina.....6

 Kutistuminen

 Kosteuskäyttäytyminen

 Eroosio

 Materiaalin hankinta ja valinta

Hirsirakentaminen Suomessa8

Vauriokartoitus10

 Perustuksista johtuvat vauriot

 Laho- ja hyönteisvauriot

 Rakenteen tiiviys

 Rungon muodonmuutokset

Hirsitalon rungon korjaustavat14

 Suojaaminen

 Paikkaaminen

 Hirsien vaihtaminen

 Rungon oikaisu

 Tilkitseminen

Kirjallisuus ja linkit18

Tämä kortti perustuu 1.1.2000 julkaistuun korjauskorttiin 16 *Hirsitalon rungon korjaus*, joka on päivitetty 26.3.2024.

Päivitys

Jani Puhakka
Erkka Pajula

Museoviraston ohjausryhmä

Teiju Autio
Elisa Heikkilä
Robin Landsdorff
Jan-Philip Schauman

Valokuvat

Museovirasto, ellei toisin mainittu

Piirustukset

Maria Luostarinen

Toimitus ja taitto

Juha Päätalo

Kansikuva

Jusupoffin talli, Seurasaaari
kuva: Museovirasto

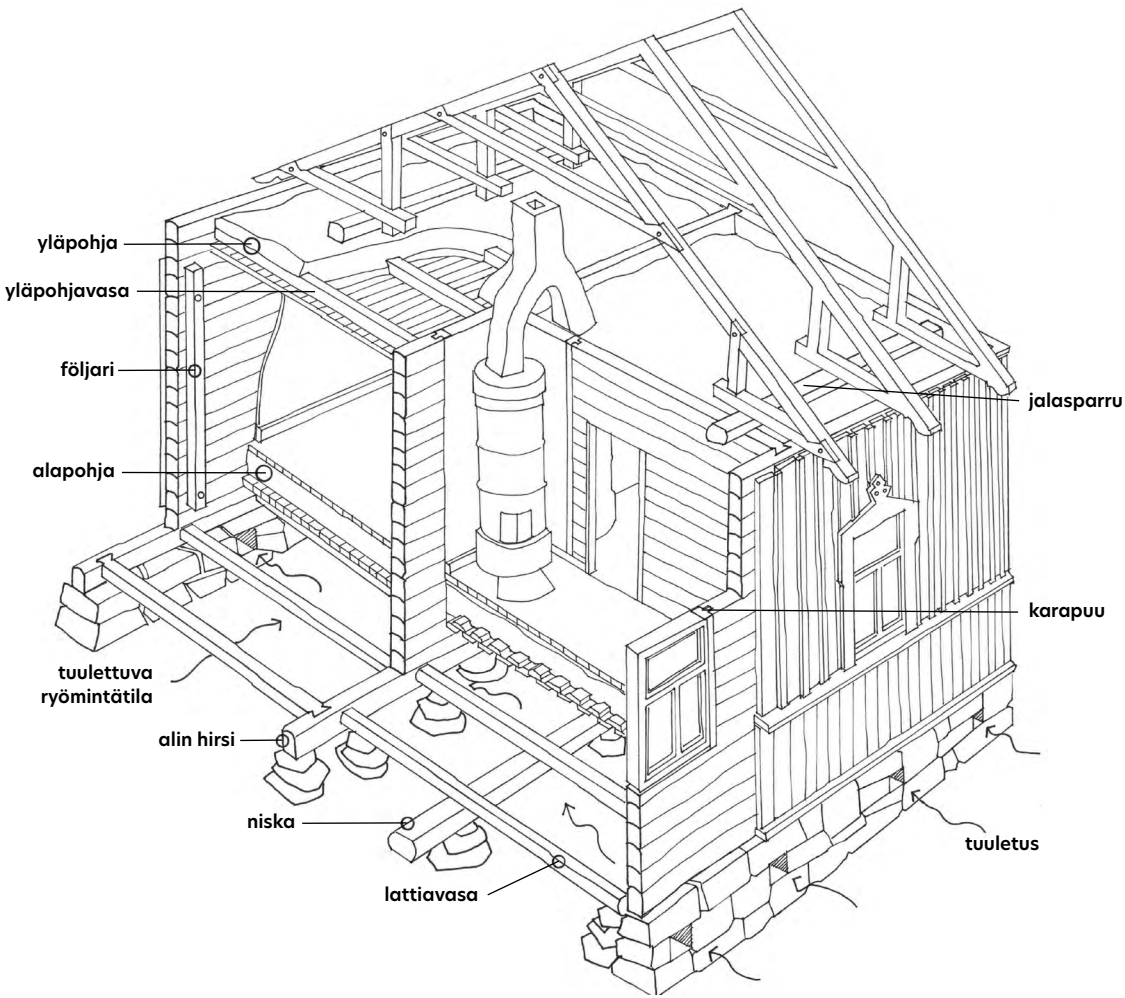
maaliskuu 2024

ISSN 2489-2947

Tämä korjauskortti sisältää yleisiä periaatteita hirsitalon rungon korjauksesta. Kortissa esitetään suosituksia, ja ratkaisut on kussakin tapauksessa harkittava erikseen.

YLEISTÄ

Hirsirakentamisen käsitteitä



Hirsirakentaminen on suomalaista rakennusperinnettä parhaimmillaan. Hirsirunko kannattaakin aina pyrkiä säilyttämään, sillä se on korjattavissa yksinkertaisin tavoin ja se on myös tarkoitettu jatkuvasti korjattavaksi rakenteeksi. Hirsirungon osista käytetään paikallisesti hyvinkin erilaisia ilmaisuja. Oheinen sanasto ei voi eikä se pyrikään olemaan täysin kattava. Sen tarkoitus on kuitenkin auttaa ymmärtämään hirsirakentamisen käsitteitä ja helpottaa kortin käyttöä.

Följari

Seinään pulttauksella liitetyt tukipuut, joissa on reiät sidepultteja varten. Följari on yleensä kahdella puolella, joskus myös vain yhdellä puolella seinää. Följareilla estetään tai oikaistaan hirsiseinän pullistumista pitkillä seinänosilla ja aukkojen välissä (ks. kuvat 14, 15, 23).

Karapuu

Hirsiseinän aukoissa hirsii yhteen sitova pystysuora rakenneosa. Tyypillisimpiä ovat ikkuna- ja ovikarat sekä palomuurien karat. Koska karapuu ei painu, täytyy sen asennuksessa huomioda painusmisvara.

Kengittäminen

Seinän alimman hirren vaihtaminen.

Lamasalvos

Yleisnimi puiselle seinärakenteelle, jossa hirret ovat vaakasuorassa.

Niska

Hirsirunkoa ja lattiaa alapohjan tasolla kantava (primääri-)palkki, vanhoissa rakennuksissa yleensä hirsipelkka tai pyöreä tukki.

Nurkkasalvos

Hirsiseinän nurkkaliitos. Yksinkertaisin on niin sanottu koirankaulasalvos, jota on käytetty esimerkiksi ladoissa. Vanhassa rakennuskannassa on edelleenkin tavattavissa kymmeniä erilaisia, osin hyvin monimutkaisia, tiivistyviä ja hirsirakenteen liikkeitä sitovia salvoksia. Karkeasti nurkkasalvokset voidaan jakaa pitkä- ja lyhytnurkkiin, mutta eri puolilla maata niistä käytetään erilaisia nimityksiä, kuten sinkka-, saha-, kirkko-, sulka- ja lukkonurkka.

Orsi

Huoneen poikki kulkeva ripustamista varten asennettu puu, jota kutsutaan myös leipihirreksi. Joskus orsien päällä on myös säilytetty tavaroita.

Painumisvara

Esimerkiksi ovien ja ikkunoiden karmien ja karojen päälle jätettävä liikkumisvara, joka sallii hirsiseinän laskeutumisen. Painumisvaraa on oltava tuoreessa hirsiseinässä noin 5 cm/m kantavan rakennusosan korkeudesta.

Pelkkahirsi

Pyöreästä tukista kahdelta puolelta veistämällä tai sahaamalla oikaistu hirsi.

Piiluaminen

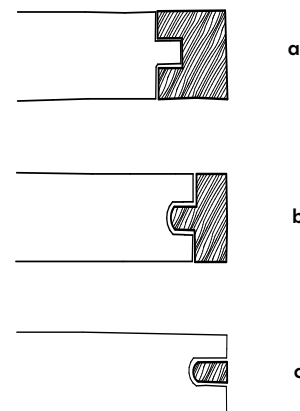
Hirsirakennuksen seinien suoraksi veistäminen. Sisäverhousten ja ulkolaudoituksen käyttööntulo edellytti seinän oikaisua kirveellä piiluamalla.

Pyöröhirsiseinä

Kuorituista, luonnonmuotoisista tukeista tehty hirsiseinä. Käytetty karjalaisessa rakennustavassa, vuosisadan vaiheen kansallisromanttisissa rakennuksissa sekä vaatimattomien kylmien rakennusten, kuten latojen, rakenteissa.

Rive, tilke

Hirsiseinän varauksiin, salvoksiin, karojen liitoksiin, ikkuna- ja ovenkarmien ympärille yms. paikkoihin asennetaan seinän pystytysvaiheessa lämpöä eristävä ja seinän tiivistävä täyte, joka perinteisesti on ollut sammalta ("seinäsammal"), nykyään usein pellavaa. Myöhemmin, seinän kuivuttua ja painuttua, varaukset, halkeamat ja raot jälkikäsitellään eli rivetään hampusta, pellavasta tai juutista valmistetulla tilkkeellä.



Kuva 3: Erilaisia ovi- ja ikkuna-aukkojen karoja. Ylinnä vanhimmissa rakennuksissa, esimerkiksi aitoissa esiintyvä pihtipieli (a). Yleisimmin käytetyt ovat tyypit b ja c.



Kuva 4: Työkaluja hirsirakentamiseen: Ylinnä pora tapituksen reikien poraukseen. Sen alla varauksen piirtämiseen tarkoitettu kaksipiikkinen hirsivara ja kuorimarautatukkien kuorimiseen. Alimpana petkele, jota on myös käytetty puun kuorimiseen.

Vaarna

Hirsiseinässä hirteen porattuun reikään lyöty puutappi, joka sitoo kaksi hirttä toisiinsa.

Varaus

Hirren alapintaan tehtävä pitkittäisuurre, jolla hirsi sovitetaan alemman hirren selkään. Erilaisia varaus-tapoja ovat mm. umpi-, avo- ja kynsivaraus.

Vasa

Hirsirungon poikittaissuunnassa oleva palkki, yleensä veistetty parru (lattiavasa, välipohjavasa).

Vuoliainen

Hirsikehässä yleensä harjan suunnassa oleva salvottu pyöreä puu esimerkiksi vesikaton rakenteissa.



Kuva 5: Hirren veistossa käytettyjä kirveitä. Ylinnä pelkkakirves, jolla tukki on veistetty pelkaksi. Sen alla piilukirves. Keskimmäisenä nurkkakirves, toiseksi alimpana yleiskirves ja alimpana kourukirves, jota on käytetty apuna hirren varauksen tekemisessä.

Hirsi rakennusmateriaalina

Koska hirsirakennuksiin on lähes poikkeuksetta käytetty havupuuta, mäntyä tai kuusta, käsitellään tässä kortissa vain niiden ominaisuuksia. Havupuuta on ollut Suomessa luonnollinen rakennusaine, koska sitä on kaikkialla ollut hyvin saatavissa. Havupuut soveltuvat myös lehtipuita paremmin rakentamiseen, koska niiden rungot ovat suoria ja pihka toimii luonnollisena kyllästysaineena lahoamista vastaan.

Kutistuminen

Hirsirungon korjauksen kannalta on hyödyksi tuntea seuraavat havupuiden ominaisuudet.

Puu kutistuu kuivuessaan vastakaadetusta ns. sisäkuivaksi säteen suunnassa noin 4 %, tangentin suunnassa noin 8 %, mutta pituussuunnassa vain 0,2–0,3 %. Pituussuuntaisella kutistumisella ei ole rakentamisessa merkitystä.

Käytännössä hirren säteen suuntainen voimakas kutistuminen merkitsee, että uusi hirsiseinä laskeutuu 3–5 cm metriä kohden. Vanha, kauan kylmillään ollut ja kostunut hirsitalo saattaa myös laskeutua muutamia senttejä, kun taloa uudelleen ryhdytään lämmitämään.

Hirret pyrkivät myös halkeilemaan kuivuessaan, koska puun ulkopinta kuivuu ensin. Halkeamat syntyvät etenkin hirren veistetyille ulko- ja sisäisivuille. Vuorottainen kostuminen ja kuivuminen aiheuttaa puun pintaan myös hiushalkeamia.

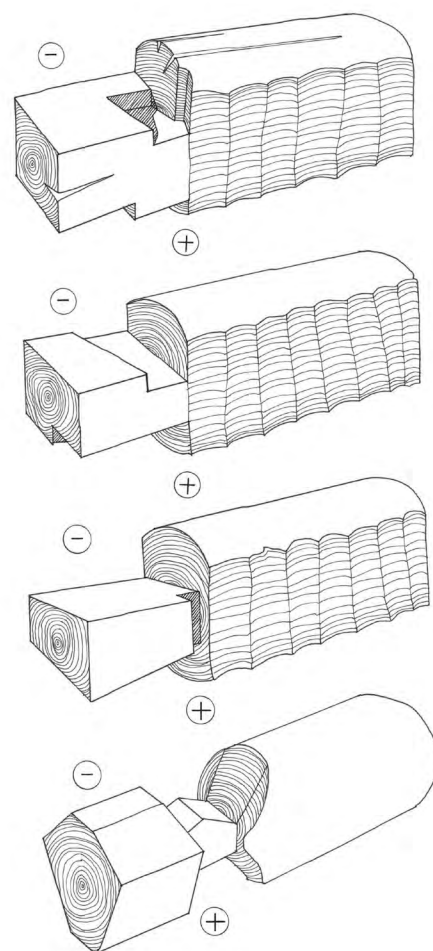
Kosteuskäyttäytyminen

Kuusi imee vettä huomattavasti nopeammin kuin mänty, ja siksi kosteuden aiheuttamat liikkeet ovat siinä hitaampia. Sen sijaan kuusihiirillä on suurempi taipumus kieroontua kuivuessaan.

Seinä rakenne pyrkii asettumaan ns. tasapainokosteuteen ulkoilman ja sisäilman kosteuden mukaan. Kuivan, sateelta suojatun hirsiseinän tasapainokosteus on 8–15 % (puussa olevan veden määrä suhteessa puuaineksen painoon). Vuoraamattoman rakennuksen hirsiseinät saattavat olla esimerkiksi syysateiden aikaan huomattavasti tätä kosteampia. Varsinkin poikkileikkauspinnat, esimerkiksi suojamattomat nurkanpäät, imevät nopeasti vettä. Vettä imeytyy myös hirren halkeamien kautta puuhun. Kosteus voi aiheuttaa hirsiseinässä lahovaurioita, jos puu ei pääse välillä kuivumaan.

Eroosio

Puussa tapahtuu auringon, sateen ja tuulen vaikutuksessa kulumista, eroosiota. Pihka-ainekset ja puun sideaine, ligniini, haihtuvat ja huuhtoutuvat vähitellen pintakerroksesta. Jäljelle jää selluloosa, joka



Kuva 6: Erilaisia nurkkasalvoksia.

muuttuu väriltään harmaaksi – siitä siis johtuu puun harmaantuminen. Auringonpuoleisilla seinillä selluloosa saattaa hajota nopeammin, jolloin ligniini ja pihka-ainekset antavat hirrelle ruskean sävyn. Eroosio on voimakkainta etelä- ja länsiseinillä, jossa puu voi kulua 10 mm sadassa vuodessa. Pohjois- ja itäseinät ovat herkempiä lahovaurioille ja jäkäläkasvustoille, koska seinät pääsevät huomattavasti nopeammin kuivumaan.

Materiaalin hankinta ja valinta

Parhaana pidetty hirsimateriaali on suora, hidaskasvuinen ja runsaasti sydänpuuta sisältävä mänty eli honka. Paljon pintapuuta sisältävät, nuorista männyistä veistetyt hirret ovat jo työvaiheessa arkoja sinistymään, ja pitkän päälle seinä kestää honkahirsistä seinää huomattavasti paremmin. Hirsien kestoon vaikuttavat myös puun kaatoaika ja varastointiolosuhteet.

Kuusta on käytetty hirsitaloihin kautta maan männyn rinnalla, koska sitä on ollut runsaammin saatavilla. Esimerkiksi Pohjanmaalla oli mäntymetsät parista vuotta sitten hakattu lähes loppuun tervanpolton ja laivanrakennuksen takia.

Rakennuspuut pyrittiin aina kaatamaan sydäntalvella. Kevätahavilla tukit ainakin kuorittiin, usein myös veistettiin pelkoiksi. Kestävyyden kannalta parhaana pidettiin "ylivuotista" eli vuoden verran kaadon jälkeen kuivanutta puuta. Kansanperinteen mukaan puu kaadettiin nousevan kuun aikaan etenkin, jos oli aikaa jättää hirret kuivumaan vuodeksi.

Lämpimän rakennuksen hirsiseinä tehtiin tavallisimmin 6 tuumaa eli 15 cm paksuksi. Tämä oli rakenteen kannalta käytännöllinen mitta, ja sillä saavutettiin riittävä lämmöneristävyyttä. Joskus saattaa kuitenkin tavata jopa 8–9 tuumaa paksuja hirsiseiniä, etenkin suurissa maalaistuvissa ja julkisissa rakennuksissa. Valtion piirustuksissa esimerkiksi koulut ja rautateihin liittyvät rakennukset on ohjeistettu tekemään 8 tuuman hirrestä.

Hirsiseinän lämpötaloutta on käsitelty lähemmin korjauskortissa **Lämmöneristyksen parantaminen**.

Hirsirakentaminen Suomessa

Hirrestä rakentamisella on Suomessa monituhattavuotiset perinteet. Hirsityö on käsityötaitoa, jota kulttuurihistoriallisesti arvokkaan talon korjaaja osaltaan on jatkamassa. Oikeiden työtapojen säilyttäminen – tai niiden elvyttäminen – on yhtä tärkeää rakennusperinteen vaalimisessa kuin rakennusten säilyttäminen.

Varhaisimmat hirsirakennukset Suomessa ovat olleet hyvin vaatimattomia. Niitä on ollut jo kivikaudella. Rautakaudelta on löytynyt raunioita taloista, joissa on ollut vain muutaman hirsikerran korkuiset sivuseinät ja jyrkät katot. Niissä on ollut maalattia, jonka keskellä pidettiin tulta. Katon harjalla on ollut aukko, josta savu on päässyt ulos.

Keskiajalla tyypillisin talotyyppi Suomessa oli savupirtti: neliön muotoinen rakennus, jossa oli tulisija ja joko harjalla oleva rako savun poistamiseksi tai sen kehittyneempi muoto, lakeinen. Yhtään kokonaista keskiaikaista hirsirakennusta ei ole meillä säilynyt. Koska keskiaikaiset savupirtit perustettiin tyypillisesti suoraan maan päälle, ne lahosivat nopeasti. Joskus ne myös paloivat. Hirsiiä käytettiin myös jatkuvasti uudestaan, jolloin vanhojen rakennusten osat siirtyivät uusiin rakennuksiin.

Turussa löytyi kuitenkin Åbo Akademin tontin kaivauksissa 1990-luvun lopussa hirsikehikko, joka antaa ainutlaatuista tietoa 1300-luvun lopun rakennustekniikasta. Kehikosta oli jäljellä seitsemän hirsikertaa, ja sen vanhimmat hirret on kaadettu vuonna 1367. Saven peittämänä kehikko oli niin hyvin säilynyt, että siitä voitiin tunnistaa sen veistoon käytetyt työkalut, kuten veistokirves, kuorimarautta, napakaira ja taltta. Kehikossa oli kehittyneitä salvoksia, kuten sulkanurkkaa, ja karapuita, joita lienee käytetty ainakin oviaukoissa. Oviaukoissa oli myös saranatapin paikka.

1600-luvulta lähtien pappilat, kartanot ja sotilaiden virkatalot näyttivät suuntaa myös talonpoikaistaloille. Ulos lämpiävän, savupiipulla varustetun tulisijan yleistyminen 1800-luvulla vauhditti parituvan yleistymistä, ja se alkoi syrjäyttää yksitupaisen savupirtin. Parituvassa on sisäänkänti pitkän sivun keskellä ja molemmissa päädyissä tulisijalliset tuvat.

Hirsitaloille on tyypillistä, että niitä on laajennettu varallisuuden ja perheen koon mukaan. Usein talonpoika aloitti pienestä ja vaatimattomasta, yleensä vanhemmiltaan perimästään mökistä, jossa oli yksi tupa ja eteinen. Jos perhe vaurastui, taloa saatettiin jatkaa. Hirsirakenne soveltuu tähän erinomaisesti. Alkuperäisen talon ja laajennuksen muoto on usein ollut neliö, jonka mitan määrittää saatavilla olevan ja helposti käsiteltävän hirren pituus, tyypillisesti 5–6 metriä. Taloja on tarpeen mukaan myös korotettu ja ikkunoita suurennettu. Hirsitalon erilaiset aikakerrostumat, muutokset ja korjaukset on helppo tunnistaa, kun rakennuksen hirsipinnat ovat näkyvissä (kuva 8).



Kuva 7: Harvinaisempia pystyhirsirakenteita on käytetty kohteissa, joissa on ollut tärkeää, etteivät seinät painu. Pystyhirsirakenteessa pystyyn asennetut hirret lähtevät yhden tai kahden vaakahirren päältä. Rakennus on mahdollistanut seinän vuorauksen heti rakentamisen jälkeen. Käytetyn puutavaran on täytynyt olla täysin kuivaa. Pystyhirsiseinät haristuvat helpommin kuin vaakahirsiseinät, ja niitä on tilkittävä useammin. Kuvassa Träskändan kartanon meijerirakennus Espoossa. Rakennus on ollut rapattu, ja rappauksen tartuntaa helpottamaan hirsiiin on upotettu puiset tikut. (Kuva: KAMU Espoon kaupunginmuseo)

Varakkaiden hirsitalot ovat olleet huomattavasti suurempia. Niissä on käytetty usein jopa kymmenmetrisiä hirsiiä, ja niiden huoneet ovat olleet korkeita.

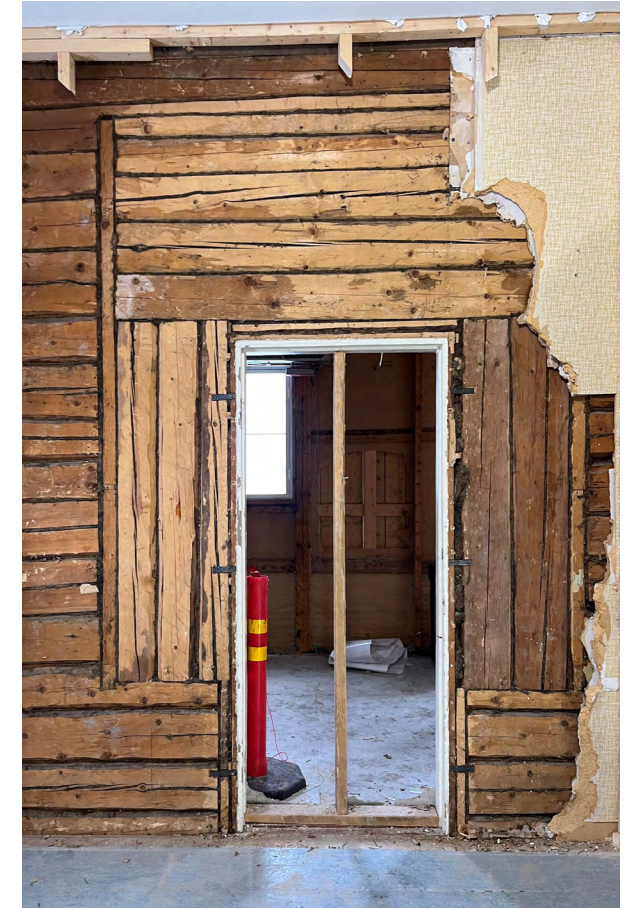
Hirsikehikko voidaan siirtää, ja niin on myös tehty laajalti. Esimerkiksi 1700-luvun jälkipuoliskolla alkanut isojako johti hyvin monen hirsirakennuksen siirtämiseen. Hirsikehikko on edelleen yksi parhaiten kiertävistä rakennusmateriaaleista.

Hirsipinta säilyi pitkään talon näkyvänä julkisivupintana – useimmiten maalaamattomana ja harmaantunee, joskus myös punamullalla maalattuna. Talojen lautaverhous alkoi varakkaammista taloista; kartanoista sitä tunnetaan jo 1700-luvulta. Vasta 1800-luvun jälkipuoliskolla kertaustyylien (uusgotiikka, uusrenessanssi, uusbarokki ja uusrokokoo) tultua muotiin hirsitaloja alettiin laajamittaisesti vuorata laudalla, kun lautaverhouksella pyrittiin luomaan kun-kin tyylin ominaispiirteitä.

Samanlainen kehitys tapahtui sisätiloissa. Alunperin hirsipinta oli niissä näkyvillä, mutta varallisuuden kasvaessa 1800-luvulta lähtien hirren sisäpintaa alettiin tapetoida.

Tapetointi vaati tasaisen alustan. Rappaus hirren sisäpinnan käsittelynä voi yksinkertaisimmillaan olla hirsien saumojen tilkitseminen savilaastilla, mutta joskus sisäpuolisen rimakehikon varaan on tehty koko seinän peittävä rappaus. Rimakehikon vaihtoehtona esiintyvät seinään piilutut tartuntakynnet, jotka ovat vahvistaneet rappusta. Rappaus on tehnyt hirsirakenteesta tiiviimmän, koska se on ilmatiiviinä rakenteena vähentänyt vetoa. Myöhemmin pinkopahvi on ajanut saman asian, mutta myös pinkopahvin alla on joskus hirsivälit tilkitty savilaastilla, jotta on saatu tasaisempi seinäpinta. Tiivistämiseen on laajasti käytetty myös erilaisia papereita, kuten sanomalehtiä tai lumpupapereita.

Julkinen rakentaminen on ollut tärkeä hirsirakennusten edistäjä Suomessa, ja rakentaminen on lisääntynyt merkittävästi yhteiskunnan kehityksen ja vaurastumisen myötä. Venäjän vallan ajalta Suomessa on merkittävät määrät hirrestä tehtyjä rautatieasemia ja varuskuntarakennuksia. Ne ovat yleensä poikkeuksellisen hyvin tehtyjä – niiden riittävän korkeat perustukset on tehty hakatusta luonnonkivestä, rosipohjat ovat hyvin tuulettuvia, huonetilat korkeita ja vintit riittävän suuria. Sama pätee itsenäisyyden ajan 1920-luvulta lähtien rakennettuihin koulurakennuksiin.



Kuva 8: Hirsirungon aikakerrostumat: Hirsirakennuksen runko on aikojen myötä saattanut kokea useita eri vaihteita. Käyttökelpoiset osat rungosta on käytetty aina uudelleen hyväksi. (Kuva: Saatsi Arkkitehdit Oy)

Vauriokartoitus

Kohteeseen tutustuminen aloitetaan perehtymällä sen rakennus- ja käyttöhistoriaan, jota varten on olemassa [Rakennushistorian selvitysoapas](#). Rakennuksesta tulisi tehdä vauriokartoitus, jossa koko rakennus käydään läpi ja todetut vauriot dokumentoidaan.

Tarve selvittää hirsirungon kunto syntyy yleensä vasta, kun jotain selviä merkkejä vaurioista on havaittu tai rakennus aiotaan korjata perusteellisesti. Usein yllätetään, kun rakennusta mitattaessa havaitaan rungon olevan vinossa – käytännössä asiaa ei ole ehkä havaittu ollenkaan. Vinous ei aina johdukaan mistään suoranaisesta vauriosta, vaan hirsitalon luontaisesta painumisesta. On huomioitava myös rakennuksen ulkoseinien tarkoituksellinen kaltevuus, kuten liuharakenne.

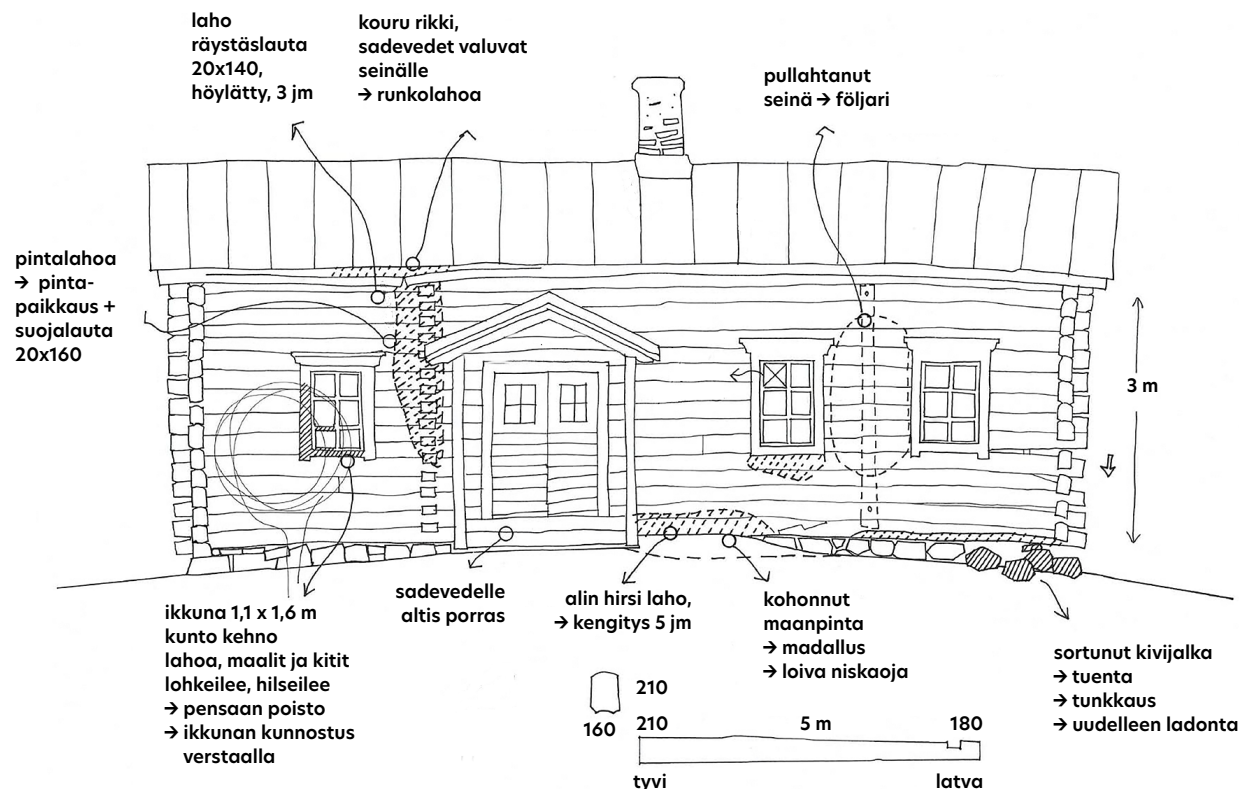
Hirsirungon kuntoa pääsee parhaiten arvioimaan, jos rakennus on vuoraamaton. Vuoratuissa rakennuksissa rungon vaurioiden kartoittaminen saattaa edellyttää rakenteiden avaamista. Hellävaraista tutkimusta voi tehdä myös vain peiterimoja irroittamalla. Ennen tätä on syytä kuitenkin tarkistaa

- onko rakennuksessa havaittavissa vääntymistä, painumia tai pullistumia (voi näkyä esimerkiksi seinäpahvien repeilyinä)

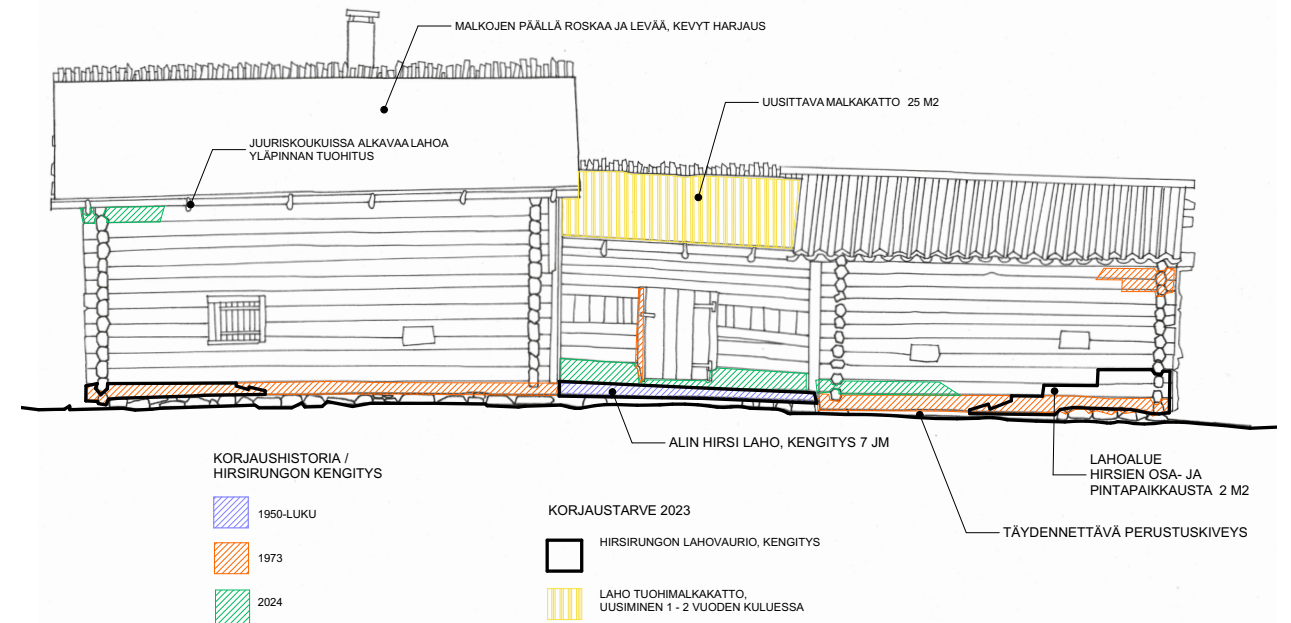
- onko seinissä havaittavissa vetoa tai ympäristöään kylmempiä kohtia
- onko päällepäin havaittavissa kosteus- tai lahovaurioita, mikä niiden syy voisi olla
- jos rakennus on koottu useasta eri hirsikehästä, ovatko liitoskohdat kiinni
- jos rakennuksen alle pääsee katsomaan, onko sieltä havaittavissa vaurioita
- näkyvätkö ylimmät hirsikerrat ullakolta, onko vaurioita nähtävissä (onko yläpohjassa havaittavissa kosteutta, onko katossa ollut vuotoja).

Työvälineiksi hirsien kunnan arviointiin riittävät puukko tai piikki, ohut- mutta pitkäteräinen pora tai näytekaira ja vasara. Runko kannattaa tutkia erityisesti ikkunoiden alta ja painuneista kohdista. Pintavauriot voi arvioida puukolla tai piikillä, ja hirren läpi ulottuva näyte saadaan poraamalla.

Yleiskuvan seinän kunnosta saa jo vasaralla koputtelemalla: terve, kunnossa oleva seinä antaa napakan äänen, kun taas sisältä laho hirsi antaa pehmeämmän äänen. Kaikkia vaurioita ei kuitenkaan voida havaita ilman rakenteiden avaamista. Rakenteiden vauriotutkimusta voidaan tarkentaa esim. resistografitutkimuksella.



Kuva 9: Vauriokartoituksen kohteesta on tehty piirros, johon vauriot ja niiden syyt on merkitty.



Kuva 10: Vauriokartotuksen dokumentointi: Vaurioituneet alueet sekä korjaustoimenpiteet merkitään CAD-kuvaan. Aikaisempi korjaushistoria merkitään myös näkyviin.

Perustuksista johtuvat vauriot

Vaikka hirsirunko ei periaatteessa ole kovin arka vaurioitumaan perustusten liikkumisen takia, johtuvat yleisimmät hirsitalon viat kuitenkin perustuksista ja alapohjasta. Perustusten epätasainen painuminen vääntää hirsirunkoa ja saattaa aiheuttaa rakenteiden pullistumista ja murtumista. Jatkuva routiminen hataroittaa seiniä. Sokkelin painuminen voi johtaa myös alimpien hirsien lahoamiseen.

Yleinen vika on perustusten painuminen ulkoseinillä. Tämän havaitsee huoneissa lattioiden viettämisestä. Etenkin tulisijojen kohdilla jää lattia korkeammalle, koska uunit on perustettu seiniä paremmin. Osa-syynä on talon alle varastoitunut lämpö, joka estää sisäosien routimisen.

Ulkoseinillä routiminen aiheuttaa kivijalan vähittäisen painumisen. Tätä edistää myös se, että yleensä ulkoseiniin kohdistuu väliseiniä suurempi kuormitus. Vauriot pahenevat, jos rakennus jätetään kylmilleen. Kivijalan korjausta käsitellään korjauskortissa [Perustusten korjaus](#).

Laho- ja hyönteisvauriot

Lahovaurion syynä on aina hirsirakenteeseen pääsyt kosteus. Kostumisen aiheuttajana voi olla maakosteus, rakenteisiin vuotava tai roiskuva sadevesi, kasvillisuus tai esimerkiksi putkivuoto. Luonnon-

kivisokkeli ei kuljeta kosteutta kapillaarisesti eikä siten aiheuta lahovaurioita. Sen sijaan betonisokkelit ilman kosteussulkua hirren ja sokkelin välissä sekä laastilla ja betonilla vuoratut sokkelit ovat ongelmallisia. Myös pinnoille tiivistyvä kosteus voi olla kastumisen syynä. Metallit, hikoilevat putket ja lämpövuodot voivat tällaisissa tapauksissa aiheuttaa piste-mäisen kosteusvaurion.

Rakenteen kuntoa arvioitaessa on oleellista tunnistaa lahon tyyppi, laajuus, vaurion aiheuttaja ja se, eteneekö vaurio. Vanhoissa rakennuksissa tapaa aina lahoa jostain kohdasta, mutta vaurio on voinut syntyä ja lahoaminen pysähtyä vuosikymmeniä sitten. Tällaista lahoa ei välttämättä tarvitse edes poistaa eikä rakennetta korjata.

Lahottajasieniä on useita eri lajeja, joista puurakennusten pahin lahottaja on itkevä lattiasieni. Tämä lahottajasieni saattaa levitä alkuvauhdin saatuaan myös aivan kuivaan puuhun ja lahottaa seinää laajalta alalta.

Lahoamassa olevaan puuhun iskeytyvät usein myös hyönteiset, jotka saattavat siirtyä syömään myös tervettä puuta.

Tyypillisimmät hirsirakennuksen tuhohyönteiset ovat kuolemankello, hirsijumi ja tupajumi. Hevosmuurahaiset voivat kaivaa pesän lahooneseen hirteen, jolloin vauriokohta on paikallinen. Tavallisin vaurio on alimpien hirsien lahoaminen, johon syynä voi olla esimerkiksi

- liian matala tai ajan mittaan painunut sokkeli tai ulkopuolisen maanpinnan nouseminen
- sokkelin rakenne, joka ohjaa sadevettä hirsiiin; yleisimmin tämä johtuu jälkikäteen tehdystä kivi-jalan betonoinnista
- niin sanottu multapenkkirakenne, joka saattaa lahottaa hirsiiä sisältäpäin
- huonosti tuulettuva ja vettä keräävä rakennuksen alusta
- uuninperustusten sisään jätetyt hirret

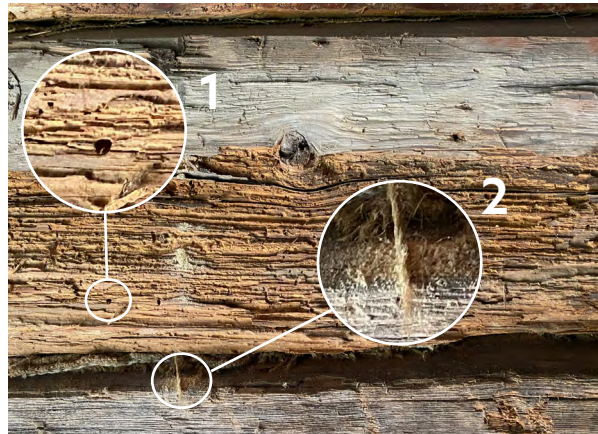
Harmaantuminen, halkeilu ja pinnan kuluminen kuuluvat ulkopuolisen, paljaan hirsiseinän luonnolliseen vanhenemiseen. Vaurioituminen etenee hyvin hitaasti, mutta ajan mittaan huonoimpiin hirsiiin saat-
taa tulla ytimeen saakka tai jopa läpi hirren ulottuvia lahopesiä. Sisään päin kaltevat halkeamat imeyttävät sadevettä hirteen. Pahasti kieroontunut, seinästä ulos työntynyt hirsi on myös herkkä lahoamaan. Vuoraamattomat nurkanpääet ovat luonnollisesti kaikkein altteimpia laholle, koska puu imee vettä voimakkaim-
min syiden pituussuunnassa. Korjaustyössä hirren-
pään jäädessä näkyviin voidaan sen katkaisupinta veistää kirveellä, jolloin haitallinen veden imeytymi-
nen hirteen ehkäistään.

Monessa vanhassa hirsitalossa on lahovaurioita ulkoseinähirsissä yläpohjan tasolla. Syynä voi olla se, että katto on jossain vaiheessa vuotanut ja kastellut yläpohjatäytteet, joissa kosteus on säilynyt pitkään. Lahovauriota on vaikea havaita, koska se esiintyy juu-
ri täytekerroksen kohdalla. Vaurion syynä voi kuiten-
kin aivan yhtä hyvin olla myös lämpövuoto sisäältä ylä-
pohjaeristeeseen, erityisesti seinän ja sisäkaton yhty-
mäkohdassa. Jos rakennus on esimerkiksi liikkunut, voi tiiviiksi painuneen eristeen ja seinän väliin muodostua rako, jota pitkin lämmin sisäilma karkaa yläpohjaan, tiivistyy pisaroiksi ja kastelee eristeen.

Hirsiseinissä saattaa olla piileviä vaurioita, joita ei päällepäin juuri voi havaita. Katon vuotaminen voi johtaa veden hirsiseinän ja lautavuorauksen väliin, jol-
loin hirret vähitellen alkavat lahota koko seinän kor-
keudelta. Vuoraus saattaa säilyä terveen näköisenä, koska laudat pääsevät kuivumaan ulospäin.

Ovien ja ikkunoiden alapuoliset kohdat kuuluvat hirsirungon vaurioalttiisiin kohtiin. Siksi ne kannattaa tarkistaa erityisen huolellisesti vauriokartoituksessa.

Sisäseinät eivät ole lämmitettävässä rakennukses-
sa kovin alttiita lahovaurioille, mutta joskus vesikaton ja etenkin piipunjuuren vuotaminen voi lahottaa väli-
seinähirsiiäkin. Jos rakennuksen palomuurit on tehty vanhaan tapaan hirsiseinien päälle, on tällainen sei-
nänosa otollinen paikka laholle.



Kuva 11: Hyönteisvaurio hirsiseinässä. Hyönteisten len-
toaukot (1) näkyvät reikinä hirsiseinässä ja vaalea puru
hirsivälissä (2) kertoo, että seinässä on aktiivinen tuho-
laiskanta.



Kuva 12: Hevosmuurahaisten syömää ydinpuuta.
(kuva: Perinnerakentaja Leo Lönnroth Oy)

Rakenteen tiiviys

Yleensä vanhat hirsirungot ovat kuitenkin yllättävän tiiviitä. Rakenne on vähitellen painunut tiiviiksi, ja sei-
niä on eri vaiheissa tilkitty uudelleen, paperoitu ja
vuorattu. Todennäköisiä vuotokohtia ovat seinän ja
lattian sekä seinän ja yläpohjan liittymäkohdat, ulko-
nurkat sekä ikkunoiden ja ulko-ovien liittymät.

Hirsitalo on saatettu jo alunperin tehdä huonos-
ti, kaikki hirsiseinät eivät ole koskaan olleet kunnolla
lämpöäpitäviä. Yleinen virhe on, ettei rakennettaessa
ole otettu rakenteen painumista riittävästi huomioon.
Karat, följarit ja vaarnatapit ovat saattaneet vähitel-
len jäädä kantamaan seinää siten, että hirsien välei-
hin on syntynyt rakoja. Rungon vääntymisen saattaa
myös hataroittaa seinää, samoin hirsien halkeilu ja
kieroontuminen. Hataroitumista voi aiheuttaa myös
viruminen, eli alimman hirren ja sen myötä koko sei-
nän taipuminen epätasaisen perustuksen tai perus-
tuskivien liian pitkän jännevälän johdosta.

Suoranaiset ilmavuodot rakennuksen käyttäjä ha-
vaitsee vetona ja ympäristöään viileämpinä kohtina.
Lämpötiloja voi tarkkailla tavallisilla lämpömittareilla.
Ammattimaisesti tiivistettyä tutkitaan muun muassa läm-
pökuvauksella ja niin sanotulla alipainekokeella. Näi-
tä asioita on laajemmin käsitelty korjauskortissa **Läm-
möneristysten parantaminen**.

Rungon muodonmuutokset

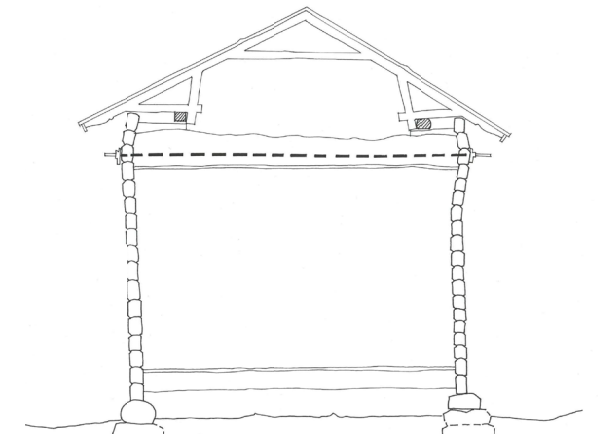
Hirsirunko kestää hyvin vääntöliikkeitä, eikä pieniin
seinien kallistumiin tai painumiin kannata kiinnittää
huomiota. Hirsirunko ikään kuin hakee asemansa
vuosien myötä. On muistettava, ettei itse hirsirunko
juuri missään olosuhteissa voi äkillisesti sortua, kyse
on aina vaurioiden vähittäisestä etenemisestä.

Runkoon voi tulla pullistumia ja vääntymiä perus-
tusten liikkumisen takia tai jonkin rungon osan pet-
tämisen takia. Jälkikäteen ajattelemanomasti tehdyt
muutokset ovat myös voineet rikkoa rungon.

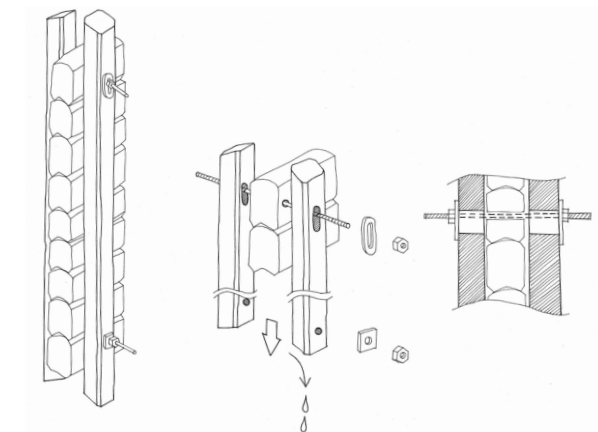
Aukkojen välisillä seinäosilla olevat pullistumat
johtuvat yleensä siitä, etteivät aukkojen pielissä ole-
vat karat ole kyenneet sitomaan seinää riittävästi. Pit-
killä seinäosilla saattaa syntyä pullistumia, jos vaar-
noja on käytetty liian vähän (tai niitä ei ole ollenkaan!)
tai jos seinää ei ole vahvistettu följareilla.

Seinien pullistuminen ulospäin voi johtua myös sii-
tä, että runkoa poikittain sitovat vasat ovat päässeet
irtoamaan salvoksistaan. Vaurio on vakava, koska ul-
koseinään kohdistuu myös vesikaton paino.

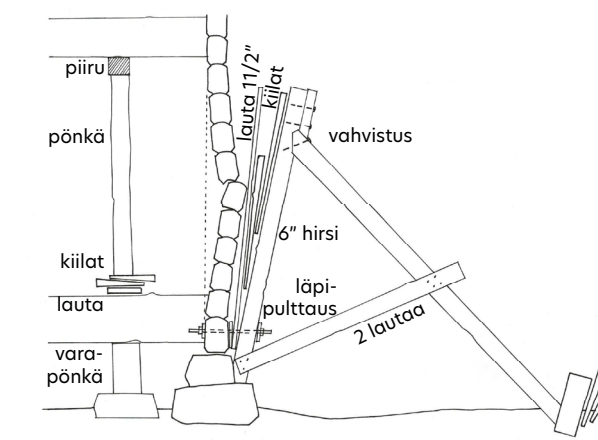
Jos rakennus koostuu useasta eri hirsikehästä,
saattavat liitoskohdat aueta perustusten liikkeen tai
alimpien hirsien lahoamisen takia.



Kuva 13: Yläpohjajavasojen luistaminen pois liitoksis-
taan on vaurio, joka saattaa syntyä, jos vesikatto pai-
naa yläpohjan hirsikertoja ulospäin. Vaarana on välikaton
romahtaminen, ja siksi vaurio on korjattava välittömäs-
ti. Rakenteen voi kiristää paikoilleen esim. välipohjan
sisään asennetuilla vetotangoilla.



Kuva 14: Följarilla tuettu hirsiseinä.



Kuva 15: Vanhan hirsitalon seinän oikaisu.

Hirsitalon rungon korjaustavat

Kulttuurihistoriallisesti arvokkaassa rakennuksessa suojaus ja paikkaus ovat luonnollisia, alkuperäisen rakennusosan ikää jatkavia korjaustoimia. Hirsien kokonaan uusimista pyritään välttämään. Korjaustöissä huomioidaan alueelliset ja rakennuksen historian ominaispiirteet ja rakennustekniset yksityiskohdat, kuten nurkkaliitostyyppi tai rungon liuharakenne. Lisäksi on suositeltavaa käyttää samaa puulajia, jota rakennus alunperinkin on ollut.

Korjaukset ja paikkaukset ovat osa talon pitkää historiaa. Ne eivät saisi erottua räikeästi. Etenkin paljaissa hirsiseinissä työ on pyrittävä tekemään niin, että korjaus rakenteellisesti ja työtavaltaan sopeutuu ympäristöönsä. Uutta ulkopuolista puupintaa ei ole tarpeen patinoida. Paikkaukset kuuluvat hirsitalon hoitoon, ja puu harmaantuu muutamassa vuodessa.

Hirsirunkoa korjataan ensisijaisesti aina hirrellä. Kulttuurihistoriallisesti arvokkaassa rakennuksessa tämä on ehdotonta. Hirsitalolle vieraita materiaaleja, kuten terästä, betonia, kevytbetonia tai muovi- ja mineraalivillaeristeitä, ei pidä käyttää siksikään, että niiden rakennusfysikaalinen toiminta poikkeaa puurakenteen toiminnasta. Paineekyllästettyä puuta ei tule käyttää. Jos hirsien toivotaan kestävän hyvin, käytetään paikkaukseen sydänpuuvaltaista mäntyä.

Vaikka periaatteena on vanhan rakenteen säilyttäminen ennallaan, on ilmiselvät rakennevirheet korjattava.

Suojaaminen

Hirsirakenteen ikää voidaan jatkaa yksinkertaisesti suojaamalla ja paikkaamalla vahingoittumassa olevia osia. Esimerkiksi huonoon kuntoon päässeeseen seinän tai pelkästään nurkan peittäminen vuorauslaudoilla on luontevaa ja perinteen mukaista. Paljaiden hirsiseinien suojaukseen on käytetty – ja voidaan edelleen käyttää – myös pärevuorausta ja arimpien kohtien peittämistä tuohella.

Paikkaaminen

Hirsien paikkaukset tehdään poistamalla huonokuntoinen osa hirrestä. Kolo veistetään suoraviivaiseksi ja saumat yritetään ”hävittää” luonteviin paikkoihin hirressä. Kolon alareuna veistetään ulospäin kaltevaksi, ettei sadevesi pääse saumaan. Paikkana käytetään hyvälaatuista kuivaa puuta. Paikka muotoillaan tarkasti kolon mukaiseksi ja kiinnitetään puutapeilla (ks. kuva 17, 20, 21). Tappien päihin voidaan laittaa kiilat tapin puunsyiden poikittaissuuntaisesti. Ohuissa paikkapaloissa voidaan käyttää myös nau-lausta.

Laudoittamattoman hirsirakennuksen pitkänurkissa voi olla usean asteisia lahovaurioita, ja lisäksi hirsien päissä voi olla suuria halkeamia. Mikäli nurkkasalvoksen ylittävstä hirren ylä- tai alapinnasta on lahonnut



Kuva 16: Seinän suojaaminen päreillä.



Kuva 17: Paikkapalan kiinnitys tapilla, jonka reiän sisään menevässä päässä on sen kiinnittymistä vahvistava kiila.



Kuva 18: Hirren pitkänurkan pään yläpinta paikattu lähinnä ulkonäöllisistä syistä. (Kuva: Restart Oy)

tai lohjennut pala mutta vaurio ei jatku nurkkasalvoksen sisään, voidaan paikkauspala kiinnittää tapilla tai nau-lalla (kuva 18). Jos vaurio jatkuu nurkkasalvoksen sisään ja heikentää hirsirungon rakennetta, tehdään uusittava osuus nurkan sisäpuolelle saakka. Tällöin hirren jatkolii-tos tulee tehdä huolellisesti ja kuormitusta kestäväksi.

Kaikki rakenteet on pyrittävä korjaamaan sellai-siksi, etteivät ne pääse missään oloissa kostumaan ja lahoamaan. Kuvissa 20 ja 21 on esitetty kaksi eri-laista tapaa uusien hirtteä osittain, joko hirren ulkopuoli tai yläpuoli uusien. Kummassakin tapauksessa lahon-nut osa poistetaan ja tilalle sovitetaan hirrenpuoli-kas. Tärkeää on, että liitos ei johda sadevettä seinän sisään. Liitoksen voi tervata ja tilkitä etukäteen. Uusi osa kiilataan tiukasti paikoilleen ja kiinnitetään puu-tapeilla, mieluiten sisäpuolelta. Paikka veistetään lo-puksi vanhan seinäpinnan mukaiseksi. Tapit asenne-taan eri kulmiin toisiinsa nähden.

Hirsien vaihtaminen

Vanhaa hirsiseinää korjattaessa käytetään mieluiten van-haa tai vähintään kolme vuotta kuivunutta hirttä. Tuore hirsi kutistuu kuivuessaan voimakkaasti, jolloin seinästä helposti tulee hatara. Paikkaukseen on pyrittävä valitse-maan poistettavan hirren korkuinen hirsi, jotta veistotyö jää mahdollisimman vähäiseksi.

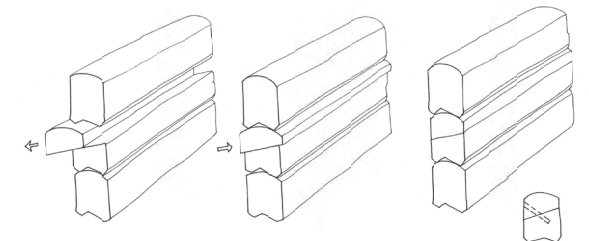
Hirsirungon alimmat hirret tai niiden osia joutu-taan joskus vaihtamaan lahoamisen takia. Tämä ”ken-gittäminen” oli ennen hirsitalon luonnollista hoitoa. Etenkin multapenkullisissä taloissa se jouduttiin tois-tamaan muutaman vuosikymmenen välein. Vanhois-sa hirsiseinissä näkeekin tukipuiden koloja merkkei-nä aiemmista kengityksistä. Seinähirsien vaihtamista varten joudutaan poistamaan työn esteenä olevat ra-kennusosat, kuten seinän alaosan vuorilaudat. Myös ik-kunanpuitteet on syytä nostaa paikoiltaan, etteivät ne rikkoutu rungon liikkua. Mahdollisesti myös sokke-lia joudutaan purkamaan työskentelyn helpottamiseksi.

Rakennusta joudutaan hirsä uusittaessa tilapäi-sesti nostamaan. Rakennuksissa, joissa uunit, hormi-ryhmät ja palomuurit on muurattu kiinni hirsiseiniin, ei seiniä kuitenkaan voi juurikaan nostaa. Myös liikku-mavara piipun läpivienneissä väli- ja yläpohjissa sekä vesikatossa on syytä tarkistaa ennen rakennuksen nostamista. Pienikin rungon liikuttelun muurauksiin synnyttämä halkeama voi aiheuttaa tulipalon vaaran.

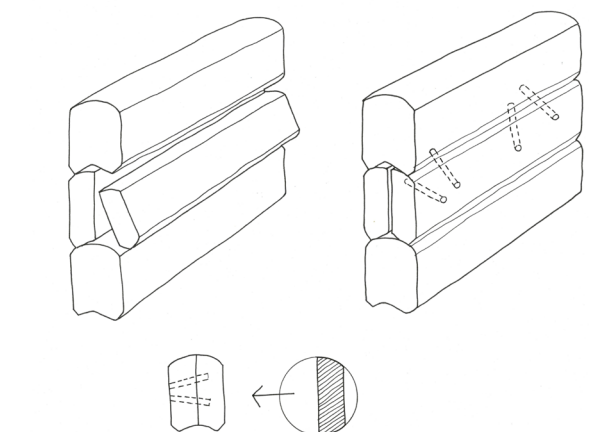
Rakennusta nostettaessa sitä kohotetaan tasai-sesti mielellään useammasta pisteestä siten, ettei run-koon pääse syntymään vääntymiä. Pientä rakennusta voidaan nostaa yhdestä tai kahdesta pisteestä, esi-merkiksi päädyn kahta puolta. Nostotavan valintaan vaikuttaa perustusten rakenne ja se, voidaanko sisä-puolella työskennellä vapaasti. Yksinkertaisin tapa on sahata lahoa hirttä pois ja asettaa tunkki suoraan sei-



Kuva 19: Hirren pää on paikattu ja ulotettu riittävän pitkälle vanhaan hirteen, että siitä tulee rakenteellisesti kestävä. (Kuva: Restart Oy)



Kuva 20: Hirren yläosan paikkaaminen sen koko pak-suudelta. Ulkopuoli vasemmalla.



Kuva 21: Laho hirsi korjataan lankkupaikkauksella.

nän alle. Seinä on nostamisen jälkeen tuettava muulla tavoin, jotta hirsi voidaan vaihtaa. Seinään voidaan myös pultata pystyparru, jonka alta nosto tehdään. Toinen tapa on käyttää teräksisiä nostokulmia, jolloin tunkkaus tapahtuu sokkelin vierestä. Rakennus tuetaan noston jälkeen rungon alle esimerkiksi hirsistä kasatuin tuin. Nostettua hirsirunkoa ei koskaan saa jättää nostotunkkien varaan. On suositeltavaa nostaa rakennusta seinä kerrallaan, sillä koko rakennuksen nostaminen kerralla saattaa aiheuttaa romahdusvaaran.

Uusi hirsi sovitetaan paikoilleen alustavasti, jotta ylemmän hirren muoto saadaan merkittyä varalla sen selkään. Hirttä joudutaan veistämään sekä selkättä vatsapuolelta, koska alapuoli muotoillaan sokkelin mukaiseksi. Nurkkasalvos tehdään vanhan liitoksen mukaisesti. Jos osa vanhasta hirrestä jätetään paikoilleen, on jatkos tehtävä vetoa kestävänä hammaslapaliitoksena, koska alimmat hirret sitovat koko runkoa (kuva 22).

Kun hirsi sovitetaan paikalleen, varaukseen asetetaan tilke. Hirren ja kivijalan väliin voidaan laittaa eristeeksi tuohi tai bitumihiuopakaistale. Muuratun tai betonista valmistetun sokkelin kanssa tulee hirsi aina eristää sokkelista. Tuohia on käytetty muissakin kosteudelle alttiissa paikoissa, kuten ikkunakarmin alla tai multipenkissä eristehiekan ja hirren välissä. Uuden hirren paikoillaan pysyminen varmistetaan ylemmän hirren läpi lyödyillä 1-1,5 tuumaa (25-38 mm) paksuilla puutapeilla eli vaarnoilla. Kiinnitystä rautanauloilla ei suositella.

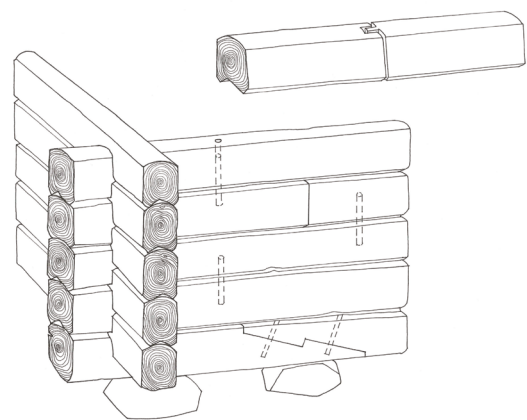
Ikkunoiden alapuoliset hirret ovat usein lahonneet. Niiden vaihtaminen on suhteellisen yksinkertaista: ikkuna irroitetaan karmeineen ja hirret uusitaan pätkinä karaliitosta (kuva 22) käyttäen.

Hirsien uusiminen rungon muissa kohdissa tehdään vastaavia menetelmiä soveltaen, raottaen hirsiseinää uusittavan hirren kohdalta. Ylhäällä seinissä olevien hirsien vaihto on hyvin hankalaa, ja siksi suositeltavinta onkin pyrkiä tukemaan rakenne muutoin ja paikkaamaan lahonnut osuus. Hirsien vaihto tapahtuu nostamalla koko yläosa tukien varaan tai purkamalla yläpuoliset rakenteet työn ajaksi.

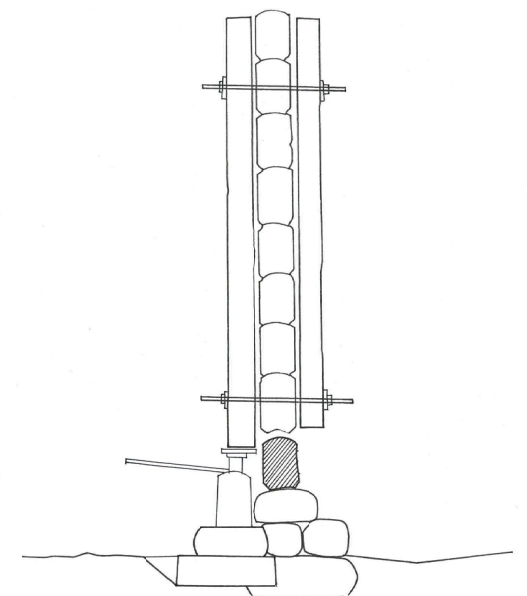
Poikkeustapauksissa, kun rakennusta ei voida nostaa, on mahdollista käyttää korjausmenetelmää, jossa osa hirttä korvataan suoraksi veistetyllä kappaleella. Näin voi olla esimerkiksi, kun arvokkaat sisäpinnat, pinkopahvit, tapetit tai rappaus ovat vaarassa vahingoittua tai kun hirsiseinää vasten on muurattu palomuur. Uusittu hirsi tulee kiinnittää vaarnoilla seinään ja pituussuunnassa jatkaa lapaliitoksin (kuva 27).

Rungon oikaisu

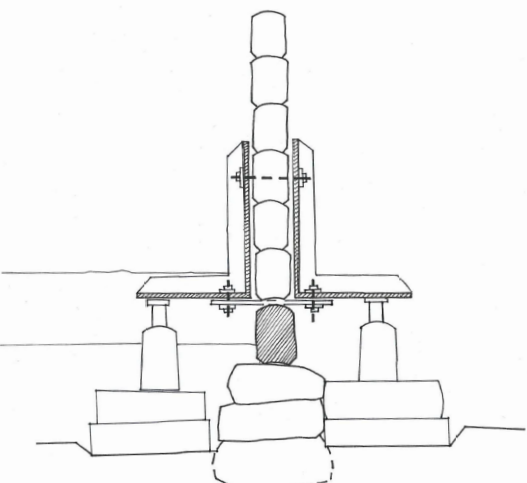
Hirsirakennusta, joka on hakenut asentonsa vuosien myötä, on oikaistava hyvin varovasti. Rungon pakottaminen oletettuun alkuperäiseen asemaansa voi



Kuva 22: Hirsiliitoksia: Karaliitos (yllä, esimerkiksi ikkunan alapuoliseen hirtehen), hammaslapaliitos (alla)



Kuva 23: Seinän nostaminen följäreillä.



Kuva 24: Seinän nostaminen nostorautoilla.

särkeä rakenteita. Sitä paitsi talossa on voitu tehdä vuosien myötä korjauksia, joissa rungon vinous on jo otettu huomioon. Oikaisu voi siten johtaa esimerkiksi lattioiden kallistumiseen tai pahimmillaan rakenteiden repeämiseen. Selvät alimpien hirsien lahoamisesta tai sokkelin painumisesta johtuvat vinoudet on toki syytä yrittää oikaista.

Oikaisu tehdään nostamalla rakennusta edellä kuvatuilla menetelmillä. Isommat oikaisut on tehtävä usean päivän aikana, jotta hirsiiin ei synny vaurioita liian nopean liikuttamisen vuoksi.

Rungon pullistumia voidaan oikaista eri menetelmillä. Suuret pullistumat on oikaistava huolellisesti tehdyillä apurakenteilla, joilla seinä päästään vähitellen kiilaamaan suoraksi. Seinä voidaan myös vetää suoraksi vahvan taljan ja tukevan hirren avulla.

Pieni pullistuma voidaan oikaista kiristämällä seinä kahden tukevan parrun väliin pulteilla. Jos mahdollista, seinään kohdistuvaa vesikaton ja välilaipion painoa kannattaa keventää tunkkaamalla välipohjaa työn ajaksi ylöspäin. Oikaistu seinä tuetaan följareilla. Niitä asennettaessa on otettava seinän painumisvara huomioon.

Seinän pullistuma voi johtua myös siitä, etteivät aukkojen karat ole riittävän lujia tai niitä ei ole. Karan uusimista varten seinä tuetaan tilapäisesti. Uudet karat tehdään lujemmasta puusta, ja karan kielen kokoa mahdollisesti suurennetaan. Karat on muistettava tilkitä hyvin.

Hirsirungon kannalta on oleellista varmistaa runkoa poikkisuunnassa sitovien vasojen liitosten pitävyys. Jos tätä on syytä epäillä, on liitoksia vahvistettava. Tämä voi tapahtua teräksisillä sidekulmilla, jotka pultataan seinään ja poikkipuuhun, tai rungon poikki täytettilassa viedyillä vetotangoilla, joiden molempiin päihin on hitsattu kierretangon pätkät.

Tilkitseminen

Uudessa hirsirakennuksessa tehtiin jälkitilkintä eli riveys vasta rungon kuivahdettua ja laskeuduttua. Seinien painuessa ja eläessä riveystä uusittiin tarpeen mukaan.

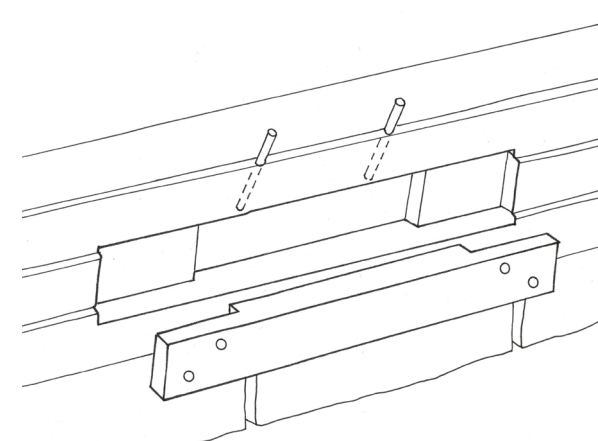
Hataran hirsiseinän tiiviyyttä voidaan parantaa tilkitsemällä. Tilkitseminen tehdään lyömällä tilkeraudalla (kovasta puusta tehty kiilakin käy) rivettä hirsien välisiin varauksiin, salvoksiin ja hirsien halkeamiin. Tilkkeenä käytetään luonnonkuitua, esimerkiksi pellavaa. Tilke muotoillaan löyhäksi köydeksi ja lyödään tiukasti rakoon, tarvittaessa useampina kerroksina. Karojen ja karmien tilkkeet tarkistetaan vastaavasti. Ulkopuolinen tilkitseminen voidaan tehdä tervariveellä, mutta sisäpuolella käytetään tervaamatonta rivettä, koska terva imeytyisi helposti pahvi- ja maali-kerrosten läpi aiheuttaen ikäviä läikkeitä.



Kuva 25: Kengitys työmaalla.



Kuva 26: Nurkkaliitoksen sovitus.



Kuva 27: "Pölkkyvarausta" voidaan käyttää hirren paikkaukseen silloin, kun rakennusta ei voida nostaa.

LÄHTEITÄ

Kirjallisuus ja linkit

Andersson, Göran 2016. *Timmerbyggnader*. Hantverkslaboratoriet: Göteborg. https://gupea.ub.gu.se/bitstream/handle/2077/41561/gupea_2077_41561_3.pdf

Hidemark, Ove & Stavenow-Hidemark, Elisabeth & Söderström, Göran & Unnerbäck, Axel 2017. *Så renoveras torp och gårdar*. Nordstedts: Tukholma.

Kaila, Panu 2010. *Talotohtori*. WSOY: Porvoo.

Kaila, Panu 2022. *Talotohtorin rakenneopas*. Kustantamo S&S: Helsinki.

Laine, Matti & Orrenmaa, Anssi 2012. *Rakkaat vanhat puutalot. Säilyttäjän opaskirja*. Otava: Helsinki.

Liggtimmerhus: Tillsyn och reparation. Riksantikvarieämbetet, rapport 1992:2. <https://www.raa.se/publicerat/9789172095922.pdf>

Nummi, Outi (toim.) 2005. *Rohmut ja riesat*. Suomen museoliitto: Helsinki.

Orola, Urho 1943. *Rakennusten korjaus ja kunnossapito*. Pellervo-Seura: Helsinki.

Roininen, R. H. 1957. *Kirvestyöt*. Rakentajain kustannus: Helsinki.

Vuolle-Apiala, Risto 2012. *Hirsitalo ennen ja nyt*. Otava: Helsinki.

Vuolle-Apiala, Risto 2005. *Hirsityöt*. Opetushallitus & Rakennusalan kustantajat RAK & Kustantajat Sarmanto Oy: Jyväskylä.

SFS-EN 17121:2019
Kulttuuriperinnön vaaliminen. Historialliset puurakenteet. Ohjeita kantavien puurakenteiden arviointiin.

