

Veistohirsirungon ominaispiirteet ja kunnan arviointi

LAB-ammattikorkeakoulu
Rakennusmestari (AMK)
2025
Tiia Värri

Tiivistelmä

Tekijä(t) Värri,Tiia	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2025
	Sivumäärä 51	
Työn nimi Veistohirsirungon ominaispiirteet ja kunnan arviointi		
Tutkinto Rakennusmestari (AMK), rakennusalan työnjohdon koulutus		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä tarkastellaan asuinrakennuksen veistohirsirungon ominaispiirteitä ja tyypillisimpiä vauriokohtia. Siinä esitellään kuntoarvion ja kuntotutkimuksen tavanomainen sisältö ja kulku, sekä niiden soveltaminen hirsirunkoon. Tarkoituksena oli laatia kattava aineisto perinteisesti rakennetun veistohirsirungon kunnan arviointiin ja sen rakenteiden selvittämiseen.</p> <p>Työn lähdemateriaalina käytettiin alan teknisiä oppaita ja ohjeita sekä perinne- ja puurakentamiseen erikoistuneiden tutkijoiden teoksia. Lisäksi työn laadinnassa oli käytössä vanha hirsirunkoinen asuinrakennus tutkimuskohteena.</p> <p>Tutkimuskohteena olleen rakennuksen kuntotutkimuksissa havaittiin merkittäviä vaurioita sen hirsirungossa. Näiden seurauksena pääteltiin tavanomaisten kuntotutkimusmenetelmien olevan riittämättömiä kaikkien hirsirungossa olevien piilovaurioiden selvittämiseksi. Kuntotutkimukset vaihtuivat kokonaisvaltaiseen hirsirungon kunnan arviointiin, jonka tukimateriaaliksi opinnäytetyö laadittiin. Lisäksi hirsirungon vapaan tutkimisen myötä paljastuneita vaurioita on saatu dokumentoitua työhön esimerkeiksi.</p> <p>Tuloksena laadittu aineisto auttaa kohdentamaan veistohirsirunkoisen rakennuksen kuntotutkimukset todennäköisimpiin vauriokohtiin, vaikka koko hirsirunko ei olisi esillä. Lisäksi ominaispiirteiden tunteminen auttaa korjaussuunnitelman laatimisessa, jonka pohjana kuntoarvio yleensä toimii.</p>		
Asiasanat veistohirsi, kuntoarvio, kuntotutkimus		

Abstract

Author(s) Värri, Tiia	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2025
	Number of Pages 51	
Title of Publication The characteristics of traditional log frame and condition assessment		
Name of Degree Bachelor of Construction Management (UAS)		
Name, title and organization of the client		
Abstract <p>The thesis examines the characteristics of a traditional log frame and the most typical damage points in a residential building. It presents the usual contents and course of the condition assessment and examination and their application to the log frame. The purpose was to produce comprehensive material for the assessment of the condition of a traditionally constructed log frame and for the study of its structures.</p> <p>The source material for the work was technical guides and instructions in the field, as well as works by researchers specialising in traditional and wood construction. In addition, an old log-framed residential building was used as a research object in the drafting of the work.</p> <p>The condition of the building under study showed significant damage to its log frame. As a result, it was agreed that conventional condition research methods were inefficient to determine all the hidden damage in the log frame. The condition studies were replaced by a comprehensive assessment of the condition of the log frame, for which the thesis was prepared as a supporting material. In addition, the damage revealed by the free examination of the log frame has been documented as examples for the work.</p> <p>The resulting material helps to target the condition studies of a traditional log frame building to the most likely sites of damage, even if the entire log frame is not displayed. In addition, knowing the characteristics helps in the preparation of a repair plan, the basis of which is usually the condition assessment.</p> <p>The resulting material helps to target the condition studies of a traditional log frame building to the most likely sites of damage, even if the entire log frame is not displayed. In addition, knowing the characteristics helps in the preparation of a repair plan, the basis of which is usually the condition assessment.</p>		
Keywords Traditional log, condition assessment, condition examination		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Hirsitalorakentamisen historia Suomessa	2
3	Puu rakennusmateriaalina	4
3.1	Puu hirsirakentamisessa	4
3.2	Puun kerrokset.....	4
3.3	Puun kosteuspitoisuus.....	5
3.4	Puun kosteuskäyttäytyminen.....	6
3.5	Lujuus	8
4	Veistohirsirunko.....	9
4.1	Veistohirsi	9
4.2	Veistohirsirungon ominaispiirteet	10
4.2.1	Hirsityypit	10
4.2.2	Varaustyytit.....	12
4.2.3	Nurkka ja hirsiliitokset.....	14
4.2.4	Painuminen ja puun luonnollinen eläminen	18
4.2.5	Hirsirakenteen tiiviys.....	20
5	Veistohirsirungon ominaisvauriot.....	22
5.1	Lahovauriot.....	22
5.2	Hyönteisvauriot.....	24
5.3	Mikrobivaurio	25
6	Veistohirsirungon tyypillisimmät vaurion aiheuttajat.....	28
6.1	Hirsirunkoa suojaavien rakennusosien vauriot	28
6.2	Riskirakenteet alapohjassa	31
6.3	Ongelmakohdat perinteisissä rakenteissa	34
6.4	Korjausvirheet.....	35
7	Kuntoarvio	37
7.1	Asuinkiinteistön kuntoarvio.....	37
7.2	Kuntoarvion sisältö ja vaiheet.....	38
7.3	Kuntoraportti	39
8	Veistohirsirungon kuntoarvio.....	40
8.1	Hirsirunkoon rajattu kuntoarvio	40
8.2	Vauriokartoitus.....	41
9	Kuntotutkimus.....	43
9.1	Asuinkiinteistön kuntotutkimus	43

9.2	Veistohirsirungon kuntotutkimus	44
10	Yhteenveto ja pohdinta	48

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on kerätä kattava aineisto veistohirsirunkoisen asuintalon kunnon arvioimisen ja hirsirakennusteknisen selvityksen tueksi. Laadukas kunnon arviointi ja rakennuksen ominaispiirteiden selvitys toimivat pohjana korjaussuunnitelman laatimisessa ja mahdollistavat onnistuneen korjausrakentamisen.

Tarve aineistolle ilmeni hirsirunkoisen asuinrakennuksen kuntoarvion ja sitä seuranneiden kohdennettujen kuntotutkimuksien yhteydessä. Kyseinen rakennus tulee toimimaan tutkimuskohteena opinnäytetyössä. Asuinrakennukseen oli alun perin tarkoitus laatia tavanomainen kuntoarvio ja kuntotutkimuksia, joiden suorittamisen aikana havaittu merkittäviä vaurioita rakennuksen hirsirungossa. Vaurioiden kokonaisvaltainen selvittäminen vaatii laajaa tietämystä hirsirakentamisesta ja hirsirungon ominaispiirteistä.

Tavanomaisen kuntoarvion tekemiseen eivät kuulu rakenneavaukset ja kuntotutkimuksiinkin ne kuuluvat vain rajoittuvin osin. Työssä tutkimuskohteena käytettävään rakennukseen tullaan suorittamaan tutkimuksia sillä tarkkuudella, jotta piilevätkin vauriot paljastuvat. Vapaa tutkiminen mahdollistaa vaurioiden aiheuttajien ja niiden syntymekanismien selvittämisen. Kattavalla selvityksellä estetään vaurioiden eteneminen ja uusiutuminen korjaustöiden jälkeen. Rakennuksen tutkimisen edetessä tuotetaan esimerkkimateriaalia tähän työhön, aiheeseen liittyvän kirjallisuuden ja ohjeiden rinnalle.

Työstä rajataan muut rakennuksen osat pois ja se keskittyy pelkästään hirsirunkoon. Siinä kuitenkin sivutaan joitain muita perinteisin rakennusmenetelmin tehtyjä rakennusosia, jotka saattavat aiheuttaa vaurioita hirsirunkoon tai joiden tunteminen olennaisesti vaikuttaa kuntoarvion tekemiseen. Työssä käsitellään ainoastaan perinteistä veistettyä massiivihirttä, eikä siinä oteta kantaa nykyaikana laajalti käytettäviin CLT- ja lamellihirsiratkaisuihin.

Ymmärtääkseen veistetyn hirsirungon rakennetta ja sen kuntoa on ymmärrettävä perinteisen hirsirakentamisen ominaispiirteet niin materiaalin kuin teknisten ratkaisujen osalta. Työssä esitellään perinteisen veistohirsirakenteen tärkeimmät ominaisuudet ja perinteisiä rakennustapoja. Siinä selvitetään hirsirungolle ominaisia virheitä ja vaurioita, joiden tunteminen helpottaa kuntoarvion tekemistä.

Valmis opinnäytetyö tulee toimimaan tutkimuskohteen kunnon arvioinnin taustamateriaalina ja korjaussuunnitelmaa laadittaessa. Tutkimuskohteen kuntoraportti ja korjaussuunnitelma laaditaan opinnäytetyöstä irrallisina kokonaisuuksina.

2 Hirsitalorakentamisen historia Suomessa

Hirsirakentamisella on tuhatvuotiset perinteet maailmalla ja Suomessa. Veistohirsirakentaminen on ammattitaitoa vaativaa käsityötä ja kaikki käsin veistetyt rakennukset ovat uniikkeja kappaleita. Perinteinen hirsirakentaminen on osa kulttuuriperintöä ja rakennusperinnettä. Sitä tulisi vaalia ja ottaa huomioon myös korjausrakentamisessa käyttäen perinteisiä menetelmiä ja materiaaleja.

Hirsitaloille tyypillinen ominaisuus on se, että niitä on muutettu ja laajennettu tarpeen mukaan jatkamalla, korottamalla tai suurentamalla ikkunoita. Eri aikakauden kerrostumat pysyvät erottamaan vuoraamattomasta hirrestä (Kuva 1 ja Kuva 2). Hirsikehikko on edelleen yksi parhaiten kierrätettävistä materiaaleista ja hirsirunko on tarkoitettu jatkuvasti korjattavaksi rakenteeksi. (Pajula ym. 2024, 9.)



Kuva 1. Hirsitalon kerrostumia



Kuva 2. Merkkejä korottamisesta

Eurooppalaisen hirsirakentamisen alkuperän arvellaan olevan Italiassa, noin neljän vuosituhannen takaa. Suomessa hirsitaloja on rakennettu ainakin kaksituhatta vuotta.

Varhaisimmat talomallit rautakaudelta ovat olleet vaatimattomia vain muutaman hirren korkeisia sivuseiniltään, joissa on ollut pystypaalujen kannattama jyrkkä katto. Näissä asumuksissa on ollut maalattia, jonka keskellä poltettu tuli on pitänyt talon lämpimänä. Nykyrakentamisen kaltaisen hirsitalomallin arvellaan saapuneen Suomeen Baltiasta katolisen kirkon sekä saksalaisten kauppiaiden myötä. Suomen vanhimmat hirsilöydöt ovat 400–900 jKr. ja Pyhän Henrikin saarnahuoneen seinät Kokemäellä on vanhin pystyssä oleva hirsirakennus Suomessa, josta on mainintoja kirjallisissa lähteissä jo 1600-luvulla. (Kaila 2001, 383–384.)

Suomessa tavanomaisin talotyyppi keskiajalla 1200–1500 luvuilla oli savupirtti, neliönmuotoinen rakennus, usein hirrestä veistetty. Yhtään kokonaista hirsirakennusta tuolta ajalta ei kuitenkaan ole säilynyt, sillä ne perustettiin usein suoraan maanpäälle ja alimmat hirret lahosivat nopeasti. Jo tuolloin hirret käytettiin usein uudelleen, joten rakennusten ehjäksi jääneet osat siirtyivät käyttöön uusiin rakennuksiin. Hirsien jäänteitä on kuitenkin löydetty esimerkiksi Turusta kaivauksien yhteydessä, joissa maan alta paljastui osia 1300-luvun hirsirakennuksesta. Kehikko oli kasattu vielä tänä päivänäkin tunnetulla sulkanurkka salvoksella. (Pajula ym. 2024, 8.)

1600-luvulta alkaen kartanot, pappilat ja sotilaiden virkatalot alkoivat näyttää suuntaa myös talonpoikien taloille. 1700- ja 1800-luvun vaihteessa yksihuoneiset savupirtit alkoivat yleisesti väistyä ulos savuttavan savupiipun ja useamman huoneen talojen tieltä. (Pajula ym. 2024, 8.) Tyypillinen 1700-luvun lopun talo oli parituvallinen hirsitalo (Kuva 3), jossa talon toisessa päässä tupa, keskellä eteinen ja toisessa päädyssä kaksi huonetta (Vuolle-Apiala 2008, 10).

1930-luvulla hirsirakentaminen alkoi väistyä lautatalorakentamisen tieltä, vaikka vielä 1950 ja 1960-luvuilla hirsitaloja rakennettiin paljon sodan jälkeistä siirtoväkeä asutettaessa. Elinolojen parannuttua sotien jälkeen hirsirakentaminen jäi kesämökkirakentamisen varaan ja hirsien veisto alettiin toteuttaa moottorisahalla. (Kaila 2001, 388.)



Kuva 3. Tyypillinen parituvallinen talo 1700-luvun lopulta (Vuolle-Apiala 2008, 10)

3 Puu rakennusmateriaalina

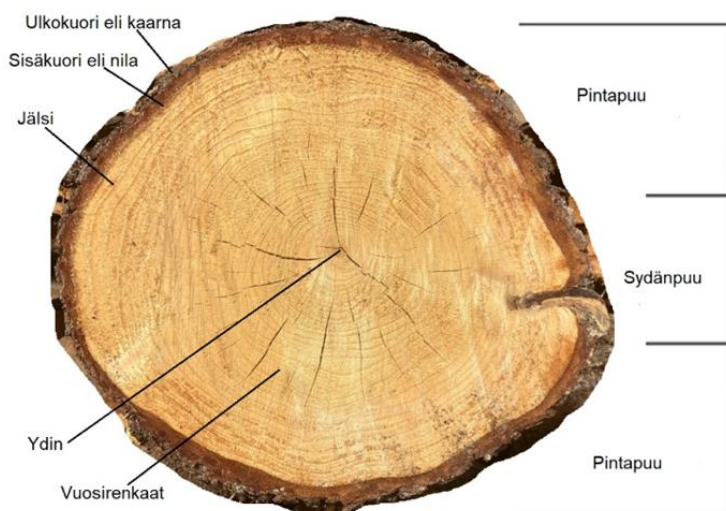
3.1 Puu hirsirakentamisessa

Massiivihirsirunkoa arvioitaessa on tunnettava materiaalina käytetyn puun tärkeimmät ominaisuudet, sekä puun käyttäytyminen hirsirakentamisen näkökulmasta. Suomessa hirsirakentamiseen on käytetty tavanomaisesti havupuita, kuusta ja mäntyä niiden paremman saatavuuden ja veistoon soveltuvuuden vuoksi. (Pajula ym. 2024, 6.)

Puu orgaanisena materiaalina käyttäytyy yksilöllisesti kasvuhistorian ja ympäristön muovaamana. Yksilöllisyys seuraa tukista työstettyyn puutavaraan eli hirsiiin ja lautoihin. Lisäksi eroavaisuuksia käyttäytymisessä on eri puulajien välillä. Havupuiden rungot ovat lehtipuita suurempia ja pihkoittuminen toimii luonnollisena suojana lahoamista vastaan. Kuusen ja männyn erottaa toisistaan ulkonäöltä väristä. Kuusi on väriltään tasaisen vaalea, männyllä on kellertävä pintapuu ja punertava sydänpuu. Kuusella on suurempi taipumus halkeiluun ja vääntyilyyn kuin männyllä. (Kaila 2001, 239–241.)

3.2 Puun kerrokset

Puunrungon uloimpana kerroksena on kuollutta solukkoa sisältävä ulkokuori kaarna, jonka alla elävää solukkoa sisältävä sisäkuori nila. Kuorien alla on ohut solukerros jälsi, jossa tapahtuu solunjakautuminen eli puun paksuuskasvu. Vuosirenkaista vaaleammat osat ovat kevätpuuta, jotka ovat muodostuneet kasvukauden alussa. Kasvukauden lopussa muodostunutta puuta sanotaan kesäpuuksi, jolloin solut ovat väriltään tummempia. (Jääskeläinen & Sundqvist 2007.) Puun kerrokset on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Puun kerrokset (Mukailtu: Puuinfo 2019,6)

Keskellä puuta oleva sydänpuu on täysin kuollutta puun solukkoa, kun taas pintapuuta on elävää, joka kuljettaa vettä juurista latvaan ja varastoi sitä. Nuori puu on kauttaaltaan pintapuuta, joka ikääntyessään muuttuu sydänpuuksi. Männyllä on tumma ja lahoa kestävä sydänpuu (Kuva 5), kun taas kuusella sydänpuu ei ole värieroin nähtävissä (Kuva 4) ja laatu on sen pintapuuta heikompi. (Kaila 2001, 253.)

Männyn sydänpuussa solukko on tukkeutunut kokonaan ja rungon keskiosaan on kertynyt hartseja, väriaineita sekä puun tuottamaa lahoa torjuvaa ainetta pinosylviiniä (Kaila 2001, 253). Kuvassa 5 männyn sydänpuu erottuu selvästi poikki sahatussa pelkkahirressä. Etelä-Suomessa sydänpuun muodostuminen alkaa noin 40 vuoden iässä ja jatkuu niin kauan, kunnes valtaosa puusta on muuttunut sydänpuuksi. Lopulta puu kuolee eli keloutuu pystyyn, koska sen ohut pintakerros ei riitä enää veden kuljettamiseen. (Kaila 2001, 255.) Kuvassa 6 on laajalti lahovaurioitunut männystä veistetty hirsiseinä. Laho on ainoastaan pinta puussa, eikä se ole edennyt sydänpuuhun.



Kuva 5. Männyn sydänpuu



Kuva 6. Lahoamaton sydänpuu

3.3 Puun kosteuspitoisuus

Kosteuspitoisuudella tarkoitetaan kappaleen sisältämän kosteuden määrää. Se ilmoitetaan tavallisesti kostean aineen massan ja kuivan aineen massan välisenä suhteena, jolloin lukuarvo ilmoitetaan prosentteina kuivapainosta. Kappaleen kosteus voidaan myös ilmoittaa kosteuden massan ja tilavuuden välisenä suhteena ($\text{kg/m}^3 = \text{tilavuus} \cdot \%$). (Siikanen

2015,77.) Tuoreen vastakaadetun puun sisältämä vesimäärä on keskimäärin 40–60 % sen kokonaispainosta, riippuen kaatoajasta ja puulajista (Rinne 2023). Puun tavanomaiset kosteusarvot:

- Tuore, kaadettu puu: 40–60 p-%
- Ulkoilmassa kuivattu puu: 15–25 p-%
- Sisätilassa pitkään säilytetty puu: 6–15 p-% (Rinne 2023.)

Massiivihirsitalossa sisäilman suhteellinen kosteus vaihtelee 45–57 % välillä. Sisäilman kosteus pysyy kohtalaisen tasaisena ulkoisista olosuhteista riippumatta. Asumustottumukset sekä ilmanvaihto tai sen puute luovat vaihtelua kosteustilaan. (Saarelainen 1993,57.)

3.4 Puun kosteuskäyttäytyminen

Puu on hygroskooppinen materiaali, eli sillä on kyky sitoa ja luovuttaa kosteutta ilman suhteellisen kosteuden vaihtelun mukaan. Kosteuden vaihtelu aiheuttaa puussa muodonmuutoksia. Kuivuessaan puu kutistuu ja kostuessaan se turpoaa ja muuttaa muotoaan. Nuoressa harvasyisessä puussa kuivumis- kutistumisliike on suurempaa kuin vanhassa tiheäsyisessä puussa. Puun pintakäsittely vaikuttaa liikkeen suuruuteen muun muassa hidastamalla muutoksien tapahtumista. Kosteuseläminen on voimakkaampaa puun sivuttais-, kuin pitkittäissuunnassa. (Puuinfo 2020c.)

Puun kutistuminen kuivuessaan aiheuttaa siihen muodonmuutoksia, jotka luovat sisäisiä jännityksiä. Sisäiset jännitykset saavat puun halkeilemaan (Kuva 7) ja aiheuttavat sahatavaran kieroutumista ja kuperoitumista. Kuivuessaan 30 %:n kosteudesta 10 %:n kosteuteen, kuusi ja mänty kutistuvat tuoremitoistaan säteen suunnassa 2–3 % ja 5–6 % vuosirenkaan suunnassa. (Puuinfo 2020b.)



Kuva 7. Halkeillut massiivihirsiseinä

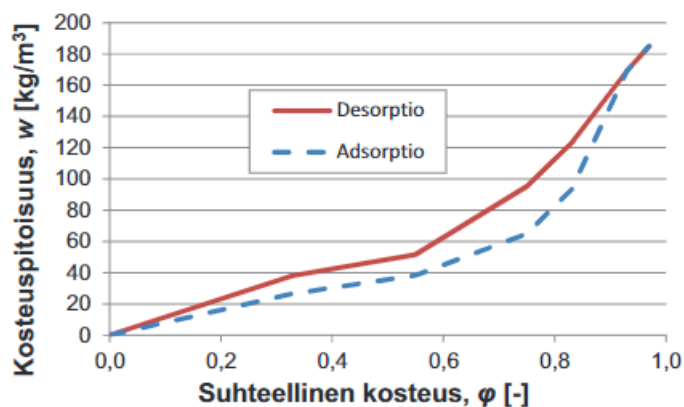
Aineen kosteus voidaan ilmaista myös tasapainokosteuden avulla. Puun kosteuden ja sitä ympäröivän ilman välille asettuu tasapainotila, jolloin sillä on hygroskooppinen tasapainokosteus, jota kuvaa aineelle ominainen tasapainokosteuskäyrä. Tasapainokosteudella tarkoitetaan aineessa olevaa kosteusmäärää tietyssä ympäristön kosteusrasitusolosuhteessa ja lämpötilassa. (Siikanen 2015,77.)

Kuviossa 1 ja 2 esitetään männyn ja kuusen tasapainokosteuskäyrät, kosteuspitoisuus w (kg/m^3) suhteellisen kosteuden RH-funktiona. Desorptio kuvaa kuivumisvaihetta, kun kosteus kulkeutuu aineesta pois ja absorptio kastumisvaihetta, kun kosteus kulkee aineeseen. (RIL 255-1-2014, 349.) Kuvioissa 1 ja 2 käytetyt merkinnät esitetty taulukossa 1.

w_{ads}	kosteuspitoisuus (adsorptiokäyrä) [kg/m^3]
w_{des}	kosteuspitoisuus (desorptiokäyrä) [kg/m^3]
ρ_0	kuivatiheys [kg/m^3]
φ	suhteellinen kosteus [-]

Taulukko 1. Kuvioiden merkinnät (RIL 255-1-2014, 463)

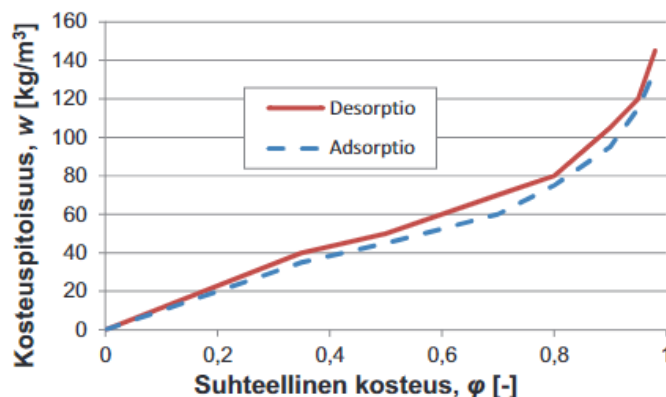
φ [-]	w_{des} [kg/m^3]	w_{ads} [kg/m^3]
0	0	0
0,33	38,0	26,6
0,55	51,6	38,3
0,75	95,2	65,0
0,83	123	93,1
0,93	169	169
0,97	185	185



Männyn tasapainokosteuskäyrät (adsorptio ja desorptio, $\rho_0 \approx 530 \text{ kg}/\text{m}^3$) taulukoituina

Kuvio 1. Männyn tasapainokosteuskäyrät (RIL 255-1-2014, 466)

φ [-]	w_{des} [kg/m ³]	w_{ads} [kg/m ³]
0	0	0
0,35	40	35
0,5	50	45
0,7	70	60
0,8	80	75
0,9	105	95
0,95	120	115
0,98*	145	135



Kuusen (kohtisuoraan syitä) tasapainokosteuskäyrät (adsorptio ja desorptio) taulukoituina

Kuvio 2. Kuusen tasapainokosteuskäyrät (RIL 255-1-2014, 466)

3.5 Lujuus

Puun lujuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa tiheys, kosteuspitoisuus sekä kevät- ja kesäpuun osuus puun rakenteesta. Tiheydellä tarkoitetaan 1 m³ kokoisen puukappaleen massaa, joka punnitaan noin 15 % kosteuspitoisuudessa. Tiheyden kasvaessa puun lujuus lisääntyy. Kesäpuun paksut soluseinät ja pienemmät soluontelot tekevät siitä tiheämpää kuin kevätpuu, jossa on ohuet ja hauraat soluseinämät. (Puuinfo 2020d.)

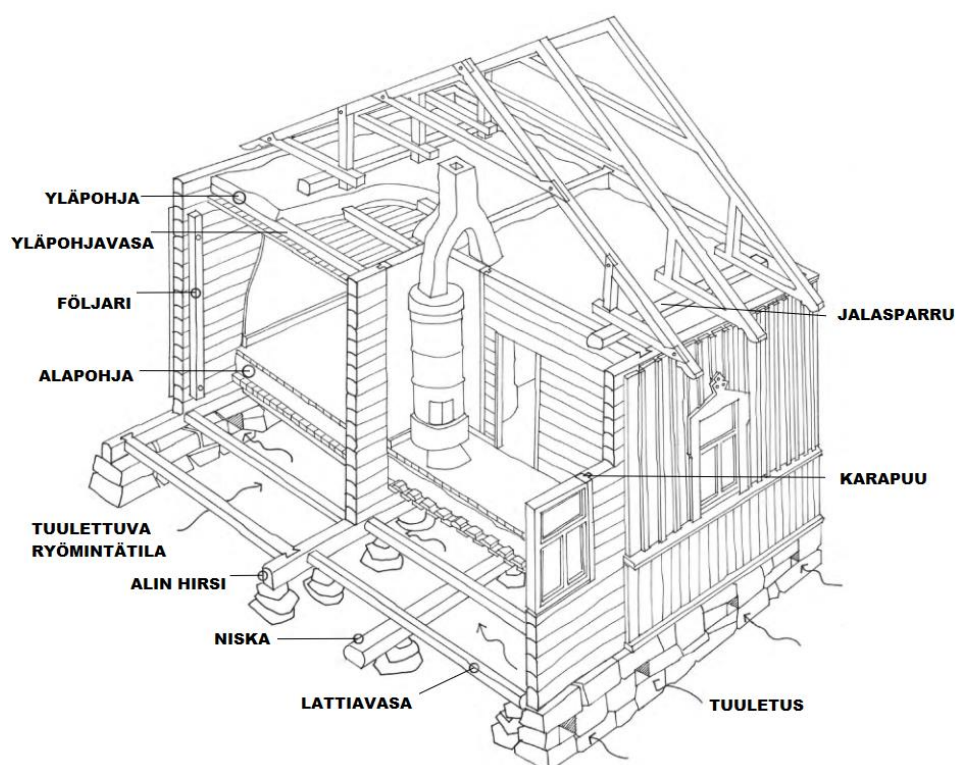
Kuusen tiheys vaihtelee välillä 300–470 kg/m³ ja männyllä 370–550 kg/m³. Kuusi ja mänty vastaavat toisiaan lujuus-jäykkyyksominaisuuksiltaan ja kuivalla puulla ne ovat märkää parempia. Puun kuivussa soluseinämät liikkuvat lähemmäksi toisiaan ja useammat niistä kiinnittyvät toisiinsa, jolloin lujuusominaisuudet paranevat. (Puuinfo 2019, 6.)

Puun lujuuteen vaikuttaa oleellisesti se, missä suunnassa syitä vastaan siihen aiheutetaan kuormitusta. Syiden suuntainen taivutuslujuus on suoraan verrannollinen puun tiheyteen. Tasalaatuisella puulla taivutuslujuus on yhtä suuri kuin vetolujuus. Vetolujuus on 10–20-kertainen syiden suunnassa verrattuna puun lujuuteen kohtisuoraan syitä vastaan. Vetolujuuteen vaikuttaa puun tiheys ja esimerkiksi männyn kevätpuun vetolujuus on vain noin 17 % kesäpuun vetolujuudesta. Puristuslujuus on noin 50 % vetolujuudesta. Leikkauslujuus on 10–15 % syiden suuntaisesta vetolujuudesta. Leikkauslujuutta heikentäviä tekijöitä ovat oksat ja halkeamat. (Puuinfo 2019, 7–8.)

4 Veistohirsirunko

4.1 Veistohirsi

Veistohirrellä tarkoitetaan käsin veistettyä, tiettyyn muotoon muotoiltua massiivipuuta. Perinteisesti hirsitalot ovat veistetty siihen tarkoitetuilla työkaluilla ja talot rakennettu tietyillä pystytys menetelmillä, joiden tunteminen helpottaa hirsitalon kuntoarviointia ja korjaussuunnitelman laatimista. Tänä päivänä massiivihirret valmistetaan usein koneellisesti sahaamalla, tai pyöröpuuta sorvaamalla, joten hirret ovat tasapaksuja ja varaukset kauttaaltaan identtisiä. Perinteisellä menetelmällä veistetyt hirret ovat kaikki yksilöllisiä, kuitenkin tiettyjä tapoja mukailten pystytettyjä (Kuva 8). (Saarelainen 1993, 76 ja 78.)



Kuva 8. Leikkauskuva tavanomaisesta hirsitalosta (Pajula ym. 2024, 3)

Veistohirsirungon periaate

Hirsirunko on kantavaseinäinen rakennusjärjestelmä, jossa kantavat seinät jatkuvat yleensä yhtenäisinä yläpohjaan saakka. Perinteisesti rakennetussa hirsitalossa yläpohjan vaakarakenne on palkkirakenteinen. Kantavat seinät toimivat yleensä rakennuksen jäykisteenä, joka vaatii hirsien kunnollista kiinnittämistä toisiinsa. Kantavien seinien tehtävä on välittää rakennuksen pystykuormat perustuksille, joiden nurjahduskestävyys saattaa rajoittaa pystykuormien kantokykyä. (Puuinfo 2020f.) Hirsitalo eroaa useimmista muista

rakennerratkaisuista, korjattavuuden ja uudelleen käytettävyyden osalta. Hirsirunko voidaan purkaa ja kasata uudelleen vahingoittamatta materiaaleja, uuteen rakennuspaikkaan tai kokonaan uuteen käyttötarkoitukseen.

4.2 Veistohirsirungon ominaispiirteet

Jokainen veistetty hirsirakennus ja hirsitalo on erilainen käsityönä luonnon materiaalista rakennettu kokonaisuus. Massiivipuun käyttäytymistä on mahdotonta täysin hallita tai ennustaa. Tietyillä paikkakunnilla ja aikakausilla on omat ominaispiirteensä rakennustyyliin, joka luo haasteita hirsirungon kunnon arvioimiseen ja korjaamiseen. Kuntoa arvioitaessa ja korjaussuunnittelussa tulisi tunnistaa sekä huomioida kyseisen rakennuksen ominaispiirteet.

Hirsiseinä on hengittävä rakenne. Hengittävällä rakenteella tarkoitetaan rakennetta, joka sitoo ja luovuttaa kosteutta. Hengittävällä rakenteella on suuri tehollinen kosteuskapasiteetti, jolla se vastaa hyvin sisäilmaan tuotetun kosteuskuorman vaihteluihin. Kosteuskuormituksen aikana huoneilmasta siirtyy vesihöyryä hengittävään rakenteeseen kuten hirteen, ja se sitoutuu siihen hygroskooppisena kosteutena. Kosteuskuormituksen päätyttyä huoneilma kuivuu nopeasti ilmanvaihdon ansiosta. Liian tiivis pintakäsittely saattaa estää puun luontaisen hygroskooppisen toiminnan. (Siikanen 2015, 80.)

4.2.1 Hirsityypit

Hirsityypit jaotellaan niiden muodon ja pystytystavan mukaan. Veistetty hirsi eli pelkkahirsi (Kuva 9) on toinen tavanomaisimmista hirsityypeistä. Veistetyssä hirressä pyöreä tukki on veistetty kahdelta sivulta suoraksi. Veistetyssä hirrestä saadaan suora ja tasainen seinä, joka on helppo laudoittaa ulkopinnalta. Veistetyssä hirressä pintapuuta kestävämpi sydänpuu tulee esiin puun pinnan veiston myötä ja on näin ollen pyöröhirttä kestävämpi. Nykyään sahateollisuuden myötä käsin veistäminen on väistynyt. (Saarelainen 1993,78.) Kuvassa 9 oleva seinä on piiluttu. Siinä on kalansuomuja muistuttava kirveellä veistetty kuvio, jolla on tavoiteltu pinnan parempaa säänkestoa.



Kuva 9. Pelkkahirsiseinä

Pyöröhirsi on hirsityypeistä luonnollisin ja yhtä yleisesti käytössä ollut tapa kuin pelkkahirsi (Kuva 10). Pyöröhirressä puu säilyttää lähes alkuperäisen muotonsa. Perinteisessä käsin työstössä puun rakenne ei muutu paljon, joten puuhun ei synny juurikaan sisäisiä jännityksiä ja vääntyileminen sekä muu puun eläminen jää vähiin. Perinteinen tapa valmistaa pyöröhirsi on kuoria puu ja oikaista pinta. Käsin veistämällä puun ydin eli sydänpuu jää hirren keskelle ja hirret ovat eri vahvuisia (Kuva 11). Puun kuivumisen aiheuttamaa halkeilua pyritään perinteisessä menetelmässä ohjaamaan joko hirren ylä- tai alapintaan, jolloin se jää rungossa piiloon varaukseen. Halkeilua pystytään myös ohjaamaan ennen kuivatusta tahtaamalla sahauksella. (Saarelainen 1993,78.)



Kuva 10. Pyöröhirsiseinä



Kuva 11. Pyöröhirsinurkka

Nykyaikaisia teollisia pyöröhirren veistomenetelmiä on kaksi, joissa toisessa mahdollisimman suorasta tukista koneellisesti veistetään hirsi, jossa sydänpuu pysyy keskellä. Toisessa menetelmässä tukista sahataan suora aihio, joka koneellisesti sorvataan tai höylätään pyöreäksi. Menetelmän aiheuttamana sydänpuu saattaa siirtyä paljonkin sivuun hirren keskeltä. Sydänpuun siirtyminen saattaa aiheuttaa voimakasta vääntyilyä, joka perinteisessä käsin veistotavassa pyritään välttämään. (Saarelainen 1993,78.)

Pystyhirsiseinä (Kuva 12), eli varhorakenne on harvinainen ja menetelmää on käytetty usein silloin kun käytettävissä on ollut lyhyitä vanhasta rakennuksesta purettuja hirsiiä. Rakenne on yksinkertainen toteuttaa, eikä painumista tapahdu yhtä paljon kuin hirsiseinässä, joka on rakennettu perinteisemmin vaakaan. Hirsien päihin tehdään karat tai urat, joilla ne kiinnitetään ylhäällä ja alhaalla olevien hirsien uriin tai listoihin. Eristeet ja tapitus tehdään rakenteeseen tavanomaisin menetelmin. (Vuolle-Apiala 2010, 27.)



Kuva 12. Pystyhirsi rakennus Lapissa (Vuolle-Apiala 2010,28)

Vähemmin käytetyt hirsiseinä menetelmät ovat kehys-hirsiseinä, pölkkyseinä (Vuolle-Apiala 2010,28) ja lapehirsii. Lapehirsissä kaksi pelkkaan sahattua tai veistettyä hirsensivua asetellaan päällekkäin, joiden välissä on eriste ilman varausta (Muhonen 2020).

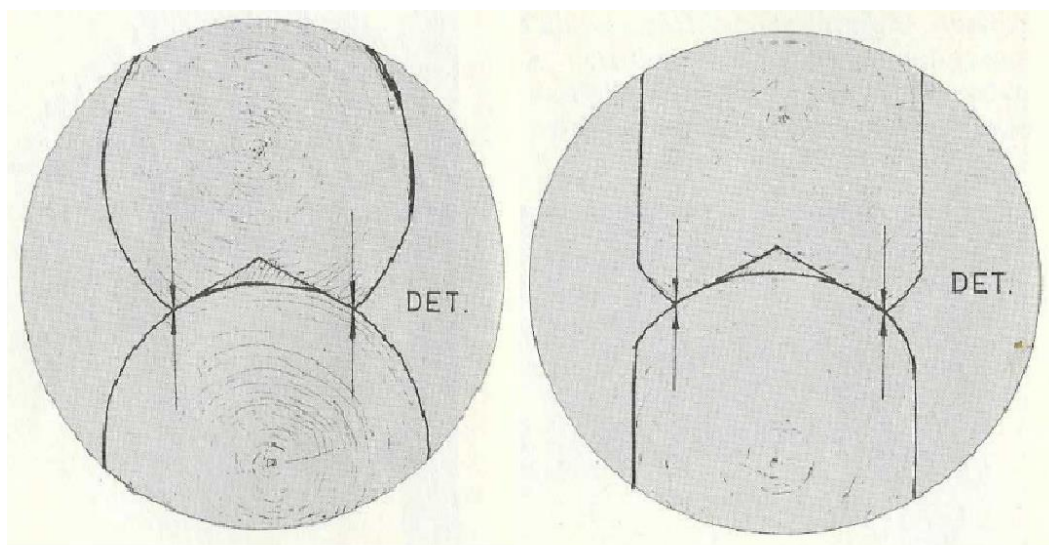
4.2.2 Varaustyyppit

Varauksella tarkoitetaan hirsiseinässä päälle tulevan hirren sovittamista alemman hirren muotoon. Veistämällä päällekkäin olevat hirret sovitetaan toisiinsa sopiviksi, jolloin hirret lepäävät tasaisesti toistensa päällä. Hirteen veistetään ura eli varaus, jonka on tarkoitus ohjata hirren halkeilua seinän suuntaisesti ja mahdollistaa kahden päällekkäin asetetun hirren liitoksen tilkitseminen mahdollisimman tiiviiksi saumaksi. Huomioitavaa on kuitenkin se, että hirsi ei lepää tilkkeen varassa vaan hirsien tulee olla kiinni toisissaan. Ohjeellinen leveys varauksesta on $4/6$ hirren paksuudesta. Hirren yläpinnan tulee aina olla pyöreä, jotta

vuoraamattomankin seinän kastelema sadevesi valuu pois eikä kastele tilkemateriaalia. (Hakalin 1984, 9.)

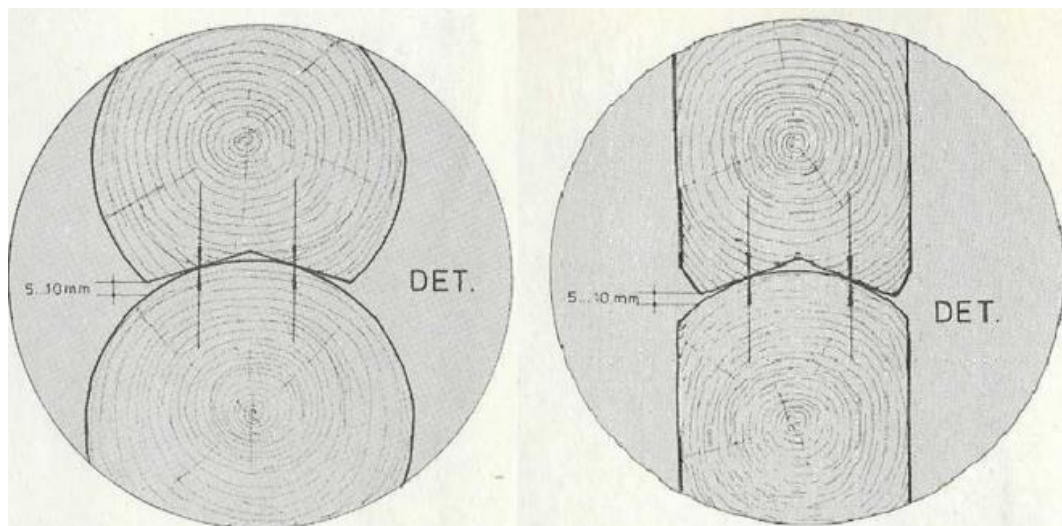
Tyypillisimpiä varauksia ovat umpi-, avo- ja kynsivaraus. Yleensä varaukset tehdään, siten että alemman hirren selkä jää pyöreäksi ja yläpuolelle tulevaan hirteen veistetään V:n mallinen ura. Näin ollen ylempi hirsi ei nojaa alempaan hirteen keskeltä. Varauksen uraa ei saisi tehdä kourumaiseksi, koska silloin se pääsee helposti liikkumaan alemman hirren pyöreää selkää vasten. Seinässä missä varaukset ovat kourumaisia, hirret kiertyvät ja vääntyvät herkemmin. Varausta tehdessä oksat tulisi hakata puoli tuumaa muuta pintaa syvemälle, koska oksat eivät kutistu pituussuunnassa. Vaarana on, että oksan kohdat alkavat kantaa myöhemmin hirren kuivussa. (Kaila 2001, 404–405.)

- Umpivaraus (Kuva 13) on varaus menetelmistä käytetyin ja perinteisin. Tällä tarkoitetaan sitä, että varauksen ulkoreunat, eli varauksen huulet kantavat alla olevaan hirteen. Tilkkeelle jää hyvin tilaa varausuraan hirren keskelle. Umpivaraus on tukevin varaustyyppi seiniin, jota tulisikin käyttää aina kun kyseessä on kantavarakenne. Umpivarausta ei voida tilkitä jälkikäteen. (Hakalin 1984, 16.)



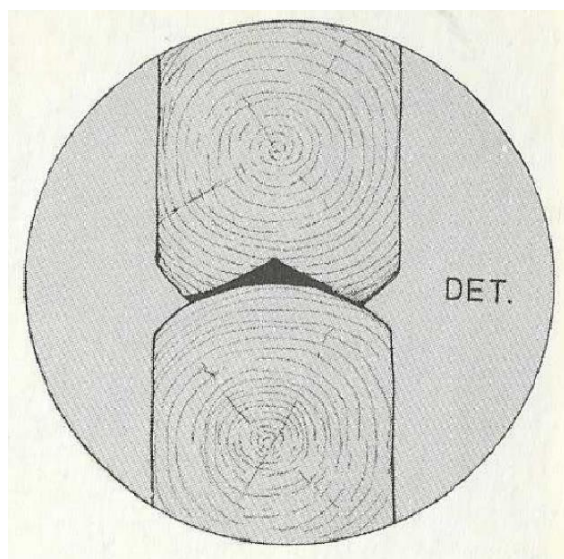
Kuva 13. Umpivaraus (Hakalin 1984, 14)

- Avovarauksessa (Kuva 14) on varauksen ulkoreunat, eli varauksen huulet auki noin 5–10 mm, jolloin reuna ei kannata alla olevaan hirteen vaan kantava kohta on lähempänä hirren keskiosaa. Avovarauksessa tilkitseminen onnistuu helposti jälkikäteen ja niitä on myös mahdollista lisätä ja vaihtaa vuosien kuluessa. (Hakalin 1984, 11.)



Kuva 14. Avovaraus (Hakalin 1984, 12)

- Kynsivaraus (Kuva 15) on edellä mainittujen umpi- ja avovarauksen välimuoto. Kynsivaruksella saavutettu hyöty on umpivarauksen tuoma tukevuus ja avovarauksen mahdollistama jälkikäteen tilkitseminen ja sen tuoma tiiveys. (Hakalin 1984, 16–17.)



Kuva 15. Kynsivaraus (Hakalin 1984, 17)

4.2.3 Nurkka ja hirsiliitokset

Nurkkasalvos on hirsienliitos. Sen tehtävä on sitoa vierekkäiset seinät ja niiden liikkeet toisiinsa. Nurkkien täytyy laskeutua seinän kanssa samaan tahtiin ja ne tulee eristää lämmityksissä rakennuksissa. Karkea jako nurkkatyypeissä on tasa- eli lyhytnurkka ja pitkänurkka. Pitkänurkalla tarkoitetaan nurkkaliitosta jossa, hirren päät jatkuvat yli nurkan, kun taas

lyhytnurkassa hirren päät eivät jatku nurkan yli. Yksinkertaisin nurkka on pyöreitä hirsiiä liittävä pyöreä loveus, koirankaulasalvos, joka on ollut yleisessä käytössä ladoissa. Huonoin ratkaisu on vain toiselle puolelle veistetty puoliväliin ulottuva ura, koska silloin nurkan sisään jää heikkoa pintapuuta kantavaksi osaksi ja nurkkaliitoksissa huono pintapuu tulisi veistää kokonaan pois. (Kaila 2022, 256 ja 409.)

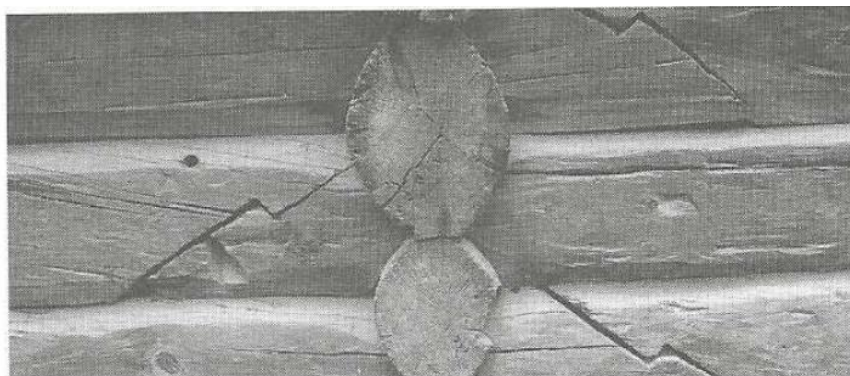
Nurkkatyytit ovat tuhatvuotista perintöä, joista on vuosien saatossa muotoutunut kymmeniä päätyyppejä. 1800-luvulla Pohjoismaissa siirryttiin pääosin käyttämään kolmea nurkkatyyppiä (Kuva 16): ristinurkkaa, lohenpyrstönurkkaa ja lukko- eli kirkkonurkkaa. (Kaila 2022, 366.)



Kuva 16. Lukkonurkka, lohenpyrstönurkka ja ristinurkka

Hirsien jatkaminen

Välillä hirsiiä on jouduttu jatkamaan seinissä (Kuva 17) ja asuintaloissa on pyritty piilottamaan jatkokset hirren sisään. Jatkokset tulee aina sitoa kunnolla ja puun sisällä ne sidotaan ruostumattomalla materiaalilla. (Vuolle-Apiala 2010, 34.)



Kuva 17. Hyvälaatuinen hirsien liitos (Vuolle-Apiala 2010, 34)

Entisaikaan oli tyypillistä jakaa tilan talo sukupolvenvaihdoksien yhteydessä pois muuttavien sisarusten osuuksiin. Lähellä toisiaan sijaitsevat hirsitalot ovat saattaneet olla alun perin samaa taloa. Jaettujen talojen vaurastuttua, tai muutoin pieneksi jäämisen myötä niitä täytyi laajentaa. Yksi vaihtoehto oli siirtää talolle jatko jostain muualta ylimääräiseksi jääneistä hirsistä kuten kuvassa 18. Hirsirunkoa tutkiessa ei ole lainkaan mahdotonta, että se sisältää ominaisuuksiltaan eroavat päädyt, erilaisilla nurkilla, eri ikäisillä ja kuntoisilla hirsillä.

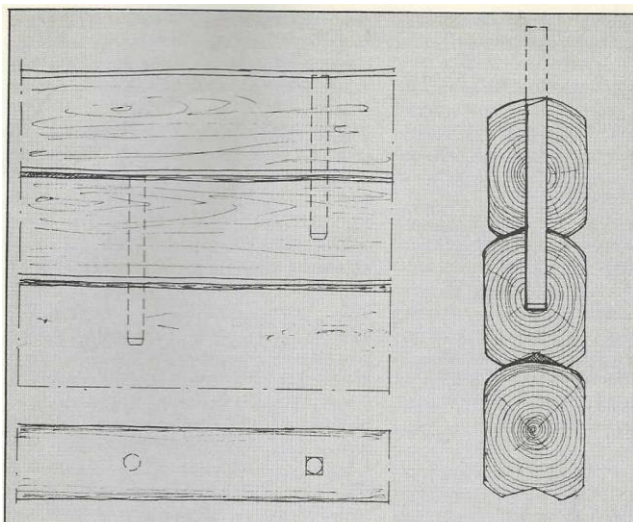


Kuva 18. Huonolaatuinen karapuilla toteutettu hirsiliitos

Vaarnaus eli tapitus

Hirsiseinän hirret tulee sitoa levyksi toisiinsa vaarnaamalla eli tapittamalla. Tapittaminen estää yksittäisen hirren pullistumisen ulos seinästä, vaikka seinää kuormitettaisiin. Kiero- syinen puu, erityisesti kuusi, saattaa kuivuessaan huonosti kiinnitettynä irrota ja vääntyä ulos seinästä. (Kaila 2022, 369.)

Päällekkäisten hirsikerrosten tapitukset tulee asettaa 20–30 cm sivuttaisetäisyydelle toisiinsa halkeamisvaaran vuoksi (Kuva 19). Seinällä tapit asetetaan puulajin mukaan 80–130 cm välein. Puutapit lyödään valmiiksi 32 mm tai 38 mm porattuihin reikiin ja tapin pituus on noin puolitoista hirsikertaa. (Kaila 2022, 369.) Myös nurkat sekä väli- ja ulkoseinän liitokset kiinnitetään yhteen tapeilla (Kuva 20).



Kuva 19. Vaarnatappien asettelu (Hakalin 1984, 54)



Kuva 20. Nurkan tapitus

Aukkojen liitokset ja jäykistäminen

Kaikki aukot hirsirakenteessa ovat helposti vääntyviä kohtia. Vääntymistä voidaan torjua asettamalla aukkojen pieliin karapuut jäykistämään rakennetta (Kuva 21 ja 22). Karojen asennuksessa on huomioitava muun rakenteen painuminen, joten niitä ei naulata kiinni ja niihin jätetään painumisvara. Karapuut tuetaan paikoilleen aukon ylä- ja alareunan vaakalankuilla. (Vuolle-Apiala 2010, 47.)



Kuva 21. Oven karapuu paikoillaan



Kuva 22. Oven karapuu irrotettuna

4.2.4 Painuminen ja puun luonnollinen eläminen

Hirsirunko asettuu vuosia lopullisiin asemiinsa ja se kestää hyvin vääntymisiä. Painuminen on veistohirsirungon ominaispiirre eikä pelkän rungon painuminen aiheuta vaurioita, jos runko on rakennettu oikein jättäen liitoksiin painumisvaraa. Painumisen aiheuttaa rungon oman massan aiheuttama puun ja saumojen painuminen sekä puun kuivumisen aiheuttama kutistuminen. Kutistuminen on noin 4 % säteen suunnassa. Hirren laadusta ja rakennusajankohdasta kosteudesta riippuen hirsiseinä painuu 20–40 mm seinän jokaista metriä kohden. Painumiseen vaikuttaa hirsilaadun lisäksi ympäröivä kosteus ja lämpötila. Sisäseinissä painumista esiintyy ulkoseiniä enemmän, pienemmän kosteuspitoisuuden vuoksi. Vuoden ajalla on suuri merkitys painumisen muodostumiseen, sillä puu pyrkii tasapainottamaan oman kosteutensa ulkoisen kosteuden ja lämpötilan kanssa. Merkittävin painumisen määrään ennalta vaikuttava tekijä on hirren kunnollinen kuivattaminen. (Vuolle-Apiala 2010,30–31.)

Painuminen on otettava huomioon rakentamisessa. Painumisvaraa on jätettävä kaikkiin rakennuksen kohtiin, joissa painuvat hirsirakenteen liittyvät painumattomiin rakenteisiin, kuten ikkunat, muurit ja kattorakenteet. (Puuinfo 2020a.) Eräs tapa rakentaa hirsitaloja on ollut tehdä seinistä tarkoituksella kaltevia, leveämpiä yläreunasta, joka tunnetaan nimellä liuha-seinäisyys. Tarkoitukselliset ja luonnolliset painumat tulee erottaa vaurioista. (Pajula ym. 2024, 10.)

Hirsitalon painuminen voi olla havaittavissa selvästi silmin katsottuna rakennuksen vinona profiilina tai sisäpuolelta pintamateriaalien repeämisenä. Merkki virheasennossa olevasta hirsiseinästä on hirsien liitoksien irtoaminen. (Pajula ym. 2024, 11.)

Pullistuminen, kiertyminen ja vääntyminen

Puiden kiertyminen saattaa muodostua ongelmaksi, jos seinää ei ole kunnolla tapitettu ja erityisesti jos hirsiseinään on sattunut päällekkäin kaksi eri suuntiin kiertyvää puuta. Kuusen on mahdollista kiertyä huonosti kiinnitettynä ulos seinästä. Täysin suorat puut ovat harvinaisia, mutta pienet kiertymät eivät aiheuta ongelmaa oikein tapitetussa seinässä. Erityisen kierteisiä ja lylyrakenteisia puita on vältetty hirsirakentamisessa. (Vuolle-Apiala 2010, 30.) Runko voi pullistua ja vääntyä perustusten murtuessa, tai jonkin rakennuksen osan pettäessä rakennusvirheen tai lahoamisen takia (Pajula ym. 2024, 11).

Pitkillä seinillä ja aukkojen pielissä nurjahtaminen estetään följäreilla (Kuva 23). Följärit ovat pystytukia, jotka asennetaan joko yhdelle puolelle seinää tai samalle kohdalle seinän molemmin puolin. Följärit kiinnitetään pulttaamalla ne hirsisiin tai hirsien läpi toisiinsa. (Puuinfo 2020e.)



Kuva 23. Följäri ikkuna-aukkoa tukemassa

4.2.5 Hirsirakenteen tiiviys

Hirsirakenteen tehtävänä on pitää veden ja ilman suora kulkeutuminen kohtuullisena sisäpuolen rakenteisiin. Oikein rakennetun hirsirungon tiiviys paranee vanhetessaan. Tiiveyteen vaikuttaa ratkaisevasti varausten leveys ja muoto, sauman eristysmateriaali ja nurkkatyyppi. Rakentamisaikana huomioon otettu rakenteen tuleva painuminen, sekä oikeanlainen varaus ja tilkkeet hirsien välissä, mahdollistavat vuosien saatossa tiivistyvän rakenteen. (Saarelainen 1993,84.)

Hirsirakenteessa ilmaa kulkee hirsien välisissä saumoissa ja raoissa. Todennäköisimmät ilman vuotokohdat ovat lattian ja seinän sekä seinän ja yläpohjan liittymäkohdat, ulkonurkat sekä aukkojen liittymät. Väärin asennetut följärit, karat ja vaarnatapit saattavat jäädä kantamaan seinärakennetta ja aiheuttaa rakoja hirsien väliin. Rungon vääntyminen, halkeilu ja kiertyminen saattavat myös lisätä ilmavuotoja rakenteessa. (Pajula ym. 2024, 13.)

Tiivistäminen, tilke

Perinteisen hirsiseinän tiiviys perustuu tarkkaan veistojälkeen ja saumojen täyttämiseen. Pelkällä varauksella ei riittävää tiiviyttä kuitenkaan saada aikaiseksi, koska kahta vastakkain asetettua puuta ei koskaan saa niin tiiviiksi, että ilmavirta ei kulkisi niiden välistä. Kunnollisen tiivistämisen mahdollistamiseksi on hirteen jo alun perin suunniteltava tilkkeelle oma tilkevara. Varauksien lisäksi nurkat ja karmit tulee tiivistää tilkkeellä. (Kaila 2001, 406.)

Sauma-aine ei saa sitoa kosteutta, jottei se pilaa koko hirsirakennetta. Vanhin saumojen tiivistys materiaali Suomessa on savi ja yleisin sammal. Kokemusten perusteella sammal kestää yhtä kauan kuin hirsi ja sen kosteuskäyttäytyminen orgaanisena materiaalina on samanlainen kuin hirrellä. Sammal johtaa kosteutta ja sietää lahottajasieniä sekä hyönteisiä. (Vuolle-Apiala 2012, 123.)

Seinien tilkkeenä käytettyjä sammallajeja ovat muun muassa rahkasammal, karhunsammal sekä suositelluin ja paras vaihtoehto seinäsammal (Kuva 24). Toinen perinteisesti käytetty eristemateriaali on pellavakuitu erimuodoissa ja sitä on käytetty myös tervattuna. Tervaus vähentää oravien ja lintujen eristeen repimistä seinistä. Vanhoja varauseristeitä esitetty kuvassa (Kuva 25). (Kaila 2022, 365.) Luonnon materiaalina puussa tapahtuu kuivumisen aikana aina muodonmuutoksia ja varauksen tasaisuus heikkenee. Tätä pyritään korjaamaan jälkeinpäin varauksia tilkitsemällä. (Vuolle-Apiala 2012,123.)



Kuva 24. Seinä-, karhun- ja rahkasammal



Kuva 25. Vanhoja varauserteitä (Vuolle-Apiala 2012, 123)

5 Veistohirsirungon ominaisvauriot

5.1 Lahovauriot

Lahovaurion aiheuttaja on aina hirsirakenteeseen päässyt kosteus. Jos puun kosteus pysyy alle 18–20 %, siinä ei elä aktiivisia lahottajasieniä. Lahottajasienten optimilämpötila on +15–+35°C ja optimikosteus 40–80 %. Jotkin sienilajit saattavat kestää pitkiäkin pakkasjaksoja. (Turpeinen.) Lahottajasienet aiheuttavat erilaisia lahovaurioita rakenteisiin, kuten rusko- ja katkolahoa. Katkolahoa aiheuttavat home- ja sinistäjäisienien kaltaiset sienet ja sitä esiintyy yleensä hyvin märässä puussa. Katkolaho heikentää olennaisesti puun lujuutta, mutta ulkoinen muoto ei välttämättä muutu paljon. Ruskolaho on yleisin lahotyyppi kosteusvaurioissa rakennuksissa. Se leviää nopeammin kuin katkolaho ja aiheuttaa puussa vaurioita, jota sieni käyttää ravinnokseen. Ruskolahottajasienistä tyypillisimpiä ovat lattiasieni, kellarisieni, laakakääpä ja aidaskääpä. (RT 08-11286. Puurakenteiden home- ja lahottajasienet sekä bakteerit. Copyright Rakennustietosäätiö 2017.)

Kastumisen aiheuttaja voi olla esimerkiksi kosteuden nousu maaperästä, vuotava lvi-järjestelmä, vuotava tai roiskuva sadevesi. Hirsirakenteen kuntoa arvioitaessa tulee selvittää lahovaurion aiheuttaja ja sen laajuus. Lisäksi lahon tyyppi tulee tunnistaa ja se, että eteneekö vaurio edelleen vai onko eteneminen pysähtynyt. Vanhoissa rakennuksissa esiintyy aina lahoa, mutta kaikkia pysähtyneitä lahovaurioita ei välttämättä tarvitse poistaa, eikä rakennetta korjata. Lahottajasieniä on useita eri lajeja, joista puurakennusten pahin lahottaja on lattiasieni. Lattiasieni saattaa levitä alkuun päästyään myös aivan kuivaan puuhun ja lahottaa seinää laajalta alalta. (Pajula ym. 2024, 11.)

Hirsien kuntoa voidaan testata vasaralla koputtelemalla, jolla saadaan hyvää yleiskuvaa hirsien kunnosta. Terveestä kunnossa olevasta hirsiseinästä kuuluu napakka ääni, kun taas sisältä lahosta hirrestä on toton pehmeä ääni. (Pajula ym. 2024, 10.)

Riskialttiita ja yksi yleisimpiä vaurio kohtia hirsirakenteisissa rungoissa ovat seinän alimmaisissa hirsikerrat (Kuva 26). Painuneiden perustusten takia maanpinnan korkeuden tasolla tai jopa alapuolella olevat hirret ovat jatkuvasti alltiina kosteudelle. Ulkovuorauksen ollessa vaurioitunut alareunasta, syntyy otolliset olosuhteet lahovauriolle. Alimpien hirsien kuntoa on vaikea todeta ilman ulkovooren ja lattiarakenteiden purkamista, ellei seinän profiili ole pettänyt.

Aina koputtelu ei kuitenkaan kerro hirren todellista kuntoa. On mahdollista, että hirsi on sisäpuolen pinnasta täysin ehjä ja kovapintainen, mutta ulkopinnasta alkanut laho voi olla tuhonnut ehjän puun osuuden vain puolen senttimetrin paksuiseksi (Kuvat 27 ja 28).

Vastaavat vauriot ovat havaittavissa ainoastaan rungon laholta puolelta. On suositeltavaa tutkia hirren kumpikin puoli, jos vaurioista on epäilyksiä.



Kuva 26. Alimmaisten hirsikertojen lahovauriot

Sienikasvuston aiheuttama lahovaurio

Ulkovuorella oleva vuotokohta voi aiheuttaa laajoja lahovaurioita hirsirunkoon. Tutkimuskohteena olevassa hirsirungossa sienikasvusto oli päässyt alkuun pienestä vuotavasta ulkuvuoren reiästä, josta se oli levinnyt laajalle alueelle (Kuva 27). Sieni voi käyttää hyväkseen hirsiseinässä olevia tapituksia kuten kuvassa 27 on havaittavissa, laho on edennyt seinässä pystysuunnassa. Vauriota ei välttämättä huomaa hirsiseinän ehjältä ja terveeltä puolelta. Kuva 28 on kuvassa 27 olevan lahonneen seinän sisäpuolelta. Sisäpuolelta lahovaurio ei ole havaittavissa. Kuvassa 29 on lahonnut hirsi ja keskellä tappi, joka on sienikasvuston peittämä.



Kuva 27. Sienen aiheuttama lahovaurio



Kuva 28. Lahon vastapuoli



Kuva 29. Tappi ja sienikasvusto

5.2 Hyönteisvauriot

Kosteus- ja lahovaurioiden myötä hirsirakennuksessa alkaa pesiä puuta syöviä tuohyönteisiä, jotka voivat siirtyä syömään myös vaurioitumatonta tervettä puuta, johon ne muuten vain harvoin iskevät. Rakennuspuussa elävät tuohyönteiset voidaan jakaa kolmeen ryhmään. Tervettä puuta syövät hyönteiset, lahoavaa ja märkää puuta syövät hyönteiset sekä paikallisia vaurioita aiheuttavat hyönteiset, jotka esiintyvät pääosin uudisrakennus aikana. Suomessa tyypillisimmät hirsirakennuksessa esiintyvät tuohyönteiset ovat kuolemankello, hirsijumi, tupajumi sekä hevostuohahainen. (Turpeinen.)

Puurakenteita tuhoavien hyönteisten toukkavaihe kestää 2–3 vuotta, kun taas aikuinen kovakuoriainen on lyhytikäinen. Aikuinen kovakuoriainen munii puuhun, josta kuoriutunut toukka kaivautuu puun sisään ja syö itselleen puuhun käytävän. Jälkeensä toukat jättävät ohutta puujauhoa ulosteena. Kasvettuaan aikuiseksi, ne kaivautuvat ulos puusta jättäen jälkeensä lentoreiän (Kuva 30 ja 31). (Turpeinen.)

Lahovaurion erottaa hyönteisvauriosta siitä, että puu täyttyy toukkien ulostamasta hienosta puupölystä sekä puun pinnassa olevista pienistä ulostulo rei'istä. Lahottaja sieni puolestaan murtaa puun pieniksi kappaleiksi. (Turpeinen.)



Kuva 30. Hyönteisvaurioita, kuoriaisten ulostuloaukot



Kuva 31. Hyönteisten vaurioittama hirsi

5.3 Mikrobivaurio

Mikrobeilla tarkoitetaan pieneliöitä, joita ovat bakteerit, virukset, sienet eli homeet, hiivat sekä alkueläimet. Näitä esiintyy joka puolella ja ne ovat osa normaalia elinympäristöä. Kun mikrobit kasvavat väärässä paikassa, kuten asuintalon rakenteissa puhutaan mikrobikasvusta. Mikrobit tarvitsevat elääkseen ja kasvaakseen kosteutta, lämpöä ja ravinteita. Jos home tai muuta mikrobikasvustoa esiintyy rakenteissa niin paljon tai sellaisessa paikassa, jossa ne voivat heikentää materiaalin teknisiä ominaisuuksia tai niiden olemassaolo heikentää sisäilmanlaatua muun muassa hajulla, katsotaan se vaurioksi. (RT 103529. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot. Korjausrakentaminen. Copyright Rakennustietosäätiö 2023.)

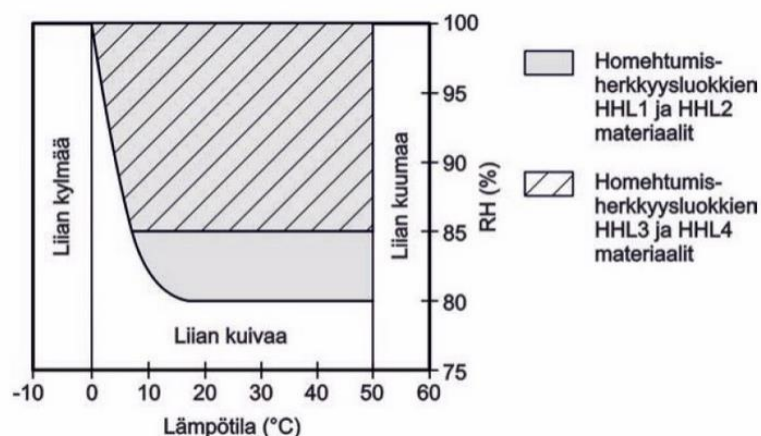
Puun vaurioituminen alkaa kosteuden pysyessä pitkiä aikoja yli 20 %:ssa. Tällöin ympäröivän ilman suhteellinen kosteus on yleensä yli 80–90 %. Puun homehtuminen alkaa muutamassa kuukaudessa, jos sitä ympäröivän ilman kosteus pysyy yli 80 %:ssa. Lahoaminen

alkaa ilman suhteellisen kosteuden ylitettyä 90 %. Lahoamisen ja homehtumisen edellytyksenä kuitenkin on, että ilman korkean suhteellisen kosteuden lisäksi lämpötila on +0- +40°C. Näin ollen pakkasella puu ei vaurioidu home- ja lahottajasienien vuoksi, mutta suotuisten olosuhteiden palattua voi vaurioita aiheuttava mikrobikasvu jatkuu. (Puuinfo 2019,8.)

Homeiden ja mikrobin kasvamiseen on laadittu arviointityökalu, jossa eri rakennusmateriaalit on jaettu homehtumisherkkyysluokkiin (Taulukko 2). Kuviossa 3 on esitetty homeen kasvun kannalta suotuisat ja epäsuotuisat olosuhteet eri homehtumisherkkyys luokissa. (Tampereen yliopisto.)

Homehtumisherkkyysluokka	Rakennusmateriaalit
HHL1 Hyvin herkkä	Karkeasahattu ja mitallistettu puutavara (mänty, kuusi ja lehtipuut), höylätty mänty, koivuvaneri, käsittelemätön huokoinen puukuitulevy, kartonkipintainen kipsilevy
HHL2 Herkkä	Höylätty kuusi, paperipohjaiset bitumoidut/käsitellyt tuotteet ja kalvot, puupohjaiset liimatut levyt, havuvaneri, bitumoitu/käsitelty huokoinen kuitulevy
HHL3 Kohtalaisen kestävä	Mineraalivillat, muovipohjaiset materiaalit, kevytbetoni, kevytsorabetoni, karbonatisoitunut vanha betoni, sementtipohjaiset tuotteet, tiilet, kuitusementtilevy, lasikuitupintainen kipsilevy
HHL4 Kestävä	Lasi ja metallit, alkalinen uusi betoni, tehokkaita homesuojaineita sisältävät materiaalit

Taulukko 2. Homehtumisherkkyysluokat (Tampereen yliopisto)



Kuvio 3. Homeen kasvun suotuisat ja epäsuotuisat olosuhteet eri herkkyyssuokissa (Tampereen yliopisto)

Sinistäjäsieni on hankala ja ilmastonlämpenemisen myötä lisääntyvä ilmiö. Sinistäjäsienet kasvavat puun pinnalle kosteuden ja lämmön yhteisvaikutuksesta (Vuolle-Apiala 2010, 29). Sinistymisen haitat ovat pääasiassa esteettisiä, eikä se heikennä olennaisesti puun lujuutta. Sinistymisen on osa puun harmaantumista. Sinistäjäsienen erottaa homeesta muun

muassa sillä, että home elää puun pinnalla, kun taas sinistäjäsienei tunkeutuu puun pintaa syvemmälle. Sinistäjäsienei ei myöskään vaaranna sisäilman terveyttä. (Kaila 2001, 345–346.) Sinistäjäsienei vaurioittavat vähäisesti puun pintasoluja, joka edistää veden läpäisevyyttä. Eräät sinistäjäsieneilajit aiheuttavat pitkäaikaisessa kosteusrasituksessa katkolahoa. (RT 08-11286. Puurakenteiden home- ja lahottajasienei sekä bakteerit. Copyright Rakennustietosäätiö 2017.)

Jäkälät ja levät eivät ole itsessään haitallisia ulkona oleville puupinnoille. Ne pitävät pintaa ainoastaan kasvualustanaan eivätkä työnnä juuristoaan puun sisään, vaan elävät ilmasta ja vedestä saamallaan ravinnolla. Levät sekä jäkälät estävät haitallisia homesienei kasvustoja pääsemästä alkuun puun pinnalla. Jäkälät lisäksi levittävät alustaansa muita sienei torjuvaa ainetta. (Kaila 2001, 347–348.)

6 Veistohirsirungon tyypillisimmät vaurion aiheuttajat

6.1 Hirsirunkoa suojaavien rakennusosien vauriot

Asuinrakennukseen muodostuu aina tavanomaista iän ja käytön tuomaa kulumaa ja vanhenemista. Rakennuksen huoltoa laiminlyötessä kehittyvät vaurioita rakennuksen eri osiin ja nämä vauriot hirsirunkoa suojaavissa osissa edistävät myös hirsirungon vaurioiden syntymistä ja etenemistä.

Ympäristöolosuhteet ja eroosio kuluttavat hirsiseinää. Hirren säilymiseen voidaan vaikuttaa riittävän pitkällä suojaavilla räystäillä, korkealla kivijalalla ja säältä suojaavalla ulkoverhouksella. Sisäseinien tummuminen vuosien saatossa ei vaikuta rakennuksen kuntoon, mutta ilman ulkoverhousta oleva hirsipinta on jatkuvasti alttiina sateelle, tuulelle ja auringolle. Auringonvalo haurastuttaa hirttä erityisesti etelän ja lännen suuntaisilla sivuilla. Suurin osa sateista sataa samoista ilmansuunnista. Sadevesi pääsee tunkeutumaan auringon haurastuttaman ja halkeilleen hirren sisään ja edesauttaa lahovaurion syntymistä. Vaurion synty on kuitenkin hidasta. Erityisen arkoja auringonvalolle ovat pyöröhirsiseinät, koska sadevesi pääsee helposti ulkoneviin hirsipintoihin. (Vuolle-Apiala 2012,107.)

Vaurioitunut vesikate

Yleinen hirsirungon kosteusvaurion aiheuttaja on vuotava vesikate. Entisaikoina talojen katon tehtiin puusta eli päreistä ja vielä 1930-luvulla yli 80 % Suomen maaseudun asuinrakennuksista oli pärekattoisia. (Cavén ym.2002,3.) Pärekatto on oikein tehtynä ja oikein huollettuna vedenpitävä, mutta se ei ole kovin pitkäikäinen verrattuna nykymateriaaleihin. Pärekaton valtavuosina katon vuotoa osattiin ennakoida ja siihen varautua, joten asuttuina talot pysyivät hyvässä kunnossa. (Vuolle-Apiala 2012,164.) Monet hirsirunkoiset talot ovat alkaneet lahoamaan asumattomaksi jäätyään ja sen myötä huollon puutteen vuoksi.

Tiili-, huopa- ja peltikate ovat kestävämpiä materiaaleja, mutta niissäkin piilee riskinsä. Kate voi vaikuttaa ehjältä ja vedenpitävältä, mutta silti vuotaa ja kastella hirsirunkoa. Riskipaikoja ovat katon jiirit ja aukot kuten savupiiput. Vuotoja on vaikea havaita, koska vesi saattaa valua rakenteissa sisä- tai ulkoverhoilun alla ja jäädä näin huomaamatta. (Vuolle-Apiala 2012,164.) Yläpohjan rakenteissa kattovuodon aiheuttamia vesivahinkoja ja niistä seuranneita lahovaurioita ei välttämättä huomaa ilman eristemateriaalin siirtämistä tai poistamista. Kuvissa 32 ja 33 on kattovuodon aiheuttamia lahovaurioita ylimmässä hirsikerrassa ja väliseinän liittymässä.



Kuva 32. Kattovuodon aiheuttama lahovaurio



Kuva 33. Kattovuodon aiheuttama lahovaurio

Vaurioitunut tai puuttuva ulkoverhous

Vaurioitunut ulkoverhous altistaa hirsiseinän kaikille ympäristön rasituksille, kuten aurin-
golle ja sateelle. Suora vesisade ja roiskuvat sadevedet kastelevat hirsiseinää ja ajan kulu-
essa lahottavat sitä. Ajan saatossa hirsi sammaloituu, kerää vettä ja lahoaa herkemmin.
Veden päästessä kulkeutumaan hirsivarausten väliin, saattaa lahovauriota syntyä myös hir-
ren keskiosaan, ilman että näkyvillä oleviin pintoihin muodostuu lahovaurioita. Vuotava ul-
koverhous on aina riski hirsirungolle, jonka vaurioita ei välttämättä huomaa vasta kun ulko-
vuorta purettaessa. Kuvassa 34 on esitetty vuotaneen ulkoverhouksen aiheuttamia laho-
vaurioita hirren ulkopinnassa. Kuvassa olevan seinän sisäpinta on vaurioitumatonta.



Kuva 34. Vaurioituneen ulkoverhouksen aiheuttama lahovaurio

Hirsirakenne on suunniteltu toimimaan oikein rakennettuna ilman ulkoverhousta, mutta suojaamaton hirsiseinä ei ole yhtä pitkäikäinen kuin laudalla suojattu seinä. Vanhat rakennukset ovat usein verhoiltu vasta vuosikymmenien päästä rakentamisesta, jolloin hirren pinta on jo osittain vaurioitunut. Verhoilemattomassa seinässä nurkat ja väliseinien liitokset ovat potentiaalisia vauriokohtia. Puiden päät, joissa puun solukko on avoinna imevät parhaiten vettä. Vuosien kosteusrasitus saattaa aiheuttaa lahoa hirren päähän ja veden kapillaarisen siirtymisen vuoksi lahoa voi syntyä myös pitkän matkan päähän varsinaisesta kastuneesta kohdasta. Kuvassa 35 väliseinän hirsien päät ovat ulkona, josta vesi on kapillaarisesti siirtynyt pituus suunnassa keskelle väliseinää ja aiheuttanut lahovaurion.



Kuva 35. Lahovaurio keskellä seinää

Entisaikoina hirsiseinän suojaksi asennettu ulkoverhous naulattiin kiinni suoraan hirteen, tuulensuojana välissä ainoastaan tuohi taikka tervapaperi ilman tuuletusrakoa. Rakenne on ollut toimiva niin kauan kunnes ulkoverhous on maalattu hengittämättömällä lateksimaalilla, joka muodostaa hirren pintaan liian tiiviin muovikalvon ja saattaa aiheuttaa hirsiseinän lahoamisen. (Lahtinen 2021, 26.)

Vaurioituneet perustukset

Perustusten tarkoitus on siirtää rakennuksen paino tasaisesti maapohjalle ja estää rakennuksen painuminen. Perustusvauriolla tarkoitetaan sitä, kun perustukset eivät enää täytä tehtäväänsä ja niiden päällä oleva rakennus vaurioituu. Perustusvauriot voivat syntyä rakentamisen ja suunnittelun aikaisista virheistä, muutoksista rakennuksessa tai sen ympäristössä. (Mäkiö ym. 2003, 5.)

Perustusten liikkuminen on vain harvoin syy hirsirungon pettämiselle, silti perustuksista johtuvat viat yhdessä alapohjan kanssa ovat yleisiä vaurion aiheuttajia hirsirungossa. Vaikka entisaikoihin talot rakennettiin hyvillä rakennuspaikoille mäkien taikka kallioiden päälle, on perustusten maahan painuminen yleinen vaurioiden aiheuttaja vanhoissa taloissa. Vanhat hirsirakennukset ovat usein perustettu luonnonkivien päälle. Luonnonkivi ei nosta kosteutta kapillaarisesti hirteen kuten betonisokkeli, mutta vanhoissa luonnonkiviperustuksissa ei usein ole anturaa estämässä kivien painumista maahan.

Roudan aiheuttamat pettämisvauriot ovat yleisiä luonnonkiviperustuksissa. Kiviperustusten epätasainen painuminen saattaa vääntää hirsirunkoa, joka puolestaan aiheuttaa rakenteiden pullistumista ja murtumista. Yleisesti painuminen tapahtuu erityisesti ulkoseinillä routimisen aiheuttamana. Vaurio on havaittavissa sisällä lattioiden viettämisenä. Yleensä routimisvaurioissa uunien ja muurien kohdalla lattia jää muita kohtia ylemmäs, koska näiden perustukset on tehty paremmin. Ulkokehän perustuksien painumiseen väliseiniä enemmän vaikuttaa niihin kohdistuva raskaampi kuormitus sekä se, että väliseinien perustusten routimista hidastaa lattian alle varastoitunut lämpö. (Pajula ym. 2024, 11.)

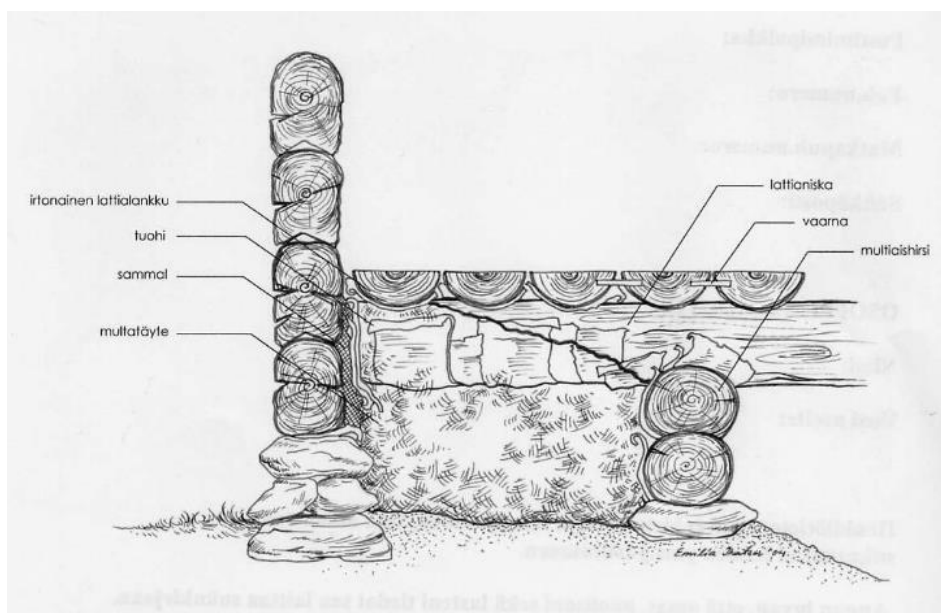
Perustukset vaativat huoltoa, jotta alimpien hirsikertojen vaurioilta vältytään. Orgaanista kasvustoa lahoaa perustusten viereen joka vuosi, joka vähän kerrassaan kohottaa maanpintaa ja alimmat hirret saattavat olla jopa kokonaan maanpinnan alapuolella.

6.2 Riskirakenteet alapohjassa

Perinteiset alapohjaratkaisut multapenkki ja rossipohja ovat olleet oikein käytettynä ja huollettuna toimivia. Puutteellinen huolto ja ymmärtämättömyys rakenteen toimivuudesta ovat

voineet aiheuttaa alapohjan rakenteisiin mittavia lahovaurioita, jotka ovat edenneet rakennuksen hirsirunkoon.

Riskirakenne vanhoissa hirsitaloissa on yleisesti käytössä ollut alapohjan multapenkki (Kuva 36). Maa-aineksen avulla on ollut tarkoitus tukkia harvan perustuksen raot sekä kiven ja hirren välinen liittymä, jottei kylmä ilma päässyt valumaan lattian alle. Multapenkin maa aines ei siis toiminut lämmöneristeenä vaan tiivisteenä. Eristämättömät lattiat päästivät lämpöä alustaan, jolloin se pysyi talvellakin plussan puolella. (Kaila 2022, 207.) Rakenne on ollut toimiva, mutta ei pitkäikäinen ja vaatinut jopa vuosittaista huoltoa. Kostean maan kanssa kosketuksissa olleet hirret ovat usein lahonneet (Kuva 37) ja väärin tehdyt korjaukset liian tiiviillä materiaaleilla ovat voineet aiheuttaa koko multapenkki rakenteen toimimattomuuden ja aiheuttaa laajoja vaurioita alapohjaan ja alimpiin hirsikertoihin.



Kuva 36. Periaatekuva multapenkistä, multiaishirsillä (Ihatsu ym. 2005)



Kuva 37. Multapenkin lahottamia hirssiä

Rossipohja eli tuulettuva alapohja on perinteinen lattiarakenne vanhoissa hirsitaloissa puurakenteisena. Rossipohjassa rakennuksen alapohjan ja maanpinnan väliin jää tuuletettava ilmatila. Jotta rakenneratkaisu toimii, tulee kivijalassa eli perusmuurissa olla riittävästi aukkoja, jotta alapohjan alla oleva tila tuulettuu eikä maapohjasta nouseva kosteus aiheuta vaurioita puurakenteisiin. Tyypillisiä vaurion aiheuttajia vanhan hirsirunkoisen talon alapohjassa ovat rossipohjan tuuletusaukkojen sulkeminen (Kuva 38). Joskus tuuletusaukot ovat tukkeutuneet orgaanisen aineksen lahottua vuosia perustusten viereen. Maapohjasta nouseva kosteus saattaa aiheuttaa koko alapohjarakenteen vaurioitumisen. Jos vauriot eivät ole levinneet lattian pintamateriaaliin, on vauriota vaikea havaita aistinvaraisin menetelmin. Rossipohjia on ainakin 1980-luvulla korjattu virheellisesti, muuttamalla niitä maanvaraisiksi laatoiksi, jolloin alimmat hirret ovat saattaneet jäädä betoninvalun sisään ja lahonneet. (Kaila 2022, 190–194.)



Kuva 38. Lahonnut rossipohjan puurakenne

6.3 Ongelmakohdat perinteisissä rakenteissa

Perinteisesti rakennetuissa hirsitaloissa yläpohjan rakenteet on rakennettu yhtenäisellä tavalla eri vuosikymmeninä. Keskellä suurta tupaa yläpohjassa on paksu kuusi- tai mänty-tukki, joka toimii rakenteen pääkannattajana. Pääkannattajaan nähden poikittaisessa suunnassa, sen yläpuolella ovat sekundaarikannattajat. Näiden kannattajien tarkoitus on pitää kasattua hirsikehikkoa koossa, jottei kattorakenteen kuormien tuomat voimat aiheuta rungon leviämistä. Pää ja sekundaari kannattajat ovat usein painuneet liian raskaan hiekkapitoisen eristeen ja lumikuorman vuoksi. (Vuolle-Apiala 2012, 109.)

Yläpohjan rakenteiden vaurion aiheuttaja voi olla myös sisältä yläpohjan eristeeseen pääsyt lämpövuoto, erityisesti seinän ja sisäkaton liittymäkohdassa. Kosteuden tiivistyminen rakenteisiin saattaa aiheuttaa lahovaurioita hirsirungon ylimpään hirsikertaan (Kuva 39), joka sijaitsee rakennuksen vinttitilassa, yläpohjan eristeen tasolla. (Pajula ym. 2024, 12.) Kyseinen hirsi voi olla vain osittain lahonnut, jolloin esimerkiksi ulkopinta hirrestä on ehjä. Myös yläpohjan eristeen sisällä olevat yläpohjan palkit ovat saattaneen lahota, eivätkä nämä ole nähtävillä ilman eristeen poistamista. Kuvassa 40 on yläpohjan eristeen seasta paljastettu palkki, sekundaarikannattaja. Puun pinta on silmin havainnoitaessa kova, mutta todellisuudessa lahovaurio ulottuu noin 30 mm syvyyteen kauttaaltaan kaikilla palkin sivuilla.



Kuva 39. Yläpohjan eristeen tasolla oleva seinän ylin hirsikerta lahonnut



Kuva 40. Yläpohjan eristeen seassa ollut sekundaarikannattaja

Ikkuna ja oviaukot ovat yleisiä vuotokohtia hirsirunkoisessa rakennuksessa. Vanhoissa taloissa ei välttämättä ole käytetty ikkunapeltejä ja smyygilaudat ovat saattaneet irrota vuosien saatossa. Tyypillisiä lahovaurioituneita kohtia ovat ikkunan alapuolella olevat hirret. Sadeveden päästessä ikkunan karapuun ja hirsirungon väliin, jossa hirren päät ovat paljaana syntyy otollinen ympäristö lahottajasienille. Puun lahovaurio saattaa edetä hirren varauksessa puun pituus suunnassa. Lahon ollessa piilossa varauksessa, hirsi saattaa vaikuttaa ehjältä pelkkiä pintoja tutkittaessa.

6.4 Korjausvirheet

Hirsirunkoiseen asuintaloon on saatettu vuosien saatossa tehdä useita korjauksia ja lisärakentamista. Väärin tehdyt korjaustoimet homehduttavat ja lahottavat vanhoja hirsirakennuksia. Osa korjauksista on saatettu tehdä korjausajankohdan suositusten mukaan, jotka on huomattu toimimattomiksi vasta jälkikäteen.

Tutkimuskohteessa esiin tulleita virheellisiä korjauksia olivat laajennuksen virheellinen liittäminen vanhaan hirsirunkoon, jossa lattioiden betonivalut olivat suoraan kiinni hirressä. Ilmavuotoja alimman hirsikerran ja luonnonkiviperustuksen välillä oli tukittu virheellisesti betonilla (Kuva 35). Lisäksi varauksien korjauksissa oli käytetty vettä imeviä kangaspaloja, jotka olivat pitäneet varauksen pitkään kosteana kastuessaan ja aiheuttaneet lahovaurioita varaukseen. Jälkiasenteiset viemäri ja vesiputket oli asennettu rakenteiden sisään ilman suojaputkia ja aiheuttaneet vuotaessaan kosteus ja lahovaurioita.



Kuva 35. Virheellisesti tiivistetty luonnonkiviperustus

Virheellinen lisäeristäminen

Hirsiseinät tulisi ensisijaisesti lisäeristää ulkopuolelta eristeellä, jolla on hyvä vesihöyryä läpäisevä ominaisuus. Jos lämmöneriste asennetaan hirren sisäpuolelle, sen pinta jäähtyy ja sisäpinnan lähellä suhteellinen kosteus nousee. Tuolloin hirren sisäpintaan muodostuu herkästi otolliset olosuhteet homeen kasvulle, jos sinne pääsee kosteutta ilmavirtausten tai vesihöyryn diffuusion seurauksena. Hirren sisäpuolta lisäeristettäessä rakenteen tulee olla ilmatiivis ja eristeen sisäpinnassa tulee olla riittävä höyrynsulku. (RIL 255-1-2014, 139.)

Ilmastonmuutos on tuonut uusia haasteita hirsirungon lisäeristämiseen. Ilmaston lämpeneminen ja sateisemmat sekä kosteammat ilmat voivat aiheuttaa sen, että yhä useammin ilmankosteus liikkuu rakenteissa ulkoa sisälle eikä päinvastoin, kuten on suunniteltu. Tällöin paksut eristepaksuudet ja sisäpinnassa olevat höyrynsulkumuovit johtavat siihen, että kosteus tiivistyy rakenteiden sisään ja saattaa aiheuttaa home- ja kosteusvaurioita. Rakennusteknisesti toimivin ja riskittömin hirsiseinän lisäeristys puoli on sen ulkopinta. (Lahtinen 2021, 136.)

7 Kuntoarvio

7.1 Asuinkiinteistön kuntoarvio

Asuinkiinteistön kuntoarvion tavoitteena on selvittää kiinteistön sen hetkinen kunto mahdollisimman kattavasti. Sillä selvitetään kiinteistön vauriot, huolto- sekä korjaustarpeet ja se antaa kattavat lähtötiedot kunnossapitosuunnittelulle. (RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.) Kuntoarvio toteutetaan virallisten ohjeiden ja oppaiden mukaan kuten RT-kortisto, mutta esimerkiksi asuntokauppaan liittyviä kuntoarvioita ei säädellä lailla eikä varsinaisia lain asettamia tarkastajan pätevyysvaatimuksia ole (Kilpailu- ja kuluttajavirasto.)

Kuntoarvio perustuu valtaosin aistiensavaraisiin asiantuntijahavaintoihin ja kiinteistöstä saatavilla oleviin asiakirjoihin sekä historiatietoihin. Rakenteita rikkovia tutkimuksia ja menetelmiä ei tavanomaisesti kuntoarviossa käytetä, joka aiheuttaa arvioon rajoituksia ja luo tiettyjä epävarmuustekijöitä. Arvion tekeminen pohjautuu arvioijan ammattitaitoon, tuntemukseen ja kokemuspohjaan. Arvion perusteella muodostetaan kokonaiskuva kiinteistön kunnosta, jolloin korjaustoimet kyetään mitoittamaan ja ajoittamaan oikein. Näiden lisäksi arvion pohjalta korjaukselle voidaan laskea kustannusarvio. (RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.)

Kuntoarvion perustuessa asiantuntijan arvioon, siinä ei välttämättä saada täyttä varmuutta rakenteiden sisäisistä piilovaurioista ilman tarkempia tutkimuksia. Asiantuntija voikin arvionsa perusteella suositella jonkin tietyn rakenteen avaamista ja tarkemman kuntotutkimuksen suorittamista. (RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.)

Ensimmäinen kuntoarvio suositellaan tekemään enintään kymmenen vuotta vanhalle kiinteistölle ja uusimaan se noin viiden vuoden välein. Kuntoarvion avulla laaditaan kiinteistön pitkän ajanjakson kunnossapitosuunnitelma, joka antaa hyvän lähtökohdan suunnitelmalliselle kiinteistönhoidolle. (RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.)

Kuntoarvion suorittaminen

Kuntoarvio suoritetaan mahdollisuuksien mukaan työryhmänä, johon kuuluu usean eri ammattikunnan asiantuntijoita, kuten rakennusasiantuntija, LVIA-asiantuntija sekä sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien asiantuntija. Työryhmän jäsenet osallistuvat arvion jokaiseen vaiheeseen ja jakavat tietonsa kiinteistötarkastuksesta raportin laatimiseen. (RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.)

Kuntoarvion suorittajan pätevyys

RT kortiston mukaan kuntoarvioijalla tulee olla tehtävän laadun ja sen vaativuuden edellyttämä pätevyys, joka muodostuu koulutuksesta, kokemuksesta sekä ammattitaidosta. Kokemus uudis- ja korjausrakentamisen erilaisista tehtävistä, sekä joissakin tapauksissa rakennushistorian ja rakennusperinnön tuntemus on arvioitaessa eduksi. (RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.)

7.2 Kuntoarvion sisältö ja vaiheet

Kuntoarviossa arvioidaan kiinteistön kaikki keskeiset osa-alueet kunnan ja korjaustarpeiden kannalta, sekä arvioidaan eri rakennusosissa esiintyviä vaurioita ja niiden etenemistä. Arviot suoritetaan yleensä rakenteille, rakennusosille sekä järjestelmille ja laitteille. Kuntoarviossa käydään läpi kiinteistön rakennustekniikka, rakennuksen energiatalous, turvallisuus ja terveysriskit, sähkö- ja tietotekniset järjestelmät, tekniset tilat, ulkoalueen rakenteet ja varusteet. Niin sovittaessa kuntoarvio voidaan tehdä myös pelkästään jollekin tietylle osa-alueelle. Lisäksi kuntoarviossa otetaan huomioon kiinteistön ylläpitoon liittyvät tarpeet. (RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.)

Kuntoarvio aloitetaan kiinteistön lähtö- ja historia tietoihin perehtymällä, joilla luodaan hyvä yleiskuva kohteesta. Asukkaille ja käyttäjille suoritetaan kyselyitä, heidän tekemistä havainnoista ja kokemuksista rakennuksen kunnosta. Laadukkaan valmistelun ja suunnitelmien pohjalta suoritetaan varsinainen kiinteistötarkastus, jossa arvioidaan kaikkien kuntoarvioon soveltuvien rakennusosien ja järjestelmien vauriot. Osana kuntoarviota laaditaan kiinteistön energiatalouden selvitys. Tarkastuskäynnin pohjalta laaditaan kuntoarvioraportti. Kuntoarvion RT-kortiston mukainen kulku on esitetty kuvassa 42. (RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.)



Kuva 42. Kuntoarvion etenemisjärjestys (RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.)

7.3 Kuntoraportti

Kiinteistön tarkastuskäynnistä saatujen havaintojen pohjalta arvioitsija tai arviointiryhmä laatii kirjallisen raportin, josta selviää arvion kaikki yksityiskohdat. Kiinteistön ongelmat ja vauriot sekä niiden syyt analysoidaan. Analyysin pohjalta tuotetaan riskienarviointi ja johtopäätökset. Raportti sisältää tiedon arvioitavan kohteen nykytilasta ja korjaustarpeet. (RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.)

Kuntoarvioijat arvioivat eri rakennusosissa eteneviä vaurioita ja tarvittaessa suosittelevat kuntotutkimuksia tai muita lisäselvityksiä. Kuntoraportista selviää rakenteissa mahdollisesti havaitut haitta-aineet, jotka voivat olla terveydelle vaarallisia. Korjausta vaativille vaurioille ja jatkotutkimuksille määritetään ajankohdat ja kustannusarvio. (RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.)

8 Veistohirsirungon kuntoarvio

8.1 Hirsirunkoon rajattu kuntoarvio

Veistohirsirunkoisen asuinrakennuksen kuntoarvio suoritetaan kuten tavanomainen asuinrakennuksen kuntoarvio. Kuntoarvio voidaan kuitenkin suorittaa myös kohdennetusti pelkästään johonkin tiettyyn rakennusosaan, kuten esimerkiksi asuinkiinteistön kantavaan hirsirunkoon. Hirsirungon kuntoarvion kulku vastaa tavanomaisen kuntoarvion suorittamista, kohteen ominaispiirteet huomioiden. Vanhat rakennukset eivät ole koskaan virheettömiä, eikä kaikkia pelkästään esteettisiä virheitä ole välttämätöntä korjata. Veistohirsirungon kuntoarvio ja korjaussuunnitelma tulisi suorittaa rakennuksen historiaa ja perinteitä kunnioittaen.

Kuntoarvion laatimisen tarve saattaa vaikuttaa arvion suorittamisen lähtökohtiin ja toimintatapoihin. Usein myyntiä varten tuotettavassa kuntoarviossa rakenteet eivät ole arvioijan nähtävillä ja piilevien vaurioiden ilmeneminen riippuu arvion pohjalta tehtäviin rakenneavauksiin ja tutkimuksiin. Korjauskohteen suunnitteluun liittyvässä kuntoarviossa verhoilua ja pääällimmäisiä rakenteita saattaa olla jo osittain purettu ja arvioitava hirsirunko on paremmin havainnoitavissa.

Hirsirungon korjaus perustuu kuntoarvioon ja sen pohjalta mahdollisesti tehtyihin kuntotutkimuksiin. Hirsirungon korjaamisessa ja kuntoarvion suorittamisessa on tunnettava hirsirakentamisen ominaispiirteet, jotta kyetään erottamaan hirsirungon luontaiset ominaisuudet vaurioista, kuten luontaisen painumisen ja rakenteiden pettämisen ero. Hirsirungon kunnon selvitys tulee usein kyseeseen perusteellisen korjauksen suunnittelun yhteydessä tai vasta kun jokin selkeä merkki vauriosta on jo nähtävillä. (Pajula ym. 2024, 10.)

Kohteen lähtötiedot

Rakennukseen perehtyminen aloitetaan selvittämällä sen rakennus- ja käyttöhistoriaa. Kohteeseen, joka ei ole suojeltu, ei tarvitse tuottaa virallista rakennushistoria selvitystä. Hirsitaloa arvioitaessa siitä voidaan kuitenkin ottaa mallia, koska ymmärtääkseen vaurioita tulee tuntea tutkittava kohde. Tärkeä tieto on, millainen hirsirunko on ollut pystyttäessä ja mitä korjaus- ja muutos töitä sille on tehty. Tietoa rakennuksesta saadaan vanhoista piirustuksista ja suunnitelmista, jos niitä on saatavilla. Usein paras keino saada tietoa rakennuksen historiasta vielä tänä päivänä on haastatella omistajia, vanhoja asukkaita ja paikkakuntalaisia. Talon rakentamisvuosi saattaa selvitä hirteen kaiverrettuna (Kuva 43).



Kuva 43. Vuosiluku ja veistäjän nimikirjaimet

8.2 Vauriokartoitus

Vauriokartoituksessa käydään läpi koko rakennus, kaikki mahdolliset vauriokohdat ja dokumentoidaan ne. Hirsirungon arviointia helpottaa, jos rakennus on ulkoa vuoraamaton eikä sisällä ole pintamateriaaleja peittämässä arvioitavaa runkoa. Ilman varsinaisia rakennearvauksia on rakennuksessa mahdollista tehdä hellävaraisia peiterimojen avauksia. Veistohirsirakennusta arvioitaessa on syytä käydä läpi kaikki riskialttiit rakennuksen osat ja tyyppisimmät vauriokohdat. (Pajula ym. 2024, 10.) Vanhoissa hirsirunkoisissa asuintaloissa esiintyy usein samankaltaisia vaurioita kohteesta riippumatta. Vaurioita aiheuttaa niin rakennusvirheet, ajan myötä ympäristön eroosio kuin kunnossapidon laiminlyönti ja luonnollinen vanheneminen.

Tarkastuskäynnillä hirsitalon haju kertoo jo paljon arvion suorittajalle. Hajun perusteella tehtäviin havaintoihin on kuitenkin suhtauduttava varauksella, jos talo on ollut pitkään kylmänä ja tyhjillään. Tuolloin rakennuksessa olevat muut materiaalit kuten ylä- ja alapohjan purueriste voivat tuottaa hajuja. Mikäli hirsirunko on nähtävillä, vauriokartoitukseen työkaluiksi riittävät vasara, puukko, pora tai näytekaira.

Lämpökuvaus

Hirsirunkoa arvioitaessa hyödyllinen rakenteita rikkomaton menetelmä on esimerkiksi lämpökuvaus. Lämpökuvaus on menetelmä rakenteiden ja materiaalien kunnon tutkimiseen. Sillä voidaan tutkia rakennusmateriaalin ominaisuuksia, vaipan ilmanpitävyyttä, rakenteiden toimivuutta, rakennusfysikaalista toimintaa ja tietyn edellytyksin kosteusvaurioita ja talotekniikan vaurioita. (RT 14–11239. Rakennuksen lämpökuvaus. Copyright Rakennustietosäätiö 2016.)

Puunkosteuden pintamittaus

Osana kuntoarviota ja erilaisia kosteuskartoituksia tehdään yleensä aineita rikkomattomia pintakosteuden osoittavia mittauksia, sekä selvitetään sisäilman suhteellinen kosteus.

Pintakosteuskartoitukset ja mittaukset ovat suuntaa antavia. Mittauksessa vertaillaan samasta rakenteenosasta, erikohdista otettuja arvoja keskenään. Jos kuntoarvion yhteydessä havaitaan normaalia kosteampia rakenteita, tulee jatkotutkimuksien avulla selvittää vaurion laajuus sekä sen aiheuttaja rakennekosteusmittauksilla. Tarkemmat mittaukset vaativat usein rakenteiden avaamista. Mikäli näytteenotto ei onnistu porareiän kautta, tulee pintarakenteita purkaa, kunnes mitattava alue on saatavilla. Kartoituksen tarkoituksena on selvittää jonkin tietyn vaurion tai ongelman laajuutta tai niiden olemassaoloa. (Ympäristöministeriö 2016, 53.)

Yleisesti käytössä oleva menetelmä puunkosteuden mittaukseen on sähkönjohtavuuteen perustuva piikkimittari eli kosteusmittari. Kosteusmittari kertoo puun vesipitoisuuden suhteessa sen kuivapainoon eli kosteuspuiteisuuden painoprosentteina ja on mittauksena varsin luotettava. Menetelmä perustuu kahden puuhun asetettavan metallielektrodin välisen konduktanssin mittaamiseen. Mittauksessa metallipiikit asetetaan puuhun samaan syyhyyn eli syyn suuntaisesti (Kuva 44). Mittaustuloksissa saattaa olla eroja eri valmistajien mittareilla ja tulos on välillinen, sillä se perustuu yleensä mittalaitteen valmistajan tietyille materiaaleille tekemiin tutkimuksiin. (Rakennustieto 2000, 741.)



Kuva 44. Hirren kosteuden mittaus piikkimittarilla

9 Kuntotutkimus

9.1 Asuinkiinteistön kuntotutkimus

Asuinkiinteistön kuntotutkimus on kuntoarviota laajempi selvitys rakennuksen kunnosta. Mikäli kuntoarvion suorittamisen, eikä tiedon analysoinnin perusteella saada varmuutta rakennuksen kunnosta, voi kuntoarvioija suositella kuntotutkimuksia piilevien vaurioiden selvittämiseksi rakennuksen eri osiin. Kuntoarvion raporttiin laaditaan yhteenveto lisätutkimus tarpeista, jossa esitetään tarvittavat kuntotutkimukset, tarkentavat mittaukset ja lisäselvitykset. Selvityksille esitetään suositeltavat ajankohdat ja kustannusarviot. Näiden lisäksi arvioidaan riskit, jos lisätutkimuksia ei suoriteta tai jos niitä lykätään. Kuntotutkimuksessa selville saadut tiedot toimivat lähtötietoina korjaussuunnittelulle. Kuntotutkimusraportissa voidaan myös esittää vaihtoehtoiset korjausmenetelmät. (RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.)

Kuntotutkimuksia, joita kiinteistöön voidaan suorittaa ovat:

- sisäilmaston kuntotutkimus
- rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus
- lämpökuvaukset
- rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein
- julkisivun kuntotutkimus
- rapattujen julkisivujen kuntotutkimus
- betonirakenteiden kuntotutkimukset
- eri rakenneosien yksityiskohtaiset kuntotutkimukset (esim. vesikatot ja pihakannet)
- vesi- ja viemärlaitteistojen kuntotutkimus
- ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien kuntotutkimus (Iv kuntotutkimus)
- sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien kuntotutkimus
- yhteisantennijärjestelmien kuntotutkimus
- öljysäiliön kuntotutkimus
- puiden ja muun kasvillisuuden kuntotutkimukset. (RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.)

Kuntotutkimuksen tarkkuus

Kuntotutkimus tehdään, sillä tarkkuudella, mitä rakennuksen kunnan ja korjaustarpeiden selvittäminen edellyttää sekä mitä käytettävät menetelmät vaativat. Rakenteiden avaaminen on yleensä välttämätöntä. Kuntotutkimuksen laajuus riippuu sen lähtökohdista ja tarkoituksiperästä. Ympäristöministeriön asetuksessa rakentamista koskevista suunnitelmista

ja selvityksistä YMa 216/2015 10 § mukaan, rakennuksen korjaus ja muutostöiden lähtötietoina käytettävissä selvityksissä on riittävällä laajuudella otettava selvää seuraavista seikoista ja vaurioista:

- 1) rakenteiden kantavuus ja rakennusten vakaus
- 2) rakennusosien kosteustasapaino ja muu rakennusfysikaalinen toimivuus
- 3) rakennusten sisäilmaston terveellisyys
- 4) muut rakennuksen turvallisuuteen ja terveellisyyteen liittyvät seikat;
- 5) käytetyt selvitysmenetelmät ja selvityksen laatijan tiedot;
- 6) selostus rakennuksen ominaispiirteistä ja rakennushistoriallisesti merkittävistä seikoista;
- 7) tiedot aiemmin tehdyistä korjaus- ja muutostöistä. (YMa 216/2015,10 §.)

Kuntotutkimus menetelmät

Kiinteistön kuntotutkimukseen voidaan käyttää parhaiten kyseiseen kohteeseen soveltuvia menetelmiä, joita ovat muun muassa:

- kuntoarvion läpikäynti
- suunnitelma-asiakirjojen läpikäynti
- korjaus- ja vauriohistorian läpikäynti
- rakenteiden avaukset
- kenttätutkimukset
- mittaukset
- erilaiset kuvaukset ja tähystykset
- näytteiden otto ja laboratoriotutkimukset. (RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.)

9.2 Veistohirsirungon kuntotutkimus

Veistohirsirungon kuntotutkimus vastaa tavanomaista kiinteistön kuntotutkimuksen suorittamista. Hirsirungon todellista kuntoa saadaan harvoin selvitettyä riittävällä tasolla kuntoarviossa, johon ei sisälly rakenteita rikkovia tutkimuksia. Hirsikehikko on vain harvoin riittävästi havainnoitavissa ilman pintamateriaalien purkamista. Lukuisat vuosien mittaan tehdyt korjaus ja muutostyöt tuovat omat hankaluutensa hirren kunnan arviointiin. Täysi varmuus rakenteen kunnosta on mahdollista saada purkamalla päällä olevia rakennekerroksia. Jos kaikkia hirren tutkimisen edessä olevia rakenteita ei voi purkaa, voidaan käyttää apuna

erilaisia mittauksia ja näytteidenottoa, kuten minkä tahansa asuinkiinteistön kuntotutkimuksissa. Hirsirungon kuntotutkimuksiin soveltuvia menetelmiä ovat muun muassa rakenne kosteusmittaukset, puun kosteuspitoisuuden määrittäminen, erilaiset näytteenotot ja laboriotutkimukset. Veistohirsirungon kuntoarvion ja kuntotutkimuksen lähtötietojen hankinnassa voidaan käyttää apuna rakennushistoriaselvitystä tai rakennuksen ominaispiirteiden selvitystä.

Rakennushistoriaselvitys

Hirsirungon kuntoarvion ja kuntotutkimuksen lähtötietojen tueksi voidaan laatia rakennushistoriaselvitys. Rakennushistoriaselvitys (RHS) on rakennuksen tai sen osan historian, fyysisten ominaisuuksien ja muutostöiden selvittämistä arkistomateriaalien sekä rakenteita rikkomattomien ja rikkovien tutkimustöiden avulla. Selvitys laaditaan usein suojeltuihin rakennuksiin, mutta se voidaan laatia myös kohteisiin, joissa historian selvittämisestä koetaan olevan hyötyä korjauksen suunnittelussa tai käyttötarkoituksen muutoksissa. Työllä saadaan rakennuksesta hyvä yleiskuva, millainen se on ollut, millainen se on nyt ja millaisen kokonaisuuden rakenteet muodostavat. Selvityksen avulla kuntotutkimukset ja haitta-ainetutkimukset voidaan kohdistaa todennäköisimpiin vaurio kohtiin. Rakennuksessa mahdollisesti muuttuneiden olosuhteiden ja rakennemuutoksien vaikutuksia voidaan arvioida kosteus- ja mikrobivaurioiden syihin. (RT 103529. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot. Korjausrakentaminen. Copyright Rakennustietosäätiö 2023.)

Rakennuksen ominaispiirteiden selvitys

Rakennuksen ominaispiirteet voidaan kerätä erillisellä selvityksellä ennen kuntotutkimusten aloittamista. Selvityksellä kootaan tietoa rakennuksen arkkitehtonisista ja historiallisista arvoista, joiden avulla korjaus- ja muutostöissä voidaan huomioida kohteen ominaisuudet ja erityispiirteet, kun esimerkiksi on tarkoitus säilyttää tai parantaa kiinteistöomaisuuden arvoa. (RT 103002. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Tilaajan ohje. Copyright Rakennustietosäätiö RTS 2019.)

Rakenneavaus

Olennaisena osana kuntotutkimuksiin liittyy rakenneavaukset ja veistohirsirungon kuntoa arvioitaessa ne ovat usein välttämättömiä. Rakenteidenavauksilla on tarkoitus tarkastaa rakenteen rakennetyyppi, arvioida aistinvaraisesti materiaalin kuntoa ja tehdä tarvittaessa mittauksia ja näytteenottoja rakenteiden sisältä. Rakenteiden avauksella voidaan selvittää ovatko rakenteet suunnitelmien mukaiset ja selvittää sellaisten rakenteiden sisältö, joista ei piirustuksia ja suunnitelmia ole saatavilla. Rakenneavauksia tehdään arvioituihin vaurio- ja riskipaikkoihin. Avauskohdat, niiden koon ja määrän määrittelee kuntotutkija kohteessa

tekemiensä havaintojen perusteella. Rakenteita rikkoville tutkimuksille tulee aina olla kiinteistön omistajan lupa ja ne tulisi tehdä siten, ettei niistä ole haittaa rakennuksen käytössä. (Ympäristöministeriö 2016, 45–47.)

Avauskohdista tehdyt havainnot dokumentoidaan valokuvin ja kirjallisesti. Rakenneavauksen paikan valitseminen on tärkeä osa vaurioituneiden rakenteiden löytämiseksi. Valinta ei ole aina yksiselitteistä sillä esimerkiksi kosteus voi siirtyä rakenteissa. (Ympäristöministeriö 2016, 45–47.)

Hirsirungon tutkimusvälineet

Hirsirungon kunnan tutkimisessa pääsee alkuun perustyökaluilla kuten vasaralla, puukolla sekä dokumentointiin käytettävällä kameralla. Hirsirungon yksi tärkeimmistä tutkimusvälineistä on noin 50 cm pitkä kahvalla varustettu teräspiikki, jonka avulla voidaan selvittää lahovaurion laajuutta, eristeiden paksuutta sekä ylä- ja alapohjan onteloiden syvyyttä. Hirsiseinän kuntoa voidaan tutkia piikillä laudoituksen väleistä. Pitkällä ja ohuella poranterällä taikka puukairalla voidaan selvittää hirren sisäistä kuntoa (Kuva 45). Porattavien reikien kautta saadaan otettua näytteitä eristeistä, puusta ja muista täytteistä. (Vuolle-Apiala 2012, 166.)



Kuva 45. Näytteenotto

Kosteusmittaukset

Kosteusmittauksilla selvitetään rakenteiden lämpö- ja kosteusteknistä toimintaa. Rakennekosteusmittauksilla, jotka tehdään rakenteiden sisään, saadaan selville rakenteen kosteuspitoisuus ja sen jakauma sekä kosteuden siirtymisen suunta. Kosteusmittausmenetelmät jaetaan tarkkoihin ja suuntaa antaviin mittauksiin. Tarkkoja kosteusmittausmenetelmiä ovat näytepala-, pora-reikä- ja viiltomittausmenetelmä sekä materiaalin kosteuspitoisuuden

määritys kuivaus-punnitusmenetelmällä. Kuntotutkimuksissa voidaan käyttää myös suuntaa antavia kosteusmittausmenetelmiä. (Ympäristöministeriö 2016, 53.)

Puun kosteuspitoisuuden määrittäminen

Puun todellinen kosteuspitoisuus painoprosentteina voidaan selvittää punnitus-kuivaus menetelmällä. Menetelmässä materiaalinäyte punnitaan ensin kosteana, jonka jälkeen näyte kuivataan 105 °C ja punnitaan uudelleen. Kosteuspitoisuus saadaan kostean ja kuivan puun näytteiden painojen erotuksena ja kuivan näytteen painon suhteena. Virhemahdollisuudet menetelmässä liittyvät näytteenottoon, näytteiden säilytykseen sekä punnitukseen. (Rakennustieto 2000, 742.)

10 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyön alkuperäisenä aiheena oli laatia lähes sata vuotta vanhaan hirsirunkoiseen asuintaloon kuntoarvio. Kuntoarviossa ja sitä seuranneissa kuntotutkimuksissa havaittiin rakennuksen veistohirsirungossa laajoja vaurioita. Kiinteistöstä purettiin 1970-luvulla rakennettu märkätiloja sisältävä elintasosiipi, joka paljasti rakennusvirheistä johtuvia lahovaurioita hirsissä. Kiinteistön omistajan suostumuksella rakennuksesta purettiin kaikki hirsirunkoa peittävät rakenteet, jotta hirsirungon kunnosta saataisiin täysin kattava kuva. Kiinteistöstä muotoutui tutkimuskohde osaksi opinnäytetyötä ja aiheeksi täsmentyi selvitys hirsirungon ominaispiirteistä ja hirsirungon kunnan arvioiminen.

Kunnan arvioimisen yhteydessä syntyi tarve ymmärtää paremmin hirsirakennuksen rakennustekniikkaa. Opinnäytetyöhön on koottu kattava selvitys tutkimuskohdetta vastaavan perinteisesti rakennetun veistohirsirunkoisen asuintalon ominaispiirteistä. Sen lisäksi työhön on koottu hirsirakennuksen ominaisvauriot sekä tyypillisimmät vaurioiden aiheuttajat kunnan arvioimisen tueksi.

Tutkimuskohteena olleen hirsirungon täydellinen paljastaminen antoi mahdollisuuden tutkia hirsirungon rakennetta ja vaurioita sekä selvittää niiden syntymekanismia. Tutkimuskohdeesta paljastuneita vaurioita on tuotu työhön esimerkeiksi havainnollistamaan piilovaurioita. Kyseisen rakennuksen kohdalla olisivat tavanomainen kuntoarvio ja kuntotutkimukset olleet riittämättömiä kaikkien hirsivaurioiden selvittämiseksi. Vaikka hirsirunko oli paljastettu kokonaan sisäpuolelta, löytyi ulkovuoren purkamisen ja uusien aukkojen sahaamisen yhteydessä uusia piilovaurioita.

Opinnäytetyön laatiminen ja tutkimuskohteen tutkiminen tukivat toinen toisiaan. Lopputuotoksena syntyneen työn on tarkoitus toimia pohjana tutkimuskohteena olleen kiinteistön kunnan arvioinnin raportille sekä laadukkaalle korjaussuunnitelmalle. Opinnäytetyöstä voi olla hyötyä vastaavanlaisten veistohirsirunkoisten rakennuksen kuntoarviossa.

Lähteet

- Cavén, O., Pihkala, A., Mattinen, M., Jokinen, M., Mäkiö, E., Lindh, T., Kuutti, P. 2002. Päre-katto. Helsinki. Museovirasto, Rakennushistorian osasto. Viitattu 24.4.2025. Saatavissa <https://stpiensivustotprod.blob.core.windows.net/korjaustaito/Korjauskortit/Vain-pdf/korjauskortti-19-p%C3%A4rekatto.pdf>
- Hakalin, P. 1984. Hirsi rakentaminen. Helsinki. Rakentajain Kustannus Oy.
- Ihatsu, E., Salmela, A., Pakkala, J. 2005 Multapenkki. Oulu. Pohjois-Pohjanmaan korjaus-
kentämiskeskus.
- Jääskeläinen, A-S., Sundqvist, H. 2007. Puun rakenne ja kemia. Viitattu 16.5.2025. Saata-
vissa <http://puukemia.tkk.fi/fi/opinnot/kurssit/19-1000/luennot/L12.pdf>
- Kaila, P. 2001. Talotohtori, rakentajan pikkujättiläinen. Porvoo. WS Bookwell Oy.
- Kaila, P. 2022. Talotohtorin rakenneopas. Helsinki. Kustantamo S&S.
- KH 90-00394. Kuntotarkastus asuntokupan yhteydessä. Copyright Rakennustietosäätiö
2007.
- Kilpailu- ja kuluttajavirasto. Viitattu 15.5.2025. Saatavissa [https://www.kkv.fi/kuluttaja-
asiat/asuminen/kuntotarkastus/kuntotarkastus/](https://www.kkv.fi/kuluttaja-asiat/asuminen/kuntotarkastus/kuntotarkastus/)
- Lahtinen, K.M. 2021. Viri ja Valkee, Vanhan rakennuksen lämpö- ja energiatalous. Hämeen-
kyrö: Lunette rakennusperinnepalvelut.
- Muhonen, I. 2020. Maaseuduntulevaisuus. Viitattu 17.5.2025. Saatavissa [https://www.maa-
seuduntulevaisuus.fi/metsa/45064ee0-5d83-57d8-b8fa-8d8a68e57ea1](https://www.maa-seuduntulevaisuus.fi/metsa/45064ee0-5d83-57d8-b8fa-8d8a68e57ea1)
- Mäkiö, E., Kotkas, E., Lyytikä, M. 2003. Pientalon perustusten korjaus. Helsinki. Museovi-
rasto. Viitattu 17.5.2025. Saatavissa [https://stpiensivustotprod.blob.core.windows.net/kor-
jaustaito/Korjauskortit/Vain-pdf/korjauskortti-24-pientalon-perustusten-korjaus.pdf](https://stpiensivustotprod.blob.core.windows.net/korjaustaito/Korjauskortit/Vain-pdf/korjauskortti-24-pientalon-perustusten-korjaus.pdf)
- Pajula, E., Puhakka, J., Autio, T., Heikkilä, E., Landsdorff, R., Schauman, J.P. 2024. Hirsitalon-
runko. Helsinki. Museovirasto. Viitattu 15.4.2025. Saatavissa [https://stpiensivus-
totprod.blob.core.windows.net/korjaustaito/Korjauskortit/Vain-pdf/Korjauskortti-16-Hirsita-
lon-runko.pdf](https://stpiensivus-totprod.blob.core.windows.net/korjaustaito/Korjauskortit/Vain-pdf/Korjauskortti-16-Hirsita-lon-runko.pdf)
- Puuinfo 2019. Puutavaraopas. Helsinki. Puuinfo Oy. Viitattu 29.4.2025. Saatavilla
https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/06/Puutavaraopas_2019_netti.pdf
- Puuinfo. 2020a. Hirsirakenteet. Ominaispiirteitä. Viitattu 26.4.2025 Saatavissa [https://puu-
info.fi/rakenteet/hirsirakenteet/ominaispiirteita/](https://puu-info.fi/rakenteet/hirsirakenteet/ominaispiirteita/)

Puuinfo. 2020b. Puun kosteuskäyttäytyminen. Viitattu 17.4.2025. Saatavissa <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/tekniset-tiedotteet/puun-kosteuskayttaytyminen/>

Puuinfo. 2020c. Puun ominaisuudet. Kosteustekniset ominaisuudet. Viitattu 18.4.2025. Saatavissa <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/puun-kosteustekniset-ominaisuudet>

Puuinfo. 2020d. Puun ominaisuudet. Lujuusteknisiä ominaisuuksia. Viitattu 17.5.2025. Saatavissa <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-ominaisuuksia/lujuusteknisia-ominaisuuksia/>

Puuinfo. 2020e. Hirsirakenteiden yksityiskohtia. Viitattu 18.5.2025. Saatavissa <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/hirsirakenteiden-yksityiskohtia/>

Puuinfo. 2020f. Hirsirakenteet. Rungon toimintaperiaate. Viitattu 20.5.2025. Saatavissa <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/rungon-toimintaperiaate/>

Rakennustieto.2000. Rakentajain kalenteri, Kosteusmittaus. Rakennustieto.fi. Viitattu 21.4.2025. Saatavissa <https://tiedostot.rakennustieto.fi/rakentajain-kalenteri/RK00s740.pdf>

RIL 255-1-2014. 2014 Rakennusfysiikka I. Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset. Helsinki Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

Rinne, H. 2023. Perinnemestari, Kosteusprosentti puussa ja ilmassa. Viitattu 18.3.2025. Saatavissa <https://perinnemestari.fi/kunnostaminen/artikkelit/kosteusprosentti-puussa-ja-ilmassa>

RT 14–11239. Rakennuksen lämpökuvaus. Copyright Rakennustietosäätiö 2016.

RT 08-11286. Puurakenteiden home- ja lahottajasienet sekä bakteerit. Copyright Rakennustietosäätiö 2017.

RT 103003. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Copyright Rakennustietosäätiö 2019.

RT 103002. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Tilaajan ohje. Copyright Rakennustietosäätiö RTS 2019.

RT 103529. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot. Korjausrakentaminen. Copyright Rakennustietosäätiö 2023.

Saarelainen, E. 1993. Hirren maailma. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino.

Siikanen, U. 2015. Rakennusfysiikka, Perusteet ja sovelluksia. Helsinki. Rakennustieto Oy.

Tampereen yliopisto. Rakennusfysiikka. Suomalainen homemalli. Viitattu 27.4.2025. Saatavissa <https://research.tuni.fi/rakennusfysiikka/suomalainen-homemalli/>

Turpeinen, J. Rakennusperinteen ystävät Ry. Viitattu 16.4.2025. Saatavissa <https://www.tuuma.net/artikkelit/2005/3/puurakennusten-hynteisvauriot>

Vuolle-Apiala, R. 2001. Hirsitalo. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.

Vuolle-Apiala, R. 2008. Hirsitalon kunnostaminen. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.

Vuolle-Apiala, R. 2010. Hirsityöt. Vantaa. Kustannusosakeyhtiö Moreeni.

Vuolle-Apiala, R. 2012. Hirsitalo ennen ja nyt. Kustannusosakeyhtiö Moreeni.

Ympäristöministeriö. 2015. Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä. Viitattu 3.5.2025. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2015/216#OT9>

Ympäristöministeriö. 2016. Ympäristöopas 2016, Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Viitattu 22.4.2025. Saatavissa https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75517/YO_2016_Kuntotutkimusopas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ympäristöministeriö, 2020. Terveet tilat 2028-ohjelma. Rafnet 2020-oppimateriaalin osio K(kosteus). Viitattu 29.04.2025. Saatavissa https://tilatjaterveys.fi/documents/39510712/102937006/Rakennusfysiikan+oppimateriaali+insinöörikoulutukseen_Kosteus.pdf