

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikka

Heini Urhonen

RAKENNE- JA LIITTYMÄDETALJIKIRJASTO
HIRSITALOTEHTAALLE

Opinnäytetyö
Helmikuu 2015



OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2015
Rakennustekniikka

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
+358 50 260 6800

Tekijä(t)
Heini Urhonen

Nimeke
Rakenne- ja liittymädetaljikirjasto hirsitalotehtaalle

Toimeksiantaja
Pohjois-Karjalan Ykköspuu Oy

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä laadittiin rakenne- ja liittymädetaljikirjasto hirsiomakotitaloille Kontiolahdella Lehmassa toimivalle hirsitalotehtaalle. Tehdas valmistaa hirsisiä vapaa-ajan rakennuksia ja omakotitaloja.

Ykköspuu Oy:n toimintakonseptiin kuuluu rakennusten asiakaskohtainen suunnittelu, jonka perustaksi detaljikirjasto tehtiin.

Hirsirakentamisen erityispiirteet, painuminen, höyrysuluton rakenne, lämmöneristysvaatimukset sekä näihin liittyen rakennuksen ilmanpitävyys, huomioitiin erityisesti suunnittelussa. Ongelma-kohtat rakenteiden liittymissä kartoitettiin ja niihin pyrittiin löytämään rakennus- ja kosteusteknisesti toimivat ratkaisut.

Tarvittavat detaljit kartoitettiin, laadittiin nimeämisjärjestelmä ja jäsennettiin sisällysluettelo. Detaljit järjestettiin systemaattiseksi kirjastoksi, jota käytetään niin myynnin asiakirjoissa, suunnittelun apuvälineenä kuin rakentamisen ohjeistuksessa.

Kieli

suomi

Sivuja 33

Liitteet

Asiasanat

puurakentaminen, hirsirakentaminen, hirsirakenne, rakennekirjasto, rakenne- ja liittymädetaljit, rakennusfysiikka, ilmanpitävyys, kosteus ja lämpö



THESIS
December 2014
Degree Programme in Civil Engineering

Karjalankatu 3
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260 6800
THESIS
December 2014

Author (s)
Heini Urhonen

Title

A construction and joint detail library for the log house factory
Commissioned by
Pohjois-Karjalan Ykköspuu Ltd

Abstract

In this thesis a construction and joint detail library was created for the log houses of Ykköspuu Ltd, a log house factory situated in Lehmo, Kontiolahti. The factory manufactures log houses and leisure time buildings. Ykköspuu Ltd.'s business model includes a customized design for the log houses. The purpose of the detail library is to be the basis for this tailoring process.

Special characters of the log building construction, such as subsidence, the absence of vapor barriers in the structure, requirements of the thermal insulation and the air tightness related to these were taken into account in the design process. The problems in the joints of the constructions were determined, and a solution that takes the aspects of building and humidity into account was aimed at.

All the necessary details were gathered, and a naming system and a content list were created.

The details were organized into a systematic library, which it is utilized in purchasing documents, as a tool in the design work, and in the instructions of the construction process.

Language

Finnish

Pages 33

Appendices

Keywords

wood construction , log buildings , log constructions, a construction library; structure and joint details, building physics, air-tightness , moisture and heat

Sisälllys

1	Johdanto	5
1.1	Lähtökohdat	5
1.2	Tilaaaja	5
1.3	Tavoitteet ja toteutus	6
1.4	Hirsirakenteiden kehitys.....	7
2	Hirsirakennus, hirsi, lamellihirsi.....	8
3	Hirsitalon painuminen	9
3.1	Hirsirakenteen painuminen	9
3.2	Painuman määrä lamellihirsitalossa	10
3.3	Painuman huomioivia hirsirakenneratkaisuja.....	10
4	Hirsirakenteen jäykistäminen	13
5	Rakennuksen energialuokat	15
6	Ilmanpitävä, tiivis talo.....	16
6.1	Rakennuksen ilmanpitävyys	16
6.2	Ilmanpitävyyden merkitys	17
6.3	Ilmanvuotoluku.....	17
6.4	Ilmatiiviyden kehitys puu- ja hirsitaloissa	18
6.5	Hirsirakennuksen ilmatiiviyys.....	19
6.6	Tiivistysmateriaalit	20
7	Hirsitalon lämmöneristävyys	21
7.1	Massiivipuu lämmöneristeenä.....	21
7.2	Määräyksiä	21
8	Märkätilat hirsitalossa	23
9	Sähköasennukset hirsitalossa	24
10	Hirsikehikon suojaus ja pintakäsittely.....	25
11	Detaljikirjaston laatimisprosessi	25
12	Tulokset	26
12.1	Detaljikirjasto	26
12.2	Hirsirakenteen tiivistys	27
12.3	Ilmatiiviyys liitoksissa	29
12.4	Hirsitalo ja rossipohja.....	30
13	Pohdinta.....	31

Liitteet

Liite1 Detaljikirjasto 240-hirsitalolle

1 Johdanto

1.1 Lähtökohdat

Tämä opinnäytetyö on osa puutaloteollisuudessa toimivan, paikallisen pk-yrityksen kehitystyötä ja on siten alueellisesti vaikuttava. Vaikka hirsitalotehdas on suhteellisen pieni muiden talotehtaiden joukossa, niin sen toiminta rakentamisen jatkuvasti kehittyessä vaikuttaa osaltaan uuteen asuinrakennuskantaan. Tämän päivän tietämyksen mukaisesti toimivat rakenneratkaisut pientalojen suunnitelmissa ovat rakennustyömailla ohjaamassa rakennusurakoitsijoita toteutuksessa ja myös uudistamassa näkemyksiä hyvästä rakentamistavasta.

Rakennusmääräyskokoelman D3-osasta löytyvät rakennuksen energiatehokkuuteen vaikuttaville tekijöille asetetut vaatimukset. Rakennuksen energian kulutukseen vaikuttavat tärkeinä tekijöinä mm rakennusvaipan ilmanpitävyys ja lämmöneristävyys, ilmanvaihdon energiatehokkuus, lämmitysjärjestelmä. Näiden tietojen avulla lasketaan rakennuksen ostoenergian kokonaiskulutus, joka määrittää rakennuksen energialuokan. Energiatodistus liitetään rakennuslupahakemukseen. Nämä vaatimukset täyttävien ja toimivien suunnitelmien tekemisessä ja rakennusvaiheessa toteuttamisessa detaljikirjasto on suurena apuna.

1.2 Tilaaja

Työn tilaaja oli Pohjois-Karjalan Ykköspuu Oy. Hirsirakennuksia valmistavan yrityksen on perustanut noin 30 vuotta sitten puumestari Risto Kettunen, jolta nykyinen yrittäjäpariskunta Sari ja Arto Pottonen osti Ykköspuu Oy:n. Yrityksen Kontiolahdella Lehmassa sijaitsevassa hirsitalotehtaassa on kaksi tuotantolinjaa. 1-linjalla tehdään vapaa-ajan hirsirakennuksia 58–134 mm:n paksuisista sekä massiivi- että lamellihirsistä. Uudemmallalla, vuonna 2011 käyttöön otetulla 2-linjalla valmistuu järeämmistä, 134–270 mm:n vahvaisista lamellihirsistä omakotitalojen ja ympärivuotiseen käyttöön soveltuvien huviloiden kehikoita. Lamel-

lihirret Ykköspuulle toimittaa Lameco LTH Oy. Ykköspuulla lamellihirret katkaistaan määrämittoihin ja niihin työstetään nurkkasalvokset, rei'itykset ja karaurat.

Omakotitalojen osuus Ykköspuun myynnistä on kasvanut 2-linjan käyttöönoton jälkeisenä aikana. Ykköspuu valmistaa hirsikehikoita pääasiassa kotimaan markkinoille, mutta myös Venäjän viennillä on vakiintunut osuus myynnistä. Ykköspuulla on oma edustajansa Venäjällä.

Lamellihirret toimittava Lameco LTH Oy valmistaa hirsikehikoita, lamellihirsiä, liimapuurunkotolppia ja -pilareita. Tuotteita saa myös lämpökäsitellystä puusta valmistettuna. Lamecon lamellihirsitehdas toimii Varpaisjärvellä. Tuotannossa on myös sisustuspaneelleja. Lameco osti Rantasalmi Oy:n vuonna 2011. Rantasalmella valmistettavien hirsikehikoiden tuotemerkit ovat Rantasalmi-hirsitalot ja Ekorex-lämpöhirsi.

1.3 Tavoitteet ja toteutus

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön tehtävänä oli laatia yritysکوhtainen rakenne- ja liittymädetaljikirjasto vakiohirsiomakotitalojen suunnittelua ja rakentamista varten. Vakiohirsiomakotitalolla tässä tarkoitetaan rakennusta, jossa on tasaker-ta hirsikehikko, kattoristikot, maanvarainen tai tuulettuva alapohja, huopa- tai peltikate ja rankarakenteiset väliseinät. Usein Ykköspuun toimitukseen omakotitaloissa kuuluvat hirsikehikon lisäksi puuosatoimitus ja kehikon pystytys. Vaikka näissä tapauksissa muu rakentaminen jää rakennuttajan itsensä huolehdittavaksi, niin ohjeistus rakenneliittymien tekemiseen tiivistyksineen ja painumava-roineen kuuluu tavarantoimittajalle.

Ykköspuun olemassa oleva detaljisto on kertynyt pitkän ajan kuluessa. Se liittyy suurimmalta osaltaan vapaa-ajan rakennuksiin. Omakotitalokehikoiden myynnin osuuden lisääntyä 2-linjan käyttöönoton myötä oli tarvetta laatia omakotitalo-toimituksiin tarvittava ajantasainen detaljisto. Määräykset ovat muuttuneet viime vuosina ja jo olemassa olevat detaljit vaativat systemaattisesti päivitystä. Nyt

käsillä oleva opinnäytetyö tarjosi hyvän mahdollisuuden paneutua tähän tarpeellista huomiota vaille jääneeseen työsarkaan.

Ennen varsinaista detaljien suunnittelutyötä kerättiin tietoa erityisesti rakennusten ilmanpitävyydestä ja lämpötaloudesta sekä niiden soveltamisesta hirsitaloihin. Etsittiin tuoretta tutkimustietoa hirsirakentamisen ratkaisuista, joilla vastataan tämän päivän energiatehokkuusvaatimuksiin. Kartoitettiin uusia tiivistykseen käytettäviä materiaaleja ja niiden ominaisuuksia ja soveltuvuutta hirsirakenteisiin.

Yhtenä osana tiedonkeruuta oli poimia rakentamismääräyksistä hirsitaloja koskevat määräykset ja ohjeet. Hirsitaloille on säädetty omia määräyksiä mm. seinän minimipaksuudesta, U-arvosta ja rakennuksen kokonaisenergian kulutuksesta. Ne oli syytä nostaa näkyviin detaljikirjaston laatimisen ohjeistukseksi.

Usein Ykköspuun toimitukseen omakotitaloissa kuuluvat hirsikehikon lisäksi puuosatoimitus ja kehikon pystytys. Vaikka näissä tapauksissa muu rakentaminen jää rakennuttajan itsensä huolehdittavaksi, niin ohjeistus hirsirakennuksen rakenneliittymien tekemisestä tiivistyksineen ja painumavaroineen kuuluu tavarrantoimittajalle.

1.4 Hirsirakenteiden kehitys

Hirsirakenteet ovat kehittyneet ajan saatossa. Suomessa rakennettiin hirrestä jo heti paikallaan pysyvän asumisen vakiintuessa. Perusteiltaan hirsirakenteet ovat pysyneet samoina vuosisatoja. Hirret liitetään nurkistaan yhteen erilaisilla liitoksilla eli salvoksilla. Seinien tapitus estää hirsien sivuttaisliikkumisen ja jäykistää hirsiseinän toimimaan yhtenäisenä rakenteena. Päällekkäisten hirsien väliin työstetään muotosauma eli varaus. Hirsiseinien aukot tehdään painumisen sallivien, mutta sivuttaisliikkeen estävien karojen avulla. Nykyisin varausten ja salvosten muoto ja kehittyneet tiivisteet takaavat nykyvaatimusten mukaisen seinärakenteen. Hirsiaihioiden kuivaus ja lamellihirsien valmistus pienentävät hirsiseinän painuman suuruutta. Lamellihirrestä voi tehdä myös painumattoman liimaamalla osan lamelleista syysuunta pystyyn.

Koneautomaatiolla ja CAD-suunnittelulla päästään tehokkaaseen valmistukseen ja suureen kapasiteettiin. Koneellinen hirsitalovalmistus mahdollistaa tasaisen laadun ja hyvän työstötarkkuuden. Optimointiohjelmat pienentävät materiaalihukkaa. Pakkausohjelmat ovat apuna logistiikassa. Niillä optimoidaan kuljetustila ja pakkausten purku työmaalla. [1.] Pitkälle teollistettavissa oleva, kokopuinen hirsirakennejärjestelmä on edelleen potentiaalinen tuote talomarkkinoilla. Rakentaja.fi:n kyselyssä 7.7 % vuoden 2013 omakotitalorakentajista valitsi runkorakenteeksi hirren [2,12].

2 Hirsirakennus, hirsi, lamellihirsi

Hirsitalo määritellään Suomen rakennusmääräyskokoelmassa D3 rakennukseksi, jossa ”ulkoseinien pääasiallinen rakennusmateriaali on hirsi, jonka keskimääräinen rakennepaksuus on vähintään 180 mm” [3,4].

Hirsi on Suomen Standardisointiliiton mukaan ”puusta valmistettu muotokappale, jonka nimellispaksuus on vähintään 68 mm” [4,kohta 4.1].

Lamellihirsi (kuva 1) tehdään liimaamalla kahdesta tai useammasta kappaleesta [5,1]. Lameco LTH Oy:lle lamelliahiot tulevat sahoilta 14–16 kosteusprosenttiin kuivattuina. Lamellihirret tehtaalla valmistetaan männystä ja kuusesta. Männyn osuus on noin 65 % hirsistä, kuusen osuus on ollut kasvamaan päin. Haposen mukaan asiakkaiden halutessa käyttää valkovahausta sisäpuolisena käsittelyinä, kuusen vaaleampi ja vähemmän kellastuva väri on mäntyä parempi.[6]

Hirsien lamellit ovat ydinhalkaistuja eli puun sydämen kohdalta sahattuja. Tämä vähentää puun halkeilua. Lamellit liimataan niin, että hirren ulkopintoihin jää puun sydänpuoli. Sydänpuu kestää paremmin sään rasituksia ja lisäksi puun mahdollinen halkeilu jää tällöin hirren sisään. Lamecolla lamellit liimataan 2-komponenttisella melamiiniureaformaldehydiliimalla (MUF). Liima on väritön, kirkas, kova ja säänkestävä. Liimaaminen tehdään suurjaksopuristimessa, jon-

ka puristusaika on lyhyt ja siten liimauskapasiteetti suuri. Jotkut valmistajat liimaavat lamellihirsiä myös polyuretaaniliimalla (PU).



Kuva 1. Lamellihirsi [kuva: 17]

3 Hirsitalon painuminen

3.1 Hirsirakenteen painuminen

Hirsiseinän painuminen on sen määrästä riippumatta otettava huomioon rakenteissa, rakenteiden liittymissä, ilmatiivistyksessä sekä ovi- ja ikkunasennuksissa. Hirsikehikko painuu ja ylä- ja välipohja sen mukana, kun taas hormit, rankarunkoiset ja muuratut väliseinät, pilarit ja muut vastaavat suoraan perustuksien varassa olevat rakenteet eivät painu. Näiden painuvien ja painumattomien rakenteiden välisten liitosten pitää olla liikkumisen sallivia tai säädettävissä painumisen mukaan.

Painuminen on otettava huomioon myös liitoksia tiivistettäessä niin, että ilmasulku säilyy yhtenäisenä. Nykyisten lamellihirsitalon painuminen on tasaista ja enimmänsä painuman aikana seinärakenne tiivistyy vielä jonkin verran [7,17].

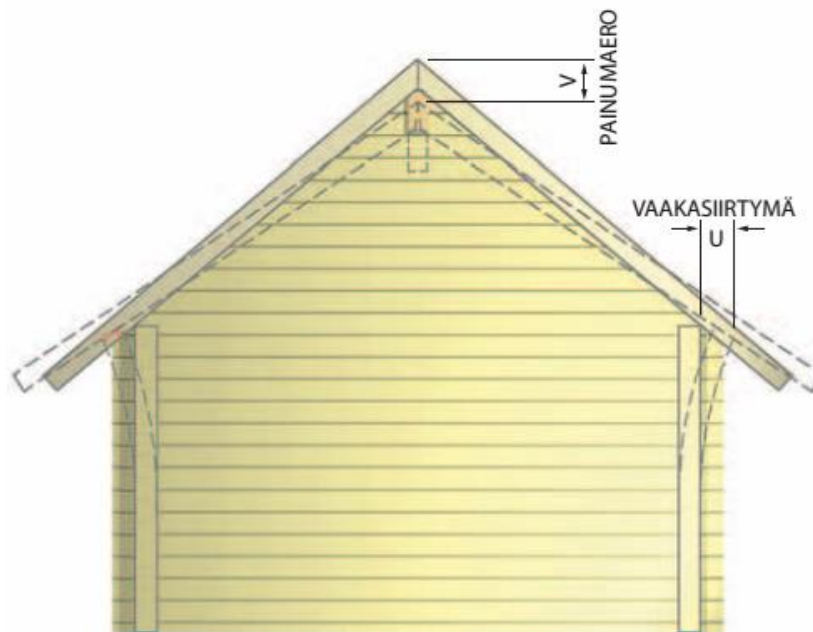
3.2 Painuman määrä lamellihirsitalossa

Nykyisin lisälämmöneristämättömät hirsiomakotitalot rakennetaan lähes poikkeuksetta lamellihirsistä. Massiivihirttä on vaikea saada riittävän paksuna, jotta se täyttäisi hirsitalolle annetun 180 mm vähimmäispaksuuden. Lamellihirret liimaataan yleensä korkeussuunnassa kahdesta kappaleesta, jolloin hirrestä saadaan suhteellisen korkea. Esimerkiksi 270 mm korkealla hirrellä 10 kerrosta riittää yhden seinän korkeudeksi ja mitä vähemmän on hirsikertoja, sitä pienempää on painuminen. Lisäksi lamellit kuivataan ennen liimausta, jolloin koko hirren kosteus jää pieneksi ja kuivumispainuminen on siksi vähäistä. Asennusvaiheessa mahdollisesti jäänyt väljyys hirsikerrosten väliin vaikuttaakin ratkaisevasti painuman suuruuteen.

Happosen [6] mukaan kuivana asennetun hirsikehikon painuma on 8 mm/m, kun taas sateisella säällä tai muuten ennen asennusta kostumaan päässeessä hirsiseinän painuma voi olla 30–40 mm/m. Materiaalin kuivana pysymisellä ennen asennusta on suuri merkitys. Jos salvoksissa kosteus on päässyt turvottamaan puuta, niin asennuksessa jää hirsien väliin väljyyttä, joka ajan myötä painuu. Paksuissa hirsissä kosteusvaihteluita tapahtuu noin 45 mm:n syvyyteen hirren sisä- ja ulkopinnassa [6].

3.3 Painuman huomioivia hirsirakennusratkaisuja

Jos harjakattoiseen hirsirakennukseen tehdään päätykolmiot hirrestä, on rakennuksen päädyissä harjan kohdalla enemmän hirsikerroksia kuin sivuilla. Näin painuma keskellä päätyseinää on suurempi kuin sivuseinillä ja tämä pitää ottaa huomioon kiinnittämällä kattovasat liukumisen sallivalla kiinnityksellä sivuseinälle, muuten vasat harjan laskeutuessa työntävät sivuseiniä ulospäin (kuva 2). Yleensä hirsiomakotitalot tehdään kuitenkin kattoristikoidilla ja tällöin voidaan päädyt tehdä taloudellisesti paneeloituna joko hirrenkorkuisilla hirsipaneeleilla tai muilla ulkoverhouspaneelilla.



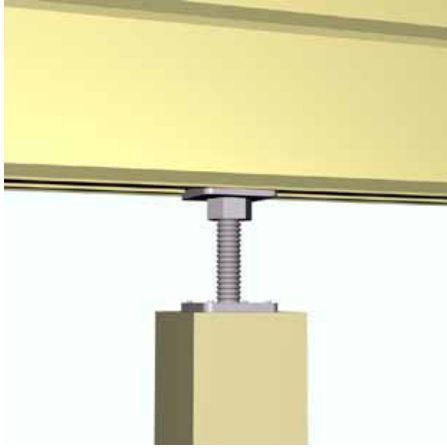
Kuva 2. Päätökolmion painuma ja kattovasojen liukuma [kuva: 5]

Ikkunat ja ovet asennetaan hirsiseinään painumisen sallivien karapuiden avulla (kuva 3). Karapuut asennetaan hirsiseinän reunaan työstettyyn uraan aukon molemmin puolin ja niiden yläpäähän jätetään painumisvara. Karapuun kiinnitys yläpäästään tehdään liikkumisen sallivaksi. Karapuu estää hirsien sivuttaisliikkumisen aukon reunoilla, mutta se ei saa kantaa ylempiä hirsii. Ikkunat ja ovet kiinnitetään karapuuhun kuten apukarmiin yleensä.



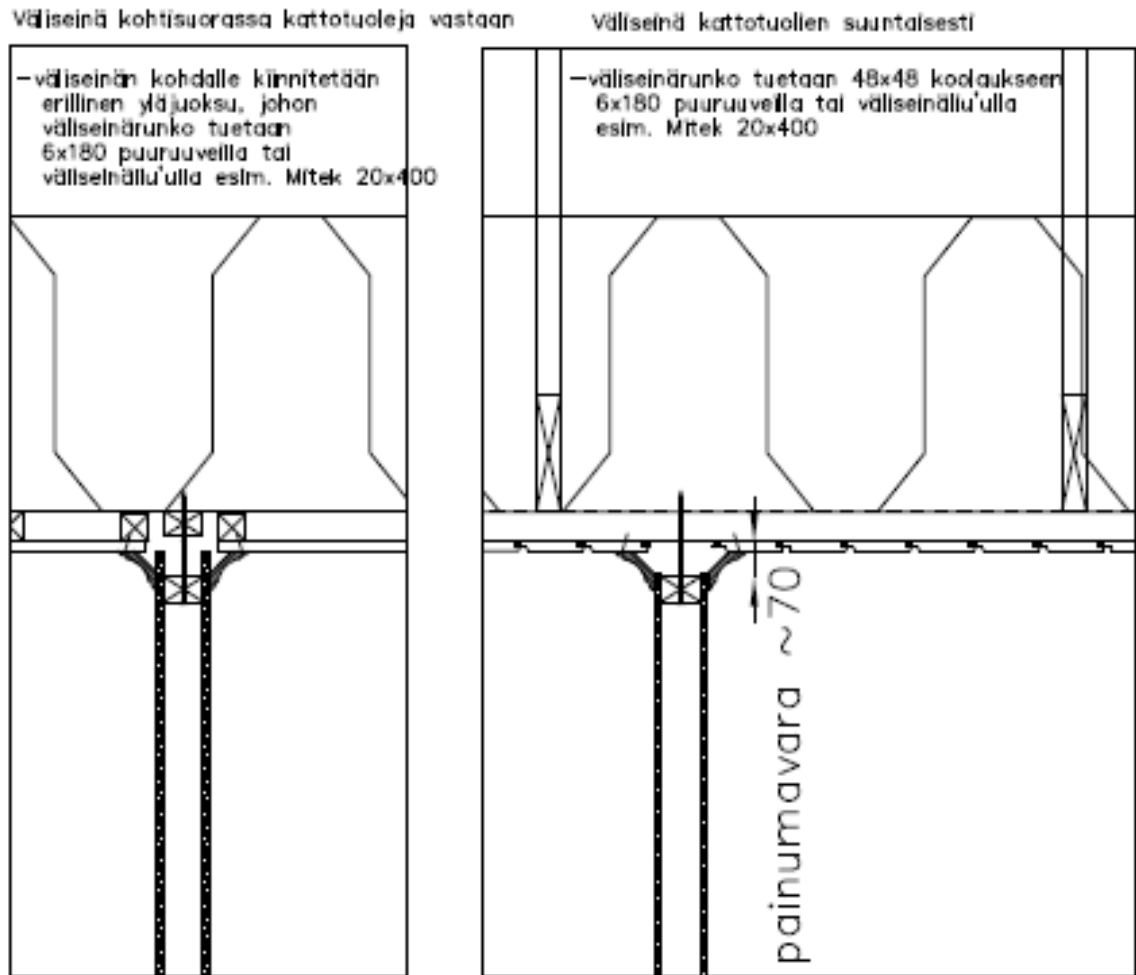
Kuva 3. Karapuut [kuva: 5]

Pilareissa ja kantavissa, ei-hirsisissä seinissä, painuminen otetaan huomioon kierre- eli säätöjalalla (kuva 4). Säädöstä tulee huolehtia hirsikehon painumisen mukaan.



Kuva 4. Säätöjalka [kuva: 5]

Tarvittaessa hirsiseinää tukemaan asennetaan seinän molemmin puolin tuki-puut eli följärit. Ne pultataan yhteen seinän läpi painuman sallivasti (kuva 7). Samoin rankarakenteisten väliseinien kiinnitys hirsiseinään tehdään seinän ylä-osasta soikean reiän läpi, jolloin hirressä kiinni oleva ruuvi pääsee laskeutu-maan hirren mukana. Yläpohjaan painumattomat, ei-kantavat seinät voi tukea tarkoitusta varten valmistettavilla liukukiinnikkeillä tai ruuveilla, joissa korkea kierteetön osa sallii painumisen (kuva 5).



Kuva 5. Väliseinän tukeminen yläpohjaan ruuvikiinnityksellä

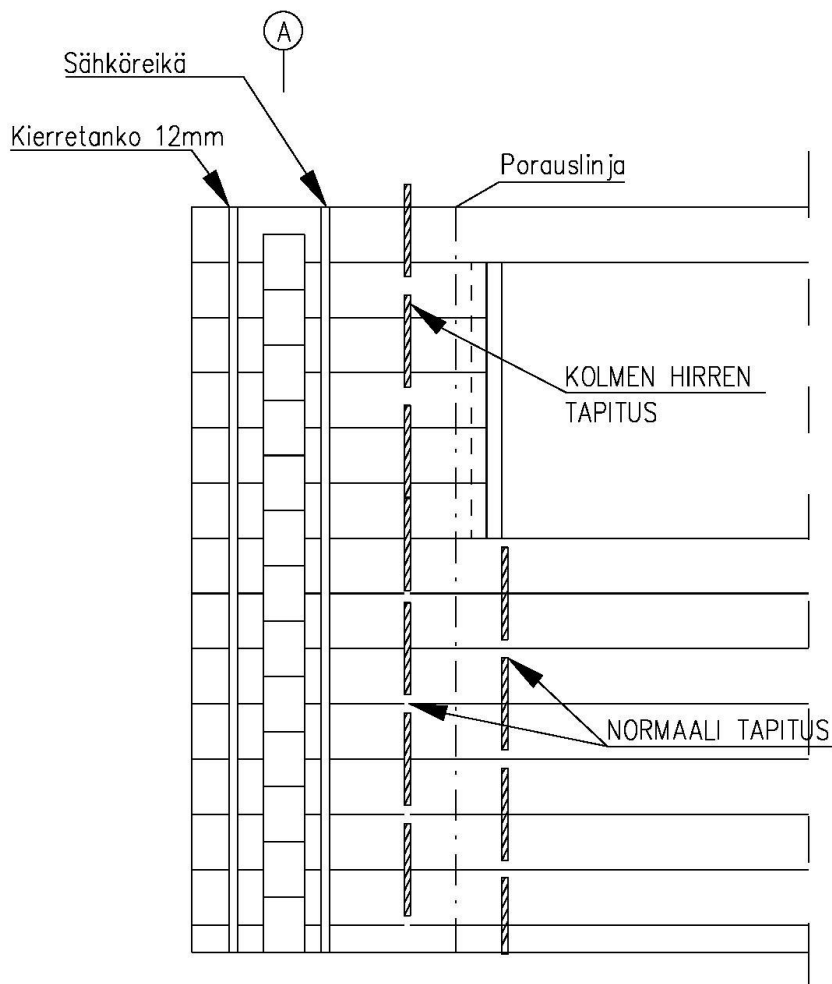
4 Hirsirakenteen jäykistäminen

Hirsikehikko toimii yhtenäisenä rakenteena. Se jäykistetään yhdeksi rakenteeksi tapituksella, kierretangoilla ja nurkkasalvoksilla. Myös aukkojen karapuuat jäykistävät osaltaan hirsirakennetta. Tarvittaessa pitkään hirsiseinään, jossa ei ole riittävin välein ristinurkkia, lisätään tukipuut eli följäri nurjahtamisen estämiseksi.

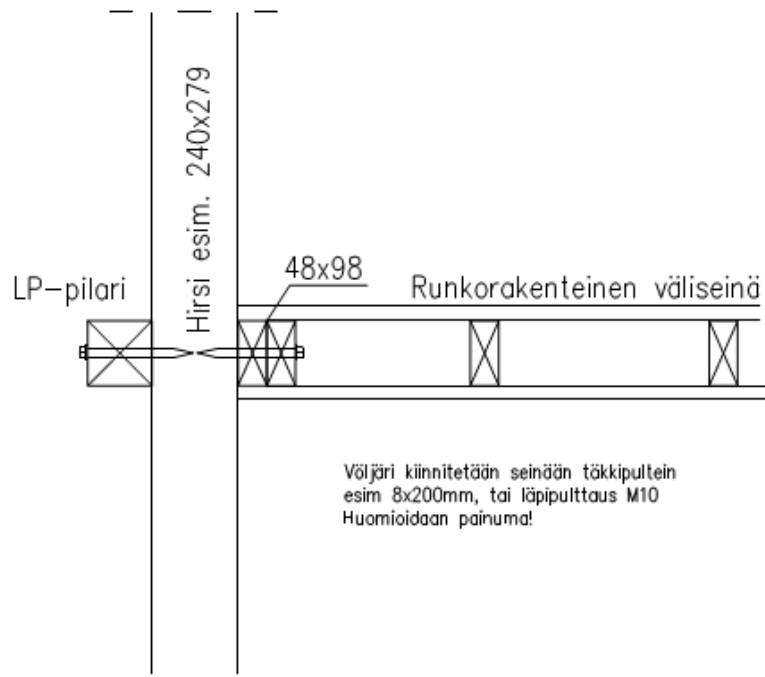
Tapituksen periaate on, että tapeilla sidotaan kaksi hirttä yhteen vuorotellen tapitusreikäparin eri puolille niin, että seinästä saadaan yhtenäinen rakenne (kuva 6). Kahden tapitusreikäparin maksimietäisyytenä toisistaan pidetään kahta metriä. Tapit eivät saa jäädä kantamaan, vaan seinän täytyy päästä vapaasti pai-

numaan. Liian tiukka tapitus voi hidastaa hirsirakenteen painumista. Kierretangoilla sidotaan kehikon ulkopuolelta pitkänurkat. Kierretangot kiristetään seinien painumisen mukaan.

Tukipuut tulevat hirsiseinän molemmin puolin ja ne pultataan yhteen hirsiseinän läpi (kuva 7). Tukipuiden tarve määritellään aina erikseen suunniteltaessa rakennusta. Nyrkkisääntönä voi pitää, että kuutta metriä pidempää suoran seinän osuutta ei ristnurkkien tai tukipuiden väliin jätetä.



Kuva 6. Seinän tapituksen periaate [kuva: 18]



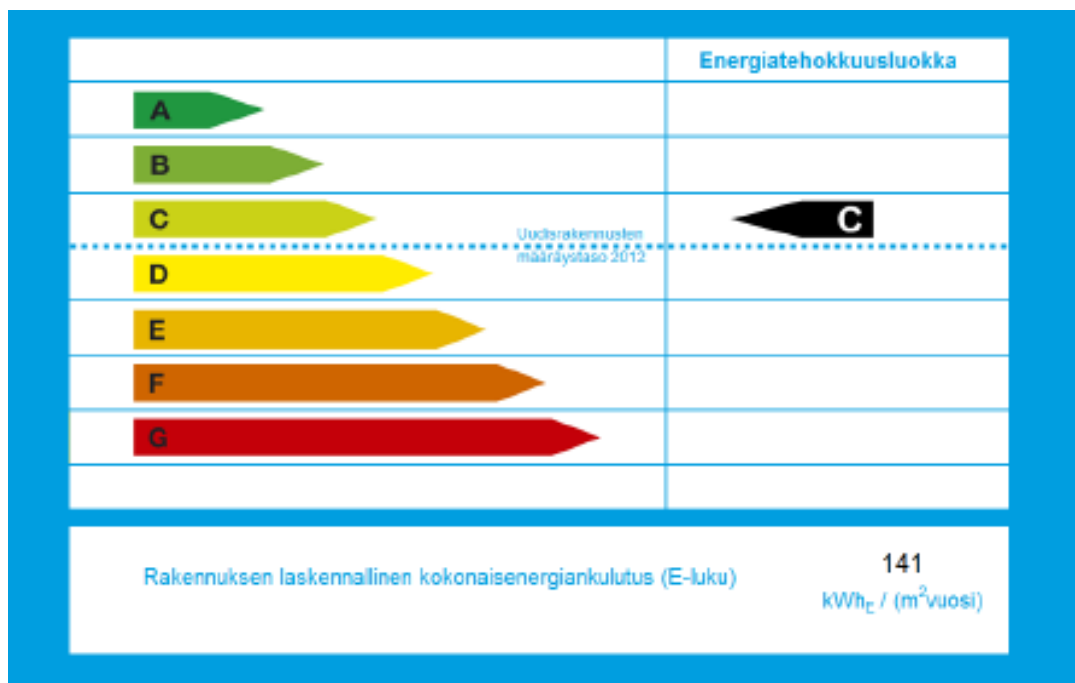
Kuva 7. Tukipuun kiinnitys [kuva: 18]

5 Rakennuksen energialuokat

2012 voimaantulleiden energiatehokkuusmääräysten vaatimusten mukaan E-luku eli rakennuksen ostoenergian kokonaiskulutus (kWh/m^2) on laskettava uusissa rakennuksissa. Sen perusteella määräytyy rakennuksen energialuokka. Hirsitaloilla E-luku saa olla 25 kWh/m^2 suurempi kuin muilla vastaavilla pientaloilla [3,9]. E-luku kertoo rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen energiamuotojen kertoimilla painotettuna rakennuksen vuotuista ostoenergian laskennallista kulutusta lämmitettyä nettoalaa kohden [3,6].

Energiatehokkuusluokka ilmoitetaan kirjaimilla A-G, vähän ostoenergiaa kuluttavasta paljon kuluttavaan (kuva 8). Ympäristöministeriön ohjeessa [8,10] sanotaan, että "Uudisrakennuksen energiatodistusluokka ei voi olla D tai sitä huonompi. Poikkeuksen tässä tekevät hirsitalot, joille on omat energiatehokkuus-

vaatimukset, mutta energialuokitus tehdään kuten muillekin vastaavan käyttötarkoituksen rakennukselle. Tyypillisesti hirsitalot ovat pientaloja ja ne luokitellaan siten erillisten pientalojen luokitusasteikon mukaisesti.” Esimerkiksi lämmitetyltä nettoalaltaan alle 120 m²:n pientalon E-luku ei saa ylittää 204 kWh/m² vuodessa (C-luokan maksimiarvo), kun taas samankokoisen hirsitalon E-luku saa olla 229 kWh/m², eli uusi hirsitalo voi olla luokkaa D.



Kuva 8. Rakennuksen energialuokat [kuva: 8]

6 Ilmanpitävä, tiivis talo

6.1 Rakennuksen ilmanpitävyys

Ilmavirtausta paine-eron vaikutuksesta sanotaan konvektioksi. Paine-ero rakennuksen sisätilan ja ulkoilman välillä syntyy tuulen, lämpötilaeron, tulisijan käytön ja ilmanvaihdon vaikutuksesta. Rakennuksen ilmanpitävyydellä tarkoitetaan näiden ilmavirtojen määrää rakennuksen vaipan läpi; rakenteen itsensä läpi, rakenteiden liittymissä ja läpivienneissä [7,7]. Lämpötilaerot syntyvät Suo-

men olosuhteissa enimmäkseen talvella lämmityskaudella, mutta nykyisin myös kesällä jäähdytettäessä asuntoja viileämmiksi kuin ulkona. Ilmatiiviys on tärkeä osa kokonaisuutta suunniteltaessa energiatehokkuusvaatimukset täyttävää rakennusta.

Toimivaan ilmatiiviiseen rakennukseen kuuluu myös hallittu ilmanvaihto. Tällä tarkoitetaan sitä, että tuloilma saadaan tarkoitukseen rakennetuista kanavista ja aukoista, eikä ilma virtaa rakenteiden ja liittymien läpi tuoden ilmasta tai maan sisältä ei toivottuja haitallisia aineita ja mikrobeja. Tiivistä taloa täytyy osata käyttää oikein, ilmanvaihdon toimiminen halutusti ja riittävästi vaatii huolellisuutta ja ilmanvaihtolaitteiston toiminnan tuntemista. [7,8]

6.2 Ilmanpitävyyden merkitys

Arkikielessä puhutaan rakennuksen ja sen osien, esim. ikkunoiden, tiiviudesta. Silloin puhutaan asumisviihtyvyyteen vaikuttavasta vedon ja kylmän tunteesta kylmän ilman virratessa sisään. Asumisviihtyisyys onkin yksi hyvin ilmanpitävän rakennuksen myönteisistä vaikutuksista. Silloin kun lämmin ilma virtaa sisältä ulospäin kylmään, virtaus kuljettaa lämmön lisäksi kosteutta, joka saattaa liiallisena haitata rakenteen toimintaa ja vaurioittaa rakennetta [7,8].

Aiemmin pyrittäessä säästämään rakennuksen lämmityskustannuksia kiinnitettiin huomiota enemmän lämmöneristeen määrään ja sen mukana syntyviin rakennepaksuuksiin. Lämmöneristeiden määrät ovat jo kasvaneet uusissa rakennuksissa niin paljon, ettei merkittävää hyötyä enää saada eristepaksuutta lisäämällä. Nyt kiinnitetään huomiota rakennuksen ilmanpitävyyteen merkittävänä osana rakennuksen energiataloutta. [7,7]

6.3 Ilmanvuotoluku

”Ilmanvuotoluvulla tarkoitetaan q_{50} ($m^3/(h \cdot m^2)$) rakennusvaipan keskimääräistä vuotoilmavirtaa tunnissa 50 Pa:n paine-erolla sisämittojen mukaan laskettua ra-

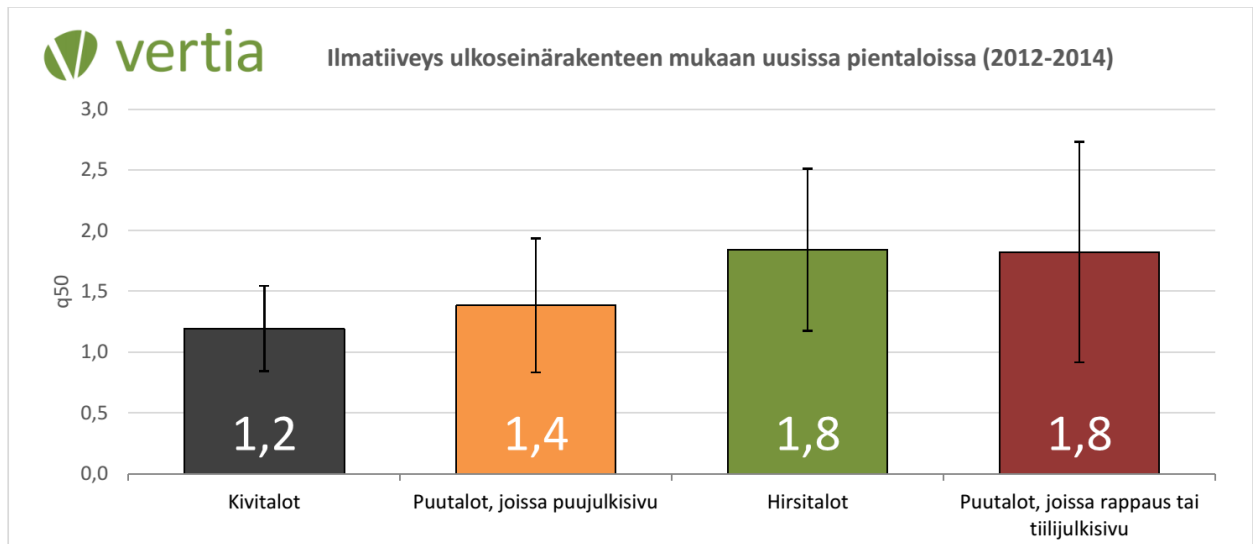
kennusvaipan pinta-alaa kohden. Rakennusvaipan pinta-alaan lasketaan ulkoseinät aukotuksineen sekä ylä- ja alapohja [3,4].” Mitä pienempi ilmanvuotoluku on, sitä tiiviimpi on rakennus. Ilmanvuotolukua tarvitaan E-lukulaskelmissa ja sille on asetettu myös maksimiarvo. Ilmanvuotoluku q_{50} saa olla enintään $4 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$. Jos laskelmissa käytetään tätä pienempää ilmanpitävyyttä, pitää se osoittaa mittaamalla tai muulla menettelyllä. Energialaskelmissa vertailuarvona käytetään $2 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ [3,10].

Ilmanvuotoluku n_{50} esiintyy vielä joissakin yhteyksissä. Siinä ilmanvirtaus jaetaan rakennuksen tilavuudella ja se poikkeaa arvoltaan q_{50} -luvusta, jossa ilma- vuotoluku ilmaistetaan vaipan sisäpinta-alaa kohti. n_{50} -lukua käytettiin määrittämään ilmavuotoa Rakennusmääräyskokoelman osassa D3 vuodelta 2010, tämä korvattiin vuonna 2012 uudella. Nämä kaksi ilmavuotolukua sekoitetaan helposti energiatehokkuuslaskelmia tehdessä, jolloin voidaan päätyä virheelliseen energiatehokkuuslukuun.

6.4 Ilmatiivyyden kehitys puu- ja hirsitaloissa

Tiiviys- ja kosteusmittauksia sekä lämpökuvauksia tekevän helsinkiläisen Vertia Oy:n tutkimuksessa 15.5.2014 [9,6] ilmanvuotoluku, q_{50} , uusissa pientaloissa vuosilta 2012–2014 on puujulkisivuisissa puutaloissa keskimäärin 1,4 ja hirsitaloissa keskimäärin 1,8 (kuvio 1). Tutkimuksessa todetaan, että puutalot ja hirsitalot ovat tehneet selvän harppauksen parempaan ilmatiiveydessä aiempiin tutkimuksiin nähden, siis muutamassa vuodessa. Otoksessa on ollut 271 puutaloa, joissa on puujulkisivu ja 57 hirsitaloa.

Viisi vuotta aiemmin tehdyn Tampereen teknillisen yliopiston tutkimuksen [10,21] mukaan perinteisten hirsitalojen ilmanvuotoluku q_{50} on ollut keskimäärin 7,5 ja tiiviimmällä saumaeristeellä vastaavasti 4,4. Paremmin ilmaa pitävissä hirsitaloissa oli käytetty uudenaikaisia solukumi- tai muovitiivisteitä ja perinteisissä taloissa mineraalivillaa, pellavaa tai polypropeenaa. Tässä tutkimuksessa puurunkoisten pientalojen ja hirsitalojen ilmanpitävyyksien todettiin vaihtelevan suuresti.



Kuvio 1. Ilmatiiviyys uusissa pientaloissa 2012–2014 [kuvio: 9]

6.5 Hirsirakennuksen ilmatiiviyys

Hirsitalojen merkittävimmät ilmanvuotokohdat ovat samoissa kohdissa kuin muissakin pientaloissa [5,4]. Pientalojen tyypillisimmät ilmavuotokohdat ovat ulkoseinän liitoksissa ala-, ylä- ja välipohjaan, ikkunoiden ja ovien liitoksissa ulkoseinään sekä ikkunoissa ja ovissa itsessään [7,9].

Hirsirakenteessa itsessään merkittävimpiä tiivistettäviä kohtia ovat nurkkasalvokset ja varaukset [7,17]. Molemmissa tapauksissa merkitystä on sekä liitoksen muodolla, tiivisteillä sekä erityisesti työn huolellisuudella.

Opinnäytetyöhön tehdyssä haastattelussa ilmatiiviyysmittauksia ja lämpökuvauksia tekevän insinööri Mari Hälisen mukaan viime aikoina tehdyissä mittauksissa ja kuvauksissa hirsiseinän ilmavuodot niin varauksissa kuin nurkissakin ovat niin pieniä, ettei niillä ole merkittävää vaikutusta ilmanvuotolukuun, vaan huomiota tulee kiinnittää eri rakenteiden liittymiin ja läpivienteihin [11]. Suoralla hirsiseinäosuudella hirsiprofiili vaikuttaa eniten ilmanpitävyyteen [7,17]. Nykyisillä teollisesti työstetyillä hirsillä työstön tarkkuuden, riittävän kuivan puumateriaalin

ja kehitellyn profiilin ansiosta tiivistysvälit ovat tasakokoisia ja siten helposti tiivistettävissä. Yleisimmin profiilissa on omat uransa kahdelle kapealle solukumi-tiivisteelle ja keskellä profiilia leveälle tiivistyskaistalle.

Nurkkasalvos ja sen tiivistys ovat yleensä hirsitalotehdaskohtaisia, useita patentoitujakin salvosmalleja löytyy. Salvokset tiivistetään kunkin mallin testattujen tai kokemuksen myötä hyväksi havaittujen periaatteiden mukaisesti.

6.6 Tiivistysmateriaalit

Hirsirakenteen sisäisissä liitoksissa eli nurkkasalvoksissa ja varauksissa ovat perinteiset tilkkeet kuten pellava, sammal yms. vaihtuneet nykyaikaisiksi hyvin tiivistäviksi ja vähän kosteutta imeviksi teollisiksi tuotteiksi. Myös aiemmin jonkin aikaa käytössä ollut mineraalivillakaistale hirren varauksissa on jäänyt käytöstä pois.

EPDM-kumi on yleinen tiivisteiden raaka-aine, jota voidaan suositella ulkokäyttöön kovaan otsoni- ja sääräsitukseen. EPDM-kumia käytetään solutettuna ja myös liimapintaisena nauhana hirsien tiivistyksessä. Solutus antaa sopivaa joustavuutta tiivisteikäytössä. Useiden lamellihirsien profiilissa on urat kahdelle kapealle tiivistysnauhalle, esim. umpisoluiselle EPDM-solukuminauhalle.[12]

Polypropeenista valmistettua rakennusnauhaa käytetään mm. hirsisaumojen tiivistykseen. Sitä on saatavana eri leveyksinä ja tiheyksinä. Polypropeeni on synteettinen materiaali eikä siten ole altis mikrobikasvustolle. Polypropeenisaumatiiviste on hyvin lämpöä eristävä. [13]

Rakenneliitoksissa ja läpivienneissä ilmantiivistykseen on hyvä käyttää elastista, pitkäaikaiskestävää ja riittävän tartuntaominaisuudet omaavaa teippiä [7,84]. Liitoksissa, joissa hirsiseinän painuma rasittaa liitosta, on huolellisuus ja painumavaran huomioiminen erityisen tärkeää niin, että vaipan ilmasulku säilyy ehjänä painumisen aikana ja sen jälkeen. Yksittäisten läpivientien tiivistämiseen kannattaa käyttää valmiita tiivistyslaippoja, joista valitaan sopiva koko läpime-nevälle putkelle [5,4].

7 Hirsitalon lämmöneristävyys

7.1 Massiivipuu lämmöneristeenä

Puun lämmöneristävyys on suhteellisen hyvä. Mineraalivillaan verrattuna puun lämmöneristyskyky on noin kolmasosa. [14] Jos hirsiseinälle olisi rakennusmääräyksissä yhtä tiukat lämmöneristävyysvaatimukset kuin muille ulkoseinärakenteille, niin hirsiseinä muodostuisi kohtuuttoman paksuksi ja siten ongelmalliseksi. Tästä johtuen hirrelle on annettu helpotuksia energiatehokkuusvaatimuksissa.

Lämmönjohtavuuden normaalin arvo, λ -arvo, puulle rakennusmääräyskoelmassa on $0,12 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$. Arvo on sama sekä männylle että kuuselle. Puun lämmöneristävyys paranee puun tiheyden vähetessä, samoin kosteuden vähetessä, eli kuiva ja kevyt puu eristää parhaiten lämpöä.

Männyn lämpökapasiteetti on melkein yhtä suuri kuin tiilellä, kuitenkin puun tiheys on vain kolmannes tiilen tiheydestä [14]. Suuren lämpökapasiteetin omaavat rakenteet pystyvät varastoimaan tilapäistä ylimääräistä lämpöä ja lämpötilan taas laskiessa luovuttavat keräämäänsä lämpöä. Näin hyvä lämpökapasiteetti rakenteessa parantaa rakennuksen energiataloutta. E-lukulaskureissa lämpökapasiteetti huomioidaan valitsemalla rakennusvaipan massiivisuus. Tässä yhteydessä massiivinen hirsipientalo luokitellaan keskiraskaaksi.

7.2 Määräyksiä

”Rakennuksen vaippaan kuuluvan seinän, yläpohjan ja alapohjan tai puolilämpimään tilaan rajoittuvan rakennusosan lämmönläpäisykerroin saa olla enintään $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$.” [3,11]

E-lukulaskelmissa verrataan rakennuksen vaipan kokonaislämpöhäviötä vertailuarvoon. Yhtenä tekijänä rakennuksen kokonaislämpöhäviössä on ulkoseinien lämmöneristävyys, johon vaikuttaa materiaalin lämmönläpäisykerroin, U-arvo, ja käytetty paksuus. Muiden kuin hirsirakennusten ulkoseinissä lämmönläpäisykerroimen vertailuarvona käytetään $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, mikä on tiukempi kuin hirsiseinillä. Hirsiseinissä lämpimän rakennuksen lämmönläpäisykerroimen vertailuarvona käytetään $0,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ ja puolilämpimän rakennuksen hirsiseinässä $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. [3,13] Näillä hirsirakennuksille annetuilla helpotuksilla mahdollistetaan perinteisen hirsirakentamisen jatkuvuus ja huomioidaan hirsirakennuksissa puuhun sitoutuneen hiilen edullinen vaikutus ilmastonmuutoksen hillitsijänä.

Taulukko 1. Lämmönläpäisykerroimet, U-arvot, Ykköspuun käyttämille lamelli-hirsiseinille

lamellihirsi, seinänpaksuus	u-arvo, $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
202	0,54
240	0,46
270	0,41

Taulukosta 1. huomataan, että käytetyillä hirsiseinäpaksuuksilla lämmönläpäisykerroin on annettua maksimiarvoa pienempi, mutta suurempi kuin hirsiseinälle annettu vertailuarvo. Näin ollen rakennuksen lämpöhäviö muodostuu suuremmaksi kuin vertailulämpöhäviö. Tämä edellyttää tasauslaskelmaa, jossa osoitetaan ylitetyn lämpöhäviömäärän vähentäminen jonkin muun osatekijän (vaippa, vuotoilma, ilmanvaihto) kohdalla.

Rakennusmääräyskokoelman mukaan loma-asuntoa, johon on suunniteltu kokovuotiseen käyttöön tarkoitettu lämmitysjärjestelmä, koskevat vain vaipan lämpöhäviön vaatimukset. ”Vaipan lämpöhäviö saa olla enintään yhtä suuri kuin

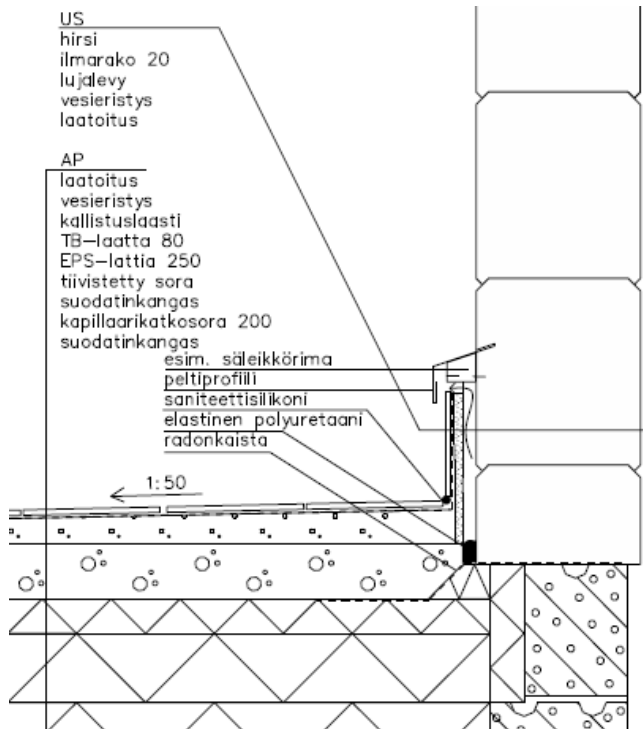
seuraavilla vertailuarvoilla laskettu lämpöhäviö; 0,80 W/(m² K) hirsiseinä” (hirsirakenteen keskimääräinen paksuus vähintään 130 mm). [3,17]

8 Märkätilat hirsitalossa

Pesuhuone tehdään omaksi vesi- ja kosteuseristetyksi tilakseen ilmanvaihtoineen. Märkätiloissa voidaan tehdä ulkoseinälle erillinen, mieluiten muurattu seinä, johon tehdään vesieristys. Tällöin jätetään ilmarako hirsiseinän ja muuratun seinän väliin. Hankalin kohta syntyy, kun pesuhuoneessa on ulkoseinällä sekä muuraus että ikkuna. Tällöin muurauksen ikkuna-aukko pysyy paikoillaan ja hirsiseinä ikkunoineen samalla kohdalla painuu. Tämän kohdan höyryn tiiveys on hankala toteuttaa. Märkätilojen kohdalla pääseekin helpoimmalla, kun ei suunnittele suihkua tai muuta roiskeveden aiheuttajaa hirsiseinän kohdalle, jolloin hirsiseinä voi olla osa pesuhuonetta ilman erillistä verhoilua.

Saunan kohdalla ulkoseinä voidaan jättää hirsipinnalle, jolloin hirsiseinän ja alapohjan liittymään tehdään tausta vedeneristyksen ja laatoituksen nostoa varten (kuva 9), korkeus minimissään 100mm [15,15]. Osa rakentajista haluaa kuitenkin paneloida saunan, jolloin tulee tehtäväksi myös tuuletusrako ja alumiinipaperi hirren pintaan, joskin myös alumiinipaperin tarpeellisuudesta tässä tapauksessa on erilaisia käsityksiä. Tässä asiassa voidaan sanoa olevan eri koulukuntia, eikä suoraa määräystä tai suositusta löydy puoleen tai toiseen.

Lamellihirsiseinässä kosteus vaihtelee ympäröivän ilmankosteuden mukaan noin 45 mm:n syvyyteen sekä sisä- että ulkopuolelta [6]. Hirsiseinä pystyy sitomaan kosteutta ja kuivumaan taas ilman kuivuessa. Massiivihirsiseinän kosteusteknistä toimintaa pidetään varmana [5,8].



Kuva 9. Vedeneristysten ja laatoituksen nosto seinälle

9 Sähköasennukset hirsitalossa

Parhaita sähköasennusrakenteita hirsitaloissa ovat lattia- ja kattorakenteet, väliseinät ja kalustot. Erilaisia sähköasennuksille tehtyjä johtokoteloita ja –jalkalistoja on tarjolla eri materiaaleista valmistettuina. Ne ovat helppoja pinta-asennuskanavia eivätkä heikennä rakennuksen ilmatiivyyttä. Esimerkiksi Insinööritoimisto Mari Hälisen mittaamista kohteista pienimmän ilmavuotoluvun, 0,9 m³/(h m²), saneessa hirsitalossa oli sähköasennukset tehty pintavetoina. Tämä hirsitalo oli rakennettu vuonna 2013.

Hirsiseinään tuleville sähköputkituksille porataan reiät hirsikehikkoa työstettäessä. Hirsiseinään tehtävät sähköputkitukset asennetaan vain pystysuoraan. Rasiaporaukset tehdään pystytysvaiheessa työmaalla.

10 Hirsikehikon suojaus ja pintakäsittely

Hirsikehikon suojaaminen kosteudelta ja säänrasituksilta on tärkeää. Rakenteellisessa suojauksessa pätevät samat ohjeet kuin muussakin rakentamisessa, lisäksi kannattaa kiinnittää huomiota hirsinurkkien suojaukseen, joissa päätypuu imee helposti kosteutta. Nurkkien kotelointi on yksi tapa suojata hirsien päitä liialta kosteudelta. Pitkät räystäät ja riittävän korkea sokkeli ja sadevesien ohjaus katoilta sadevesijärjestelmillä ovat huomioitavia rakenteellisia suojauksia. Nykyisillä hirsiprofiileilla muodostuu myös hirsikerrosten väleihin tippanokat, jolloin vesi ei pääse varaukseen, vaan valuessaan ohjautuu rakenteen ulkopintaan.

Hirsirakennuksiin suositellaan ulkopuolen käsittelyä mahdollisimman pian pystytyksen jälkeen. Käsittelemättömään puupintaan alkaa helposti sateiden jälkeen tulla värimuutoksia ja kasvaa homepilkkuja niihin kohtiin, jotka kuivuvat hitaasti. Pohjalle sivellään tai ruiskutetaan ensin pohjustuspuunsuoja ja sen päälle yleensä suositellaan kuultavia pintakäsittelyaineita. Tärkeää on että pintakäsittely on hyvin vesihöyryä läpäisevä, jolloin hirsi pääsee kuivumaan eikä mahdollinen maalikalvo pääse irtoamaan. [5,6].

Sisäpinnat voidaan käsitellä erilaisilla lakoilla ja vahoilla kuultaviksi, myös peittävä maalaus on mahdollista. Sisäpinnoillakin kannattaa välttää tiiviitä maalikalvoja, että hirsiseinän ilmankosteusvaihteluja tasaava ominaisuus säilyy.

11 Detaljikirjaston laatimisprosessi

Detaljikirjasto laadittiin Ykköspuu Oy:n toimittamille hirsiomakotitaloille. Detaljien laadinnassa huomioitiin rakentamista koskevat lait ja määräykset. Yrityksen käytänteiksi valikoituneet ratkaisut hirsirakennusten toimituksessa ja rakentamisessa olivat osaltaan vaikuttamassa detaljisuunnitteluun. Detaljikirjasto suunniteltiin CadsPlanner-ohjelmalla, jota Ykköspuu Oy käyttää. Näin kirjastoa voi-

daan täydentää ja kehittää jatkuvasti suunnittelutyön ohessa. Ykköspuun konseptiin kuuluu se, että rakennukset suunnitellaan asiakkaan yksilöllisten tarpeiden mukaan, jolloin erilaisia detaljisuunnitelmia tarvitaan vakioratkaisujen lisäksi. Näitä erityisratkaisuja voidaan lisätä kirjastoon nyt tehdyn nimeämisperiaatteen mukaisesti aina kun suunnittelutarve tulee esiin.

Detaljikuvat nimettiin, luetteloitiin ja tallennettiin pdf-tiedostoina. Samaan detaljipiirustus pohjaan muokattiin jo olemassa olevia, RI Heikki Saastamoisen Ykköspuulle aiemmin laatimia yleisdetaljeja (esim. tapitus, följärin kiinnitys ja säätöjalaka).

Detaljikirjaston laatiminen kulki vuorotahtia tiedonkeruun kanssa. Suunnittelussa eteen tullessiin kysymyksiin tarvittiin tiedonhakua, joka saattoi sitten taas tuoda esiin lisäkysymyksiä ja uusia näkökohtia. Detaljisuunnittelu toi esiin sen, mitä tietoa tarvittiin ja tiedonkerääminen puolestaan toi uusia ratkaisuja vaativia asiakohtia suunnitteluun.

12 Tulokset

12.1 Detaljikirjasto

Työn konkreettisena tuotoksena valmistui Ykköspuu Oy:lle räätälöity detaljikirjasto, joka sisältää tärkeimmät tehdaskohtaiset hirsiomakotitalon vakiodetaljit. Myyntitilanteessa detaljikirjastosta on helppo esitellä asiakkaalle hirsitalon rakenteita. Valmiit detaljit nopeuttavat suunnittelua ja ovat tärkeitä myös onnistuneen toteutuksen kannalta. Oikeudet detaljikirjaston suunnitelmiin ovat Ykköspuu Oy:llä ja siksi kirjastoa kokonaisuudessaan ei liitetä tähän raporttiin.

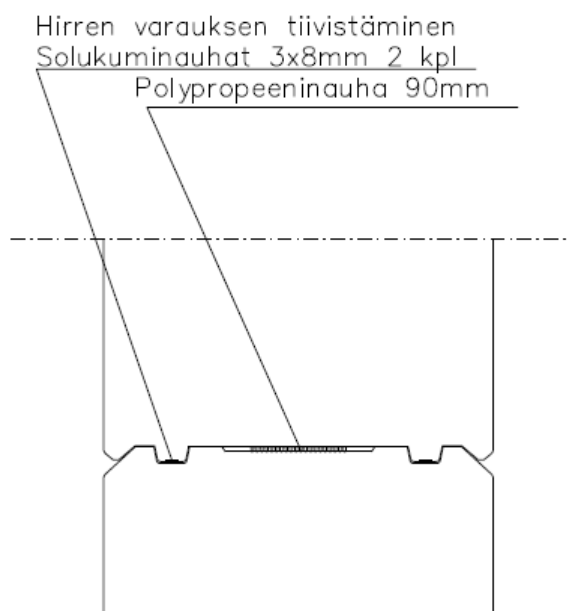
Työn aikana löytyi myös niitä suunnittelukohtia, jotka tarvitsevat vielä lisäselvitystä kokeellisesti tehtaalla. Rakentajien palaute työn suorittamisen sujuvuudesta tai hankaluudesta joko vakiinnuttaa suunnitellut detaljit tai ohjaa suunnitelmi-

en muutokseen. Uusien ratkaisujen toimivuuden toteamiseksi tarvitaan myös käyttäjien kokemuksia ja pitkäaikaista seuranta.

12.2 Hirsirakenteen tiivistys

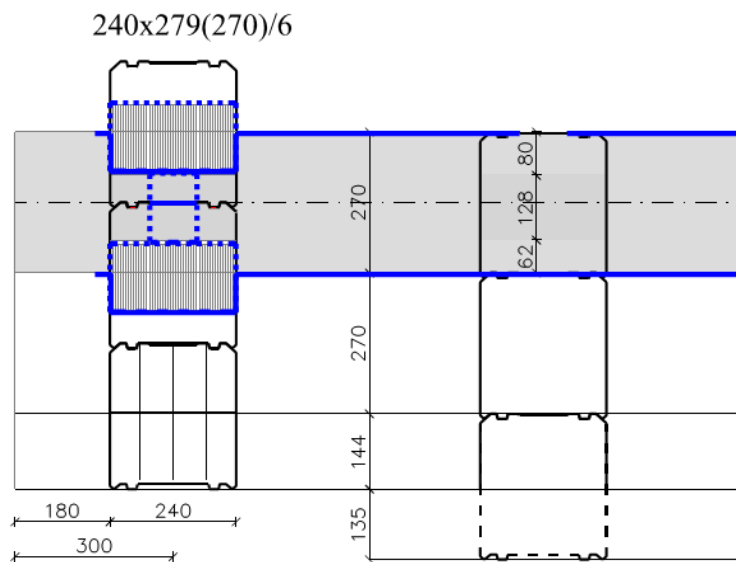
Hirsirakenteiden ilmatiiviys kyseenalaistetaan helposti. Hirsiseinien ja nurkkaliitosten tiiviyttä on parannettu etenkin viimevuosina ja entistä tiiviimpiä ratkaisuja kehitellään. Eri hirsitalovalmistajilla on omia patenteja näihin liitoksiin. Ykkös-puulla tällaista omaa patenttia ei ole, mutta nykyisillä tiivistysmateriaaleilla ja hirsiprofiileilla saadaan tiiveysvaatimukset täyttäviä rakenteita ennen kaikkea huolellisella työllä.

Jos jompikumpi kahdesta varauksen tiivistystavasta pitäisi valita, niin perinteisen varauksen keskelle asennettavan leveän tiivistyskaistan voisi vaihtaa kahdeksi solukuminauhatiivisteksi. Solukuminauhatiivistys on parempi, jos se tehdään huolellisesti [6]. Solukuminauhoille on omat uransa hirren varauksessa. Jos haluaa tehdä varman päälle, laitetaan molemmat (kuva 10). Keskelle asennettavaan nauhaan täytyy muistaa tehdä reiät tapituksien kohtaan, ettei eristeanauha painu tapituksen mukana myttyyn.



Kuva 10. Hirsivarauksen tiivistys

Nurkkasalvoksiin Ykköspuulla laitetaan jo tehtaalla polypropeeninauha kaulan ympäri nitomalla se kiinni kaulan sivuilta ja yläpuolelta. Varauksessa oleva nauha on käännetty alas salvoksen pohjaan saakka. Nyt tältä osin parannetaan tiiveyttä asentamalla polypropeeninauha yltämään kaulan kautta ulkonurkan varaukseen (kuva 11). Nurkkaliitos ei saa jäädä kantamaan, vaan varausten täytyy päästä vapaasti painumaan, että rakenne pysyy tiiviinä.



Kuva 11. Nurkkaliitoksen mitoitus ja tiivistys periaate

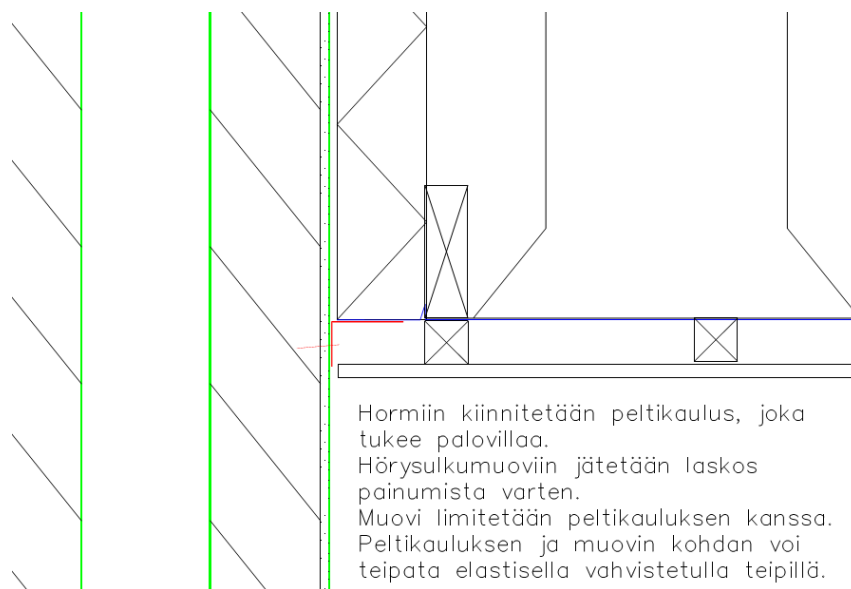
Nurkkaliitoksen tiiviiden voi testata esim. kokeella, jossa tiivistetyn koenurkan ulkopuolelta ruiskutetaan paineella vettä ja sen jälkeen puretaan liitos ja katsotaan mistä vesi pääsee kastelemaan liitosta [6]. Näin paikannetaan tiivistettävä kohta. Näitä testauksia on tarpeen tehdä parhaimman nurkantiivistystavan löytämiseksi. Toinen vaihtoehto liitoksen tiiviiden toteamiseen on valmiin rakennuksen lämpökuvaus, josta arvioidaan nurkan tiiviys. Lämpökuvaus olisi hyvä kuulua jokaiseen talotoimitukseen.

12.3 Ilmatiiviys liitoksissa

Tietoperustaa kerätessä korostui rakennusten ilmatiiveyttä koskevan tiedon etsiminen. Rakennusmääräyskokoelmassa rakennuksen ilmatiiveydelle on asetettu rajat, niistä on lukuarvoja aiemmin luvussa 6.3.

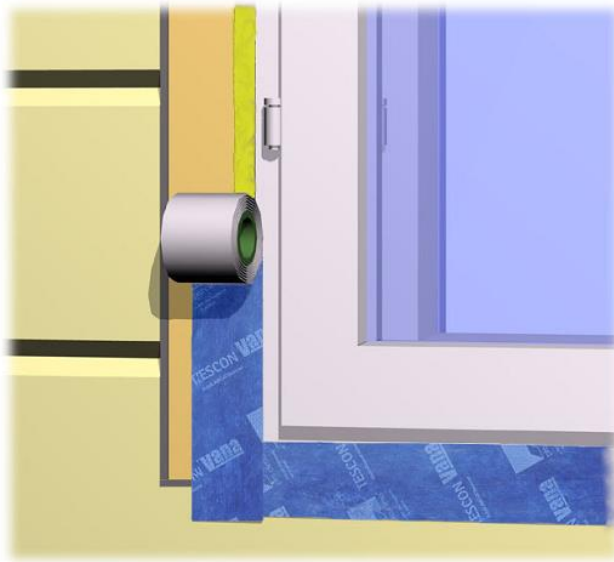
Ilmatiiviiden rakenneliitosten suunnittelu hirsirakennukseen poikkeaa muiden rakennusten detaljisuunnittelusta monessa kohtaa. Se, että rakenneliitos saadaan rakennettua ilmatiiviiksi ja että se vielä säilyttää tiiveyden rakenteiden painumisen aikana ja sen jälkeen, vaatii huolellista yksityiskohtien pohdintaa. Koska hirsirakenteet ovat joustavia, pienen liikkumisen sallivia, täytyy tiivistysmateriaalienkin rakenteiden liitoskohdissa olla elastisia. Erilaisia malliratkaisuja liitoksiin ja läpivienteihin löytyi, niitä joutui puntaroimaan ja yhdistelemään niin rakentamisen kuin rakenteen toimivuuden ja toimintakyvyn säilyttämisenkin kannalta. Yhtä ainoaa oikeaa ratkaisua ei ole ja kehitystyö on alalla jatkuvaa.

Esimerkiksi hormin ilmatiivis liitos painumavara huomioiden (kuva 12) on haastava. Ratkaisuja tähän kohtaan löytyi useita. Kaikki ratkaisut olivat erilaisia. Ei kuitenkaan löytynyt vertailevaa tutkimusta tai tietoa siitä, kuinka ne ovat toimineet ajan kuluessa.



Kuva 12. Hormin tiivistys painuma huomioiden

Toinen pohtimisen paikka oli ikkunoiden tiivistys sivuilta. Ikkunan karmin ja karapuun väli on selkeä kohta, jonka voi tiivistää tarkoitukseen valmistetulla teipillä (kuva 13), mutta entäpä karapuun ja hirsiseinän liitos? Karapuu pysyy paikoillaan ja vieressä hirsiseinä laskeutuu ja hirsien viisteet on tarkka paikka teippaajalle. Teipataanko tätä väliä ollenkaan vai riittääkö karapuun ja hirrenväliin asennettavat pehmeät eristenauhat? Jos tätä väliä ei teipata niin, miten sitten sivu- ja yläosan kulma saadaan ilmatiiviiksi. Tosin karapuun ja hirsiseinän väliin ei jää suora rako ulos, vaan osa karasta painetaan uraan, jolloin liitos on helpompi saada ilmanpitäväksi.



Kuva 13. Ikkunantiivistys [kuva: 5]

12.4 Hirsitalo ja rossipohja

Usein mielletään, että hirsitaloon kuuluu rossipohja eli puinen tuulettuva alapohja. Toisaalta tuulettuvaa alapohjaa vierastetaan nykyomakotitalon rakenteena. Märkätilojen rakentamisella puualapohjan päälle on huono maine, vaikka nykyisin on monta tapaa tehdä se luotettavasti ja helposti. Lisäksi vesikiertoisen lattialämmityksen valta-asema lämmönjakotapana suosii maanvaraisen alapohjan rakentamista. Vesikiertoinen lattialämmitys vaatii puualapohjaan tähän tarkoitukseen uritetun levytyksen tai oman valetun tai muulla tavoin toteutetun ker-

roksen. Puualapohja vaatii myös hirsiseinäkorkeutta enemmän ja se taas lisää rakennuskustannuksia.

Hirsiomakotitalojen ostajat ovat ainakin Ykköspuun toimituksiin valinneet lähes poikkeuksetta maanvaraisen laatan alapohjarakenteeksi. Detaljikirjastossa on tuulettuvan alapohjan perusratkaisu, mutta yksilöityjä ratkaisuja on suunniteltava lisää sitä mukaa, kun kysyntää ilmenee.

13 Pohdinta

Nyt tehdyn opinnäytetyön aikana kertyi ajantasainen tietopankki hirsitalojen suunnittelua varten. Koskapa itse toimin suunnittelijana tilaajayrityksessä, niin suunnittelussa voisi sanoa tapahtuvan jonkinlaisen ryhtiliikkeen ainakin omalta osaltani. Asiantuntijuus laajeni niin omalta kuin yrityksen muidenkin toimijoiden osalta.

On ollut hyvä huomata, että hirsitalosta saa tiiviin siinä, missä muistakin pientaloista. Huolellinen työ ja tieto siitä miten liitokset tehdään, tarvitaan ilmatiiviin talon rakentamiseen. Kun joitakin vuosia sitten opeteltiin vedeneristyksien tekemistä, ryhdyttiin kouluttamaan sertifioituja vesieristäjiä työmaille. Tietämys rakentamisen yksityiskohdista ilmatiiviyden saavuttamiseksi vaatii ehkä samanlaisen rakentajien koulutuksen kuin vesieristystöissäkin. Ei vielä riitä, että suunnittelijat ovat ajan tasalla nykyrakentamisen edellytyksistä, myös pientalotyömaille asia on tiedostettava. Kun nyt mittaukset näyttävät, että uusista hirsitalosta saadaan tiiviitä, niin olisi mielenkiintoista nähdä mittaustuloksia myös siitä, kuinka hirsitalot ovat pitäneet tiiviytensä oletetun painuma-ajan jälkeen. Näitä testauksia varmaan tehdään, kun uusien energiamääräyksien voimaantulon jälkeen rakennetut hirsitalot tulevat muutaman vuoden ikään.

Kosteusteknisesti hirsitalo on toimiva, hirsi ottaa vastaan kosteutta ja taas luovuttaa sen kuivuessaan. Tämä onkin yksi hirsirakenteen eduista verrattuna höyrysulullisiin ulkoseinärakenteisiin. Tasainen sisäilmankosteus lisää asumismu-

kavuutta. Pesuhuoneen ja saunan yhteydessä ei ole ongelmia, kun ne rakennetaan huolellisesti. Vesipisteet kannattaa suunnitella väliseinärakenteisiin. Pesuhuone rakennetaan omana kosteus- ja vedeneristettynä yksikkönään niin kuin muissakin rakennuksissa.

Hirsirakennukset ovat aina olleet osa suomalaista pienrakentamista ja edelleenkin ne pystyvät vastaamaan ajan haasteisiin. Tietotaitoa hirsirakentamisesta on, eikä sitä kannata päästää ruostuma. On riskittömämpää kehittää asioita eteenpäin kuin keksiä ja ryhtyä testaamaan kokonaan uusia. CLT-rakennetta on joku jo sanonut tulevaisuuden hirsirakennukseksi, mutta suomalaisen CLT-rakentamisen alkumetreillä näyttää siltä, että siitä kehitty monikerrosrakenne, kuten juuri valmistuneessa Helsingin ensimmäisessä CLT-runkoisessa omakotitalossa [16, A8]. Toistaiseksi hirsi siis näyttäisi säilyttävän asemansa yksiaineisena, tutuna ja turvallisena pientalon rakennusmateriaalina.

Toivottavasti nyt suunnitellut liitosdetaljit auttavat osaltaan rakentamaan sekä energiaystävällistä että terveellistä hirsirakennuskantaa. Tärkeää on myös se, että hyvän ja huolellisen työn merkitys kestäväälle rakennukselle ymmärrettäisiin entistä paremmin.

Lähteet

1. Makron Engineering Oy. 2014.Hirsikoneet.
<http://www.makron.fi/suomeksi/Tuotteet/Hirsikoneet/tabid/7996/language/fi-FI/Default.aspx> 5.11.2014
2. Sanoma Media Finland Oy. 2015. Rakentaja.fi, Mistä talot on tehty 2013.
<http://www.rakentaja.fi/indexfr.aspx?s=/otsikkosivut/tutkimukset.asp>
6.11.2014
3. Ympäristöministeriö. 2011. Rakennusten energiatehokkuus määräykset ja ohjeet 2012 Suomen rakennusmääräyskokoelma D3. Helsinki: Ympäristöministeriö
4. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2010. Rakennuksissa käytettävät massiivi- ja lamellihirret. Vaatimukset SFS 5973. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry
5. Rakennustietosäätiö RTS. 2014. Hirsitalon suunnitteluperusteet RT 82–11168.
<https://www.rakennustieto.fi.tietopalvelu.karelia.fi/kortistot/tuotteet/110819.html.stx> 1.12.2014
6. Happonen, E. 2014. Myyntipäällikkö, Lameco LTH Oy. Puhelinhaastattelu 6.11.2014
7. Aho, H., Korpi, M. (toim.) 2009. Ilmanpitävien rakenteiden ja liitosten toteutus asuinrakennuksissa. Tutkimusraportti 141. Tampere: Tampereen teknillinen yliopiston rakennustekniikan laitos
8. Ympäristöministeriö. 2013. Energiatodistusopas 2013 Rakennuksen energiatodistus ja kokonaisenergiankulutuksen määrittäminen Versio 27.9.2013. Ympäristöministeriö. 2013
9. Ilmatiiveys ja vuotokohdat uusissa pientaloissa, Vertia Oy.
<http://www.vertia.fi/10-uutiset/38-ilmatiiveys-ja-vuotokohdat-uusissa-pientaloissa-1-2014> . 5.11.2014
10. Vinha, J., Korpi, M., Kalamees, T., Jokisali, J., Eskola, L., Palonen, J., Kur-nitski, J., Aho, H., Salminen, M., Salminen, K. & Keto, M. 2009. Asuinrakennusten ilmanpitävyys, sisäilmasto ja energiatalous. Tutkimusraportti140. Tampere: Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan laitos
11. Hälinen, M. Insinööritoimisto Mari Hälinen. Haastattelu 14.10.2014
12. Hämäläinen, P., Turunen, P. 2011. Kumeja erityistarpeisiin Kumiviesti. 5. Vammala: Teknikum-Yhtiöt Oy,
13. Jokelainen, J. 2012. Hirsiseinän tilkematériau ominaisuudet. Seinäjoen ammatti-korkeakoulu julkaisusarja A Tutkimuksia 12. Seinäjoen ammattikorkeakoulu
14. Puuinfo Oy. 2014. Puun ominaisuuksia. Lämpötekniisiä ominaisuuksia.
<http://www.puuinfo.fi/puu-materiaalina/lampoteknisia-ominaisuuksia>
11.10.2014
15. Ympäristöministeriö. 1998. Kosteus määräykset ja ohjeet 1998 Suomen rakennusmääräyskokoelma C2. Helsinki: Ympäristöministeriö
16. Mainio, T., Puulevy pysäyttää kosteuden. Helsingin sanomat. A8. 17.10.2014
17. Lameco LTH Oy. 2014. Lamecolog
<http://www.lamecolht.fi/32> 6.11.2014
18. Saastamoinen, H. 2010. Detaljipiirustuksia. Pohjois-Karjalan Ykköspuu Oy. Kontiolahti