

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennustekniikan insinööri

2023

Elina Oinas

Hirsi rakennusmateriaalina

– Esimerkki hirsirakenteisen koulun korjauksesta



Opinnäytetyö (AMK)| Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Rakennustekniikan insinööri

31.3.2023| 39 sivua

Elina Oinas

Hirsi rakennusmateriaalina

- Esimerkki hirsirakenteisen koulun korjauksesta

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan hirren käyttöä rakennusmateriaalina sekä esitellään erään, Varsinais-Suomessa sijaitsevan, noin 160-vanhan, suojellun hirsikoulun korjaus. Tavoitteena on tuottaa tietoa vanhan hirsirakennuksen korjauksen kehittämiseksi.

Hirsi on aito ja hengittävä luonnonmateriaali. Se on ekologinen, sillä se on uusiutuvaa, varastoi hiiltä ja sitä voidaan kierrättää. Hirrellä on hyvät akustiset ominaisuudet sen ääntä absorboivan kyvyn ansiosta. Se on antibakteerinen ja sillä on myönteisiä vaikutuksia mielialaan. Hirsi on paloturvallinen, pitkäikäinen ja luja materiaali. Hirren kestävyyttä voivat heikentää home- ja lahottajasienet, jos sen rakenteisiin pääsee pitkäaikaisesti kosteutta.

Koulun korjauksessa käytiin läpi kaikki rakenteet ja kaikki vanha kunnostettiin sekä palautettiin takaisin paikoilleen säilyttäen alkuperäinen ulkoasu. Uusitut rakenteet korjattiin vanhan mallin mukaisesti. Koulurakennus kunnostettiin alkuperäiseen tarkoitukseensa huomioiden nykyajan tarpeet. Korjaus tehtiin rakennuksen kulttuurihistoriallista arvoa kunnioittaen.

Asiasanat:

Hirsi, hirsikoulu, hirren ominaisuudet, ekologisuus, luonnonmateriaali

Bachelor's | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Construction engineer

2023 | 39 pages

Elina Oinas

Log as a building material

- An example of the renovation of a log school

This thesis examines the use of log as a building material and presents the renovation of a protected, about 160-years-old log school located in Southwest Finland. The goal was to produce information for the development of the renovation of an old log building.

A log is an authentic and breathable natural material. It is ecological because it is renewable, stores carbon and can be recycled. Log has good acoustic properties thanks to its sound absorbing ability. It is antibacterial and has positive effects on mood. The log is a fire-safe, long-lasting and strong material. The durability of the log can be weakened by mold and rotting fungi if moisture gets into its structures for a long time.

During the repair of the school, all structures were reviewed, and all the old ones were renovated and returned to their places, preserving the original appearance. The new structures were repaired according to the old model. The school building was renovated to its original purpose, taking modern needs into account. The repair was done while respecting the cultural-historical value of the building.

Keywords:

log, log school, characteristics of log, ecology, natural material

Sisältö

Sanasto	6
1 Johdanto	7
2 Hirsirakentamisen historiasta nykypäivään	8
3 Hirsi rakennusmateriaalina	10
3.1 Hirren materiaalit ja hirsityypit	10
3.1.1 Hirren materiaalit	10
3.1.2 Hirsityypit	11
3.2 Hirren ominaisuudet	14
3.2.1 Hirren ekologisuus	14
3.2.1 Akustiikka ja ääneneristävyys	15
3.2.2 Paloturvallisuus	15
3.2.3 Kosteuskäyttäytyminen	16
3.2.4 Painuminen	16
3.3 Hirsirakenteissa esiintyviä vaurioita	17
3.3.1 Halkeilu	17
3.3.2 Lahovauriot, sienet ja tuhohyönteiset	18
3.3.3 Rungon vääntyminen	19
3.4 Hirsiliitokset	20
4 Korjattava hirsirakennus ja siinä ilmenneet vauriot	23
4.1 Kohteen kuvaus	23
4.2 Rakenteissa ilmenneet vauriot	24
5 Korjauksen toteuttaminen	25
5.1 Perustukset	25
5.2 Alapohja	25
5.3 Rungon korjaus	28
5.4 Ikkunoiden ja ovien korjaus	30
5.5 Yläpohjan korjaus	32

6 Pohdinta	33
Lähteet	35

Kuvat

Kuva 1.Pyöröhirsi	12
Kuva 3 Veistetty hirsi	13
Kuva 4 Lamellihirsi	13
Kuva 5 Kelohirsi	14
Kuva 6 Lyhytnurkka Kuva 7 Tilkityt hirret	21
Kuva 8 Vanha koulurakennus	23
Kuva 9 Katkokääpä (Amoloporia xantha)	24
Kuva 10 Säästetyt ikkunat ja paneeliverhous	31
Kuva 11 Kunnostettu ovi	32
Kuva 12 Koulurakennus 2	34

Taulukot

Taulukko 1 Ulkoseinän rakenne	29
Taulukko 2 Ulkoseinän sisäpuolinen rakenne	30

Sanasto

följari	seinän pystysuuntainen lisätuki (Saarelainen 1993, 132)
hirsi	massiivipuinen, rakennuselementiksi työstetty, yleensä mänty- tai kuusitukki (Saarelainen 1993, 132)
karapuu	hirsiseinän aukkojen pieleen asennettu pystypuu (Hirsiteollisuus 2014, 13)
kengittäminen	seinän alimman tai alimpien hirsien uusiminen (Topi & Ihatsu 2005)
painumisvara	Ikkunoiden ja ovien karmien sekä karojen päälle jätettävä liikkumisvara, joka mahdollistaa hirsiseinän laskeutumisen (Museovirasto 2000, 2)
pelkka	molemmin puolin suoraksi sahattu tai veistetty hirsi (Museovirasto 2000, 2)
piiluaminen	seinien suoraksi veistäminen (Museovirasto 2000, 2)
rive	hirsiseinän varausten ja rakojen tiivistämiseen tarkoitettu luonnonkuidusta revitty tilke esimerkiksi pellava (Museovirasto 2000, 2)
salvos	yksinkertainen puuliitos, jossa kaksi risteilevää hirttä liittyvät yhteen (Jokelainen 2005, 109)
tapitus	hirsien sitominen toisiinsa puisilla tapeilla estämään hirsien poikittainen liike (Jokelainen 2005, 118)

1 Johdanto

Hirsirakentamisella on hyvin pitkät juuret Suomessa, koska materiaalia on ollut tarjolla paljon pohjoisella havumetsävyöhykkeellä. Alkujaan hirttä käytettiin lähes kaikessa rakentamisessa. Teollistumisen myötä sen käyttö väheni, koska markkinoille tuli uusia materiaaleja ja rakennustarvikkeita. Viime vuosina hirren suosio on noussut selvään kasvuun, koska on tiedostettu sen hyvät ominaisuudet ja sitä on hyvin saatavilla.

Hirsi on aito, yksiaineinen ja hengittävä luonnonmateriaali. Se on ekologinen, koska se on uusiutuvaa ja varastoi hiiltä sekä sopii kierrätykseen. Hirrellä on antibakteerisia ominaisuuksia ja se vaikuttaa myönteisesti mielialaan. Se on paloturvallinen, luja ja pitkäikäinen rakennusmateriaali. Sen kestävyyttä saattaa heikentää home -ja lahottajasienet sekä hyönteiset, jos rakenteeseen pääsee pitkäaikaisesti kosteutta. Hirsi on hyvä akustisilta ominaisuuksiltaan ääntä absorboivan kykynsä ansiosta, siten se soveltuu hyvin työympäristöksi tiloihin, joissa on paljon toimijoita kuten esimerkiksi kouluissa.

Hirrestä rakennetaankin nykyään paljon uusia kouluja, mutta monet vanhat koulut alkavat olla jo tiensä päässä ja voivat olla korjauksen tarpeessa. Osa vanhoista kouluista on suojeltuja kohteita ja ne halutaan kunnostaa alkuperäiseen asuunsa nykypäivän tarpeita vastaten. Vanhojen kohteiden korjaaminen nähdään tänä päivänä osana kulttuuriperinnön vaalimista ja osana kestävästä kehitystä. (Museovirasto 2022).

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan hirttä rakennusmateriaalina ja esitellään erään, Varsinais-Suomessa sijaitsevan, suojellun noin 160- vuotta vanhan koulun korjauksen toteutuminen eri vaiheineen ja rakennustapoineen. Lähdeaineistona käytettiin alan kirjallisuutta ja korjauksen osalta korjauskohteen työmaadokumentteja. Tavoitteena on tuottaa tietoa hirsirakennuksen korjauksen kehittämiseksi. Opinnäytetyön tilaaja oli rakennusliike Peab Oy.

2 Hirsirakentamisen historiasta nykypäivään

Hirsi on rakennusmateriaaleista vanhin ja hirsitaloja rakennettiin pitkään käsityönä. Suomessa siitä tuli vuoden 600 paikkeilla eniten käytössä oleva rakentamisen materiaali. (Kultahirsitalot 2022a.) Ensimmäiset pysyvään asumiseen tarkoitetut asunnot tehtiin pyöröhirrestä ja nurkkasalvokset veistettiin kirveen avulla (Tiainen ym. 2017, 8). Vanhin Suomessa oleva hirsirakennus on Pyhän Henrikin saarnatuoli Kokemäellä, joka on yli 500-vuotta vanha (Puuinfo).

Ensimmäiset suomalaiset hirsirakennukset olivat kota-asumuksia, joista rauta-ajalla siirryttiin alkeellisiin savupirtteihin ja 1600–1700-luvulla talonpoikaistaloihin. Näihin aikoihin asumismukavuutta lisättiin eristämällä katot paremmin, savupiiput yleistyivät ja tulivat lasiset ikkunat. Huoneet rakennettiin samaa tyyliä noudattaen aina tulisijan ympärille. (Kultahirsitalot 2022a.)

Työväen ja porvarien talot tulivat 1800-luvulla, jolloin rakennustekniikka alkoi kehittyä. Uudenlaisia hirsirakennuksia alkoi ilmestyä myös kaupunkikuvaan. Ne eivät olleet enää pelkkiä tupia, vaan muistuttivat nykyaikaisia huoneistoja, joista löytyi keittiö, olohuone ja makuuhuone. (Vuolle-Apiala 2012.)

1900-luvulla alkoi teollisen hirsitalon kehitys ja höylähirsitekniikka kehittyi merkittävästi 1960-luvulla. Samaan aikaan hirsituotteiden kysyntä maailmalle alkoi kasvaa merkittävästi (Kultahirsitalot 2022a). Teollisesti valmistettuja ja käsin veistettyjä hirsitaloja vietiin esimerkiksi Uuteen-Seelantiin, Amerikkaan ja Keski-Eurooppaan (Vuolle-Apiala 2008). Hirsirakentamisen kehitys Suomessa on jatkunut pitkään ja olemme siinä laatujohtajia niin teknisen kuin suunnittelutaidon osaamisen puolesta. Suomalaiset hirsitalot ovat suosittuja, koska niitä viedään aina Kiinaan ja Japaniin saakka sekä enenemässä määrin moniin Euroopan maihin (Rantasalmi, L. 2017).

Nykyisin 90 % suomalaisista uusista hirsitaloista tuotetaan teollisesti (Tiainen ym. 2017, 9). Hirret valmistetaan veistämällä, höyläämällä tai sorvaamalla ja niitä käytetään pääsääntöisesti rakennus seinärakenteina, mutta joskus myös välipohja ja kattorakenteiden kantavina palkkeina (Tiainen ym. 2017, 18).

Käytetyin materiaali entisen pyöröhirren sijasta on nykyään höylähirsi, joka on joko massiivirakenteista tai lamellihirttä. Rakentaminen hirrestä ei rajoitu ainoastaan omakotitaloihin ja mökkeihin, vaan suuressa suosiossa ovat myös pienemmät hirsirakennukset kuten kodat, saunat ja varastot sekä piharakentaminen, kuten terassit ja aidat. (Kultahirsitalot 2022a.)

Hirsirakentamisen suosio on edelleen kasvussa ja erityisesti omakotitalojen osalta. Hirren hyvien ominaisuuksien ja estetiikan ansiosta yksityisten rakentajien lisäksi myös julkisia rakennuksia kuten kouluja ja päiväkoteja rakennetaan paljon hirrestä. (Kultahirsitalot 2022.) Hyvänä esimerkkinä voidaan mainita hiljattain valmistunut nykyaikainen Pudasjärven hirsikoulukampus (Lehtonen 2022, 85).

Hyvällä suunnittelulla voidaan vaikuttaa siihen, että rakennus sopii ympäristöön, oli se sitten modernia kaupunkialuetta tai vanhempaa haja-asutusaluetta. (Kultahirsitalot 2022.) Nykyaikainen tietokoneohjattu teollinen esivalmistus mahdollistaa hirsien mittatarkan työstämisen ja suurempien rakennusten toteuttamisen sekä tehokkaan tuotanto- ja rakennustavan kehittymisen. Kehän pystyttäminen käy nopeasti eikä tarvita käsin työstämistä. (Tiainen ym. 2017, 9.)

Hirsirakentaminen ei rajoitu ainoastaan teolliseen uudisrakentamiseen vaan vanhoja, arvokkaita hirsirakennuksia myös korjataan. Nykypäivänä nähdään, että jo olemassa olevan rakennetun ympäristön arvostus, kunnossapito ja säilyttävä korjaaminen on välttämätön avain ekologiseen, taloudelliseen ja kulttuuriseen kestävyYTEEN. Ekologisesti kestäväntä on käyttää jo olemassa olevia uuden rakentamisen sijaan. (Museovirasto 2022.)

3 Hirsi rakennusmateriaalina

3.1 Hirren materiaalit ja hirsityypit

3.1.1 Hirren materiaalit

Kaikkein parhaimpana pidetty hirsimateriaali on suora, hidaskasvuinen ja runsaasti sydänpuuta sisältävä mänty eli honka (Museovirasto). Suomessa hirren valmistamiseen käytetäänkin yleisimmin mäntyä. Mäntyhirsi soveltuu niin kattojen kuin lattioidenkin rakennusmateriaaliksi, koska kosteusvaihtelut vaikuttavat pääasiassa vain pintakerrokseen ja näin ollen se kestää hyvin kosteutta. Lisäksi helppo työstettävyys ja keveys ovat mäntyhirren etuja. Sen käyttöä on vakiinnuttanut myös sen helppo saatavuus sekä puun kasvaminen tasapaksuksi ja suoraan. (Vuolle-Apiala 2017, 95.)

Kuusi soveltuu myös hyvin hirren materiaaliksi. Oikein käsiteltynä kuusesta saadaan lähes yhtä kestäväää kuin mänty, mutta oksaisuuden, pihkan, halkeilun ja vääntyilyn takia se on haastavampi. (Vuolle-Apiala 2017, 95.) Kuusta on käytetty kautta maan hirsirakentamiseen, koska sitä on enemmän saatavilla kuin mäntyä (Museovirasto 2000, 4).

Haapaa käytetään myös jonkin verran hirren valmistukseen. Se on kuivuttuaan melko kovaa ja tiivistä. Se on myös hyvin sään kestäväää ja näin ollen soveltuu hirsimateriaaliksi. Se patinoituu ajan kanssa kauniin harmaaksi. Haapahirsiä käytetään kuitenkin lähinnä vain savusaunojen rakentamiseen. Sen työstämistä hankaloittaa rungon malli, joka on usein mutkainen. Pelkkauksella pyritään helpottamaan haapahirren asentamista. Haapahirsi saattaa sinistyä ja halkeilla, mutta oikea-aikaisella puun kaatamisella voidaan merkittävästi vähentää näitä ongelmia. (Vuolle-Apiala 2012, 95.)

Kelohongasta voidaan myös valmistaa hirsiiä. Kelolla tarkoitetaan pystyyn kuivanutta mäntyä, joka on pudottanut kuorensa ja neulasensa. Kestää jopa satoja vuosia, ennen kuin puu on keloutunut. Kelopuuta on nykyään

ympäristönsuojelullisista syistä niukasti saatavilla. Sitä voi vielä vähän löytyä Kainuusta ja Etelä-Lapista. (Mökki 2021.)

Hirsiksi tarkoitettujen puiden paras kaatoaika on talvi, joulukuun alusta maaliskuun puoliväliin. Talvikaadon ansiosta tukkien liikuttelu on helpompaa ja ne pysyvät puhtaina maa-aineksista. Kevättalven aikana kuorittujen tukkien pinta ehtii kuivaa niin paljon, että esimerkiksi sienien otollinen kosteussuhde on ohitettu ennen kuin ilman lämpeneminen mahdollistaa niiden toiminnan. (Jokelainen 2005, 100.) Hirren varastoimisessa tulee olla huolellinen. Niiden varastointitilan tulee olla ilmava ja sateelta suojattu. Ne tulee pinota kuorittuna ja pelkattuna väljään pinoon välipuiden avulla. (Vuolle-Apila 2012, 104.)

3.1.2 Hirsityypit

Pyöröhirsi (kuva 1) on perinteisin hirsityyppi (Saarelainen 1993, 78). Se poikkileikkausmuodoltaan pyöreä tai ainakin lähes pyöreä (Hirsiteollisuus ry 2014, 12). Se on melkein alkuperäisessä muodossa, koska työstäminen ei juurikaan muuta puun rakennetta ja sisäisiä jännitteitä hirsiaihiassa. Puun eläminen ja vääntyileminen on tällöin vähäistä. Puun kuivumisen aiheuttamaa halkeilemistä ohjataan ennen kuivatusta joko sahauksella tai piikityksellä. Tarkoituksena on, että hirren halkeaminen tapahtuu joko ylä- tai alapinnassa ja jää lopullisessa rakenteessa piiloon. Pyöröhirsiä voidaan valmistaa joko käsityönä veistämällä tai teollisesti. (Saarelainen 1993, 78.)



Kuva 1. Pyöröhirsi (Puuproffa)

Höylähirsi (kuva 2) on kehittynyt entisajan sisärakenteissa käytetystä parrusta. Se on vanhan mallinen 1-ponttinen hirsi ja yleisin teollinen hirsityyppi. Höylähirsi on yhdestä sahatavarakappaleesta valmistettu. Sen paksuus vaihtelee 90 mm – 170 mm. Tätäkin paksumpia valmistetaan, mutta ne koostuvat useista osista joko vaaka- tai pystysuuntaisilla liimasaumoilla. Paras aihio höylähirressä on sydänhalkaistu puu, koska se halkeilee pinnasta hyvin harvoin. Vääntymistä tosin voi tapahtua jonkin verran enemmän kuin hirressä, jossa sydän on keskellä. Paksuissa höylähirsissä halkeilua ohjataan varaukseen sahauksella tai piikityksellä. (Saarelainen, 78.)



Kuva 2. Höylähirsi (Puuproffa)

Veistetystä eli palhotusta hirrestä (kuva 3) on valmistettu Suomen vanhimmat hirsirakennukset. Veistetyssä hirressä kestävämpi sydänpuu on tuotu esille veistämällä pintapuu pois. Aiemmin oli tapana, että valmis hirsirunko piilutettiin lyhyille laineille esteettisistä syistä. Myöhemmin sahateollisuuden kehittyessä tukit sahattiin tiettyyn paksuuteen pelkoiksi. (Puuproffa.)



Kuva 2 Veistetty hirs (Puuproffa)

Lamellihirsi (kuva 4) on hirsityyppi, joka koostuu toisiinsa liimatuista samansuuntaisista lamelleista. Se mahdollistaa suurten hirsien valmistamisen. Se on hygroskooppisilta ominaisuuksiltaan melko hyvä ja siten vähentää hirren kieroutumista ja halkeilua. Rakennettaessa painumavara tulee huomioida aikaisempaan tapaan. (Puuinfo.) Lamellihirsien etuna on niiden määrämittäisyys ja teollisesti työstetyt mittatarkat liitokset (Puuproffa). Markkinoilla on saatavilla lamellihöylähirttä, lamellipyöröhirttä ja painumatonta hirttä (Puuinfo).

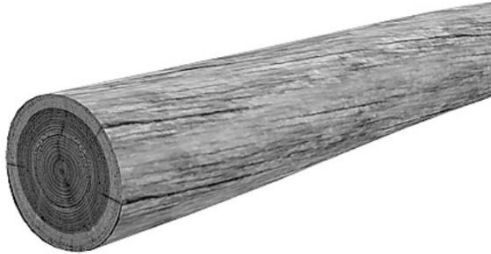
Lamellihöylähirsi on kantikas, kahdesta tai useammasta lamellista koostuva. Lamellipyöröhirsi on muodoltaan pyöreä ja koostuu kolmesta neljästä lamellista. Painumattomassa lamellihirressä keskilamellin syyt ovat pystysuuntaiset, mikä tekee niistä lähes painumattomia. (Puuinfo.)



Kuva 3 Lamellihirsi (Puuproffa)

Kelohirsi (kuva 5) on ollut suosittu hirsirakennusten materiaali aina 1960-luvulta (Puuinfo). Kelohirret valmistetaan kelohongista, jotka ovat kestäviä ja paksuja

tukkeja. Ne soveltuvat etenkin suurten rakennusten tekemiseen. Väriltään kelohirsi on kauniin harmaa. (Hakalin 1984, 40.)



Kuva 4 Kelohirsi (Puuproffa)

3.2 Hirren ominaisuudet

3.2.1 Hirren ekologisuus

Hirsi on **ekologinen**, aito ja yksiaineinen, kestävä luonnonmateriaali ja siitä jää hyvin vähäinen hiilijälki, koska sen valmistuksessa ylijäämänä syntyvä hake on uusiutuvaa energiaa, jota voidaan hyödyntää lämmöntuotannossa. Se on energiatehokasta, koska sillä on kyky varastoida lämpöä. Se varaa lämpöä keväisin ja syksyisin sekä viileyttä yöaikaan. Hirsirakennus toimii tehokkaana hiilinieluna, sillä puu sitoo itseensä ison määrän hiilidioksidia koko käyttöikänsä ajan aina lahoamiseen ja sen lopulliseen kierrättämiseen saakka. Hirttä voidaan pitää ympäristöystävällisenä materiaalina, koska puretuista, käytöstä poistetuista hirsirakennuksista ei synny ongelmajätettä. Elinkaarensa päätteeksi hirsi voidaan hyödyntää kierrättämällä tai polttaa energiaksi biopolttoaineena. (Kultahirsitalot 2022a.)

Puun on todettu vaikuttavan myönteisesti mielialaan sekä tasaavan sydämen sykettä ja vähentävän stressiä. (Lukkaroinen 2017.) Alatalon (2021) puukoulututkimuksessa puinen toimintaympäristö koettiin viihtyisäksi ja kodinomaiseksi. Melun väheneminen hyvän akustiikan ansiosta vähensi stressiä ja rauhoitti. (Alatalo 2021, 23) Tiina Vainio-Kaila (2017) on tutkinut väitöskirjassaan männyn ja kuusen mikrobiologisia ominaisuuksia.

Tutkimustuloksissa tuli esille, että puulla on antibakteerisia ominaisuuksia ja ne saattavat todennäköisesti vähentää pintojen kautta tapahtuvaa kontaminaatiota. Tulosta voidaan hyödyntää esimerkiksi eri tilojen hygienian suunnitteluun. (Vainio-Kaila 2017, 43.)

3.2.1 Akustiikka ja ääneneristävyys

Akustisilta ominaisuuksiltaan hirsi on varsin hyvä, koska pehmeä, puinen materiaali absorboi ääntä kovaa materiaalia paremmin (Vuolle-Apiala 2012, 117). Eli puulla on kyky vähentää äänitehoa. Tällöin puun pinnasta heijastuu vähemmän ääntä ja sillä on vaikutusta jälkiäänikaiuntaan ja sitä kautta akustiikkaan. Liiallinen kaiunta heikentää esimerkiksi puheenerottelukykä. Puu kuitenkin heijastaa ääntä melko hyvin ja absorboi vain matalilla taajuuksilla, joten suuremmissa meluisissa tiloissa kuten esimerkiksi kouluissa hirsiseinään tarvitaan lisäksi muita huokoisia materiaaleja absorboimaan ääntä. (Lehtonen 2022, 31.)

Ääneneristävyysominaisuuksiltaan sen sijaan puu ei ole erityisen hyvä, koska se on tilavuuspainoltaan melko kevyt ja hirsi ulkoseinäratkaisuna kevyt (Jokelainen 2005). Ääneneristävyyden kannalta on tärkeää rakenteiden ja saumojen tiiviys. Rakennuksessa ääniä aiheuttavat esimerkiksi tekniset laitteet ja puhe sekä ulkoa kantautuva liikenteen melu. Ilmatiiviyttä voidaan parantaa lisäämällä seiniin riittävästi eristeitä ja pintamateriaalia. Teollisesti valmistetut hirret ovat käsin veistettyjä mittatarkempia ja siten myös tiiviimpiä. Ympäristöministeriö on esittänyt ohjeet äänieristykselle eri tiloissa. (Lehtonen 2022, 31.)

3.2.2 Paloturvallisuus

Hirsi on **paloturvallinen** rakennusmateriaali ja sen käyttäytyminen palotilanteissa on ennakoitavissa. Puun syttymislämpötilaan vaikuttaa aika, kuinka kauan puu on alttiina lämmölle. Yleensä puu syttyy palamaan 250–300

asteessa. Syttymisen jälkeen hirren pinnalle muodostuu hiiltä noin 0,8 mm minuutissa. Syntynyt hiilikerros hidastaa lämpötilan nousua hirren sisäosissa. Ja palo etenee varsin hitaasti. (Jokelainen 2005, 54.) Tämän hiiltymisominaisuuden vuoksi hirsirakennetta pidetään paloturvallisena (Puuinfo). Esimerkiksi 150 mm paksusta puusta tehty hirsiseinä kestää tulta 90 minuuttia yhdeltä puolelta, ennen kuin se palaa täysin eli se on paloluokassa B90. Vastaavasti saman paksuinen, mutta suora, sileä hirsiseinä palaa hitaammin ja on paloluokassa B120. (Vuolle-Apiala, 2012, 117.)

3.2.3 Kosteuskäyttäytyminen

Hirttä pidetään hyvänä rakennusmateriaalina sen **hengittävän eli hygroskooppisen** ominaisuuden ansiosta, koska se pystyy sitomaan ja luovuttamaan kosteutta ympäröivästä ilmasta (Tiainen ym. 2017, 20). Hirsirakenteinen seinä pyrkii asettumaan ns. tasapainokosteuteen ulkoilman ja sisäilman kosteuden kanssa. Pyrkimyksenä on saavuttaa optimaalinen ilmankosteus sisätiloissa. Kosteus imeytyy noin viiden sentin syvyyteen ja ilman kuivatessa se luovuttaa kosteutta huoneilmaan. (VieskaKoti.) Tällä puun kosteusteknisellä ominaisuudella on merkittävä vaikutus sisäilman laatuun ja terveellisyyteen, koska välttää epäterveellisen kuivilta ja kosteilta ääritilanteilta. Puun kosteusvaihteluihin vaikuttavat osaltaan ilman kosteuspitoisuuden lisäksi lämpötila, auringon säteily ja rakenteiden suojaus. (Tiainen ym. 2017, 20, 21.)

3.2.4 Painuminen

Painuminen on yksi hirsirakenteen erikoisominaisuus (Jokelainen 2005, 38). Hirsien painuman aiheuttavat hirsien kutistuminen kuivuessaan ja hirsien väliset saumojen liitokset (Jokelainen 2005, 39). Hirsikehikon painuman määrään vaikuttaa hirren kosteus, sen päälle tuleva kuormitus ja puumateriaali, jota on käytetty. Tuoreesta, uudesta puusta tehdyt hirret painuvat enemmän, kuin kuivat ja vanhat. Tuoreesta puusta käsin veistetyt hirret painuvat ulkoseinissä vähintään 40 mm korkeusmetriä kohti. Sisällä olevat hirsiset väliseinät painuvat

kuivuessaan ulkoseiniä enemmän, koska niiden kosteuspitoisuus asettuu alle ulkoilman pitoisuuden. Painumaa tulee tapahtumaan kaiken kaikkiaan noin neljä vuotta. (Vuolle-Apiala 2012, 108.)

Painumat tulee huomioida erityisesti paikoissa, joissa painuvat hirsirakenteet liittyvät painumattomiin rakenteisiin. Näitä ovat esimerkiksi ikkunat, ovien karmit, pystypilarit ja kattorakenteet. Liitoksiin ja rakenteisiin tulee varata tarvittava painumavara. Erityisesti pyöröhirsien ja paksujen pelkkahirsien käyttäjän on syytä varautua, että painaumamat voivat olla merkittäviä, jos hirsi halkeaa varauksen pohjasta ja näin leviää alemman hirren päälle. Tapahtuma voidaan estää hirren yläpintaan tehtävällä sahauksella tai kiilaamisella. Tämän avulla ohjataan hirsi halkeamaan yläosasta vähentäen painumista. Ohuiden pelkkahirsien kohdalla kyse on lähinnä ulkonäöllisestä seikasta, sillä ne halkeavat todennäköisesti sivupinnoiltaan. (Vuolle-Apiala 2012, 109.)

Hirsirakenteen painumisen huomioon ottamiseen on vuosisatojen kuluessa kehittynyt monia toimivia ratkaisuja. Niistä ei ole sen vuoksi muodostunut erityisen suuria käytännön ongelmia. (Jokelainen 2005, 38.)

3.3 Hirsirakenteissa esiintyviä vaurioita

3.3.1 Halkeilu

Halkeilu on hirrelle ominainen piirre sen kuivuessa. Hirren tapaiseen massiivipuuhun syntyviä halkeamia ei voi estää. (Jokelainen 2005, 40.) Hirsi halkeilee, koska puu kutistuu kuivuessaan ulkopinnalta kehän suunnassa enemmän kuin säteen suunnassa. Näin halkeilu tapahtuu pinnasta puun sydämen suuntaan. (Vuolle-Apiala 2008, 29.) Esimerkiksi pyöröhirsi halkeaa varauksen pohjaan. Mikäli halkeama aukaisee varauksen, se voi aiheuttaa rakenteelle merkittävän teknisen ongelman. Halkeamiin imeytynyt vesi voi toisinaan aiheuttaa lahovaurion, jos puu ei pääse välillä kuivumaan. (Museovirasto 2000, 4.) Toisinaan halkeilu voidaan nähdä myös tuovan rustiikkista tunnelmaa ja sen korjaaminen ei ole tarpeellista, ellei se heikennä

rakenteita. Sisätiloissa siitä voi olla jopa hyötyä, koska halkeilu edistää hirren kykyä sitoa kosteutta ilmasta. (Kultahirsitalot 2022b.) Halkeiluun voidaan osittain vaikuttaa esimerkiksi erilaisilla puiden valmistelutoimilla ja kaatoajoilla (Vuolle-Apiala 2008, 29).

3.3.2 Lahovauriot, sienet ja tuhohyönteiset

Lahovaurioita hirsirakenteisiin syntyy, jos rakenteisiin pääsee pitkäaikaisesti kosteutta. Lahovaurio ei siten johdu koskaan itse puusta (Puutuoteteollisuus ry 2021). Lahovaurioita esiintyy yleisimmin hirsirungon alaosissa. Syynä voivat olla liian matala tai ajan mittaan vajonnut sokkeli, huonosti tuulettava rakennuksen alusta, uuniperustusten sisään jätetyt hirret sekä roiskivat ja vuotavat rännit ja syöksytorvet. (Museovirasto 2000, 6). Nurkkasalvokset ja ikkunoiden alapuolet ovat myös alttiita lahoamiselle (Caven 2018). Hirren vaurioituminen etenee hitaasti, mutta ajan kuluessa se voi edetä puuytimeen saakka ja mahdollisesti muodostaa läpi hirren lahopesäkkeitä. Hirsiseinään voi syntyä piileviä vaurioita, joita on hankala havaita päältä päin katsomalla. Ongelmallista on, että vuoraus voi pysyä terveen näköisenä, vaikka hirret vähitellen lahoaisivatkin koko seinän korkeudelta. Tähän syynä on, että laudat pääsevät kuivumaan ulkoapäin. Lahon ilmeneminen sisäseinässä on harvinaisempaa, etenkin jos rakennus on lämmitettävä. Sen voi jossain tapauksissa aiheuttaa esimerkiksi vesikaton vuotaminen tai entiseen aikaan hirsiseinien päälle tehty palomuuuri. (Museovirasto 2000, 7.)

Lahovaurion seurauksena hirsirakenteeseen saattaa alkaa kasvaa erilaisia **sieniä** ja pesiä erilaisia **tuhohyönteisiä**. Sienet tarvitsevat elääkseen sopivan korkean lämpötilan ja sopivat kosteusolosuhteet. Itkevä lattiasieni on kaikkein hankalin lahottaja. Se pystyy muuttamaan puun muotoa, väriä ja koostumusta. Lattiasieni on läpitunkeutuva laji. Se on tehokas vedenkuljettaja ja sen myötä tehokas leviämään jopa kuiviin rakenteisiin sekä muurattuihin ja muihin kalkkia sisältäviin rakenteisiin. (Museovirasto 2000, 6.) Lahottajasienen kanssa havaitaan usein saman aikaisesti myös homesientä. Homesienet ovat aiheuttaneet nykyään paljon julkista keskustelua, koska niiden itiöt aiheuttavat

monille allergisia oireita. (Vuolle-Apiala 2012, 168.) Homesienessä on usein voimakas tuoksu ja erottuu toisinaan seinästä tummina tai jopa vaaleanpunaisina ja vihreinä läiskinä (Tee Itse 2023).

Lahovaurioisia hirsirakenteita on kautta aikain vaurioittaneet erilaiset hyönteiset kuten esimerkiksi tupajumi, hirsijumi, kuolemankello ja papintappaja. Vaurion voi havaita koputtamalla hirttä ja huomaamalla hyönteisten jyrsimien reikien puuaineksen pölyävän. Yleisenä ohjeena on, että kaikki hirret, joita toukat ovat reittäneet tulisi tuhota polttamalla. (Hakalin 1991, 108.)

Tupajumi on tunnetuin lahovaurioon pesiytyvä tuholainen. Se on väriltään ruskea ja sillä on mustia pisteitä tai raitoja. Kooltaan se on pieni, noin 3–6 mm pitkä ja se menestyy sitä paremmin mitä kosteampaa puu on. Hirsijumi on toinen yleisimmistä seinähirressä viihtyvistä tuholaisista. Se on kooltaan noin 4–5 mm mittainen ruskea kuoriainen. Se nakertaa puun ajan mittaan hienoksi pölyksi. (Tee itse 2023.) Kuolemankello on noin 5–6 mm pitkä, ruskean musta kuoriainen. Sen voi kuulla, koska koiras houkuttelee naaraita tikittäväällä äänellä. Äänen se saa aikaiseksi iskemällä päätä syömäkäytävää vastaan. Lahoavassa hirressä saattaa tavata myös papintappajan, joka on tuntosarvilla varustettu, kiiltävän tummansininen kovakuoriainen. Se aiheuttaa vahinkoa nakertamalla puuhun käytäviä. (Tee itse 2023.)

3.3.3 Rungon vääntyminen

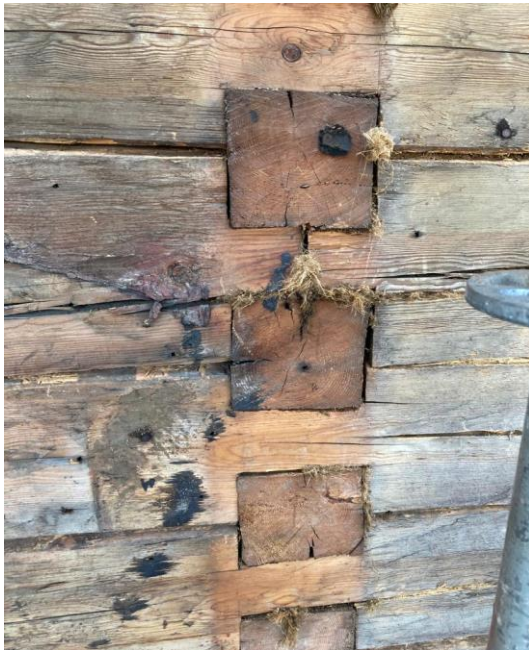
Vääntyily voi olla yksi hirsirunkoa vaurioittava tekijä. Hirsirunko on sinänsä hyvin kestävä ja vauriot etenevät aina vähitellen. Runko kestää vääntöliikkeitä ja pienet kallistumat eivät ole haitallisia. Hirsi elää ja hakee oikeaa asentoa oman aikansa. (Museovirasto 2000, 7.) Perustusten liikkuminen tai rungon osan pettäminen voivat aiheuttaa rungossa pullistumia ja vääntymiä. Pullistumat, jotka sijaitsevat aukkojen välisillä seinäosilla johtuvat pääosin aukkojen pielissä olevista karoista, jotka eivät ole kyenneet sitomaan seinää riittävästi. Pitkillä seinäosuuksissa syynä pullistumiin voivat olla esimerkiksi liian vähäinen vaarnojen käyttö tai seinän puutteellinen vahvistus följareilla. (Museovirasto 2000, 8.) Seinä voi

pullistua ulospäin ja tämän voi aiheuttaa runkoa poikittain sitovat välipohjan vasat, jotka ovat päässeet irtomaan salvoksistaan. Tässä tapauksessa taipumista havaitaan myös välipohjassa. Ulkoseinän pullistumavaurio on vakavampi, koska siihen kohdistuu myös vesikaton paino. (Museovirasto 2000, 8.)

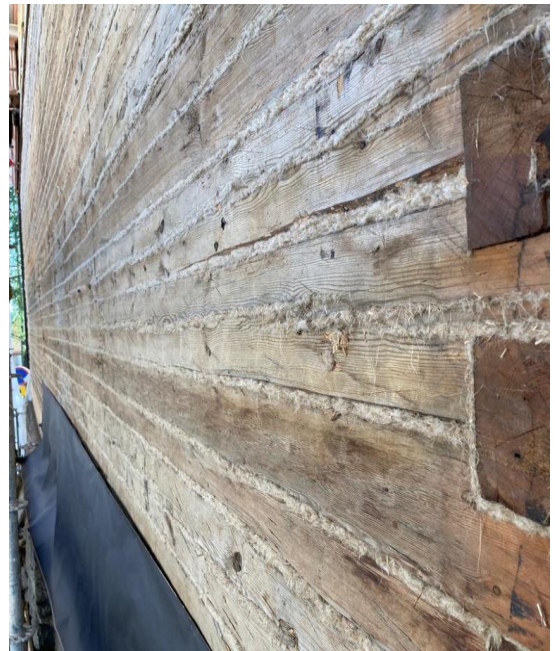
3.4 Hirsiliitokset

Hirsiliitokset liittyvät keskeisesti hirsirakenteen lujuuteen, koska ne pitävät hirsikerrat toisissaan tiukasti kiinni ja muodostaen näin yhtenäisen, tiiviin rakenteen estäen esimerkiksi ilmavuotoja. Niihin luetaan kuuluvaksi nurkka- ja väliseinäsalvokset, vaarnatapit, karat, hirsien jatkokset ja varaus. (Jokelainen 2005, 108.)

Salvoksien tarkoituksena on, että rakenne pysyy tukevasti koossa ja on tiivis. Hirsirakennuksen nurkkien liitokset tehdään salvoksin. **Nurkkasalvoksen** tehtävä on sitoa risteilevien ulkoseinien hirret yhteen ja muodostaa ulkonurkka. (Jokelainen 2005, 109). Nurkkasalvokset jaetaan kahteen eri tyyppiin, pitkä- ja lyhytnurkkiin. Lyhytnurkassa (kuva 6) hirren päät päättyvät liitoskohtaan. Pitkänurkassa hirsi jatkuu kulmasta ulospäin ja tällöin rakenne on kestävämpi ja lämpimämpi. (Puuproffa.) **Väliseinäsalvoksen** tarkoitus on liittää päättyvä väliseinä ulko- tai väliseinään (Jokelainen 2005, 111).



Kuva 5 Lyhytnurkka



Kuva 6 Tilkityt hirret

Vaarnat ovat tappeja, joilla päällekkäiset hirret liitetään toisiinsa eli tapitetaan (Jokelainen 2005, 111). Tapituksen avulla huolehditaan, että koko seinä pysyy suorana ja hirsien pysyminen oikeassa asennossa toisiinsa nähden (Jokelainen 2005, 118). Tapit asetetaan niin, että ne ovat eri korkeuksilla kuitenkin liittäen aina kaksi päällekkäistä hirttä yhteen ja näin seinästä saadaan yksi yhtenäinen, levymäinen painuman salliva levyrakenne (Keppo 1994, 63).

Karan tehtävä on tukea nurkattomia seinän osia ja estää yksittäisten hirsien kiertyminen ja vääntyily (Jokelainen 2005, 116). Aukkojen, kuten ikkunoiden ja ovien liitokset voidaan tehdä sivuille asennettavilla karapuilla. Kara helpottaa osaltaan ikkunoiden sekä ovien asennusta. Se sallii hirren luonnollisen painuman, sillä karalankun ja yläpuolisen hirren väliin jätetään aina painumavara. (Vuolle-Apiala 2012, 136.)

Hirsien jatkoksissa käytetään yksinkertaisia puujatkoliitoksia. Tunnetuimpia ovat lapaliitos ja tappiliitos. (Jokelainen 2006, 116.) Lapaliitoksessa (vino

lapaliitos) hirren päät sahataan pystysuunnassa keskelle päin vinoksi, jotta sauma olisi tiivis ja siihen saataisiin tilke. Tilkitseminen tehdään ennen seuraavan hirren sovittamista. (Hakalin 1987, 13.)

Varauksella tarkoitetaan liitosta, jonka avulla kaksi päällekkäistä hirttä liittyvät toisiinsa. Varattaessa päälle tulevaan hirteen työstetään alemman yläpinnan muotoinen kouru tai ura. Varaus tiivistetään tilkkeellä (kuva 7). Varauksen tulee olla tiivis, jotta seinärakenteesta tulee kosteus- ja lämpöteknisesti toimiva. (Jokelainen 2005, 45.) Varauksia on kahdenlaisia, avo- ja umpivaraus (Hakalin 1991, 15).

Avovarauksessa hirren reunat eli huulet ovat auki. Päällekkäiset hirret ottavat toisiinsa kiinni varauksen keskeltä. Avonaiset sivut tilkitään. Umpivarauksessa varauksen reunat eli huulet ovat kiinni. Päällekkäiset hirret ottavat toisiinsa kiinni varauksen molemmilta reunoilta. Keskelle jäävään avoimeen tilaan laitetaan tilkkeet. (Hakalin 1991, 11.)

4 Korjattava hirsirakennus ja siinä ilmenneet vauriot

4.1 Kohteen kuvaus

Esimerkkikohteena on koulu (kuva 8), johon kuuluu kolme erillistä, hirsirunkoista, lautavuorattua koulurakennusta. Rakennukset oli suunniteltu vuosina 1858 ja 1883 ja ne ovat pelkkahirsistä rakennettuja. Rakennukset ovat kulttuurihistoriallisesti ja rakennustaiteellisesti arvokkaita, joten rakennus- ja toimenpidelupaa vaativista muutoksista tarvittiin museoviranomaisen lupa. Rakennus 4 määrättiin suojeltavaksi sr-2 merkinnällä, joka kieltää rakennuksen purkamisen ja julkisivun muuttamisen. Rakennukset 1 ja 2 määrättiin suojeltavaksi sr-1 merkinnällä, joka ulottuu edellä mainitun lisäksi myös rakennuksen sisäpuolelle. Korjaussuunnittelu toteutettiin yhteistyössä museoviraston kanssa.



Kuva 7 Vanha koulurakennus

4.2 Rakenteissa ilmenneet vauriot

Hirsiseinien alaosissa havaittiin osittaista pintalahoa ja kahdessa koulurakennuksessa todettiin vaurioita myös alapohjarakenteissa. Yhdessä rakennuksista todettiin paikoin kivijalassa heikosti alustassa kiinni oleva pikisivelykerros. Paikoin rakennuksessa todettiin alapohjan aluslaudoituksessa ja pääkannatinpalkeissa rihmaston kaltaista sienikasvustoa. Sienikasvustosta otettiin näytteet. Tuloksessa todettiin, että kyseessä oli katkokääpä (*Serpula lacrimans*) (kuva 9). Molemmat rihmastot todettiin tuoreiksi. Näytteissä ei ollut merkkejä lattiasienestä eikä homeista tehty tarkempaa analyysiä.



Kuva 8 Katkokääpä (*Amoloporia xantha*)

5 Korjauksen toteuttaminen

5.1 Perustukset

Koulurakennuksissa käytetään numerointia 1,2 ja 4. Yksi koulurakennuksista (3) oli aikoinaan purettu. Rakennuksissa 1 ja 2 on kaksi kuistia ja rakennuksessa 4 kolme. Rakennukset on perustettu luonnonkivisten kivilatomusten välityksellä kallion varaan tai perusmaahan. Kaikissa rakennuksissa ryömintätilat ovat avoimet eli koulurakennukset on rakennettu rossipohjalle.

Rakennusten ulkoseinien perustukset olivat kunnossa ja niitä ei tarvinnut vahvistaa korjauksen yhteydessä. Kivilatomuksia vahvistettiin laastipaikkauksilla siltä osin, kun oli tarpeen. Rakennuksen 1 sokkeli hiekkapuhallettiin puhtaaksi ja rakennusten 2 ja 4 sokkelit puhdistettiin korkeapainepesulla Granisata-pesuaineella. Hirren ja kivijalan väliin laitettiin eristeeksi bitumihuopakaistaleet. Rakennuksissa 1 ja 4 ryömintätilaan rakennettiin ilmanvaihtokonehuoneen uusia tukipilareita varten maanvaraiset anturat. Anturoiden päälle valettiin teräsbetonipilarit. Koulun uusitut ilmanvaihtokonehuoneet sijoitettiin jokaisen rakennuksen ullakkotiloihin. Lisäksi vanhan kivilatomuksen päälle tehtiin pieni vahvistusvalu varmistamaan ilmanvaihtokonehuoneen rakenteiden kantavuus.

5.2 Alapohja

Rakennuksissa 1 ja 2 alapohjan lämmöneristeinä oli alkuperäinen turvepehku. Rakennuksen 4 alapohjarakenne oli uudistettu vuonna 1995 ja alkuperäiset lämmöneristeet oli korvattu korjauksen yhteydessä selluvillalla. Kaikkien rakennusten alapohjien pintarakenteet, materiaalit ja lämpöeristeet poistettiin kokonaan. Myös lattioiden kantavat runkorakenteet ja aluslaudoitus purettiin osittaisten lahovaurioiden vuoksi (kuva 10).



Kuva 10 Uusittavat lattiakannatinpalkit

Alapohjiin asennettiin uudet pelkkahirsiset kannatinpalkit. Palkkien päälle tehtiin harvalaudoitus (K 300). Laudoituksen päälle asennettiin Bituliittituulensuojalevy, jonka tarkoituksena on estää eristekerroksessa tapahtuvia ilmavirtauksia, jotka heikentävät lämpöeristeiden tehoa. Sen jälkeen koolattiin lattiarunko ja runkotilaan lämmöneristeeksi puhallettiin Ekovillan puhallusvillaa. Seuraavaksi asennettiin ilmansulkupaperi (kuva 12), jonka tarkoituksena on estää ilman vapaa kulkeminen. Ilmansulkupaperin päälle asennettiin ympäripontattu lattialastulevy (P6-luokka). Lattioiden pintamateriaaliksi asennettiin Noraplan-kumimatto.

Rakennuksessa 1 on kellarikerros, jonka ala- ja yläpohjarakenteena oli betonilaatta ja seinät muuratut. Alapohja purettiin kokonaan ja sitä syvennettiin. Sinne laitettiin salaojakerros, lämmöneristeet (kuva 11), radonputkisto sekä valettiin uudet betonilaatat. Myös pohjaviemärit uusittiin. Muuratut seinät korjattiin sekä muurattiin uusia väliseiniä suihku- ja wc-tiloja varten. Lisäksi sinne rakennettiin lämmönjakohuone ja lämmönvaihdin. Kellaritiloihin rakennettiin henkilökunnan sosiaalitilat ja suihku.



Kuva 11 Puhallusvilla



Kuva 12 Ilmansulkupaperin asennus

5.3 Rungon korjaus

Koulurakennusten kantavina runkoina toimivat ulko- ja väliseinät. Muutostöiden seurauksena rakennuksissa on lisäksi joitakin kantavia pilari- ja palkkirakenteita. Korjauksessa kaikkien ulkoseinien, ulkoseinien sisäpintojen ja väliseinien pintamateriaalit purettiin puhtaiksi ja tilkkeet poistettiin (kuva 13). Vanhojen hirsirunkojen välissä tilkkeenä oli käytetty sammalta.



Kuva 13 Puhdistettavat hirret

Ulkoseinistä purettiin 3–5 alinta hirttä tai osia niistä osittaisten lahovaurioiden vuoksi. Hirret vaihdettiin uusiksi eli kengitettiin ja hirsijatkokset liitettiin yhteen lapaliitoksilla. Hirsien nurkkien salvoksissa käytettiin lyhyt nurkkaa, perinteistä lohenpyrstö nurkkaa. Hirsistä osa liitettiin teräspulteilla ja osa tapitusta käyttäen. Koulurakennusten kaikki vanhat följarit eli pystyhirret jätettiin paikoilleen. Ulko- ja sisäföljarit pultattiin tiukasti yhteen. Följarien tarkoitus on estää seinien pullistumia ja pitää seinä hyvässä ryhdissä.

Puhdistetuille ulkohirsiseinille asennettiin hirsien ja varausten tilkitsemisen jälkeen pikipaperi eli bitumoitupaperi. Sitä käytetään rakennuksissa ulkovuorauksen alla ja sen tarkoituksena on estää ilmavuotoja. Paneelit uusittiin alkuperäisasua noudattaen, mutta kadunpuoleiset paneelit kunnostettiin ja laitettiin uudelleen paikalle. Koristeosat kunnostettiin ja sijoitettiin takaisin paikalleen. Ulkoseinät maalattiin vihreän sävyisiksi (Taulukko 1).



Taulukko 1 Ulkoseinän rakenne

Väliseinien rakenne oli sama, kuin ulkoseinien sisäpuoli, ainoastaan huokoista levyä ei asennettu. Väliseinien ja ulkoseinien sisäpintojen raot ja varaukset tiivistettiin. Tilkkeenä käytettiin pellavarivettä. Ulkopuolisille sisäpinnoille asennettiin ilmansulkupaperi ja sen päälle huokoinen kuitulevy. Sen päälle asennettiin pystysuuntainen lautakoolaus, jonka yhteydessä seinäpintojen epätasaisuudet ja vinoudet oikaistiin. Sen jälkeen seinät verhoiltiin vanerilla. Pintakerrokseksi asennettiin kipsilevyverhous (Gyproc GEK 13 N Erikoiskova). Luokkahuoneiden seinät maalattiin valkoisiksi ja alaosat paneloitiin vihrein ja sinisin sävyin (Taulukko 2).

HIRSI
TILKKEET
ILMANSULKUPAPERI
HUOKOINEN KUITULEVY
LAUTAKOOLAUS
VANERI
KIPSILEVY
PANEELI
MAALI

Taulukko 2 Ulkoseinän sisäpuolinen rakenne

5.4 Ikkunoiden ja ovien korjaus

Korjauksessa muut ikkunat uusittiin, paitsi kadunpuoleisten julkisivu-ulkoikkunoiden ulkopuoliset ikkunat korjattiin ja asennettiin takaisin paikalleen (kuva 14). Vanhat karapuut säilytettiin. Myös alkuperäiset ikkunalistat ja koristeet kunnostettiin ja kiinnitettiin takaisin vanhoille paikoille. Kadunpuoleiset sisäikkunat asennettiin siten, että ikkunakarmit halkaistiin, jotta ikkunoista saatiin tiiviit, lämpöä pitävät, siistit ja alkuperäisen asunsa säilyttävät. Ikkunoiden pellityksessä käytettiin sinkitettyä teräspeltiä.



Kuva 9 Säästetyt ikkunat ja paneeliverhous

Ulko-ovet ja muutama väliovi uusittiin Rakennuksissa 1 ja 2. Käyttöön otetut väliovet korjattiin ja asennettiin takaisin paikalleen (kuva 15). Uusien ovien tyyli pidettiin alkuperäisenä. Rakennuksessa 4 alkuperäiset ulko-ovet otettiin uudelleen käyttöön ja pääosa väliovista uusittiin. Ovet olivat malliltaan peiliovia. Osa peitelistoista uusittiin, mutta osa vanhoista otettiin käyttöön.



Kuva 10 Kunnostettu ovi

5.5 Yläpohjan korjaus

Koulurakennuksien 1 ja 2 yläpohjista poistettiin kaikki vanhat eristeet, jotka olivat sahanpurun ja hiekan sekoitusta tai sammalta. Aluslaudoitus ja vesikaton runkorakenteiden pinnat imuroitiin puhtaaksi kaikista epäpuhtauksista ja pölystä. Kattolaudoitus jätettiin paikalleen ja sen päälle asennettiin uusi, tiivis ilmansulkukerros. Lämmöneristeeksi asennettiin Ekovillan puhallusvillaa.

Rakennuksessa 4 purettiin kaikki rakennekerrokset umpilaudoitukseen saakka. Umpilaudoituksen alapuolelle asennettiin uusi ilmansulkupaperi, joka muodosti tiiviin ja yhtenäisen kerroksen yläpohjan alueelle. Ilmansulkupaperin päälle kiinnitettiin harvalaudoitus ja se verhoiltiin kipsilevykerroksella. Lämmöneristeeksi asennettiin Ekovillan puhallusvillaa.

6 Pohdinta

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan hirttä rakennusmateriaalina sekä esitellään erään, Varsinais-Suomessa sijaitsevan vanhan hirsikoulun korjaus. Tarkasteltavan koulun korjausprojekti on valmistumassa pian. Projekti on sujunut hyvin ja pysynyt aikataulussa sekä lopputulos vaikuttaa hyvältä. Esimerkiksi palaute ulkoasusta on jo nyt ollut varsin positiivista. Putki-, sähkö- ja ilmastointityöt tekivät tilaajan sivu-urakoitsijat, mutta vastuu niiden ajallisesta valmistumisesta ja asennuksesta oli Peabin johdon tehtävä. Muilta osin rakennusten korjaamisen toteutti Peab ja korjaus oli laajamittainen sekä perusteellinen.

Matkan varrella on ollut myös haasteita. Esimerkiksi tilan ahtaus isoille koneille on ollut haastava, koska koulurakennukset sijaitsevat melko pienessä tilassa ja ympärillä on paljon liikennettä sekä alue on tiheästi rakennettua kaupungin keskusta-aluetta. Haasteita aiheutti myös uusittujen hirsien hankinta. Oli melko hankalaa löytää juuri tähän tarkoitukseen sopivia hirsii eli ylivuotisia pelkkahirsii. Kyselyjen avulla eri sahoille onnistuttiin saamaan yhdeltä pieneltä sahalta oikeanlaiset hirret. Myös osaavan henkilökunnan löytäminen on tänä päivänä vaativaa, koska nimenomaan hirsirakentamiseen perehtyneitä ja taitavia työntekijöitä ei ollut helposti saatavilla. Melko haasteelliseksi osoittautui myös tekninen tehtävä saada vanhasta hirsirakennuksesta ilmatiiviysluokka 1. Pintojen epätasaisuuden ja nurkkien vuoksi ilmansulkupaperin asennus on tarkkuutta ja taitoa vaativa työ.

Tässä opinnäytetyössä saatua tietoa ja kokemusta voidaan hyödyntää jatkossa vastaavissa korjauskohteissa. Suurena, pohjoismaisena rakennusliikkeenä Peab tekee paljon korjausrakentamista, mutta näin laajat ja perusteelliset hirsirakennusten korjaukset ovat harvinaisia.

Opinnäytetyö oli mielenkiintoinen, mutta kokonaisuutena haastava. Hirsirakentamiseen liittyy valtaisa määrä itselleni entuudestaan uusia, monenlaisia termejä ja työvaiheita, jotka eivät auenneet ihan ensi lukemisella. Opinnäytetyön myötä opin pääpiirteittäin hirsirakentamisesta tekijöitä, jotka ovat tärkeitä, jotta vanhasta hirsirakennuksesta saadaan ryhdikäs, luja ja tiivis. Kaikki korjattavat rakenteet täytyy korjata alusta loppuun kaikkine vaiheineen oikein ja huolella suunnitelmia sekä rakennusmääräyksiä noudattaen. Vanhan hirsirakennuksen korjaaminen saattaa olla jopa vaativampi tehtävä kuin uuden, nykyajan teollisista hirsistä rakentaminen, koska se tulee korjata sellaiseksi kuin se on ollut aikaisemmin. Korjausprojekti on aina ison tiimin tulos, jossa kaikilla osallistuvilla on oma vastuualueensa työnjohto mukaan lukien.



Kuva 11 Koulurakennus 2

Lähteet

Alatalo, K. 2021. Kokemuksia 2000 -luvun alun Suomen suurista puukouluista. Esimerkkinä Pudasjärven koulukeskus, Tuupalan koulu ja Mansikkalan koulu. Arkkitehtuurin tutkinto-ohjelma. Tampereen yliopisto, 23. Viitattu 20.2.2023. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/132017/AlataloKaroliina.pdf?sequence=2>

Caven, O. 2018. Viitattu 24.2.2023. [https://www.kulttuuriymparistomme.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Artikkelit/Rakennusperinnon_hoito/Jarkevaa_talonpitoa/Hirsirakennuksien_vauriot\(37844\)](https://www.kulttuuriymparistomme.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Artikkelit/Rakennusperinnon_hoito/Jarkevaa_talonpitoa/Hirsirakennuksien_vauriot(37844))

Hakalin, P. 1984. Hirsirakentaminen. Jyväskylä: Gummerus Oy, 11, 15, 16, 40.

Hakalin, P. 1991. Rakennan hirrestä. 2. uudistettu painos. Helsinki: Rakentajan kustannus, 13, 108.

Hirsiteollisuus ry. 2014. Hirsirakentamisen perusteet, 12, 13 Viitattu 10.3.2023 https://www.hirsikoti.fi/assets/images/Koulutusmateriaali/Hirsirakentamisen_perusteet.pdf

Jokelainen, J. 2005. Hirsirakenteiden merkitys asema-arkkitehtuurille 1860–1950. Oulun yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Arkkitehtuurin osasto. Väitöskirja, 38, 40–41, 45, 54, 100, 108–109, 111, 116, 118.

Keppo, J. 1994. Rakentajan tietokirjat. Hirsitalon rakentaminen. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 55.

Kultahirsitalot 2022a. Hirsirakentaminen Suomessa – hirsitalojen historiaa. Viitattu 17.2.2023. <https://www.kultahirsitalot.fi/yleinen/hirsirakentaminen-suomessa-hirsitalojen-historiaa/>

Kultahirsitalot. 2022b Yleisimmät ongelmat hirsitalossa. Viitattu 15.2.2023. <https://www.kultahirsitalot.fi/remontointi/yleisimmat-ongelmat-hirsitaloissa/>

Lehtonen, J. 2022. Hirsirakentamisen kehitys ja tulevaisuus Suomessa. Arkkitehtuurin koulutusohjelma. Tampereen yliopisto. Diplomityö, 31, 85

Lukkaroinen, P. 2017. Puuarkkitehtuurin voittanut hirsikoulu on viihtyisä ja terveellinen oppimisympäristö. Viitattu 25.2.2023. <https://www.upm.com/fi/ajankohtaista/artikkelit/2017/02/puuarkkitehtuurikilpailun-voittanut-hirsikoulu-on-viihtyisa-ja-terveellinen-oppimisymparisto/>

Museovirasto. 2000. Hirsitalon rungon korjaus, 2, 4, 6, 7, 8. Viitattu 12.2.2023. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/hirsisein%C3%A4n-korjaus.pdf>

Museovirasto. 2000. Lämmöneristysten parantaminen, 2. Viitattu 1.2.2023 <https://www.museovirasto.fi/uploads/Arkisto-ja-kokoelmapalvelut/Julkaisut/korjauskortti-2.pdf>

Museovirasto. 2022. Säilyttävä korjaaminen säästää luonnonvaroja. Viitattu 5.3.2023 <https://www.museovirasto.fi/fi/ajankohtaista/museoviraston-uusi-verkkosivusto-korjaustaito-fi-neuvoo-rakennusten-sailyttavassa-korjaamisessa-ja-korjaushankkeissa>

Mökki 2021. Kelohonka rakennusmateriaalina – keloapuun edut tuorehirteen verrattuna ja korkean hinnan salaisuus. Viitattu 12.2.2023 <https://www.meillakotona.fi/artikkelit/kelohonka-rakennusmateriaalina>

Puuinfo. Hirsirakenteet. Viitattu 2.3.2023. <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/materiaalivaihtoehdot/>

Puuproffa. Hirsityypit. Viitattu 15.2.2023. <https://puuproffa.fi/liitosten-arkki/hirsiliitokset/hirsityypit/>

Puuproffa. Salvokset. Viitattu 27.2.2023. <https://puuproffa.fi/liitosten-arkki/hirsiliitokset/salvokset/>

Puuteollisuus ry. Puurakentamisen erityispiirteitä. Viitattu 16.3.2023.
<https://puutuoteteollisuus.fi/tietoa-puusta-ja-tuotteista/puun-kaytto-rakentamisessa>

Rantasalmi, Log Homes. Suomalainen hirsitalobuumi leviää maailmalla – erityisesti Aasiassa kysyntää maanjäristyksen kestäville rakennuksille. Viitattu 5.4.2023. <https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/suomalainen-hirsitalobuumi-leviaa-maailmalla-erityisesti-aasiassa-kysyntaa-maanjaristyksen-kestaville-rakennuksille/6407414#gs.u00bm9>

Saarelainen, E. 1993. Hirren maailma. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 78, 132.

Tee itse 2023. Näin torjut tupajumit- ja jäärät. Viitattu 23.2.2023.
<https://teeitse.com/talo/haittaelaimet-nain-torjut-tupajumit-ja-jaarat>

Tee itse 2022. Tietoa homeesta. Viitattu 10.2.2023.
<https://teeitse.com/talo/sisailma/tietoa-homeesta>

Tiainen, A-R., Pihlajaniemi, J. & Lakkala, M. 2017. Arkkitehdin hirsioapas. Oulun yliopisto. Arkkitehtuurin tiedekunta 8, 18, 20–21. Viitattu 2.2.2023.
<https://docplayer.fi/105573605-Alkusanat-arkkitehdin-hirsioapas.html>

Topi, M. & Ihatsu, E. 2005. Hirsirakennusten kengitys. Pohjois-Pohjanmaan korjausrakentamiskeskus Pora. Oulun kaupunki.

Vainio-Kaila, T. 2017. Antibacterial properties of Scots pine and Norway Spruce. Aalto yliopisto. Kemian tekniikan korkeakoulu. Väitöskirja, 43 Viitattu 1.3.2023

Vieskakoti 2023. Hirsitalo on tiivis, terveellinen ja ekologinen. Viitattu 31.1.2023.
<https://vieskakoti.fi/hirsitalon-ominaisuudet/>

Vuolle-Apiala, R. 2008. Hirsityöt. 5., uudistettu painos, Saarijärvi: Multikustannus Oy, 7, 95.

Vuolle-Apiala, R. 2012. Hirsitalo ennen ja nyt. 1.painos. Porvoo: Bookwell Oy, 11, 94–95, 104, 108-109, 117, 136, 168.