

Taisto Keisala

# **Hirsirakennuksen kengityksen vaikutus koko rakennukseen**

Opinnäytetyö

Syksy 2019

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

**SeAMK** 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Tekijä: Taisto Keisala

Työn nimi: Hirsirakennuksen kengityksen vaikutus koko rakennukseen

Ohjaaja: Petri Koistinen

Vuosi: 2019

Sivumäärä: 66

Liitteiden lukumäärä:

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää ja tuoda esille hirsirakennuksen kengittämisessä tapahtuvat toimenpiteet, niiden laajuus ja erilaiset työmuodot, jotka voivat erilaisissa tapauksissa olla erilaisia. Näitä tuotiin esille eri lähteiden ja käytännön esimerkkien ja kuvien kautta.

Työssä tutkittiin eri lähteiden avulla millainen hirsi on rakennusmateriaalina ja sen toimintaa, hengittävyttä, paloturvallisuutta, lämmöneristävyttä sekä painumaa. Hirsirakentamisen historiaa eri lähteistä tutkittiin esihistoriasta nykypäivään.

Lopuksi tuotiin esille niitä vaikutteita mitkä ovat vaikuttaneet siihen , että esimerkkitapausten henkilöt ovat päättäneet suorittaa rakennuksiinsa massiivisiakin toimenpiteitä. Kannattavuus tällaiseen työhön ryhtymisestä oli myös pohdinnan yksi osa-alue, johon asiakkaita haastatteleamalla saatiin vastauksia.

Avainsanat: kengitys, hirsirakentaminen, korjausrakentaminen,

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: SeAMK Technique

Degree programme: Training programme of the management of the building trade.

Author/s: Taisto Keisala

Title of thesis: Effect of the shoeing of the log house on the whole building.

Supervisor(s): Petri Koistinen

Year: 2019

Number of pages: 66

Number of appendices:

---

Describe the essence of your thesis.

The objective of the thesis was to clarify and to highlight the measures in the shoeing of a log house, their scope and different work forms, which could be different in different cases. Different sources and practical examples and pictures were used to show them.

With the help of different sources, the thesis studied what timber was like as a building material, its heat insulation, sinkage, breathing and fire safety. The history of timber building was studied from the prehistory to the present. Finally, the influences which had affected the fact that the owners of the sample buildings had decided to perform measures in their buildings, even massive ones, were described. The profitability of starting these kinds of measures was also one part of the consideration to which interviews with customers gave answers.

Keywords: shoeing, timber building, renovation

# SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuvaluettelo .....	5
Kuvioluettelo.....	8
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	10
1 JOHDANTO .....	11
2 HIRSI RAKENNUSMATERIAALINA .....	12
2.1 Hirsi rakennusmateriaalina.....	12
2.2 Hirsiseinän toiminta.....	15
2.3 Hirsiseinän kosteus .....	16
2.4 Hirsiseinän painuma.....	17
2.5 Hirsiseinän paloturvallisuus.....	17
2.6 Hirsiseinän lämmöneristävyys.....	17
3 HIRSIRAKENTAMISEN HISTORIA .....	18
3.1 Esihistoria.....	18
3.2 Rautakausi .....	18
3.3 Keskiaika.....	20
3.4 Uusi aika .....	20
4 KENGITYS.....	23
4.1 Kengitys yleensä .....	23
4.2 Lahovaurioiden syitä .....	23
4.2.1 Perustuksista johtuvat vauriot .....	23
4.2.2 Laho- ja hyönteisvauriot.....	24
4.2.3 Rakenteen tiiveys.....	28
4.2.4 Rungon vääntyminen .....	29
4.3 Korjaustyön periaate .....	30
4.4 Paikkaus ja suojaus .....	30
4.5 Hirsien uusiminen eli kengitys .....	32
4.6 Rungon oikaisu .....	35

4.7 Runkoon liittyvien rakenteiden korjaus.....	37
4.8 Tilkitseminen .....	37
<b>5 ESIMERKKIKOHTTEITA.....</b>	<b>38</b>
5.1 Vanha metsänvartijan talo 1800-luvun alkupuolelta Karstulan Mustapuro	38
5.1.1 Aloitustoimenpiteitä .....	39
5.1.2 Kengitys .....	42
5.1.3 Sisävalmistusvaiheet.....	47
5.2 1800-luvun savusauna Soinin Kolunkylältä .....	53
5.3 Jussin mylly (Hannulabacka).....	62
<b>6 YHTEENVETO .....</b>	<b>65</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>66</b>
<b>KUVALÄHTEET .....</b>	<b>66</b>

## Kuvaluettelo

Kuva 1. Ämmännurkka. (Karapuu 2019.) .....	14
Kuva 2. Lohenpyrstönurkka. ....	14
Kuva 3. Ristinurkka. (Karapuu 2019.) .....	15
Kuva 4. Kivikautisen talon rekonstruktio Saarijärven Summas-saassa. Seinien alaosa on pyöröhirttä. (Vuolle-Apiala 2006, 8.).....	18
Kuva 5. Kelomökin tunnelmaa. (Nellim Wilderness Hotels & Safaris 2019.) .....	22
Kuva 6. Alimmat hirret vaihdettu. (Turpeinen 2005.).....	23
Kuva 7. Itkevä lattiasieni. (Wikimedia 2005.).....	24
Kuva 8. Huonosti tuulettuva seinärakenne. (Suomela 2019.) .....	25
Kuva 9. Maan nousua ja kasvillisuutta perustuksen vieressä. ....	26
Kuva 10. Multipenkkiratkaisu. ....	26
Kuva 11. Tulisijan perustukseen jätetyt puuosat. ....	27
Kuva 12. Kivijalka ulompana kuin hirsiseinä. ....	27
Kuva 13. Vesikatto vuotanut. ....	28
Kuva 14. Ikkunan aluspuiden korjauskohta. (Puurunen 1995, 9.) .....	35
Kuva 15. Aloitustilanne ennen remonttia.....	38
Kuva 16. Sisänäkymä ennen remonttia. ....	39
Kuva 17. Lahovaurioisia seinähirsiiä ja lattiarakenteita.....	40
Kuva 18. Leivinuunin takaosa kiinni seinärakenteissa. ....	40
Kuva 19. Leivinuunin takaosan purkua. ....	41

Kuva 20. Välipohjan eristeiden poistoa. ....	41
Kuva 21. Välipohjakannattajat irronneet sivuseiniltä. ....	42
Kuva 22. Kivijalkakivet oiottu ja raakavalun tartunnat asennettu.....	43
Kuva 23. Sivusta nostava mekaaninen tunkki.....	44
Kuva 24. Nestetunkin paikka väliseinän alla. Raakavalu valmisteilla. ....	44
Kuva 25. Ensimmäisen vaihdettavan hirren sovitussahausta eri työmaalta kuvattuna. ....	45
Kuva 26. Ensimmäisen vaihdettavan hirren viimeistelyä. ....	45
Kuva 27. Etupuolen kengitys suoritettu ja alimmat hirret sovitettu kivijalkaan.....	46
Kuva 28. Vesipellit ja följärit asennettu. ....	47
Kuva 29. Leivinuunin takaosan tukivalumuotti. ....	47
Kuva 30. Tulisijan perustuksen vahvistusvalu.....	48
Kuva 31. Rossipohjalattian koolausta. ....	48
Kuva 32. Seinien lisäeristystä selluvillalla. ....	49
Kuva 33. Kamarin lattialämmityksen toteutus. ....	50
Kuva 34. Kuistin panelointivaihe. ....	50
Kuva 35. Ikkunat ja vuorilaudat paikoillaan ja kuistin panelointi tehtynä. ....	51
Kuva 36. Takka entisöity ja käyttökunnossa. ....	52
Kuva 37. Lopputulos, näkymä muutaman vuoden jälkeen. ....	52
Kuva 38. Kuivaamokäytössä ollut savusaunarakennus. (Kolunsarka 2016.) ....	53
Kuva 39. Kehikkoon sahattu kuivaamokäyttöön suuria aukkoja. (Kolunsarka 2017.)	53
Kuva 40. Korjaukseen sahattuja hirssiä. (Kolunsarka 2017.).....	54

Kuva 41. Hirsikehikon dokumentointia. ....	55
Kuva 42. Lahovaurioinen kehikko. (Koulusarka 2017.) .....	56
Kuva 43. Kehikon alkuvarvit lohenpyrstönurkin. (Kolunsarka 2018.) .....	56
Kuva 44. Kehikko valmis ja huopakatto tehty. ....	57
Kuva 45. Sisäkaton muoto. ....	58
Kuva 46. Savusaunan kiukaan rakennetta. (Kolunsarka 2018.).....	59
Kuva 47. Savusaunan kiuas valmiina käytössä. (Kolunsarka 2018.) .....	60
Kuva 48. Savusauna lähes valmiina syystalvisessa maisemassa. (Kolunsarka 2018.)	61
Kuva 49. Alkutilanne ennen remonttia. (Nelimarkka 2016.) .....	62
Kuva 50. Kengitystä suoritettu useita varveja. (Nelimarkka 2016.) .....	63
Kuva 51. Terassin runkorakennetta. (Nelimarkka 2016.) .....	63
Kuva 52. Rakennus valmiina uuteen käyttötarkoitukseen ajateltuna. (Nelimarkka 2017.) .....	64



## Kuvioluettelo

Kuvio 1. Pyöröhirsi. (Puuinfo 2019.).....	13
Kuvio 2. Lamellihirsi. (Puuinfo 2019.).....	13
Kuvio 3. Yksinkertainen yksittäistupa, jossa oven suojana on seinää vasten nostettuja riukuja.(Rinne 2010, 12.).....	19
Kuvio 4. Vähän kehittyneempi versio asumisesta. (Rinne 2010, 12.) .....	19
Kuvio 5. Karoliininen pohjakaava, jonka suunnittelua on ohjannut kirkko ja armeija. (Rinne 2010, 12.).....	21
Kuvio 6. Parituvan pohjakaavio. Tulisijoilla on piiput. (Rinne 2010, 12) .....	21
Kuvio 7. Hirsirungon vääntyminen. (Museoviraston korjauskortisto, Puurunen 1995, 7.) .....	29
Kuvio 8. Hirren paikkauseriaate. (Museoviraston korjauskortisto, Puurunen 1995, 10.) .....	31
Kuvio 9. Hirren paikkauseriaate. (Museoviraston korjauskortisto, Puurunen 1995, 10.)	31
Kuvio 10. Erilaisia tunkkausmenetelmiä. (Museoviraston korjauskortisto, Puurunen 1995, 11.) .....	32
Kuvio 11. Erilaisia tunkkausmenetelmiä. (Museoviraston korjauskortisto, Puurunen 1995,11.) .....	33
Kuvio 12. Erilaisia tunkkausmenetelmiä. (Museoviraston korjauskortisto, Puurunen 1995, 11.) .....	33
Kuvio 13. Hammaslapaliitos. (Museoviraston korjauskortisto, Puurunen 1995, 14.)	34
Kuvio 14. Hirsijatkos. (Museoviraston korjauskortisto, Puurunen 1995, 14.) .....	34
Kuvio 15. Rungon oikaisuseriaate. (Museoviraston korjauskortisto, Puurunen 1995, 15.) .....	36

Kuvio 16. Följäreillä tapahtuva rungon oikaisu. (Museoviraston korjauskortisto, Puurunen 1995, 15.).....36

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Salvos</b>	Hirsirakennuksen nurkkaliitos.
<b>Varaus</b>	Hirren alapinnan uurre, joka veistetään alemman hirren muotoon.
<b>Lattianiska</b>	Lattiaa kannatteleva palkki tai kannatinpuu.
<b>Ämmännurkka</b>	Yleisin nurkkasalvos pyöröhirressä.
<b>Lohenpyrstönurkka</b>	Lohen pyrstöä muistuttava nurkkamuoto, jossa hirsien päät ovat seinälinjan tasalla.
<b>Ristinurkka</b>	Hirsinurkka, jossa hirsien päät jatkuvat seinälinjaa pidemmälle.
<b>Följari</b>	Hirsiseinää sivusuunnassa tukeva puinen jäykisteparru.
<b>Lamellihirsi</b>	Liimaamalla suorakaiteen muotoisista kappaleista koottu hirsi.
<b>Pyöröhirsi</b>	Yhdestä tai useammasta kappaleesta pyöreään poikkiprofiiliin valmistettu hirsi.
<b>Vaarnatappi</b>	Puutappi, jolla sidotaan seinä yhtenäiseksi paketiksi.
<b>Kengitys</b>	Hirsirakennuksen alimpien hirsien vaihtotyö.
<b>Riive</b>	Hirsien nurkkiin ja väliin asennettava eriste. Yleensä luonnon materiaalia.
<b>Hammaslapaliitos</b>	Hirren jatkamistapa, jolla samalla lukitaan jatkoskohta liukumattomaksi.
<b>Tunkkaus</b>	Hirsikehikon nosto alimpien hirsien vaihtoa varten.

## 1 JOHDANTO

Kautta aikojen ihmiset ovat rakentaneet erilaisia suojia selviytyäkseen ankarissa olosuhteissa. Sen seurauksena helposti luonnosta saatavat materiaalit ovat olleet avainasemassa näitä suojia rakentaessa. Puuta on ollut käytännössä rajattomasti käytettävissä entisaikojen rakentajilla ja tänäänkin sen saatavuus on erinomainen. Tästä syystä Suomessakin on rakennettu jo vuosisatojen ajan puusta ja sen oheistuotteista. Alkuun rakennelmat olivat hyvinkin yksinkertaisia ja pienikokoisia, mutta vähitellen työkalujen kehityttyä ja kehityksen mentyä vuosien saatossa muutenkin eteenpäin rakennukset saivat niin työtapojen kuin kokonsakin puolesta yhä monipuolisempia ratkaisuja. Hirsirakentaminen on ollut jopa tärkein rakentamismuoto lähihistoriassa ja vasta 1900-luvulla muu rakentamistapa on syrjäyttänyt hirsirakentamisen. Näitä asioita käsitellään yksityiskohtaisemmin kohdassa 3. Hirsirakentamisen historia.

Koska hirsirakentamista on tapahtunut jo vuosisatojen ajan Suomessakin niin sen seurauksena myös rakennusten ylläpito, korjaus ja kengitys ovat olleet luonnollisia toimenpiteitä kaikkina näinä vuosina. (Puurunen 1995, 11). Yleensä voisi sanoa, että niin aika kuin ihmisen tekemiset ja tekemättä jättämiset aiheuttavat rakennukseen korjaus- ja huoltotoimenpiteitä sekä aivan selviä vaurioita.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään kengityksen ja siihen liittyvien muiden töiden suhdetta ja määrää, sekä tuodaan esimerkkien ja kuvien kautta esille mitä sana kengitys voi pitää kokonaisuudessaan sisällään. Lopputulos ja kokonaiskustannukset ovat myös tarkastelun ja mielenkiinnon kohteena.

## 2 HIRSI RAKENNUSMATERIAALINA

### 2.1 Hirsi rakennusmateriaalina

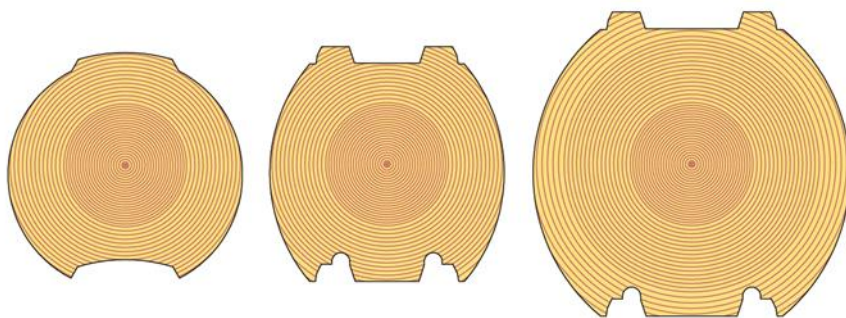
Hirsi on ihanteellinen rakennusmateriaali sen monipuolisuuden vuoksi. Se on samalla valmis julkisivumateriaali, kantava rakenne kuin lämmöneriste. Sen hyvät ominaisuudet kuten verrattain kevyt materiaali, joustava, helposti korjattava, helposti koottava ja siirrettävä, kantava, tekevät hirrestä lähes ylivoimaisen rakennusmateriaalin. (Härö & Kaila 1976, 102.)

Hirsiseinä on hengittävyydeltään ja kosteussuhteiltaan terveellinen vaihtoehto. Koska puuta on riittävästi ja se on halpaa, ei kannata siirtyä monimutkaisempiin vaihtoehtoihin. Hirsiseinä muodostaa yhtenäisen kantavan palkin, joka ylittää kantavuudeltaan helposti sille asetetut tavoitteet. Seinät eivät voi sortua jos niihin ei sahata ajattelemattomasti suuria aukkoja. (Härö & Kaila 1976, 102.)

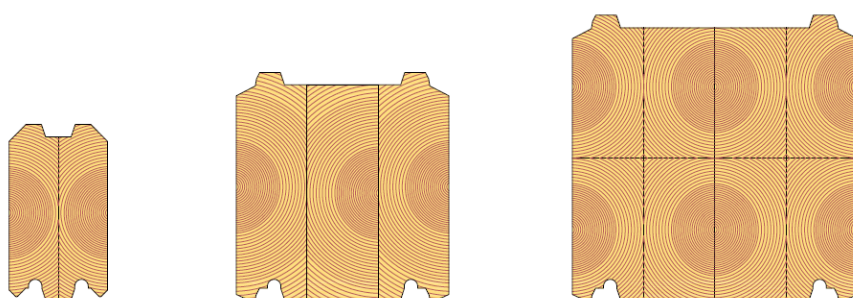
Hirsi rakennusmateriaalina poikkeaa normaalista puurakentamisesta siten, että koko seinärakenne on valmistettu massiivipuusta, eikä siinä ole muita rakenneosia. Hirsiksi voidaan kutsua vähintään 70 mm vahvoja ja joko käsityönä tai teollisesti valmistettuja hirsiiä. (Lauharo 2002, 10.)

Teollisessa hirsivalmistuksessa hirsimalleja on monenlaisia ja nykyään ne valmistetaan monista eri kappaleista liimaamalla. Tällaista hirttä kutsutaan lamellihirreksi, liimahirreksi. Tällainen tekniikka mahdollistaa pienemmän puuraaka-aineen käytön sekä hirren ominaisuudet muuttuvat enemmän stabiiliksi. (Lauharo 2002, 10.)

Poikkileikkaukseltaan hirret voivat olla joko pyöreitä tai suorakaiteen muotoisia.



Kuvio 1. Pyöröhirsi. (Puuinfo 2019.)



Kuvio 2. Lamellihirsi. (Puuinfo 2019.)

Hirret ovat vaakasuuntaisia ja ne ovat sovitettu toisiinsa sopiviksi varauksin ja kiinnitetty toisiinsa vaarnatapituksilla noin kahden metrin välein. Risteäviä kohtia kutsutaan nurkiksi ja nurkkamalleja on monenlaisia, riippuen käyttötarkoituksesta ja valmistajan mieltymyksestä. Nurkkia kutsutaan myös nurkkasalvoksiksi. (Lauharo 2002, 12.)

Yleisimmin käytetyt nurkkamallit ovat ämmännurkka kuva 1, lohenpyrstönurkka (Kuva 2.) ja risti-nurkka (Kuva 3.)



Kuva 1. Ämmännurkka. (Karapuu 2019.)



Kuva 2. Lohenpyrstönurkka.



Kuva 3. Ristinurkka. (Karapuu 2019.)

## 2.2 Hirsiseinän toiminta

Rakennuksen seinän lämmöneristävyys määritellään lämmönläpäisykertoimen  $U$  perusteella, mutta se kertoo vain osan hirsiseinän lämpötaloudellisista ominaisuuksista. Koska puulla on melko heikko lämmönjohtokyky ja ominaislämpö suhteellisen korkea, hirsiseinä lämpenee melko hitaasti ja taas viilenee hitaasti, jolloin lämpö on tasaista ja seinän pintalämpötila korkea. Huoneilman kosteuden vaihteluihin hirsiseinällä on merkittävä vaikutus. Tämän huomaa varsinkin kesällä kosteiden hellejaksojen aikana, jolloin huoneilman suhteellinen kosteus voi nousta korkeaksi. Huoneilman suhteellinen kosteus pysyy miellyttävällä tasolla, koska hirsiseinän hygroskooppinen massa sitoo ylimääräistä kosteutta. (Lauharo 2002, 17.)

Hirsiseinän hengittävyys johtuu siitä, ettei seinässä käytetä laisinkaan höyrynsulkua eli muovikalvoa seinän sisäpuolella. Vesihöyry siirtyy hirsiseinässä käytännössä konvektion vaikutuksesta hirsien välisten saumojen kautta. Hirsiseinän ominaisuudet ovat osoittautuneet käytännössä sellaisiksi, ettei rakenteen lämpimältä puolelta vuotava ilma pääse siinä määrin jäähtymään, että



haitallista kondenssilannetta syntyisi. Myöskin hirren ja hirren väliin laitettavan eristeen yhteistoiminta on erittäin tärkeä toimivuuden osalta. (Lauharo 2002, 18.)

Muovikalvojen, kivivillan ja kiviaineisten eristeiden käyttöä tulisi välttää hirsiseinien lisäeristämisessä, koska hirsiseinän toimintaperiaate ja toiminta saattaa muuttua huonompaan suuntaan. Jos lisäeristys tehdään huolimattomasti niin se voi aiheuttaa helposti rakenteeseen kosteusvaurioita. (Lauharo 2002, 18.)

### **2.3 Hirsiseinän kosteus**

Hirsiseinän kosteuteen vaikuttaa moni eri tekijä, kuten rakennuksen sijainti, vuodenaika, rakennuksen käyttötarkoitus sekä rakenteelliset suojaukset. Tasapainokosteus vaihtelee rajoissa 8-15% sisäpuolella ja 10-20% ulkopuolella sateelta suojassa. Ympäri vuoden lämmitetyissä hirsirakennuksissa tasaantuneen hirren sisäosien kosteuden vaihtelu ei kuitenkaan ole kuin muutama prosentti. Vaihtelu on suurempi kylmillään olevissa hirsirakennuksissa. (Lauharo 2002, 32.) Suuret kosteuserot eri kantavien hirsiseinien välillä aiheuttavat rakennuksessa erilaisia painumia, mutta ilmiöt pienenevät hirren läpimitan kasvaessa sekä jatkuvalämmitteisissä rakennuksissa. (Lauharo 2002, 33.)

Hirsiseinän painuminen voi tapahtua eri suuruisesti eri seinillä, johtuen siitä, että ulkopuolella on eri kosteusolosuhteet kuin sisäpuolella. mutta eroavaisuudet pienenevät ympärivuotisesti lämmitetyissä hirsirakennuksissa. Ilmiö vaihtelee ilmansuunnittain ja rakennuspaikan muista olosuhteista riippuen. Myös kattovasat ja kuormitus voivat painaa seinärakenteita kaarelle ja tätä ilmiötä estetään pystyfoljäreillä. (Lauharo 2002, 33.)

## 2.4 Hirsiseinän painuma

Hirsi kutistuu sen kuivuessa tasapainokosteuteen sitä ympäröivän ilman kanssa ja tätä ilmiötä kutsutaan yleensä hirsirakenteen painumaksi. Jos hirret veistetään tuoreesta puusta ja sen haikutuessa tasapainokosteuteen niin painuma voi olla jopa 50 mm/m. Kuitenkin painumista tapahtuu aina, vaikkakin hirsirakennukset pyritään tekemään melko kuivasta materiaalista. (Lauharo 2002, 34.)

Hirsirakenteen painumaan vaikuttaa myös rakennuksen muoto, tyyppi, kuormitus sekä rakenteen ympärillä vallitsevat olosuhteet. Myös aika on vaikuttava tekijä hirsirakenteen painumaan. (Lauharo 2002, 35.)

Hirsirakenteet liitetään painumattomiin rakenteisiin, kuten pystyrunkoon, tolppiin aina jollakin liikkumisen sallivalla mekanismilla tai rakenteella. Tällaisia ovat mm. erilaiset liukuraudat, karapuut sekä kierrejalat. Hirsirungon painuma on pystytyksen jälkeen alussa suurinta ja pienenee myöhemmin. (Lauharo 2002, 35.)

## 2.5 Hirsiseinän paloturvallisuus

Hirsi on rakennusmateriaalina paloturvallinen. Se täyttää osastoivana rakenteena Suomen rakentamismääräyskokoelman kohtuulliset vaatimukset. Pinnaltaan hirsi ei syty kovin nopeasti, mutta syttyessään se levittää paloa. Jos tehdään kaksikerroksisia hirsitaloja ne täytyy tarvittaessa osastoida, mutta samalla ne ovat paloa hidastavia rakennuksia. (Vuolle-Apiala 2010, 35.)

## 2.6 Hirsiseinän lämmöneristävyys

Lämmöneristävyys on hirsirakennusten ehkäpä suurin ongelma ja vaadittuihin minimiarvoihin asuinrakentamisessa ei välttämättä päästä hirren paksuutta lisäämällä tai lisäeristämällä. Tällöin hirsirakennuksia täytyykin katsella koko asuinrakennuksen kaikkien rakenteiden keskiarvon kannalta. Ja näin saadaan asuinrakennuksen keskimääräinen lämmöneristysarvo muodostumaan ja tätä kautta täyttymään. Lämmöneristävyyssarvot ja niiden vaatimukset koskevat kuitenkin vain ympärivuotisessa käytössä olevia asuinrakennuksia. Kesämökit ja muut vapaa-ajan mökit voidaan tehdä kevyemminkin. (Vuolle-Apiala 2010, 35; Talonrakentajan käsikirja 3 2006, 54.)

### 3 HIRSIRAKENTAMISEN HISTORIA

#### 3.1 Esihistoria

Nykytiedon perusteella hirsirakenteitten arkeologiset juuret ovat Keski-Euroopan alueelta, mutta myös Suomesta. Saarijärven kiviikauden kylässä ja Yli-lin Kierikkikeskuksessa on tehty rekonstruktioita aiheeseen liittyen. (Kuva 4.) Näissä paikoissa voi tutustua kivikirveellä tehtyihin veistotyöhön. (Vuolle-Apiala 2006, 8.)



Kuva 4. Kivikautisen talon rekonstruktio Saarijärven Summas-saarella. Seinien alaosa on pyöröhirttä. (Vuolle-Apiala 2006, 8.)

#### 3.2 Rautakausi

Rautakaudella hirsirakentaminen saavutti merkittävät mittasuhteet ja niiden aikaisista rakennuksista on löydetty Pohjoismaista ja Laatokan alueelta jäännöksiä jo noin 800-luvulta. Näistä mm. Laatokan kaupungin löydön mukaan keskelle asuinrakennusta oli sijoitettu tulisija eli ahjo ja savuaukko sen yläpuolelle kattoon. Samanlainen rakennustyyppi on sijainnut myös Ruotsissa. (Vuolle-Apiala 2006, 8.)

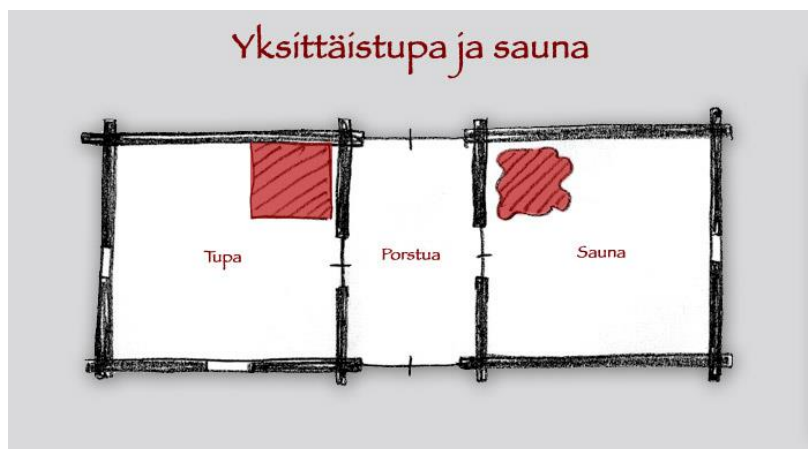
Rauta-aikainen asuminen savupirtissä oli 1100-luvulla ns. minimiasumista: savella tilkityt hirret suoraan maan varaan ja lattiana pelkkä maa, luukut ikkunoina, yksi ovi sekä turvekatto. Kiukaasta syntyvä savu ohjattiin seinissä olevien räppänöitten kautta ulos. Asuinrakennuksen lähelle rakennettiin muut kiinteään asumisen vaatimat rakennukset kuten keittokota, karjasuoja, aitta, riihi ja sauna.

Tällainen asuminen vallitsi vielä 1800-luvulla vähävaraisten ihmisten keskuudessa. (Kuvio 3.)  
(Rinne 2010, 12.)



Kuvio 3. Yksinkertainen yksittäistupa, jossa oven suojana on seinää vasten nostettuja riu-  
kuja. (Rinne 2010, 12.)

Asuminen on aloitettu ehkä ensin saunassa ja jonkin ajan jälkeen on rakennettu varsinainen  
asuintupa. Näiden väliin on jäänyt porstua.



Kuvio 4. Vähän kehittyneempi versio asumisesta. (Rinne 2010, 12.)

### 3.3 Keskiaika

Suomessa rakennustapa kehittyi savupirtiksi keskiajalla ja seinät veistettiin suoriksi. Esimerkki saattaa löytyä kivirakennuksista tai kansainvälisistä yhteyksistä mm. kirvesmiesten mukana rannikkokaupunkeihin Hansa-kaupan yhteydessä. Samalla myös nurkkatyypit monipuolistuivat. Esimerkkeinä tältä ajalta ja vaiheelta on Pyhän Henrikin kappeli Kokemäellä. Sen rakennusaika on noin 1100-luku. (Vuolle-Apiala 2006, 9.)

### 3.4 Uusi aika

Keskiaika kääntyi uudeksi ajaksi 1500-luvun alkupuolella ja rakentamiseen tuli uusia ulottuvuuksia ja kehitystä kuten savupiippu ja lasi-ikkunat, jotka yleistyvät kuitenkin melko hitaasti. Hirsitalon perusideana pysyi tupa, jossa syötiin, nukuttiin, valmistettiin ruoka ja tehtiin käsitöitä. (Rinne 2010, 12.)

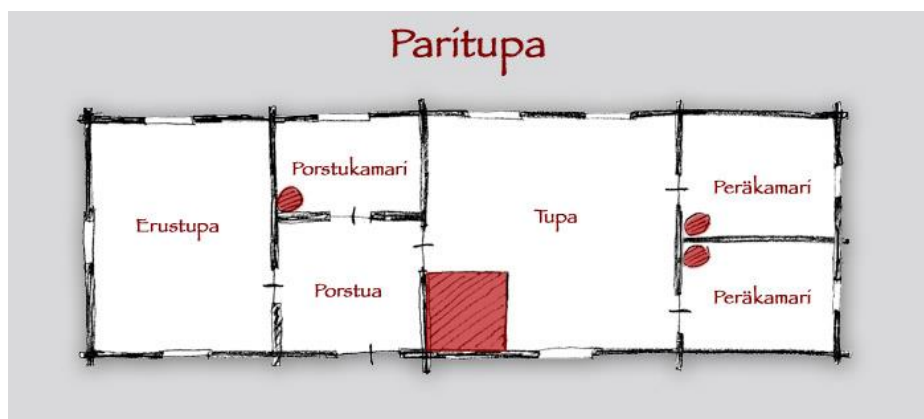
Maaseudulla rakennustapa kehittyi Ruotsin vallan aikana 1100-luvun alusta lähtien savupirtistä parituviksi ja siitä hitaasti savupiipullisiin rakennuksiin. Kaupungeissa pohjakaava noudatti lähinnä kapearunkoista kaavaa. Esimerkkinä mm. Turun luostarinmäen kapearunkoiset rakennukset.

Ruotuväen kapteenin talosta annettu määräys vaikutti vahvasti paritalon syntyyn. Tällaisia taloja alettiin rakentaa jo 1600-luvulta suurimpiin kuntiin eri puolille maata. (Kuvio 5.) (Vuolle-Apiala 2006, 9.)



Kuvio 5. Karoliininen pohjakaava, jonka suunnittelua on ohjannut kirkko ja armeija. (Rinne 2010, 12.)

1600-luvulla tyypillisessä parituvissa oli symmetrinen rakenne, joka käsitti sisääntulon keskellä olevan porstuan kautta, jonka takana oli ns. porstuakamari. Sisäänkäynnin molemmin puolin oli isot huoneet, joista toinen saattoi olla kylmillään ja siinä varastoitiin erilaisia tarvikkeita. (Kuvio 6.) Tupaa käytettiin vähemmän ja sen käyttötarkoitus saatettiin muuttaa saliksi ja vieraiden vastaanottoon ja sinne saatettiin hankkia hieno kaakeliuuni. (Rinne 2010, 12.)



Kuvio 6. Parituvan pohjakaavio. Tulisijoilla on piiput. (Rinne 2010, 12)

Paritupa oli pohjaratkaisultaan joustava ja sitä oli helppo muokata tarpeitten ja koon mukaan. Vielä 1900-luvun alkupuolella tällaista pohjaratkaisua käytettiin monissa maalaistalossa. (Rinne 2010, 12.)

1900-luvulle tultaessa maalaistaloille alettiin etsiä uusia ratkaisuja arkkitehtien ja niistä järjestettiin erilaisia kilpailuja, joiden parhaista ratkaisuista tulokset julkaistiin mallikirjoissa. Suurin muutos tilaratkaisuihin tuli siten, että jokaisella huoneella oli oma käyttötarkoituksensa ja suuresta tuvasta luovuttiin. Maalaisasumisesta tuli täten ns. hienostoasumista. Nykyään on palattu vanhoihin tupakeittiöratkaisuihin takaisin ja myös kamarit ovat palanneet samalla tavalla tilaratkaisuihin. (Rinne 2010, 12.)

Erilaiset vapaa-ajan rakennukset ovat tänä päivänä muuttumassa jatkuvan asumisen paikoiksi, johtuen työnkuvan muuttumisesta esim. etätyöksi. Vapaa-ajan asunnoissa suositaan peittelemättömää hirsipintaa ja ne halutaan nimenomaan pitää esillä. Tästä ehkä parhaana esimerkkinä kelomökit ja niiden erilaiset ratkaisut. (Kuva 5.) (Rinne 2010, 12.)



Kuva 5. Kelomökin tunnelmaa. (Nellim Wilderness Hotels & Safaris 2019.)

## 4 KENGITYS

### 4.1 Kengitys yleensä

Hirsitalon kengitys on vanha, perinteinen tapa korjata rakennukseen tulleita lahovaurioita, jotka yleensä kohdistuvat alimpaan hirsivarviin (Kuva 6.) ja toimenpiteet ovat olleet hirsirakennukseen määräajoin tehtäviä korjaus- ja huoltotöitä, joita jouduttiin toistamaan muutaman vuosikymmenen välein. (Puurunen 1995, 11.)



Kuva 6. Alimmat hirret vaihdettu. (Turpeinen 2005.)

### 4.2 Lahovaurioiden syitä

#### 4.2.1 Perustuksista johtuvat vauriot

Hirsirunko ei ole kovin arka vaurioitumaan perustuksen liikkumisen vuoksi, mutta yleisimmät viat hirsitaloissa johtuvat kuitenkin alapohjasta ja perustuksista. Jos perustus painuu epätasaisesti niin se saattaa aiheuttaa rakenteissa pullistumisia ja murtumia. Routimisen vaikutuksesta hirsirakenteet heikentyvät ja hataroituvat. (Puurunen 1995, 6.)



Ulkoseinillä painuminen on yleisempää ja sen huomaa sisälattioiden kallistumisesta ulkoseiniin päin viettävänä. Uunit ovat perustettu paremmin kuin ulkoseinä perustukset, joten ne jäävät korkeammalle. Tähän ilmiöön vaikuttaa myös talon alla oleva lämpöpöytä, joka estää sisäosien routimisen. Ulkoseinissä suurempi kuormitus ja routiminen edistää ilmiötä ja vaurio pahenee jos rakennus jätetään kylmilleen. (Puurunen 1995, 6.)

#### 4.2.2 Laho- ja hyönteisvauriot

Kosteus on aina hirsirakenteen lahovaurion syy. Sen aiheuttajia voi olla erilaisia asioita kuten maakosteus, sadevesi tai putkivuoto. Lahovaurioituneeseen puuhun käyvät käsiksi myös erilaiset hyönteiset, jotka voivat syödä myös tervettä puuta. (Puurunen 1995, 6.)

Kun arvioidaan hirsirakennuksen kuntoa aina täytyy tunnistaa lahon tyyppi, vaurion aiheuttaja, laajuus ja eteneekö vaurio. Joissakin tapauksissa vaurio on saattanut syntyä kymmeniä vuosia sitten ja pysähtyä. Tällaista lahoa ei välttämättä tarvitse edes korjata. (Puurunen 1995, 6.)

Itkevä lattiasieni on pahin puurakennuksen lahottaja. (Kuva 7.) Se saattaa levitä alkuun päästyään myös kuivaan puuhun ja lahottaa seiniä suurelta alalta. (Puurunen 1995, 6.)



Kuva 7. Itkevä lattiasieni. (Wikimedia 2005.)

Alimpien hirsien lahoaminen on tavallisin vaurio, johon on seuraavanlaisia syitä:

- Huonosti tuulettuva seinärakenne (Kuva 8.)

- painunut sokkeli tai maan pinnan nouseminen ajan mittaan, sekä kasvillisuus rakennuksen vieressä (Kuva 9.)
- multipenkki, joka lahottaa rakenteita sisältäpäin (Kuva 10.)
- uunin perustuksen sisään jätetyt hirret (Kuva 11.)
- kivijalan rakenne, joka ohjaa sadevettä rakenteeseen (kivijalka ulompana hirsiseinää) (Kuva 12.)

Vesikaton vuotaminen aiheuttaa myös lahovaurioita, joita on varsin vaikea ja työlästä korjata. (Kuva 13.)



Kuva 8. Huonosti tuulettuva seinärakenne.  
(Suomela 2019.)



Kuva 9. Maan nousua ja kasvillisuutta perustuksen vieressä.



Kuva 10. Multipenkkiratkaistu.



Kuva 11. Tulisijan perustukseen jätetyt puuosat.



Kuva 12. Kivijalka ulompana kuin hirsiseinä.



Kuva 13. Vesikatto vuotanut.

Luonnolliseen vanhenemiseen kuuluu ulkopuolisen paljaan pinnan kuluminen, harmaantuminen ja halkeilu. Hirsiseinän vaurioituminen tapahtuu erittäin hitaasti, mutta huonommat hirret, sisäänpäin kaltevat halkeamat ja suojaamattomat nurkan päät imeyttävät vettä hirsiiin. nämä aiheuttavat ajan oloon lahovaurioita hirsiseiniin. (Puurunen 1995, 6.)

Päällepäin näkymättömät piilevät vauriot ovat vaikeita havaittavia ja ne voivat johtua katon vuotamisesta hirsiseinän ja lautavuorauksen väliin. Tällaiset vauriot voivat vahingoittaa seinää koko seinän korkeudelta. Väliseinähirsissä ei tavallisesti esiinny lahovaurioita, mutta piipun juuren vuotaminen johtaa monesti myös väliseinähirsien lahovaurioon. (Puurunen 1995, 7.)

#### 4.2.3 Rakenteen tiiveys

Alun perin hirsitalo on saatettu tehdä huonosti ja kaikki seinät eivät ole olleet lämpöä pitäviä. Rakenteitten painumista ei ole otettu riittävästi huomioon. Följärit ja karat, sekä vaarnatapit ovat saattaneet alkaa vähitellen kantaa, jolloin hirsien väleihin on syntynyt rakoja. Kieroontuneet hirret ja rungon erilaiset vääntymät hataroittavat myös hirsiseiniä. Kuitenkin pääsääntöisesti vanhat hir-

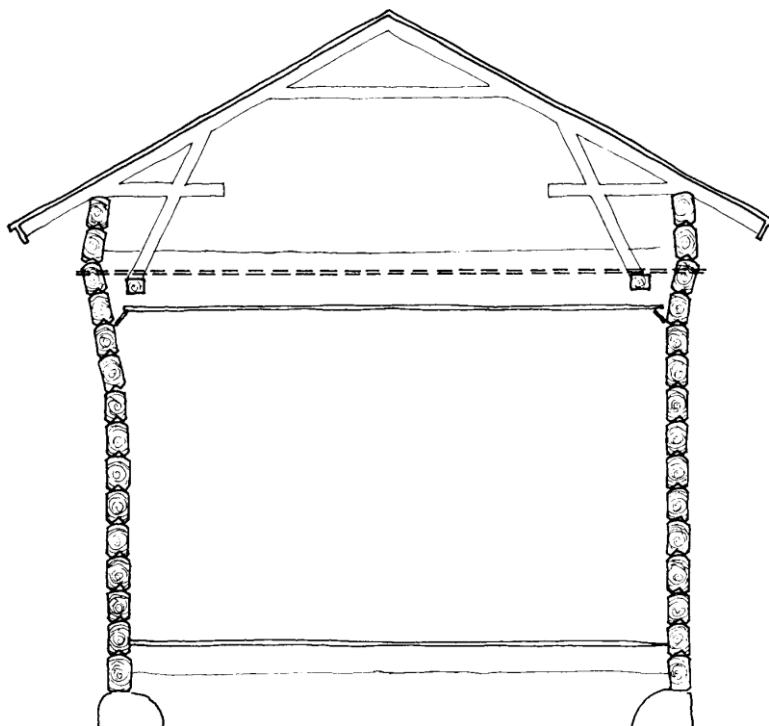
siseinät ovat melko tiivitä, koska niitä on tilkitty aikanaan uudelleen ja vuorattu erilaisilla materiaaleilla. Vuotokohdat löytyvät tavallisimmin lattian ja seinän yhtymäkohdista, ulkonurkista ja ikkunoiden ja ulko-ovien liittymäkohdista.

Käyttäjä havaitsee suoranaiset ilmavuodot vetona ja viileinä kohtina. (Puurunen 1995, 7.)

#### 4.2.4 Rungon vääntyminen

Koska hirsirunko kestää hyvin erilaisia vääntöliikkeitä niin pieniin painumiin ja kallistumiin ei kannata välttämättä kiinnittää suurta huomiota. Se ikään kuin hakee paikkaansa vuosien aikana. Täytyy muistaa, ettei hirsirunko voi äkillisesti sortua juuri missään olosuhteissa vaan vauriot syntyvät ja etenevät vähitellen.

Pullistumia ja vääntymisiä runkoon voi tulla jos jokin rungon osa pettää tai isojen aukkojen karpuut eivät ole kyenneet sitomaan seinää riittävästi. Kattorakenteiden kiinnitystapa ja välipohjajavojen irtoaminen salvoksistaan aiheuttaa myös seinien pullistumista. (Kuvio 7.) Tällaiset vauriot ovat vakavia, koska vesikaton paino osaltaan kuormittaa ulkoseiniä. (Puurunen 1995, 8.)



Kuvio 7. Hirsirungon vääntyminen. (Puurunen 1995, 7.)

### 4.3 Korjaustyön periaate

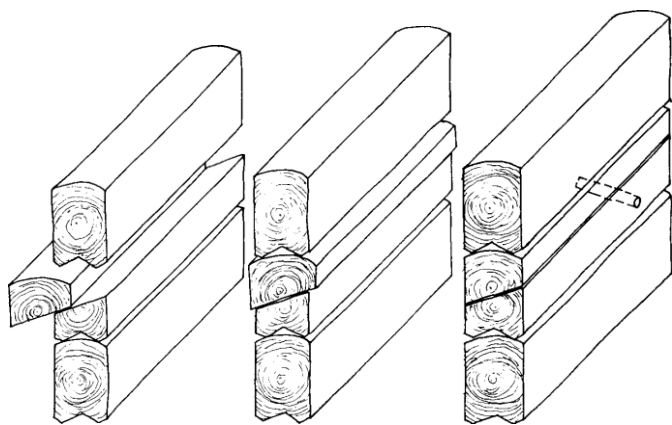
Niin kuin aikaisemmin mainittiin on hirsirakentamisella Suomessa vuosisataiset tai jopa tuhatvuotiset perinteet. Hirsityö on käsityötaitoa, jota kulttuurihistoriallisesti arvokkaan rakennuksen korjaaja osaltaan on siirtämässä tuleville sukupolville. Työtavat joita näissä töissä käytetään ovat yhtä tärkeitä rakennusperinteen säilymisessä kuin itse rakennustenkin säilyttäminen. (Puurunen 1995, 9.)

Suojaus ja paikkaus ovat luonnollisia korjaustoimia kulttuurihistoriallisesti arvokkaassa rakennuksessa ja hirsien kokonaan uusimista pyritään välttämään. Tämän päivän korjaukset ovat rakennuksen pitkää historiaa ja ne eivät saisi erottua räikeästi. Korjaukset tulisi tehdä etenkin paljaissa hirsiseinissä rakenteellisesti ja työtavoiltaan siten, että se sopeutuu näiltä osin ympäristöönsä. Uutta pintaa ei käsitellä vaan se annetaan harmaantua itsestään. (Puurunen 1995, 9.)

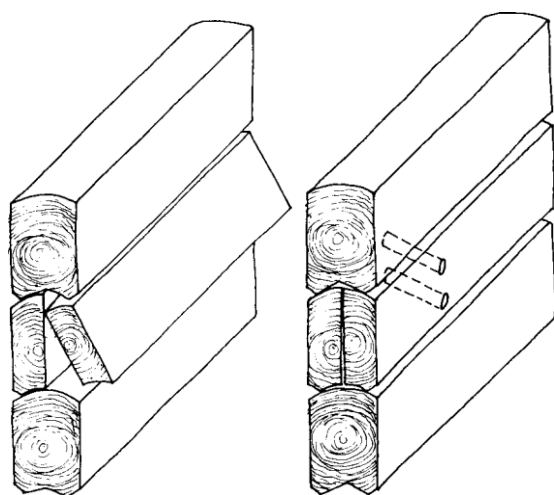
Korjaus tehdään ensisijaisesti aina siten, että hirsirunkoa korjataan hirrellä ja tämä tapa on ehdoton kulttuurihistoriallisissa rakennuksissa. Materiaalit kuten teräs, betoni, muovi tai mineraalivilla ei tule käyttää, koska niiden rakennusfysikaalinen toiminta poikkeaa puurakenteen toiminnasta. Paineekyllästettyä puuta ei suositella käytettävän hirsiseinän paikkauksissa. Siihen tarkoitukseen käy yhtä hyvin sydänpuuvaltainen männyn puu. Rakennevirheet on kuitenkin korjattava vaikka periaatteena on vanhan rakenteen säilyttäminen. (Puurunen 1995, 9.)

### 4.4 Paikkaus ja suojaus

Hirsiseinän paikkaukset voidaan tehdä siten, että veistetään huono kohta hirrestä pois suoraviivaisesti siten, että kolon alaosa viistetään ulospäin kaltevaksi. Paikka tehdään tarkalleen samankokoiseksi kuin kolo on ja saumat pyritään sijoittamaan sellaisiin paikkoihin, ettei ne erotu haittaavasti. Paikka kiinnitetään puutapeilla ja kolon pohja voidaan tervata samoin kuin paikkapuukin ennen kiinnittämistä. (Kuviot 8. ja 9.)



Kuvio 8. Hirren paikkausperiaate. (Puurunen 1995, 10.)



Kuvio 9. Hirren paikkausperiaate. (Puurunen 1995, 10.)

Luonteva ja perinteinen tapa korjata huonoon kuntoon päässyt hirsiseinä on vuorata se laudoituksella tai päreillä. Tätä tapaa on käytetty ja voidaan käyttää yhä edelleenkin. Jos nurkanpäät on huonokuntoisia ja lahonneita, niitä ei suositella paikattavan uusilla nurkanpäillä vaan nurkanpäät peitetään laudoituksilla tai uusitaan hirsitä suuremmalta alalta. (Puurunen 1995, 10.)

Rakenteet pyritään aina korjaamaan siten, että ne eivät pääse kostumaan ja lahoamaan missään olosuhteissa. Kemiallisia lahonsuoja-aineita pyritään välttämään, paitsi silloin kun sitä ei rakenteellisilla keinoilla pystytä toteuttamaan. (Puurunen 1995, 11.)



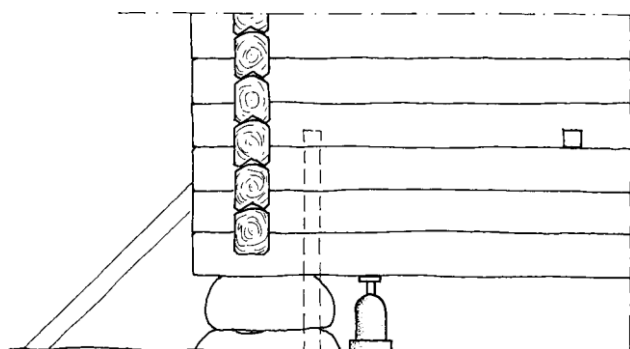
#### 4.5 Hirsien uusiminen eli kengitys

Vanhaa hirsiseinää korjattaessa ja paikattaessa käytetään mieluiten vanhaa hirttä. Jos käytetään tuoretta hirttä seinästä voi tulla hatara. Joka kohtaan pyritään valitsemaan poistettavan hirren kokoinen hirsi, että veistotyö jää mahdollisimman vähäiseksi. (Puurunen 1995, 11.)

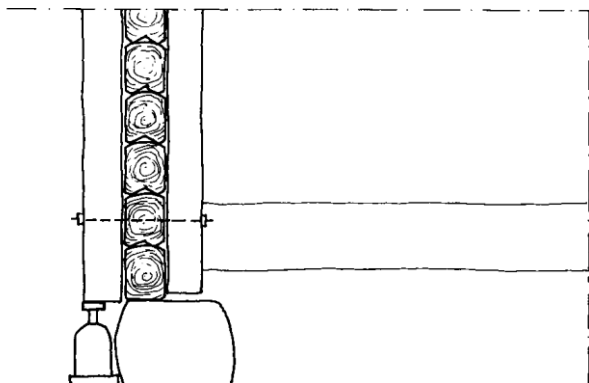
Yleensä hirsirungon alimmat hirret joudutaan vaihtamaan lahoamisen vuoksi ja tämä niin sanottu kengittäminen oli ennen hirsitalon luonnollista hoitoa. Sitä jouduttiin tekemään varsinkin multipenkullisissä taloissa muutaman vuosikymmenen välein. (Puurunen 1995, 11.)

Kengittämistä varten kaikki esteenä olevat rakennusosat joudutaan osittain poistamaan. Näitä ovat esimerkiksi seinän alaosan vuorilaudat ja ikkunanpuitteet. Myös osa sokkelirakenteista voidaan joutua purkamaan työn helpottamiseksi. (Puurunen 1995, 11.)

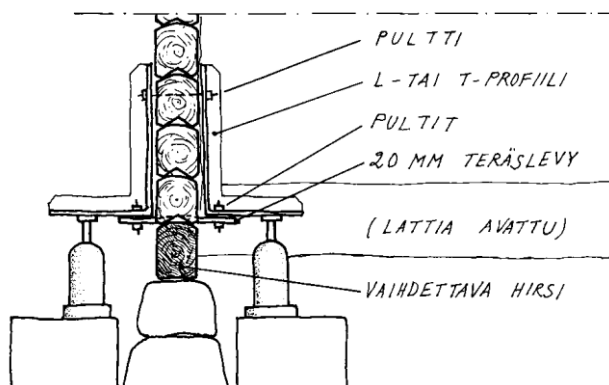
Hirsiä uusittaessa rakennusta joudutaan tilapäisesti nostamaan ja sitä kohotetaan tasaisesti siten, ettei runko pääse vääntyilemään. Nostotapana voi olla erityyppisiä variaatioita. Yksinkertaisin tapa on sahata lahonneesta hirrestä pala pois ja nostaa tunkilla suoraan seinän alta. (Kuvio 10.) Seinä tuetaan nostamisen jälkeen, jotta hirren vaihto voidaan tehdä. Följäreiden alapäästä voidaan myös tunkata (Kuvio 11.), jolloin nosto tapahtuu hirsiseinän vierestä. Samoin voidaan erilaisilla teräskulmaprofiileilla nostotyö suorittaa pulttaamalla profiilit seinän läpi toisiinsa. (Kuvio 12.) (Puurunen 1995, 12.)



Kuvio 10. Erilaisia tunkkausmenetelmiä. (Puurunen 1995, 11.)

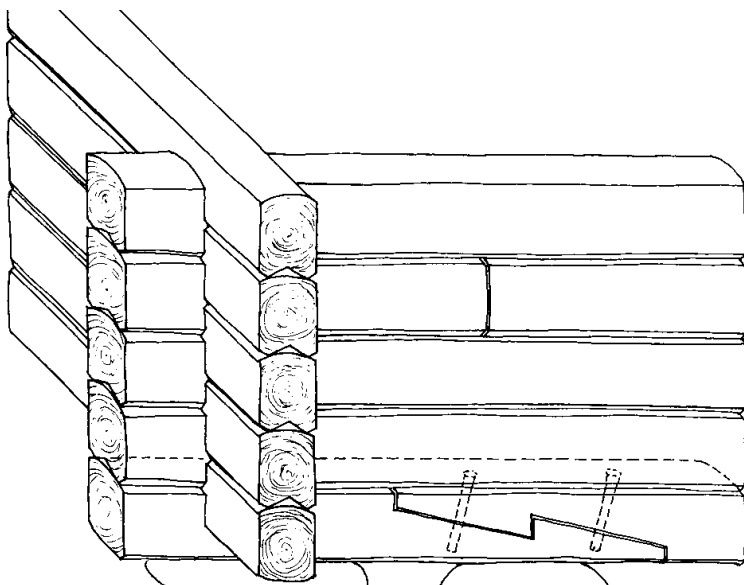


Kuvio 11. Erilaisia tunkkausmenetelmiä. (Puurunen 1995,11.)

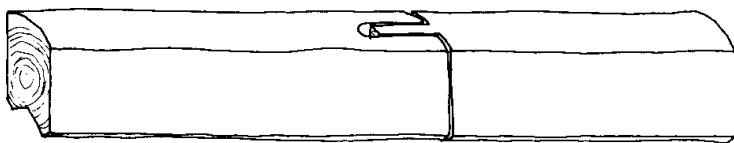


Kuvio 12. Erilaisia tunkkausmenetelmiä. (Puurunen 1995, 11.)

Uusi hirsi sovitetaan ylempään hirteen piirtämällä varalla sen muoto sovitettavaan hirteen ja muokkaamaan sitä tarpeen mukaan. Alapuoli muokataan sokkeliin sopivaksi ja nurkkasalvokset tehdään vanhan salvoksen mukaisesti. Jos vanhaa hirttä jää osa paikoilleen, on jatkos tehtävä vetoa kestäväenä hammaslapaliitoksena (Kuvio 13.), koska rungon alimmat hirret sitovat rakennuksen paikoilleen. (Puurunen 1995, 12.)



Kuvio 13. Hammaslapaliitos. (Puurunen 1995, 14.)



Kuvio 14. Hirsijatkos. (Puurunen 1995, 14.)

Lopullisessa asennuksessa hirsien väliin asennetaan tilkkeet ja hirren ja kivijalan väliin bitumi- tai tuohikaistale. Viistosti poratuilla tapituksilla voidaan uusi hirsi kiinnittää tukevasti vanhaan hirteen ja näin voidaan varmistaa uuden hirren pysyminen paikoillaan. Rautanaulakiinnityksiä ei suositella. (Puurunen 1995, 12.)

Ikkunoiden alapuoliset hirret joudutaan usein uusimaan samassa yhteydessä ja ne uusitaan useimmiten pätkinä sormijatkosta käyttäen. (Kuva 14.)



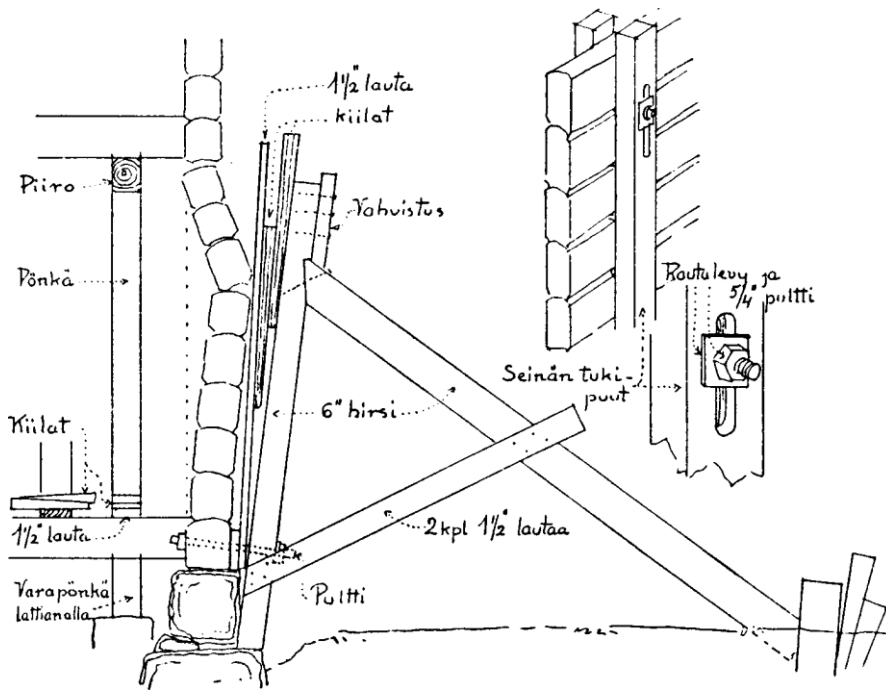
Kuva 14. Ikkunan aluspuiden korjauskohta. (Puurunen 1995, 9.)

Jos rakennukseen tulee ulkovuorilaudoitus, voidaan paikkaus suorittaa muillakin materiaaleilla kuin hirrellä, käyttäen eristeenä puukuituvillaa. (Puurunen 1995, 13.)

Ylempien hirsikertojen vaihtotyö on ongelmallista ja niinpä ne pyritäänkin suorittamaan erilaisin paikkauksin. Muutoin joudutaan koko yläpuoli nostamaan ylös tai purkamaan työn ajaksi pois. Jos hormit ja uunit on muurattu hirsiseiniin kiinni, ei seiniä voida nostaa purkamatta muurauksia. Pienikin ratkeama nostotyön aikana voi aiheuttaa tulipalon vaaran. (Puurunen 1995, 12.)

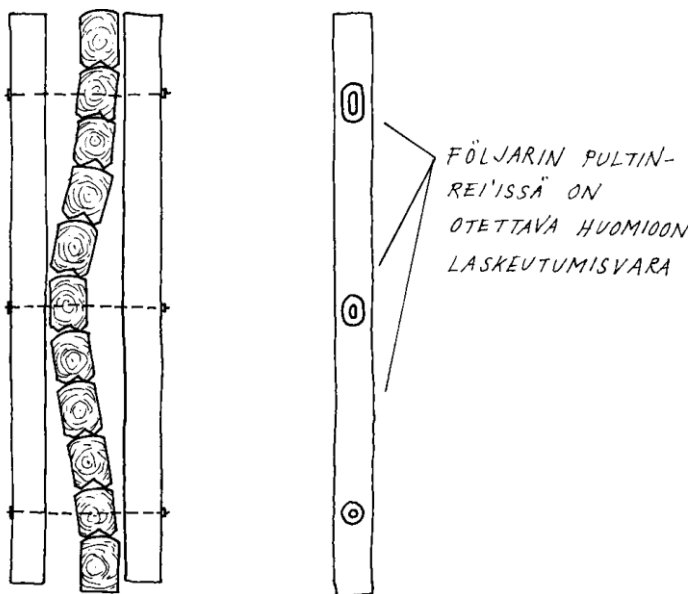
#### **4.6 Rungon oikaisu**

Vanhan hirsirungon oikaisu täytyy tapahtua varovasti. Sen pakottaminen alkuperäiseen asentoonsa saattaa aiheuttaa rakenteiden vaurioitumisen. (Kuvio 15.) Kaikki lahoamisesta aiheutuneet vinoutumat täytyy kuitenkin yrittää oikaista. (Puurunen 1995, 13.)



Kuvio 15. Rungon oikaisuperiaate. (Puurunen 1995, 15.)

Seinien pieniä pullistumia voidaan oikaista pystyparrujen eli följäreiden avulla siten, että molemmille puolelleen seinää asennetaan pystyparrut ja kiinnitetään ne läpipulteilla toisiinsa huomioiden kuitenkin hirsien painumisvaran. (Kuvio 16.) (Puurunen 1995, 14.)



Kuvio 16. Följäreillä tapahtuva rungon oikaisu. (Puurunen 1995, 15.)

Myös heikot ikkuna- ja ovipielikarat saattavat olla pullistuman syynä. Nämä voidaan uusia tuke-  
malla seinä tilapäisesti ja sitten vaihtaa tilalle vahvemmat ja lujemmat karapuut. Karapuut täytyy  
muistaa tilkitä hyvin. (Puurunen 1995, 14.)

#### **4.7 Runkoon liittyvien rakenteiden korjaus**

Jos havaitaan, että hirsirunkoa poikkisuunnassa sitovien niskojen liitokset ovat huonoja ja epä-  
varmoja, voidaan niitä vahvistaa ja korjata esimerkiksi erilaisilla teräksisillä sidekulmilla ja tukitan-  
goilla. Kulmat pultataan seinään ja orteen ja näin liitoksesta saadaan pitävä. Myös muita tukemis-  
tapoja voidaan käyttää, riippuen kohteen ominaisuuksista. Esimerkiksi harjateräkset, joiden mo-  
lempiin päihin on hitsattu kierretangon pätkät, voidaan vetää täytetilassa pitämään hirsirunkoa  
paikoillaan. Oleellista on, että hirsirunkoa poikittaissuunnassa pitävät orret eivät pääse luista-  
maan liitoksistaan pois, (Puurunen 1995,14.)

#### **4.8 Tilkitseminen**

Uusissa hirsirakennuksissa jälkitilkintä eli riivaus tehtiin rungon kuivahdettua ja laskeuduttua. Sitä  
uusittiin tarpeen mukaan seinien painuessa. Tilkitseminen tapahtuu siten, että lyödään tilke-  
raudalla tai kovalla puukiilalla riivettä hirsien välisiin varauksiin, hirsien halkeamiin ja salvoksiin.  
Tilkkeenä käytetään ainoastaan luonnonkuituja, esimerkiksi pellavaa. Tilke muotoillaan sopivaksi  
löyhäksi köydeksi ja lyödään rakoihin , tarvittaessa useampaankin kertaan. Ulkopuolella voidaan  
käyttää tervariivettä mutta sisäpuolella on hyvä käyttää tervaamatonta, koska terva imeytyy hel-  
posti pahvi- ja maalikerrosten läpi aiheuttaen värimuutoksia sisäpinnan materiaaleissa. (Puuru-  
nen 1995, 15.)

## 5 ESIMERKKIKOhteita

### 5.1 Vanha metsänvartijan talo 1800-luvun alkupuolelta Karstulan Mustapuro



Kuva 15. Aloitustilanne ennen remonttia.

Kohde oli ollut kylmillään jo parikymmentä vuotta ja sitä oli käytetty lähinnä kesäisin loma-asumiseen. Perustukset ovat hakattuja kiviperustuksia, jotka on asennettu kiviarinoiden varaan. Perustukset olivat osittaisia multipenkkiperustuksia ja tuvassa ja yhdessä kamarissa sijaitsi kellari lattian alla. Talo oli kokonaan hirsipinnoilla niin sisältä kuin ulkoakin ja kuisti oli rakennettu kappale-tavarasta, Ikkunat olivat kaksinkertaisia perinteisiä muodoiltaan ja ulkopuolen vuorilautoiltaan koristeltuja. Taloa oli aikoinaan lämmitetty tuvan suurella takalla ja siihen yhteydessä olevalla leivinuunilla. Kamarit oli lämmitetty omilla tulisijoilla.

Edellinen suuri remontti rakennukseen oli tehty 1900-luvun alussa ja silloin siihen oli tehty kengitys alavarveille ja uusittu ikkunat sekä lattiat omistajien tiedon mukaan. Myös tulisijoja oli korjattu ja lisätty kamareihin. Nykyiset omistajat ovat suoraan alenevassa polvessa sukua alkuperäisille asujille. He halusivat remontoida ja säilyttää vanhaa perinnettä tuleville sukupolville kengittämällä ja korjaamalla rakennus hyvään kuntoon.

### 5.1.1 Aloitustoimenpiteitä

Omistajien pyynnöstä kävimme paikalla tutkimassa ja kartoittamassa hirsirungon ja koko rakennuksen kunnon, sekä sopimassa työn suorittamisesta ja aikataulusta. Rakennus näytti ennen tarkempia tutkimuksia hyväkuntoiselta. (kuva 16.)



Kuva 16. Sisänäkymä ennen remonttia.

Kartoituksen tulos oli sellainen, että vaihdettavia hirssiä tarvittiin aika paljon. Lahovaurioiden syyt selvitettiin ja saatiin selville, että ne oli aiheuttanut kauan kylmillään ollut multipenkkiperustus, kasvusto talon vieressä, maan kasvu talon vieressä, kivijalkakivien väärä sijainti hirsisiin nähden ja jiiripeltien väärä rakenne. Nämä kaikki otettiin remontissa huomioon ja korjattiin niin, että ne eivät enää aiheuta vaurioita rakennukseen. Tiedossa oli eräs vanha hyväkuntoinen riihirakennus, jonka omistajat olivat päättäneet purkaa omistajien toimesta sen jäädessä käyttöä vaille. Hirsien koko ja mitat täsmäsivät aika hyvin remontoitavaan kohteeseen, joten siitä tehtiin kaupat uudelle omistajalle. Rakennus numeroitiin, purettiin ja siirrettiin Mustallepurolle uutta käyttöä odottamaan.

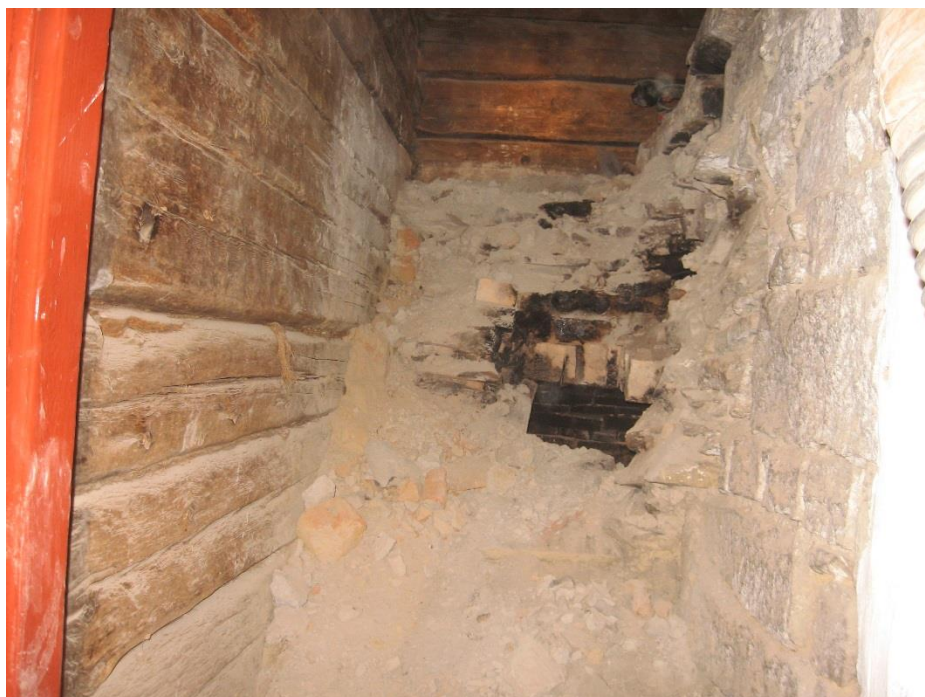
Purkutyöt aloitettiin samoihin aikoihin kuin uusia hirssiä hankittiin ja purkutyöstä tulikin melko massiivinen. Koska alahirret olivat joka puolelta vähintään kahden hirren verran lahonneet, jouduttiin myös kaikki sisälattiat purkamaan. Lattiarakenteet kun olivat kiinnitetty alahirsiin ja lankut olivat melkein kaikki lahovaurioisia. (Kuva 17.)





Kuva 17. Lahovaurioisia seinähirsiä ja lattiarakenteita.

Purkutöitä jouduttiin tekemään myös leivinuunin osalta, koska leivinuunin peräosa oli muurattu seinärakenteisiin kiinni. (Kuva 18.) Hirsikehikon nostotyö ja kengittäminen ei onnistunut muulla tavalla. Leivinuunin takaosan muurauksessa oli käytetty suuria luonnonkiviä, joiden purkaminen aiheutti omat haasteensa. (Kuva 19.)

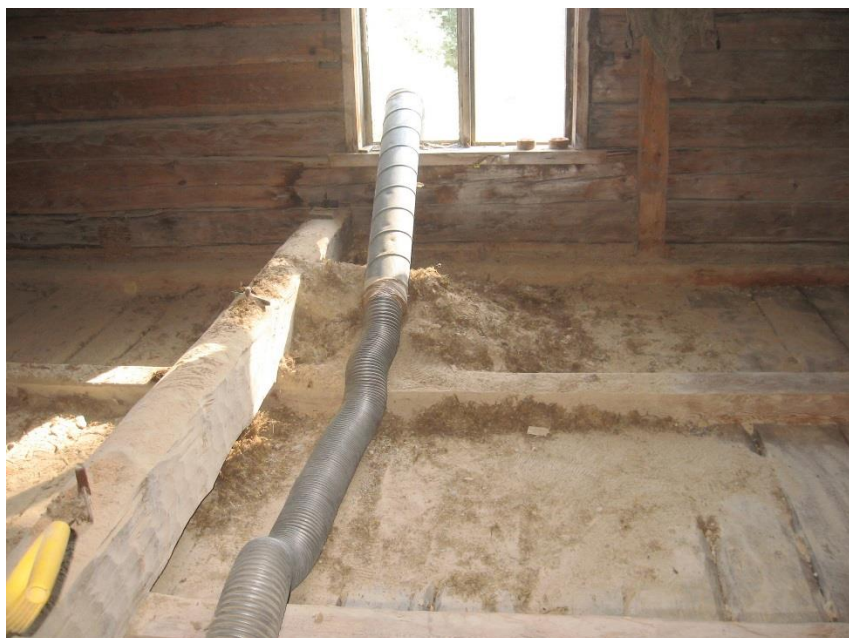


Kuva 18. Leivinuunin takaosa kiinni seinärakenteissa.



Kuva 19. Leivinuunin takaosan purkua.

Tuvan osan välikaton eristemateriaalit jouduttiin kokonaan poistamaan, koska materiaalina oli käytetty mättäitä, maata ja hiekkaa ja sen paino oli kuormittanut välikaton notkolle. (Kuva 20.)



Kuva 20. Välipohjan eristeiden poistoa.

Myöhemmässä vaiheessa yläkertaan asennettiin uudet lattianiskaset ja eristeeksi selluvillaa sekä uudet lattialankut. Välipohjakannattajien kiinnitystä sivuseinille vahvistettiin erilaisilla teräskulmilla, koska kannattajat olivat päässeet jonkun verran irtoamaan kiinnityksistään. (Kuva 21.)



Kuva 21. Välipohjakannattajat irronneet sivuseiniltä.

### 5.1.2 Kengitys

Kellarit täytettiin murskeella ja tiivistettiin tärylätkällä ja kaikki sisäpuolen alueet raudoitettiin ja valettiin, että rossipohjalle saatiin riittävä tuentapohja. Kivijalkakivet oiottiin ja tuettiin raakavalun ja tartuntojen avulla oikeaan asemaan ennen kengityksen aloittamista. (Kuva 22.)

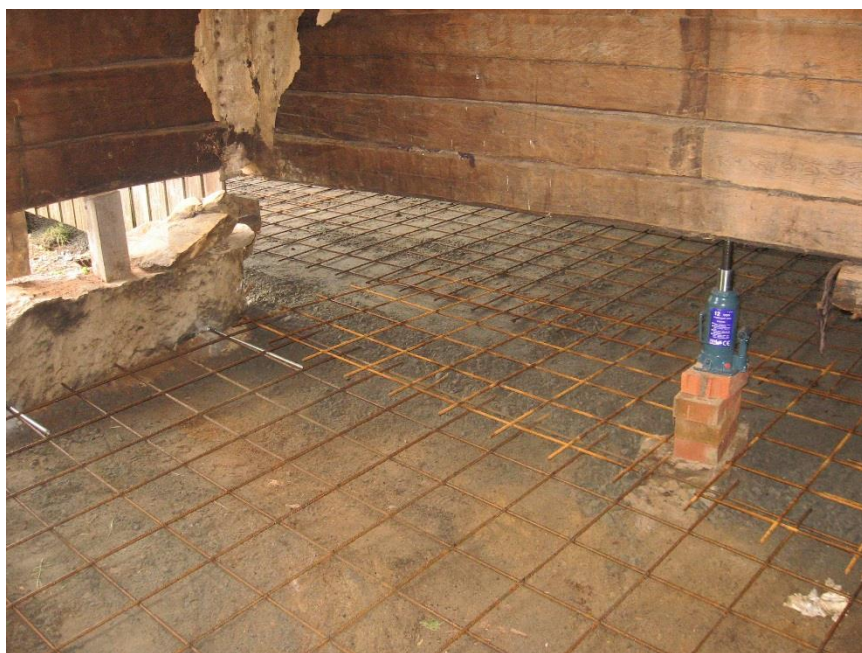


Kuva 22. Kivijalkakivet oiottu ja raakavalun tartunnat asennettu.

Kun purkutyöt oli saatu suurelta osin tehtyä, alettiin kehikkoa pikkuhiljaa nostaa sellaiseen asemaan, että kengitys voitiin suorittaa. Nosto tapahtui nestetunkeilla, kissankolojen kohdilta ja osittain viereltä nostaen följäreiden alapäästä. Nostopaikkoja vaihdeltiin tarpeen mukaan siten, että kengitettävä osa-alue oli tunkeista vapaa ja näin mahdollisti hirren vaihdon tälle osalle. (Kuva 23. ja 24.) Nostojen yhteydessä tarkkailtiin koko ajan, että hormimuuraukset pysyivät irti niitä ympäröivistä rakenteista, koska ne olisivat muutoin saattaneet vaurioitua tunkkauksen vaikutuksesta.



Kuva 23. Sivusta nostava mekaaninen tunkki.



Kuva 24. Nestetunkin paikka väliseinän alla. Raakavalu valmisteilla.

Kun ensimmäinen vaihtohirsi oli asemoitu terveen hirren alapuolelle sopivan sovituskorkeuden päähän, piirrettiin hirsivaralla alimman hirren kuva ylemmään hirteen ja näin saatiin sovituspöytä tehtyä. Kaikki mikä oli pöydän alapuolella sahattiin moottorisahalla pois ja viimeisteltiin kirveellä. (Kuva 25. ja 26.)



Kuva 25. Ensimmäisen vaihdettavan hirren sovitussahausta eri työmaalta kuvattuna.



Kuva 26. Ensimmäisen vaihdettavan hirren viimeistelyä.

Näin työ jatkui hirsi kerrallaan, vaihtaen tunkkien paikkaa tarpeen mukaan. Koska vaihdettavia hirsivarveja oli vähintään kaksi, valittiin vaihtotyöhön sellaiset hirret jotka olivat jo valmiiksi toisiinsa sovitettut. Näin työ nopeutui ja helpottui huomattavasti. Saatuamme kaikki hirret sovitetuksi ja vaihdetuksi, sovitettiin viimeiseksi alimmat hirret kivijalkaan sopivaksi. (Kuva 27.)



Kuva 27. Etupuolen kengitys suoritettu ja alimmat hirret sovitettu kivijalkaan.

Tässä vaiheessa kehikko oli vielä irti kivijalasta tukien päällä, jonka jälkeen tuet poistettiin ja kehikko laskettiin tunkkien avulla kivijalan päälle. Koska kivijalka oli ulompana kuin hirsikehikko, sahattiin alimpaan hirsivarviin vesipellille ura, johon sopiva profiili asennettiin. Lopulliset följärit asennettiin viimeiseksi ja tällä tavalla saatiin hirsikehikko oiottua melko suoraksi rungoltaan. (Kuva 28.)



Kuva 28. Vesipellit ja följärit asennettu.

### 5.1.3 Sisävalmistusvaiheet

Kengityksen jälkeen aloitettiin sisävalmistustyöt ja ensimmäisenä valettiin tukimuurit leivinuunin taakse ja tulisijojen perustuksiin. (Kuvat 29. ja 30.)



Kuva 29. Leivinuunin takaosan tukivalumuotti.





Kuva 30. Tulisijan perustuksen vahvistusvalu.

Sen jälkeen koolattiin tuvan rossipohjalattia, jonka kannattajat lepäsivät haltiahirsien varassa. (Kuva 31.) Eristeeksi kaikkiin lattioihin asennettiin selluvilla. Lattialankut tilattiin mittatilaustyönä, paikalliselta höyläämöltä, koska sitä ei vakiona löytynyt. Lankut pyrittiin saamaan samanlaisiksi kuin alkuperäiset olivat olleet.



Kuva 31. Rossipohjalattian koolausta.

Kamarien seiniin asennettiin 50mm lisäkoolaus ja siihen puhallettiin selluvilla (Kuva 32.), jonka jälkeen asennettiin ilmansulkupaperi ja kipsilevy.



Kuva 32. Seinien lisäeristystä selluvillalla.

Kamarien lattioihin asennettiin myös mukavuuslämpö ja sen toteutustapa on aiheuttanut hieman kysymyksiä. Se toteutettiin asentamalla villapuhalluksen jälkeen kannattajien päälle verkko, johon sähkölämmityskaapelit kiinnitettiin ja lattialankutus viimeiseksi. Mitään lämmönluovutuslevyjä lattiaan ei tullut. (Kuva 33.) Käyttökokemukset tästä käytännöstä ovat olleet hyviä, eikä sähkönkulutukseen ole ollut suurta.



Kuva 33. Kamarin lattialämmityksen toteutus.

Myös yläkerran osalta töitä jatkettiin piipun muurauksella ja lattioiden teolla, sekä kattopaneelauksella. Kuistin alapuolen pystyrunko ja paneelaus uusittiin kokonaan niiden huonon kunnon vuoksi ja vain ylärakenteet jätettiin alkuperäisiksi. (Kuva 43.)



Kuva 34. Kuistin panelointivaihe.

Ikkunat uusittiin tekemällä ne samalla tyyllillä kuin vanhat ikkunat olivat olleet. Paikallinen puuseppä teki myös ulkopuolen vuorilaudat samantyyllisesti kuin entiset olivat olleet. (Kuva 35.) Vuorilaudat tehtiin elementteinä ja hattulaudan päälle uritettiin hirteen vesipellille paikka, johon vesipelti saatiin mukavasti asennettua.



Kuva 35. Ikkunat ja vuorilaudat paikoillaan ja kuistin panelointi tehtynä.

Myöhemmin suoritettiin vielä takan entisöinti (Kuva 36.) ja kalusteiden asennukset, jotka olivat oma osionsa tässä suuressa remontissa. Hirsien saumat ja nurkat tilkittiin pellavariiveellä tiiviiksi. Näin saatiin rakennuksesta lämpötaloudellisesti parempi ja myös ulkonäkö siistiytyi mukavan näköiseksi ja muutaman vuoden jälkeen rakennus on patinoitunut ympäristöön sopivaksi. (Kuva 37.)



Kuva 36. Takka entisöity ja käyttökunnossa.



Kuva 37. Lopputulos, näkymä muutaman vuoden jälkeen.

## 5.2 1800-luvun savusauna Soinin Kolunkylältä



Kuva 38. Kuivaamokäytössä ollut savusaunarakennus. (Kolunsarka 2016.)

Alun perin savusaunakäytössä ollut rakennus oli rakennettu joskus 1800-luvun alussa perimätiedon mukaan ja muutettu 1960-luvulla viljakuivaamoksi, sekä vuorattu laudoituksella. (Kuva 38.) Kuivaamokäytön seurauksena rakennukseen oli tehty suuria aukkoja, ja kattokorkeutta oli nostettu kappaletavaralla. (Kuva 39.)



Kuva 39. Kehikkoon sahattu kuivaamokäyttöön suuria aukkoja. (Kolunsarka 2017.)

Uudet omistajat halusivat muuttaa rakennuksen alkuperäiseen käyttötarkoitukseen ja säilyttää vanhaa historiaa jälkipolville. Alkupalaverien jälkeen kartoitettiin kunnostukseen tarvittavaa puumateriaalia ja sitä löytyikin talon omasta metsästä.



Kuva 40. Korjaukseen sahattuja hirssiä. (Kolunsarka 2017.)

Puista sahattiin saman suuruisia hirsiaihoita, kuin vanhassakin oli. (Kuva 40.) Tarkoitus oli numeroida ja dokumentoida vanha kehikko (Kuva 41.), purkaa se kokonaan pois, tehdä uusi perustus vanhan tilalle ja koota kehikko uudelleen uudelle perustukselle samalla korjata ja kengittää kehikko kuntoon.



Kuva 41. Hirsikehikon dokumentointia.

Purkuvaiheessa kävi ilmi, että kuivaamokäytössä ollessaan kehikko oli joutunut niin suuren kosteusrasituksen alaiseksi, että siinä olevat hirret olivat suurimmalta osaltaan korjauskelvottomia. Päältäpäin hirret näyttivät osittain hyväkuntoisilta, mutta nostettaessa niitä kehältä pois, niistä paljastui lahovaurioita melkein joka puolelta. (Kuva 42.)





Kuva 42. Lahovaurioinen kehikko. (Koulusarka 2017.)

Tästä johtuen päätettiin tehdä hirsikehikko täysin uudesta puusta tarkalleen samanlaisilla mitoilla kuin vanha savusauna oli ollut. Samalla perustus uusittiin nykyvaatimusten mukaiseksi. Vanhoja terveitä hirsii jäi sen verran, että niistä sai rakennukseen rekvisiittaa ja muiston alkuperäisestä.

Uusi rakennus veistettiin lohenpyrstönurkin ja sen rakentaminen aloitettiin harkkomuurauksen päältä, jotka oli muurattu alalaatan päälle. Näin saatiin varmistettua alahirsien pitkäikäisyys ja poistettua kosteuden nousu hirsiiin. (Kuva 43.)



Kuva 43. Kehikon alkuvarvit lohenpyrstönurkin. (Kolunsarka 2018.)

Kehikon valmistuttua aloitettiin vesikattotyöt, joka toteutettiin umpilaudoituksella ja vaakasuuntaisella kattohuovalla. (Kuva 44.)



Kuva 44. Kehikko valmis ja huopakatto tehty.

Myös sisäpuolen katto sai perinteisen muodon ja samalla sisätilaan tuli korkeutta ja ilmatilaa. (Kuva 45.)



Kuva 45. Sisäkaton muoto.

Tulisija eli kiuas on savusaunan ehkä tärkein asia ja sen rakentamisessa on ennen käytetty vain luonnon kiviä. Tänäpä ne tehdään sisäosiltaan melkein aina tulenkestävistä kivistä ja ulkopuoli voi olla sitten sellainen kuin tekijä sen määrittelee. Tässäkin asiassa sanonta hyvin suunniteltu on puoliksi tehty, pitää varmasti paikkansa. Isäntä rakensi savusaunan kiukaan monien harkintojen ja tutkimusten pohjalta sisäosaltaan tulikivistä ja ulkopuolen massiivisista hakatuista kivistä, sekä luonnonkivistä. Lauteet ja niille johtavat portaad hän teki perinteisen mallin mukaan. (Kuva 46. ja 47.)



Kuva 46. Savusaunan kiukaan rakennetta. (Kolunsarka 2018.)



Kuva 47. Savusaunan kiuas valmiina käytössä. (Kolunsarka 2018.)

Lopputuloksena maisemaan hyvin istuva perinteikäs savusauna, joka tuottaa omistajille ja saunojille unohtumattomia elämyksiä. Muutaman vuoden päästä rakennus on ottanut patinoidun väriinsä ja se sulautuu miljööhön kuin olisi ollut paikalla kauemminkin. (Kuva 48.)



Kuva 48. Savusauna lähes valmiina syystalvisessa maisemassa. (Kolunsarka 2018.)

Lopputöiksi jäivät myöhemmin tehtävät ulkoterassin seinärakenteet ja niihin sovitettavat vanhan savusaunan rekvisiittahirret. Ulko-ovi ja sen saranointi tehtiin perinteisellä tavalla tukipuut upottaen ovilautoihin, sekä sepän käsityönä takomin saranoin. (Kuva 48.)

### 5.3 Jussin mylly (Hannulabacka)



Kuva 49. Alkutilanne ennen remonttia. (Nelimarkka 2016.)

Tämä rakennus sijaitsee Alajärven Ojajärvellä ja se on rakennettu historiatietojen mukaan 1871. Rakennus on alun perin rakennettu tuulimyllyksi, mutta tilajaon yhteydessä purettu ja sen hirsistä rakennettu sauna vuonna 1944. Saunana rakennus palveli vuosikymmeniä, mutta jäi varastokäyttöön myöhemmin ja oli siinä käytössä vuoteen 2015 asti. Uusi omistajapari halusi säilyttää arvokasta perinnettä jälkipolville ja siirsi hirsikehikon uuteen käyttötarkoitukseen pihapiirin kaunistukseksi. Samalla kehikko kengitettiin usean varvin kohdalta uusilla hirsillä. (Kuva 50.)



Kuva 50. Kengitystä suoritettu useita varveja. (Nelimarkka 2016.)

Nurkat tehtiin lohenpyrstönurkillä (Kuva 50.) ja myöhemmin nurkat suojattiin pystyvuorilaudoilla (Kuva 52.) ja päätyyn rakennettiin tyyliin sopiva avoterassi. Tämä korjausprojekti suoritettiin siten, että vanha rakennus purettiin hirsikehikkoa myöten pois, tuettiin vinotuilla jäykäksi, jonka jälkeen kehikko siirrettiin kokonaisuutena konevoimalla pihapiirissä uuteen paikkaan sekä käännettiin ylösalaisin. Kengitys oli helpompi suorittaa tällä tyylillä, koska vaihdettavia hirsisiä oli monia ja kehikko oli kuitenkin aika pieni. Kengityksen jälkeen kehikko käännettiin oikein päin ja sille tehtiin painekyllästetyistä parruista murskepetin päälle perustus. Terassia laajennettiin pystyrunkorakenteena kuvan 51. mukaisesti. Terassin käyttötarkoitus oli ajateltu, että se toimisi myös kesäkeittiönä ja siksi sitä laajennettiin riittävästi.



Kuva 51. Terassin runkorakennetta. (Nelimarkka 2016.)



Kattorakenteet toteutettiin harjahirren ja sivuseinien varaan rakennettuna (Kuva 51.) ja kattovasojen päälle asennettiin umpilaudoituus sekä perinteinen kolmiorimahuopakatto. (Kuva 52.)

Ikkunat valmistettiin vanhalla tyylillä ja sepän takomat saranat kannattelevat ulko-ovea perinteisellä tavalla. Terassin lattia tehtiin kolmen tuuman vahvaisista ja kuuden tuuman levyisistä sahatuista lankuista, sekä sisälattia vanhoista käsin sahatuista leveistä lankuista, jotka oli säilytetty tällaista käyttöä silmällä pitäen. Myös sisustuksessa kaikessa käytettiin vanhaa kunnioittavaa materiaalia ja ratkaisuja. Muistona vanhoista ajoista rakennuksen sisälle on talletettu alkuperäisen myllyrakennuksen tukkilukko johon on kaiverrettu vuosiluku 1871.

Lopputuloksena ”kahvila kuppi” nimen saanut pihan kaunistus uusiokäytössä pihan keskeisessä paikassa ohikulkijoiden nähtävänä. (Kuva 52.)



Kuva 52. Rakennus valmiina uuteen käyttötarkoitukseen ajateltuna. (Nelimarkka 2017.)

## 6 YHTEENVETO

Hirsirakentaminen ja sen rooli on vaihdellut aikojen saatossa sen ollessa joskus tärkein ja ainoa, joskus vaihtoehtomateriaali rakentamisessa. Tänä hirsirakennusmateriaalina on noussut jälleen tärkeäksi aineeksi lähinnä omakotitaloissa ja vapaa-ajan rakennuksissa. Syynä tähän on ollut lähinnä materiaalin ekologisuus, käyttömukavuus ja allergiaystävällisyys. Ei voi vähätellä myöskään tämän päivän ihmisten ympäristöarvoja ja niiden vaikutusta rakentamiseen.

Esimerkkikohteiden omistajien haastatteluissa selvisi motiiveja siitä miksi he halusivat tehdä näinkin massiivisia remontteja saadakseen vanhan rakennuksen kuntoon tai uuteen käyttötarkoitukseen. Tässä muutamia suoraan lainattuja kommentteja: Perinteiden vaaliminen ja se, että rakennus oli ollut paikalla jo vuosisatoja, pihapiirin siistiminen, rakennus sopii muiden rakennusten kanssa pihapiiriin, uusi käyttötarkoitus (savusauna ja kahvila ”kuppi”), kiinnostus vanhoihin rakennuksiin, miellyttävät silmää, ovat kestäviä, ovat ekologisista, ovat olennaista osaa tilan historiassa, rakennuksen huono kunto ja sen säilyminen, rakennusperinnön vaaliminen. Näistä kommentteista käy ilmi minkälaisia arvoja joillakin ihmisillä tänä päivänä on ja vaikka se saattaa maksaa jonkin verran niin silti halutaan säilyttää vanhaa perinnettä siirrettäväksi tuleville sukupolville. Rahallinen kannattavuus ei ole näissä esimerkkikohteissa tärkein mittari kun arvioidaan koko projektien suorittamista, vaikkakin se näyttelee suurta roolia kaikissa esimerkkikohteissa. Tärkeiden rakennusperinteiden vaaliminen on kuitenkin se kannustin, joka kannustaa ihmisiä vielä tänäkin päivänä korjaamaan erilaisia vanhoja perintökohteita.

Opinnäytetyössäni tulee ilmi se kuinka suuri osuus kengityksessä on varattava muille töille kuin varsinaiselle hirsien vaihdolle. Lähdetietojen kautta saatu tieto näistä muista töistä jäi aika vähälle, johtuen ehkä siitä, että kengityksessä yleensä käsitellään suurimmaksi osaksi vain hirsien vaihtoa ja sen tekniikkaa. Joskus saattaa tulla omistajille yllätyksenä se kuinka suureksi muodostuu kokonaistyömäärä ja kustannukset kun ajatellaan vain kengitystä. Kuitenkin kengitys ja siihen liittyvät muut korjaustyöt täytyy tehdä poikkeuksetta samalla kertaa ja näin saadaan rakennus hyvään kuntoon ja kaikki mahdolliset virheet ja lahovauriot korjattua.

Näissä kolmessa esimerkkitapauksessa kengitys on tehty eri työmenetelmin ja vaikka toisessa esimerkkitapauksessa koko projekti meni uuden rakentamiseksi niin tavat joilla niitä voidaan tehdä ovat käytännössä koettuja ja hyväksi havaittuja.

## LÄHTEET

Tekijä, A. Vuosi. Otsikko. Painos. Julkaisupaikka: Julkaisija.

Härö, E. & Kaila, P. 1976. Pohjalainen talo. Helsinki: Kyriiri OY.

Lauharo, K. 2002. Hirsi rakennusaineena ja teollinen hirsitalo. Kuopio: Oy UNI-press

Puurunen, H. 1995. Hirsitalon rungon korjaus, korjauskortisto. Helsinki: Museovirasto, Rakennushistorian osasto.

Rinne, H. 2010. Perinnemestarin remonttikirja. Porvoo: WSOY.

Vuolle-Apiala, R. 2006. Hirsitalon kunnostaminen. Jyväskylä: Multikustannus Oy.

Vuolle-Apiala, R. 2010. Hirsityöt. 6. uusittu painos. Vantaa: Kustannusosakeyhtiö Moreeni.

## KUVALÄHTEET

Tekijä, T. Julkaisuvuosi. Kuvan nimi. [Valokuva]. Julkaisupaikka: Julkaisija / Kustantaja.

Kolunsarka, T. 2019. Savusauna. [Valokuva]. Soini: Kolunsarka Taina.

Nelimarkka, K. 2019. Kahvila Kuppi. [Valokuva]. Alajärvi: Nelimarkka Kirsi.

Karapuu. 2019. Hirsinurkat. [Valokuva]. Lappeenranta: Hirsiveistämö Karapuu Oy.

Puuinfo. 2019. Hirsiprofiilit. [Valokuva]. Helsinki: Puuinfo

Nellim, W 2019. Kelomökki. [Valokuva]. Nellim: Nellim Wilderness Hotels & Safaris

Suoramedia Oy. 2019. Huonosti tuulettuva seinärakenne. [Valokuva]. Helsinki: Suoramedia Oy.

Turpeinen, J. 2005. Kengitys. [Valokuva]. Pohjois-Pohjanmaan korjauskortisto. Oulu: Oulun kaupunki.

Wikimedia. 2005. Itkevä lattiasieni. [Valokuva]. Wikimedia.