

Ville Halonen

HIRIRAKENNUKSEN KATTORAKENTEET

HIRSIRAKENNUKSEN KATTORAKENTEET

Ville Halonen
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tut-
kinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Tekijä(t): Ville Halonen

Opinnäytetyön nimi: Hirsirakennuksen kattorakenteet

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Roof Structures of Log Building

Työn ohjaaja(t): Olli Mustaparta

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Kevät 2023

Sivumäärä: 27

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada myyjien käyttöön valmis hinta yhdestä talotehtaan suositusta hirsirakenteisesta saunatuvasta, missä kattorakenteet voidaan toteuttaa kahdella tavalla. Työn tarkoituksena oli perehtyä kattorakenteiden rakenteellisiin eroihin sekä siihen mistä hintaero muodostuu. Työssä oli myös tavoitteena saada tuotettua sellainen tieto, mistä materiaalimenekki-eroavuudet voi löytää, jotta se olisi hyödynnettävissä myös materiaalihintojen muuttuessa.

Hinnaston laatiminen aloitettiin rakenneratkaisujen vertailulla, mistä saatiin tieto tarvittavista materiaaleista sekä siitä mistä menekierot muodostuvat. Kun materiaalit olivat vertailtu keskenään, päästiin tämän pohjalta laskemaan materiaalimenekki-eroavuudet kummallekin kattoratkaisulle erikseen. Menekki-erojen pohjalta saatiin laskettua materiaaleille päivän hinta ja toimitusten hintaero.

Opinnäytetyössä saatiin laadittua pohja hinnastolle talotehtaalalle ja myyjien käyttöön. Hinnastoa on myös tulevaisuudessa helppoa päivittää, kun materiaalien menekierot ovat siinä tiedossa.

Asiasanat: hirsirakennukset, hirsirakentaminen, puurakenteet, vesikatot, kattotuolit, palkit, yläpohjat

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering

Author(s): Ville Halonen

Title of thesis: Roof Structures of Log Building

Supervisor(s): Olli Mustaparta

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023

Number of pages: 27

The objective of this thesis was to get a ready price for one popular log sauna cabin of a house factory in which the roof structures can be manufactured in two separate ways. The purpose of the work was to learn about the structural differences in roof structures and what is the reason for the price difference. The goal of the work was also to produce such information, where the differences in material costs can be found so that it could be used even when material prices change.

The preparation of the price list began with a comparison of structural solutions, where information was obtained about the necessary materials and what the cost differences are. After the materials had been compared it was possible to calculate the deviations in the material costs for both roof solutions separately. Information about the difference in consumption made it possible to compare the price.

The basis for the price list was prepared in the thesis for use by sellers. It will also be easy to update the price list in the future because the consumption of materials is known in it.

Keywords: log buildings, log construction, woodwork, water ceilings, roof trusses, beams

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	YLÄPOHJARAKENTEEN VALINTA	7
2.1	Vesikatto.....	8
2.2	Kantavat rakenteet	9
2.3	Yläpohjan tuuletus.....	11
3	RAKENNEVERTAILU	14
3.1	Palkkirakenne.....	17
3.2	Ristikkorakenne.....	19
4	RAKENTEIDEN KUSTANNUSVERTAILU.....	23
5	YHTEENVETO	25
	LÄHTEET.....	26

1 JOHDANTO

Hirsi on perinteinen rakennusmateriaali Suomessa, koska sitä on ollut hyvin saatavilla. Puu metsästä hirreksi on ollut helppo työstettävä, joka on ollut etu toimittaessa vähäisillä työkaluilla ennen sahojen yleistymistä. Rakennusmateriaalina hirsi on myös melko energiatehokas. Hirsi on säilyttänyt erittäin hyvin asemansa rakennusmateriaalina ja nykyään sen käyttö on kasvamassa erityisesti julkisissa rakennuksissa. Joka neljäs rakennettava pientalo tehdään hirrestä. Hirttä käytetään rakennusmateriaalina niin omakotitaloissa, kuin myös pienemmissä loma-, sauna-, varasto- sekä monissa muissa rakennuksissa.

Opinnäytetyön tavoitteena on vertailla hirsirakennuksen erilaisia kattorakenteita kustannusten kannalta. Erilaisia kattovaihtoehtoja on monia. Tässä työssä tarkastellaan perinteistä harjakattoa, josta voidaan käyttää myös nimitystä satulakatto. Harjakaton rakenteellista toteutustapaa tarkastellaan tarpeen mukaisesti, visuaalisuuden, kustannusten sekä tilaratkaisuiden kannalta. Työssä pohditaan myös, millaisia seikkoja tulee ottaa huomioon itse runkorakenteessa, kun vesikaton rakennustyyppiä vaihdetaan.

Työssä käydään läpi palkkirakenteisen sekä tehdasvalmisteisella naulalevyrakenteisella ristikolla toteutettujen kattorakenteiden erot sekä millaiset asiat rakenteen valintaan vaikuttaa. Tässä työssä kantavana rakenteena on hirsirunko. Työssä esimerkkinä olevassa mallisaunassa hirsivahvuutena on kysytyin hirsi vapaa-ajan rakentamiseen, joka on 95 mm paksuudeltaan oleva massiivihöylähirsi. Kustannusvertailussa on mukana kantavat kattorakenteet sekä niihin liittyvät rakenteet. Vesikate ja vesikatteen alusrakenteet on rajattu pois kustannusvertailusta, koska ne ovat molemmissa rakenteissa toisiaan vastaavat.

Tilajana toimiva yritys on pieni hirsitalotehdas Pohjois-Suomessa, joka on toiminut alalla pitkään. Tarve tälle opinnäytetyölle tuli siitä, että eräästä mallistossa olevasta suositusta mallista, joka on toteutettu harjaristikoidella, saadaan vertailukelpoinen hinta hinnastoon myös eri kattorakenteille.

2 YLÄPOHJARAKENTEEN VALINTA

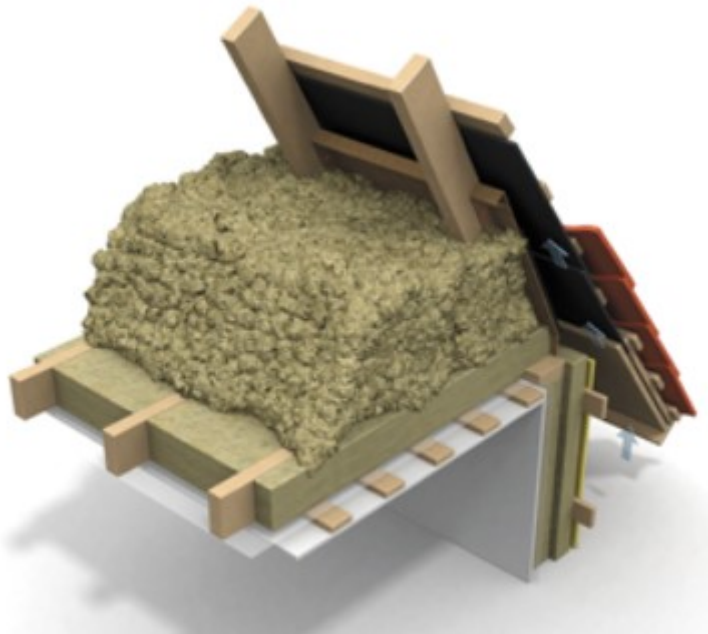
Vesikatto on lähes kaikissa rakennuksissa yksi rakennuksen tärkeimmistä rakenneosista. Se suojaaa rakennusta sään eri ilmiöiltä, kuten sateelta, ja pitää rakenteet kuivina. Vesikattoja on eri mallisia ja useista eri materiaaleista toteutettuina. Vesikaton muotoon ja valintaan vaikuttaa moni eri asia. Esimerkiksi rakennuksen sijainti on vaikuttava tekijä katemateriaaliin ja katonmuotoon. On yleistä, että etenkin kaupunkien taajamissa on hyvinkin tarkasti kaavamääräyksissä ohjattu rakennuksen ulkoasua yhteneväiseksi vieressä sijaitsevien rakennusten kanssa kattokaltevuudeltaan tai muodoltaan (kuva 1). Rakennustapaohjeessa on myös voitu antaa määräyksiä katon muodosta tai kaltevuudesta. Visuaalinen ilme voi osaltaan asettaa vaatimuksia katon rakenteen valinnassa. Kattorakenteilla pystytään vaikuttamaan myös sisäpuolen tilaan. (1; 2; 3, s. 24.)



KUVA 1. Asemakaava merkintöjä. Kuvassa merkittynä kattokaltevuus, ääneneristävyys liikennemelua vastaan sekä autopaikkojen määrä asuntoa kohden (2; 3, s. 24- 25, 27)

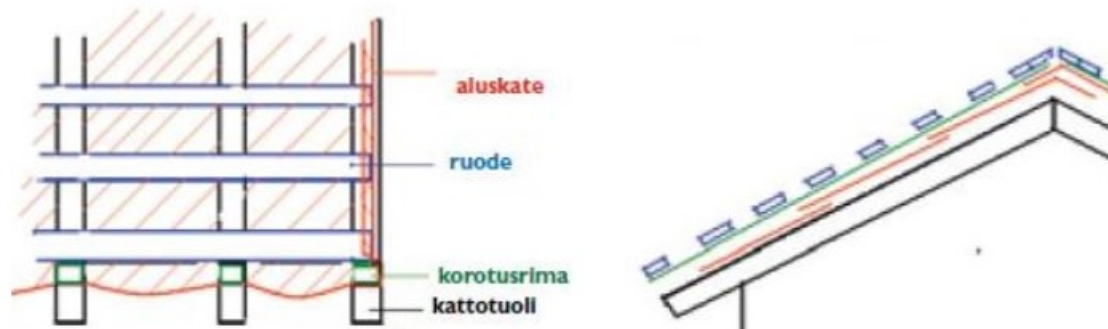
2.1 Vesikatto

Yläpohja voidaan jakaa kerroksiin, joilla on kaikilla oma tehtävänsä. Jokainen kerros täydentää toisensa toimintaa (kuva 2). Ylimmäisenä ja näkyvänä kerroksena on varsinaisen vesikatteen pintamateriaali. Pintamateriaaliksi, eli vesikatteeksi on monia vaihtoehtoja. Yleisimmät käytettävät katemateriaalit Suomessa ovat pelti, huopa ja tiili. Pintamateriaalin tehtävänä on pitää sen alapuoliset rakenteet suojassa sään ilmiöiltä, kuivana. (4.)



KUVA 2. Yläpohjan rakennekerrokset (5)

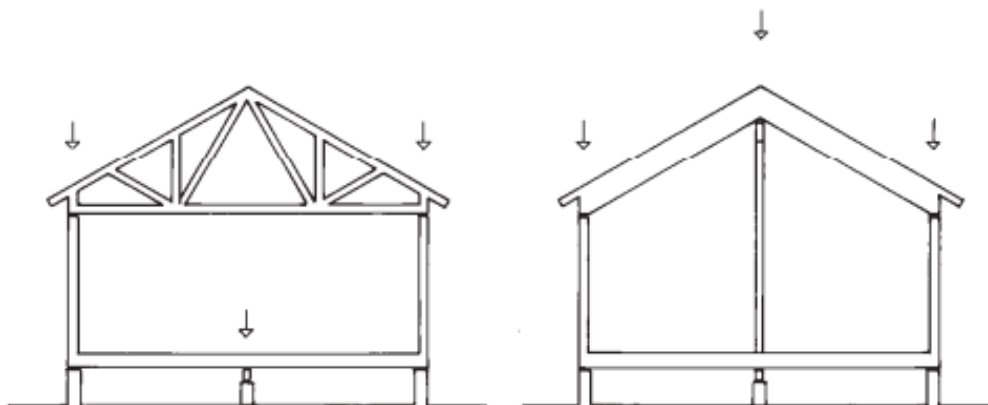
Pintamateriaalin alla on yleensä lisäsuojana aluskate, joka varmistaa, ettei kosteus pääse tätä pidemmälle. Aluskatteen tehtävänä on estää esimerkiksi pintakatteen alle päässeän lumipölyn sulamisveden pääsy alempiin rakenteisiin sekä peltikattoon tiivistyvän kondenssin ohjaus pois katon alemmista rakenteista (kuva 3). Katemateriaalin valinnalla on suuri merkitys suunnitteluvaiheessa rakenteiden kuormia ja kestävyksiä laskettaessa. Katemateriaaleissa on painoeroja sekä katemateriaalien vaatimat alusrakenteet poikkeavat toisistaan merkittävästi. (6; 7, s. 18.)



KUVA 3. Aluskate asennettuna (6)

2.2 Kantavat rakenteet

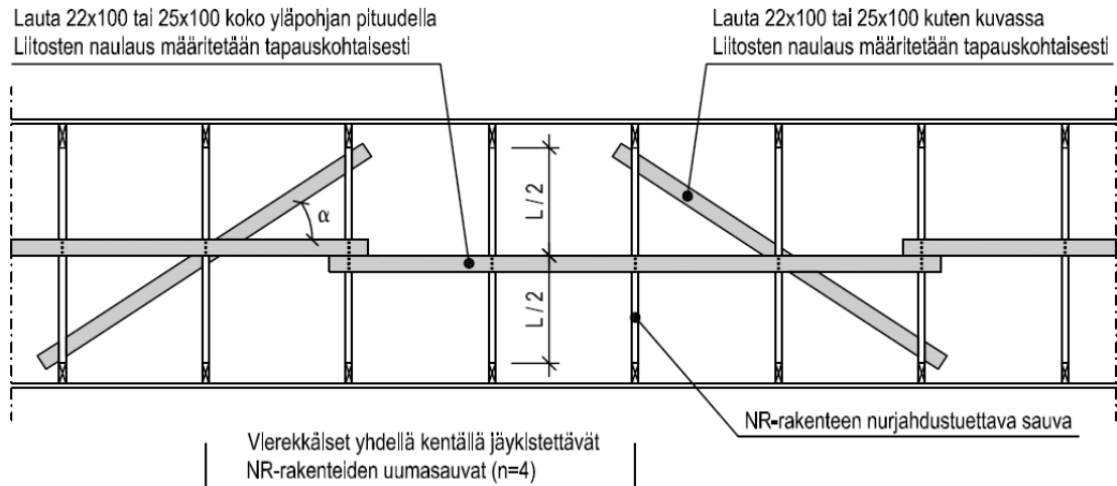
Pintamateriaalin, sekä siihen liittyvien rakenteiden alla on kantava rakenne. Kantavan rakenteen tehtävänä on siirtää vesikattoon kohdistuvat kuormat hallitusti kantavan seinärakenteen ja siitä edelleen perustuksen kautta maahan saakka (kuva 4). Vesikattoon muodostuu erilaisia kuormia. Vesikatteen sisältämistä omista materiaaleista muodostuu vesikaton omapaino. Vesikattoon kohdistuu myös ulkoista kuormitusta. Vesikaton tulee pystyä kannattelemaan talvisin katolle kerääntyvän lumen paino sekä syksyisin rajusti puhaltavien myrskytuulien voima. (8, s. 19.)



KUVA 4. Kuormien siirtymäreitit (8, s. 20)

Vesikaton kantavaan rakenteeseen kohdistuu myös rakenteen sisäisiä voimia. Esimerkiksi ristikon puristussauvaan kohdistuva voima voi saada sauvan nurjahtamaan. Tästä syystä puristussauvat

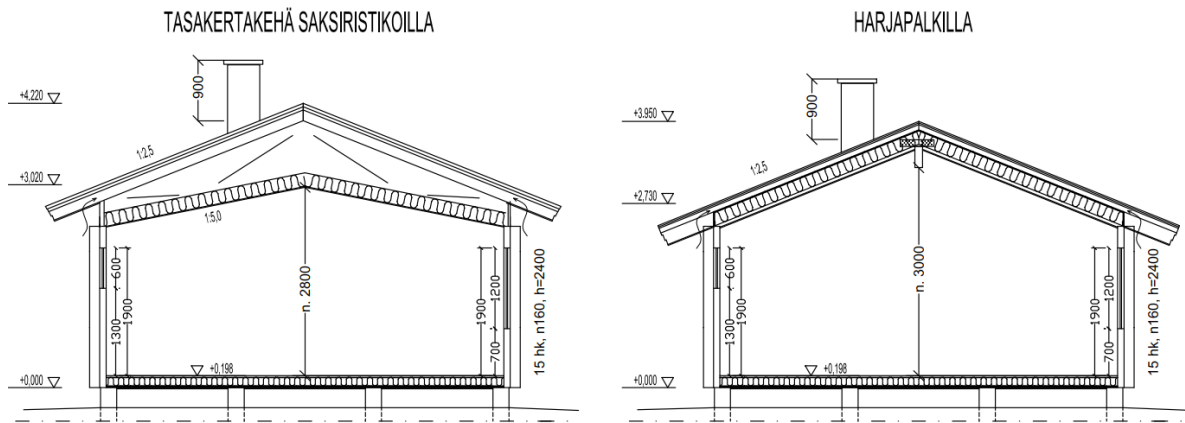
ristikoista joudutaan yleensä tukemaan nurjahdusta vastaan, nurjahdustuennalla (kuva 5). Näitä voimia kutsutaan rakenteen sisäisiksi voimiksi ja niitä ei tarvitse viedä perustukseen saakka, vaan rakenne voi itsessään ottaa vastaan nämä voimat. (9.)



KUVA 5. Periaate uumasauvan tuennasta (9, s. 17)

Kattotyypin valintaan vaikuttaa suurelta osin visuaalisuus sekä mieltymykset. Avointa tilaa ja avuutta saavutetaan helposti ja yksinkertaisesti palkkirakenteella. Rajoitteena voi kuitenkin olla pitkät jännevälit, jotka vaativat massiivisia rakenteita tai lisätukia. Lisäpilarit sisätiloissa eivät ole toivotuja, koska ne rajoittavat tilojen käyttöä. Tästä syystä monesti päädytään valitsemaan ristikkorakenne katon rakenteeksi. Kevyellä ristikkorakenteella saavutetaan helpommin pidempiä jännevälejä. Kuitenkin, jos rakennus on pienehkö, voi palkkirakenne olla parempi vaihtoehto. Loma- ja vapaa-ajanrakentamisessa näin monesti on, koska jännevälit pysyvät maltillisina ja tästä syystä palkkien koot säilyvät myös maltillisina eikä lisäpilareille näin ollen ole tarvetta. (10; 11, s. 8.)

Katon kantavalla rakenteella on suuri merkitys siihen, miten rakennuksen sisätilaa voidaan käyttää hyväksi. Korotetuilla sisäkatoilla saadaan pieneenkin tilaan tilan tuntoa ja näyttävyyttä. Tällaisia toteutuksia voidaan tehdä myös molemmilla kantavan rakenteen toteutustavoilla (kuva 6). Ristikko rakenteella tehtäessä rajoitteeksi tulee se, että ristikko vaatii rakenteellista korkeutta ristikkorakenteen toimivuuden aikaansaamiseksi, tämä kasvattaa katon paksuutta ja ei mahdollista sisätiloihin samanlaista korkeutta ilman rakennuksen kokonaiskorkeuden nousua kuin palkkirakenne mahdollistaisi. Kevyellä hirrellä myös päätykolmiossa hirsiseinän ja rankarakenteen liitoskohdasta tulee näkyvä, koska rankarakenteen rakennekerrokset vaatisivat hirreltä enemmän vahvuutta. (11, s. 8.)



KUVA 6. Leikkauskuva saunatuovasta

Ulkopuolen visuaaliseen ilmeeseen eroa palkki- tai ristikkorakenteesta ei juurikaan näy, eikä asiasta tietämätön pysty erottamaan kumpaa tapaa rakennuksessa on käytetty (Kuva 7). Rakenteellisesti palkkirakenne sekä ristikkorakenne eroavat toisistaan kuitenkin merkittävästi. Sisätiloissa ero on helposti havaittavissa korkeasta vesikaton mukana nousevasta sisäkatosta. Palkkirakenne mahdollistaa sisäkaton nousevan samassa kulmassa ulkokaton kanssa. Myös harjakorkeus voidaan pitää matalampana palkkirakenteella. (11, s. 8.)

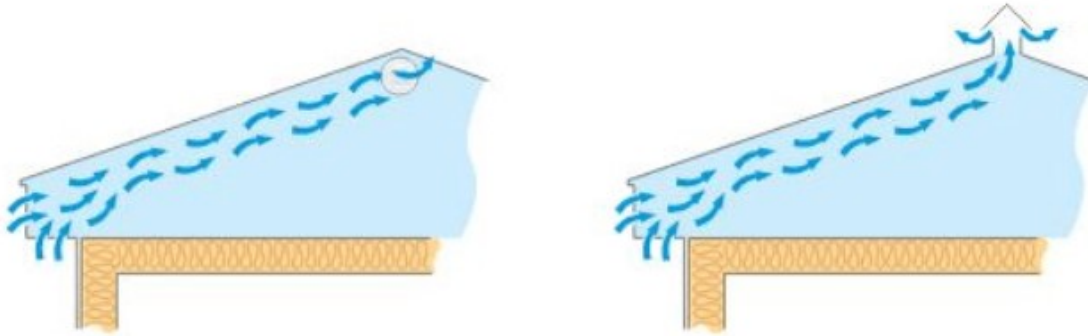


KUVA 7. Vasemmalla palkkirakenne ja oikealla ristikkorakenne (12)

2.3 Yläpohjan tuuletus

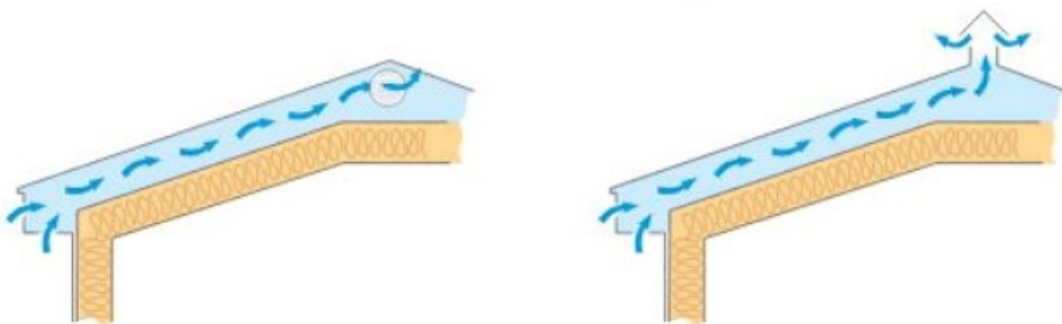
Kantavan rakenteen tehtävä on kannatella myös yläpohjan eristeet sekä sisäpuolen verhoukset. Eristys on myös rakennuksessa tärkeä Suomen olosuhteissa. Eristyksen tehtävä on pitää kylmä ulkoilma erillään lämmitetystä sisäilmasta. Eristeen kerrosvahvuudella voidaan vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen, eli tarvittavaan lämmitysenergian tarpeeseen. Eristeen ja vesikatteen

väliin tulee jäädä tuulettuva tila (kuva 8). Tämän tilan tehtävänä on tuulettaa esimerkiksi vesikatteen alapuolelle kondensoitua kosteusta pois. Myös ilmavuodot eristeen sisäpuolisessa ilmansulkukeroksessa aiheuttavat kosteuskuormaa tähän tuulettuvaan tilaan. (13; 14.)



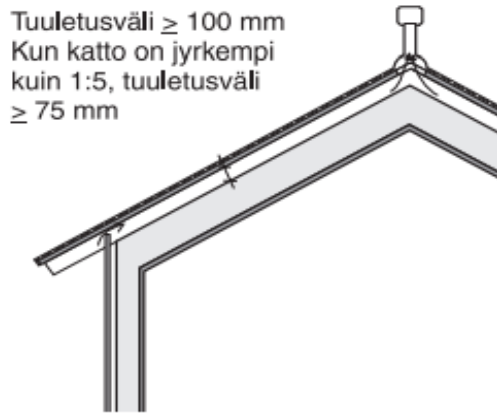
KUVA 8. Yläpohjan tuuletus ristikkorakenne (14)

Palkkirakenteisessa katossa yläpohjan tuuletukseen tulee kiinnittää enemmän huomiota ja erityisesti siihen, että harjalla ilma pääsee poistumaan koko katon alueelta. Tuulettuva tila palkkirakenteessa eristeen ja vesikatteen välissä on suhteellisen pieni ja kattokannattajat jakavat lappeen pystysuuntaisiin osiin. Mikäli asiaan ei kiinnitetä huomiota voi tuuletuksesta helposti tulla toimimaton. Tuuletusvälin vähimmäissuositus on 100 mm. Tuulettuva ilma poistuu katon päädyistä tai harjatuuletusventtiileistä (kuva 9). Tarvittaessa käytetään lisäksi alipainetuulettimia. (13.)



KUVA 9. Yläpohjan tuuletus palkkirakenne (14)

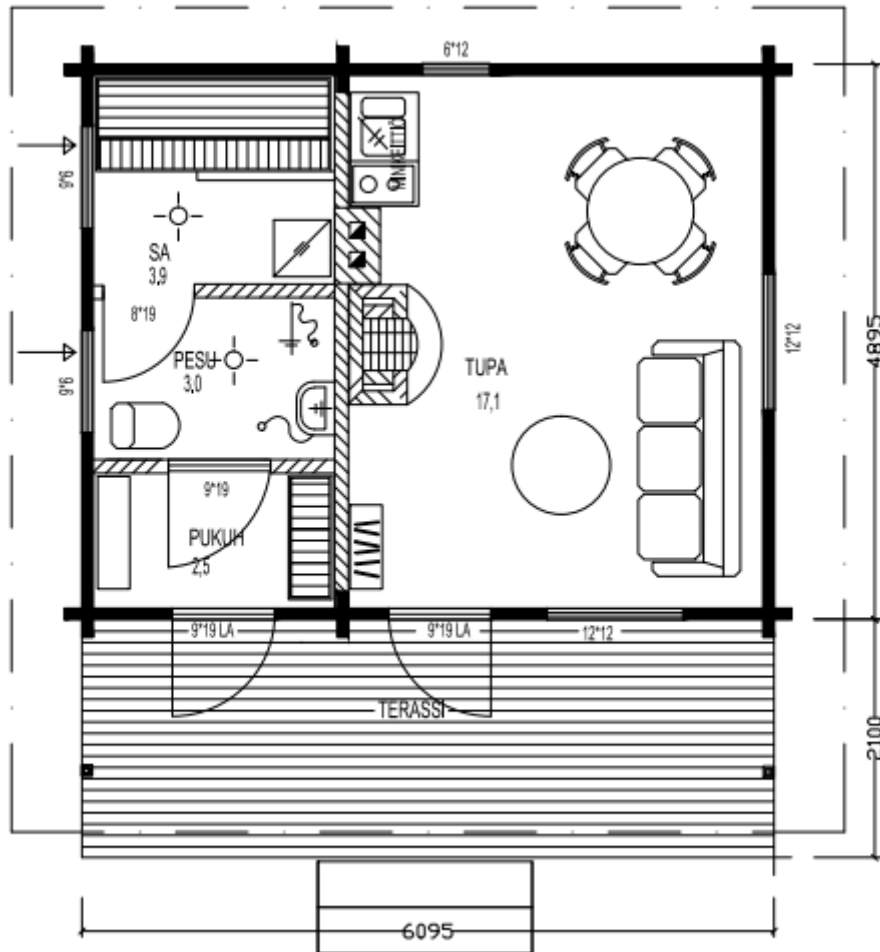
Katoissa, jotka ovat kaltevuudeltaan jyrkempiä kuin 1:5 voidaan käyttää hieman pienempää 75 mm tuuletusväliä (kuva 10). Ristikkorakenteisessa yläpohjassa tuuleuksesta tulee yleensä automaattisesti tehokas, koska tällaisessa yläpohjassa on enemmän tilaa ja tila on avointa. Myös räystäät ovat usein avoimet rakennuksen jokaiselta sivulta. (13; 15, s. 3.)



KUVA 10. Yläpohjan tuuletusväli (15, s. 3)

3 RAKENNEVERTAILU

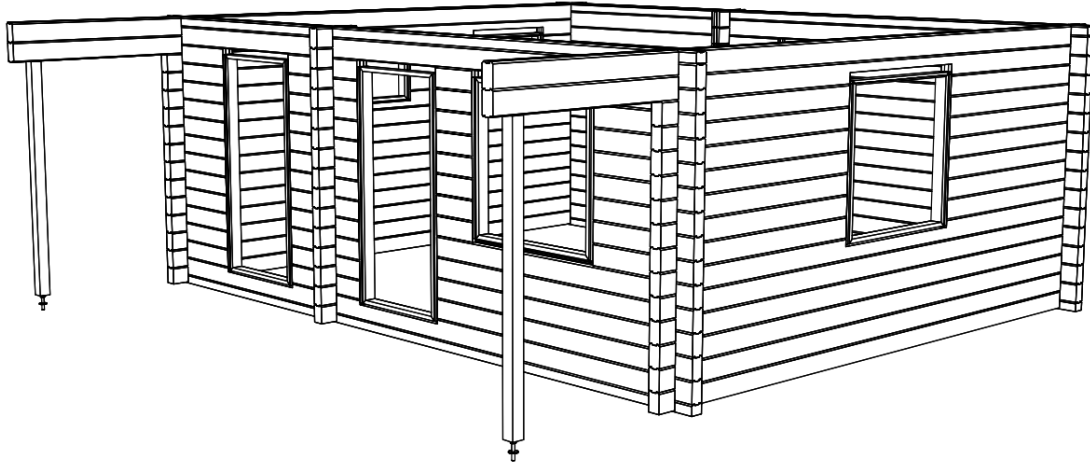
Vertailun kohteena tässä työssä on pieni noin 30 neliömetrin kokoinen saunatuparakennus, jonka ulkomitat ovat leveydeltä 6 095 mm ja syvyydeltä 4 895 mm sekä lisäksi 1 500 mm kuistin päälle ulottuvaa katetta. (Kuva 11.)



KUVA 11. Pohjakuva saunatuvasta

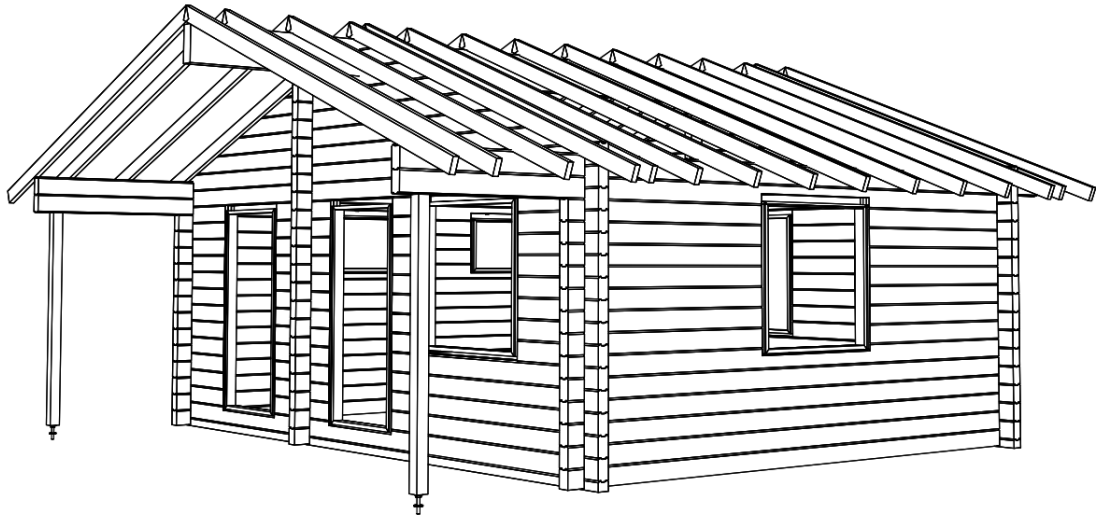
Alun perin rakennus on suunniteltu hirsikehän osalta tasakertakehikoksi (kuva 12), jonka päälle asennetaan tehdasvalmisteiset naulalevyristikot. Kohde tällä rakenteella otetaan vertailuhinnaksi työlle. Vertailuhintaan vaikuttavat materiaalit ristikkorakenteisessa katossa ovat kattoristikot, pää-

tykolmioiden ja ristikon kannan rakenteet eri rakennekerroksineen sekä hirsipaneeliverhoilu ulkopuolelle. Myös sisäpuolen verhoilupaneeli sekä tarvittava koolaus vaikuttavat loppuhintaan, sillä sisäkaton pinta-alat poikkeavat toisistaan. Varsinaista vesikatetta sekä liittyviä rakenteita ei ole otettu mukaan vertailuun, koska niiden menekit ja rakenteet pysyvät samana kantavasta rakenteesta riippumatta.



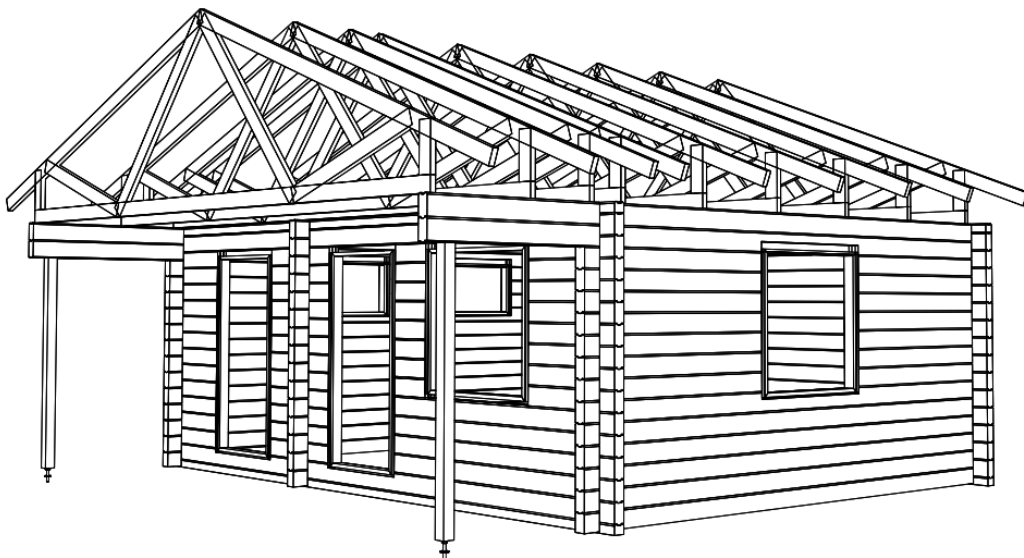
KUVA 12. Tasakertainen hirsikehä mallinnettuna

Palkkirakenne (kuva 13) toteutetaan ns. korkeana sisäkattona ja rakenteeseen huomioidaan vertailuun mukaan hirsikehän korotus päätykolmioiden osalta, tarvittavat palkit, lapeniskat, tuulensuojalevyt ja niiden kiinnitysrimat sekä vesikaton alle tarvittava tuuletuskoolaus. Sisäpuolen materiaaleihin huomioidaan sisäverhouspaneeli sekä paneelin tarvitsema lisäkoolaus riittävää kiinnitystä varten.



KUVA 13. Hirsikehä harjapalkilla

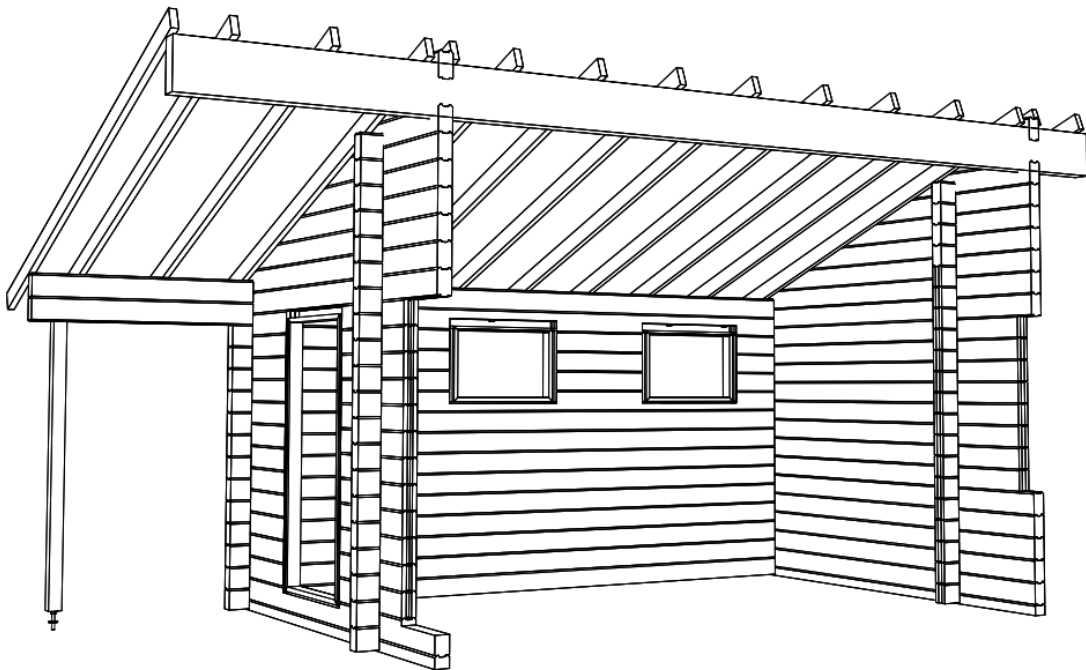
Hirsikehät kummassakin rakenteessa ovat samanlaiset tasakertaan saakka. Ristikkomallissa tästä ylöspäin rakenne jatkuu kevytrakenteisena (kuva 14). Ristikkomallissa katon kantavana rakenteena toimii naulalevyristikko. Päätykolmioissa rakenne syntyy ulkopuolen hirsipaneelista, jonka takana on tuuletuskoolaus. Tuuletuskoolauksen alla on tuulensuojalevy sekä sahatavarasta tehty pystyrunko. Vastaava rakenne on myös ristikoiden kainaloissa räystäällä pois lukien pystyrunkorakenne, jonka ristikon kanta korvaa. Ristikot asennetaan 900 mm keskeltä keskelle jaolla ja ristikoita tulee yhteensä 9 kappaletta.



KUVA 14. Katon ristikkorakenne

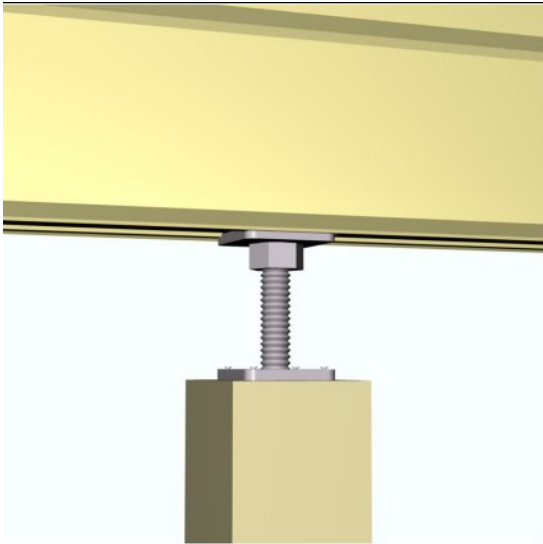
3.1 Palkkirakenne

Palkkirakenne käsittää esimerkin pienehkössä kohteessa harjapalkin sekä lapepalkit (kuva 15). Harjapalkki tulee nimensä mukaisesti harjalle, rakennuksen keskelle. Harjapalkki kannattaa lapepalkit harjalta ja ottaa vastaan katon kuormasta puolet. Alapäästään lapepalkit tuetaan ulkoseinien päälle. Ulkoseinille katolta tulee suhteessa pienempi kuorma noin $\frac{1}{4}$ katon kokonais- kuormasta.



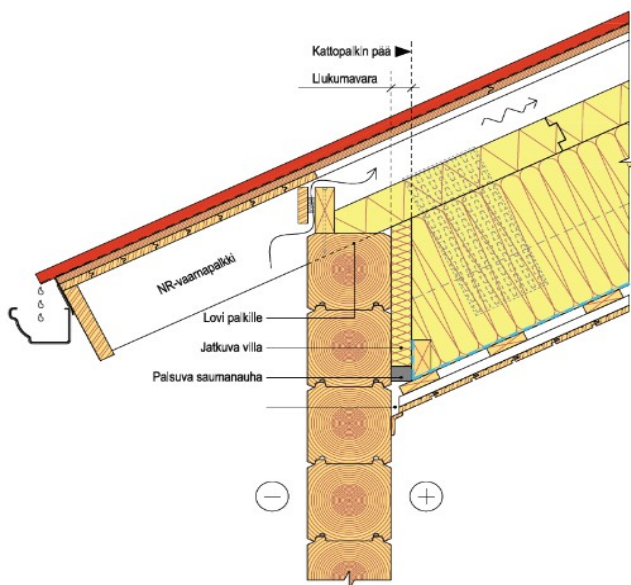
KUVA 15. Pilari- palkkirakenne

Palkkirakenteella toteutettu katto mahdollistaa helposti korkeaa sisätilaa, missä sisä- ja ulkokatto ovat samassa kulmassa. Kuitenkin palkkirakenteessa palkkien vahvuudet suurenevat nopeasti jännevälien kasvaessa ja pääkannattajille tulee lisätuennan tarvetta, joka vaatii sisätiloihin pilareita. Pilarit sisätiloissa eivät ole toivottuja, koska ne rajoittavat sisätilojen käytettävyyttä. Lisäksi hirsirakenteessa pilarit vaativat pituuteen säädettävyyttä hirren painumisen vuoksi (kuva 16). Puu painuu syitä vastaan kohtisuorassa jopa 3 - 4 prosenttia. Lisäksi hirsien väliset saumat, eli varaukset tiivistyvät muutamia vuosia, mistä aiheutuu painumista. Pituussuunnassa puun eläminen on huomattavasti vähäisempää, noin 0,2-0,4 prosenttia. Pilareiden säätö on yksi huolehdittava kohde lisää rakennuksen käytössä.



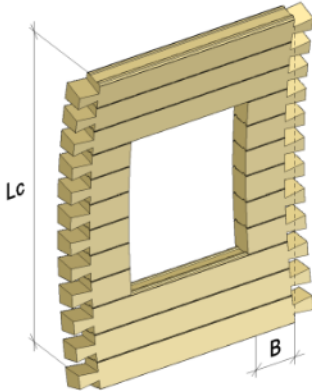
KUVA 16. Pilari ja säätöjalka (16, s. 18)

Toteutettaessa vesikatto hirsirakennukseen palkkirakenteisena, tulee vesikaton rakenteissa ottaa huomioon hirsirakenteen painumat. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että lapepalkkeja ei voi kiinnittää jäykästi kantavan seinän päälle. Tämä johtuu siitä, että harjapalkki on tuettu päistään hirrestä valmistetuiden päätykolmioiden päälle ja laskeutuu ajan myötä alaspäin hirsien painumisesta johtuen. Tästä syystä lapepalkin alapään kiinnityskohdan pitää päästä liukumaan seinän päällä. Muuten lapepalkit työntäisivät ulkoseinää yläpäästään ulospäin. (Kuva 17.)



KUVA 17. Periaatekuva palkkiyläpohjan liittymästä (17)

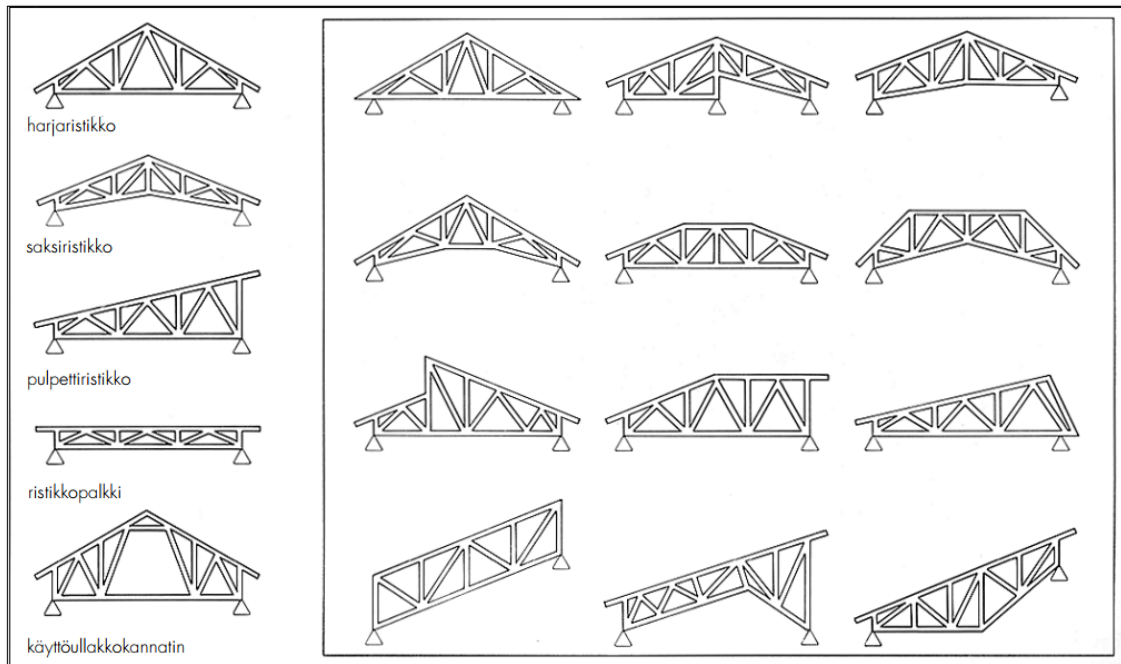
Tämä kiinnitys taas johtaa siihen, että hirsikehikossa tulee ottaa huomioon riittävä seinän jäykistäminen, koska kattorakenteilla ei kantavaa seinää voi jäykistää liukuvasta kiinnityksestä johtuen. Seinän yläpää saattaa katon kuormituksesta johtuen alkaa taipumaan yläpäästään sisään päin. Ilman jäykisteitä hirsiseinässä ei ole taivutusjäykkyyttä seinän korkeussuunnassa (kuva 18). Ilmiö korostuu mitä pidempi suora seinälinja on kyseessä.



KUVA 18. Periaatekuva hirsiseinän jäykkyydestä (18)

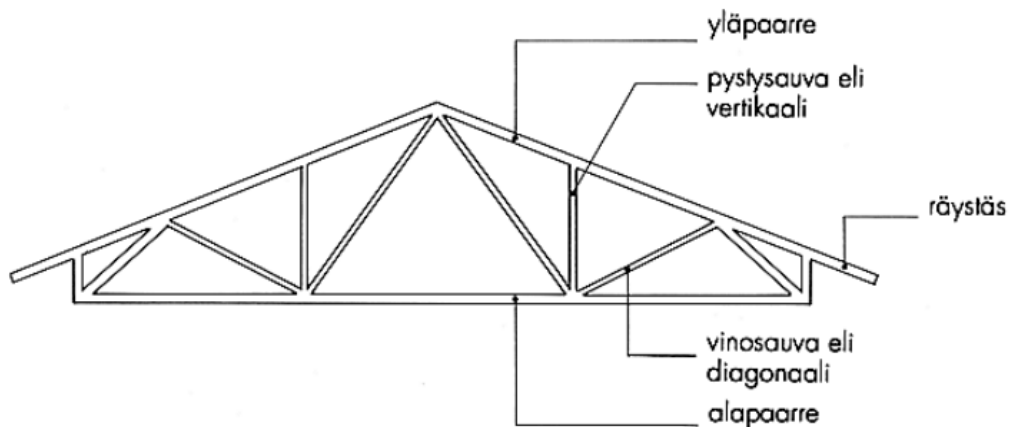
3.2 Ristikkorakenne

Ristikkorakenteisilla kattokannattajilla päästään helposti jopa 20 metrin jänneväleihin ilman välitukia. Ne ovat edullisia, kevyitä ja taipuvat moneen käyttötarkoitukseen. Ristikko-, ja palkkirakenteita voidaan myös yhdistellä sekä ristikkorakenteella voidaan tehdä ristikkopalkkeja. Monikäyttöisyyden ja keveyden vuoksi ristikot ovat helppo sekä edullinen rakenneratkaisu pientalorakentamisessa. (Kuva 19.)



KUVA 19. Erilaisia puuristikoita (11, s.2)

Ristikkorakenteiden edullisuus perustuu itse rakenteeseen. Kolmiomainen muoto tekee rakenteesta jäykän ja sauvat voivat olla hoikkia. Puiset naulalevyristikot koostuvat muutamasta pääosasta, yläpaarteesta, alapaarteesta, vinosauvoista eli diakonaaleista ja pystysauvoista eli vertikaaleista. Lisäksi ovat naulalevyt, joilla ristikon eri osat liitetään toisiinsa. (Kuva 20.)

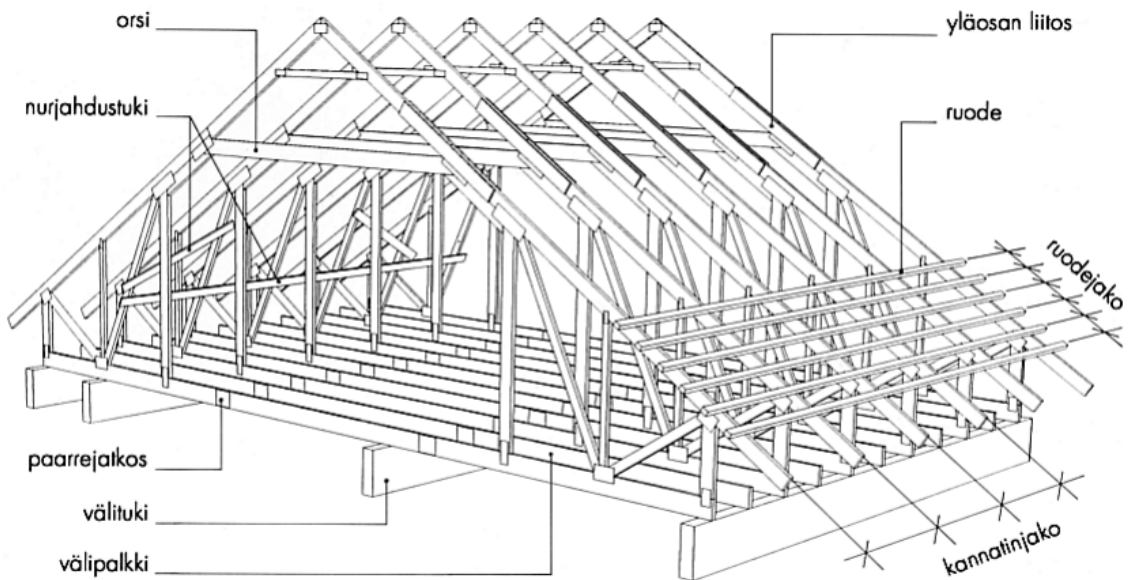


KUVA 20. Naulalevykannattimen osien nimityksiä (11, s.3)

Tehdasvalmisteiset kattoristikot on suunniteltu ottamaan kuormia ns. tasossa, eli kannattelemaan ristikon suuntaisia kuormia, siksi ristikot tarvitsevat aina lisäksi liittyviä rakenteita, joilla kevytrakenteiset ristikot liitetään toisiinsa ja jäykistetään lopullisessa rakenteessa. Liittyvillä rakenteilla otetaan

vastaan rakenteen sisäiset kuormat. Liittyvät rakenteet ovat myös tärkeässä roolissa siirrettäessä tuulikuormia perustuksille. Rakenne tulee jäykistää ulkoisia sekä sisäisiä kuormia vastaan.

Sisäisiä kuormia vastaan tehdään esimerkiksi ristikon puristussauvoihin nurjahdustuenta, ettei hoikkarakenteinen sauva nurjahda esimerkiksi lumen painosta aiheutuvasta puristuksesta (kuva 21). Nämä voimat ovat rakenteen sisäisiä voimia. Rakenteen kokonaisjäykistys siirtää kuormia liittyviin rakenteisiin, kuten lumen painon kantavana rakenteena olevaan hirsiseiniään, joka edelleen vie kuormat perustuksille. Näitä kuormia kutsutaan ulkoisiksi kuormiksi. Sisäisiä kuormia ei synny ilman ulkoisia kuormia.



KUVA 21. Naulalevykannattimen osien nimityksiä (11, s.3)

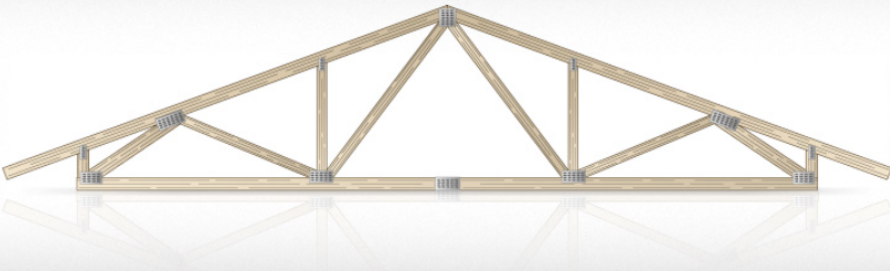
Ristikoiden suunnittelu tehdään tehtaalla, missä suunnitteluun on omat ohjelmistot. Tehtaalla lasketaan ristikoiden rakenneosien riittävä kestävyys. Tehdas ohjeistaa myös puristussauvojen tuennan. Kokonaisjäykistystä ristikkotehdas ei kuitenkaan tee, vaan se on rakennuksen rakennesuunnittelijan tehtävä. Ristikoiden tuennan suunnittelu on osa rakennuksen kokonaisjäykistystä. Kattorakenteet jäykistävät myös seiniä ja näin rakennuksesta tulee kokonaisuus, joka on riittävän vahva kestäämään syysmyrskyt ja talven lumet.

Suunnittelua varten tehdas tarvitsee riittävät tiedot rakenteesta. Tehdas tarvitsee tiedot kuormista tai rakennuksen sijainnista kuormien laskentaa varten. Tiedot kattorakenteiden painosta tai tiedot

katemateriaaleista kuormien laskentaa varten. Lisäksi tarvitaan tiedot kattoristikon mallista, mitoista, kattokaltevuudesta, tukipisteiden sijainnista ja räystäiden mitoista. Rakennesuunnittelijat antavat yleensä nämä tiedot tehtaille valmiiksi laskettuina.

Tehtaat kuitenkin laskevat ne myös monelle omatoimirakentajalle, joilla ei ole ammattitaitoa tähän. Eri ristikkovalmistajilla on omat toimintamallinsa sekä suunnitteluohjelmistot ja käytettävän puutarvan dimensiot ovat yleensä poikkeavia. Senkin vuoksi tehtaiden oma suunnittelu ristikkomalleille on loogista. Nykyään kattoristikoiden tilaus on melko helppoa. Monella valmistajalla on kotisivuiltaan valmis kaavake, mihin täytetään pyydetyt tiedot. (Kuva 22.)

HARJARISTIKKO



O1 VALITSE RISTIKKOTYYPPI

O2 ANNA RISTIKON MITAT

O3 ANNA YHTEYSTIETOSI

<p>1. Alapaarteen pituus (mm) <input type="text"/></p> <p>2. Tukikorkeus (mm) <input type="text"/></p> <p>3. Kattokaltevuus (mm) 1:3 (18.4) ▾</p> <p>4. Harjakorkeus (mm) <input type="text"/></p> <p>5. Räystäään pituus (mm) <input type="text"/></p> <p>6. K-jako k900 ▾</p> <p>7. Katemateriaali Pelti ▾</p>	<p>8. Kappalemäärä <input type="text"/></p> <p>9. Rakennuksen pituus (mm) <input type="text"/></p> <p>10. Välituen sijainti (mm) Laita 0, jos välitukea ei ole. <input type="text"/></p> <p>11. Liitetiedosto (liitä piirustukset) MAX 2MB Valitse tiedosto <input type="text"/> Ei valit...dosto </p> <p>12. Lisätietoja <input type="text"/></p> <p style="text-align: center; background-color: #ffff00; padding: 2px 10px; font-weight: bold;">LISÄÄ TARJOUSPYYNTÖIHIN »</p> <p style="text-align: center; background-color: #f0f0f0; padding: 2px 10px; font-weight: bold;">« VALITSE RISTIKKOTYYPPI</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid #ccc;">Tarjouspyynnöt</th> <th style="text-align: right; border-bottom: 1px solid #ccc;">Kpl</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid #ccc;">Ei tarjouspyyntöjä</td> <td style="border-bottom: 1px solid #ccc;"></td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid #ccc;">Yhteensä</td> <td style="border-bottom: 1px solid #ccc; text-align: right;">0</td> </tr> </tbody> </table>	Tarjouspyynnöt	Kpl	Ei tarjouspyyntöjä		Yhteensä	0
Tarjouspyynnöt	Kpl							
Ei tarjouspyyntöjä								
Yhteensä	0							

KUVA 22. Naulalevykannattimen tarjouspyyntö lomake (19)

4 RAKENTEIDEN KUSTANNUSVERTAILU

Puun hinta muodostuu kuutiohinnasta, mikä on nähtävissä myös lopputuotteessa. Puun jalostusaste vaikuttaa myös merkittävästi lopputuotteen hintaan. Mitä pidemmälle jalostettu puutuote on, sitä enemmän tuotteeseen on käytetty aikaa. Tämä puolestaan nostaa valmiin tuotteen hintaa.

Tässäkin tapauksessa kustannusero muodostuu puutavaran menekistä. Palkkirakenteiseen kattoon tarvittavan puutavaran määrä on suhteessa suuri verrattuna kevytrakenteisiin kattoristikoihin. Toisaalta kattoristikot ovat pitkälle jalostettua puutavaraa, mikä nostaa valmiiden ristikoiden hintaa verrattaessa vähäisesti käsiteltyyn sahatavaraan.

Mikäli työnosuus on myös ostettua, tulee se ottaa huomioon lopullisissa kustannuksissa. Palkkirakenteisessa katossa on enemmän työnosuutta kuin ristikkomallissa. Ristikoiden asennus vesikattoa vaille on kohtuullisen nopeaa. Tämä sen vuoksi että ristikot tulevat tehtaalta asennusvalmiina ja oikeissa mitoissa. Ristikoiden asennus on käytännössä nosto rungon päälle nosturilla, kiinnitys runkoon kulmalevyin sekä riittävän tuennan tekeminen. Lisäksi ristikoita on vain 9 kappaletta.

Palkkikatossa mittauksia ja asennusta on enemmän. Harjapalkki sekä lapepalkit tehdään ensin työmaalla ylipitkästä puutavarasta sopivan mittaiseksi ja lapepalkit kiinnitetään katolle yksitellen. Lapepalkkeja on myös kappalemääräisesti enemmän. Lapepalkkien väleihin asennetaan tuulensuojalevy ja niiden tarkka työstäminen ja asennus vie työaikaa myös. Hirsirungon erot työajallisesti kuitenkin tasaavat hieman työaikaa. Päätykolmioiden teko hirrestä on suhteellisen nopeaa.

Ristikkorakenteessa päädyissä on monta kerrosta ja työtä tulee enemmän tuulensuojalevyjen sekä paneelien leikkauksesta ja asennuksesta. Liittyvät rakenteet, kuten päätyräystäät sekä räystäään otsalaudat ja aluslaudoitukset ovat molemmissa rakenteissa yhteneväiset. Lopullinen työmäärä on palkkirakenteessa hieman suurempi.

Hintaeroa rakennukselle kattorakenteiden osalta syntyy kuitenkin vain 8,5 % ristikkorakenteen eduksi. Rakennuksen kokonaishinnassa tämä ero on kuitenkin suhteellisen pieni, vain 4 %, ja kustannuksen vaikutus lopulliseen valintaan on lähinnä marginaalinen. Tässä työssä tarkastelun koh-

teena olleeseen saunarakennukseen tilantuntoa tuova avara palkkikatto kustantaa kokonaisuudessaan noin 3000 euroa enemmän verrattaessa ristikkorakenteiseen tasaiseen sisäkattoon. Kustannusarvio on saatu yrityksen käyttämän laskentaohjelmiston avulla ja pohjautuu päivän hintaan materiaalien osilta. Työn osuus on arvio, joka perustuu valmistuneiden kohteiden toteutuneista kustannuksista saatuun tietoon.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada valmiit hintaerot yhdelle saunarakennukselle, jonka kattorakenteet voidaan toteuttaa kahdella erilaisella rakenneratkaisulla. Työssä tarkasteltiin rakennuksien kattorakenteiden rakenteellisia eroja sekä rakennusmateriaalien poikkeavia menekkejä. Todettuja menekkieroja sekä tavaran menekeistä laskettua hintaeroa vertailtiin lopuksi, jotta hintaero saatiin laskettua myynnin tarjouslaskennan tueksi.

Työssä laadittu käyttökelpoinen määrälaskenta keventää kyseisen saunatuvan tarjouslaskentaa eri toimitusvaihtoehdoille. Laskentaa on myös tulevaisuudessa helppo päivittää hintojen muuttuessa, koska materiaali menekki ei muutu. Tehtyä laskelmaa voi soveltaen käyttää pohjana myös muihin rakennuksiin muuttamalla menekit vastaamaan rakennusta.

Laskennassa saatuihin hintaeroihin vaikuttavat voimakkaasti vallitsevat suhdanteet. Erityisesti puun vaihteleva hinta on merkittävässä asemassa. Hirsirakennuksessa käytetyn puun määrä on suurta verrattuna rankarakenteisiin rakennuksiin. Pitkälle jalostetuissa puutuotteissa myös tehdyn työn määrä on suuri, joten prosessin kulurakenne on iso ja lopputuotteen hintaan vaikuttavia tekijöitä on paljon enemmän kuin vain vähän prosessoituun puutavaraan.

Työssäni opin kuinka tärkeässä osassa tarjouslaskenta on onnistuneen talopaketti toimituksen alkuvaiheessa. Tarjouslaskennassa on tärkeää, että materiaaleja on laskettu riittävästi ja haasteena laajan toimitussisällön laskennassa on huomioida kaikki tarvittava rakennusmateriaali. Opin myös sen, että pitkissä tuotantoketjuissa lopputuotteen hintaan vaikuttavia tekijöitä on erittäin monta.

LÄHTEET

1. Rakentaja.fi 2011. Vesikaton rakenteet. Hakupäivä 14.11.2022. https://www.rakentaja.fi/artikkelit/8633/vesikaton_rakenteet.htm.
2. Oulun kaupunki, Rakennusvalvonta. Kaavat ja rakentamistapaohjeet. Hakupäivä 14.11.2022. <https://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/kaavat-ja-rakentamistapaohjeet>.
3. RT RakMK-21158. 2000. Kaavamerkinnot. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 18.11.2022. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%20RakMK-21158>. Vaatii lisenssin.
4. Suomirakentaa.fi 2019. Vesikatteen valinta. Hakupäivä 19.1.2023. <https://www.suomirakentaa.fi/korjaaja/vesikatto/vesikatteen-valinta>.
5. Paroc Group Oy. Yläpohjat ja ullakot. Hakupäivä 18.11.2022. <https://www.paroc.fi/kayttokohteet/rakennusten-eristaminen/harjakatot-ja-ullakot>.
6. Suomirakentaa.fi 2019. Aluskate kuuluu osana kattorakenteeseen. Hakupäivä 19.1.2023. <https://www.suomirakentaa.fi/tyoohjeet/vesikatto/aluskate-kuuluu-osana-kattorakenteeseen>.
7. SFS-EN 1991-1-1 2001. Rakenteiden kuormat. Osa 1-1: yleiset kuormat, tilavuuspainot, oma paino ja rakennusten hyötykuormat. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Hakupäivä 16.11.2022. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/170641.html.stx>. Vaatii lisenssin.
8. Wood Focus Oy 2004. Avoin puurakennusjärjestelmä - paikalla rakentaminen. Hakupäivä 20.12.2022. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/suunnitteluperusteetkokooehje-1.pdf>.
9. Puuinfo.fi 2018. NR-ristikkoyläpohjan jäykistys. Hakupäivä 19.1.2023. https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/06/20_NR-ristikkoy%20yl%20pohjan-j%20y%20y%20kistys.pdf.

10. Puuinfo.fi 2020. Puurakenteiden lyhennetty suunnitteluohje. Eurokoodi 5. Hakupäivä 15.1.2023. <https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2020/07/Eurokoodi-5-Lyhennetty-suunnitteluohje-5.-PAINOS-2020-P%C3%84IVITYYS-22.7.-web.pdf>.
11. RT 85-10495. 1993. Puuristikot ja -kehät. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 18.11.2022. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2085-10495>. Vaatii lisenssin.
12. MES-Wood Oy. Tiimatalot mallisto. Hakupäivä 10.3.2023. <https://www.tiimatalot.fi/m%C3%B6kit-ja-saunatuivat>.
13. Sisäilmayhdistys ry 2008. Vesikatto ja yläpohja. Hakupäivä 18.11.2022. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Vesikatto-ja-ylapohja>.
14. Katepal 2020. Kattolaattakaton vaatimukset. Hakupäivä 18.11.2022. <https://katepal.fi/kattolaattakaton-vaatimukset/>.
15. Rakennustieto Oy. Jyrkät bitumikermikatot. Hakupäivä 10.1.2023. https://login.rakennustieto.fi/kortistot/rane/attachments/5fIPeDhrH/5iwrrXRcd/Files/CurrentFile/rt-lausunto_06-39_Jyrkat_bitumikermikatot.pdf.
16. Hirsitaloteollisuus ry. Hirsirakentamisen perusteet. Hakupäivä 1.2.2023. https://www.hirsikoti.fi/assets/images/Koulutusmateriaali/Hirsirakentamisen_perusteet.pdf.
17. Puuinfo.fi 2020. Rakenteet. Hirsiliitos detaljit. Hakupäivä 1.2.2023. <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/hirsiliitosdetaljit/>.
18. Puuinfo.fi 2020. Rakenteet. Seinien jäykistys. Hakupäivä 18.11.2022. <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/seinien-jaykistys/>.
19. Sepa Oy. Tarjouspyyntö. Hakupäivä 18.1.2023. <https://www.sepa.fi/tarjouspyynto/>.