
HIRSITALON ILMATIIVEYS

Kari Korolainen

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Kari Tapani Korolainen	
Työn nimi Hirsitalon ilmatiiveys	
Päiväys 09.05.2011	Sivumäärä/Liitteet 25
Ohjaaja(t) Harry Dunkel, Lehtori	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Heikki Ruotsalainen, Honkakartano Oy	
<p>Tämän työn tarkoitus oli tutkia ja kehittää hirsitalojen ilmanpitävyyttä. Hirsitalojen merkittävimmät ilmapuodot ovat yläpohjan ilmansulkukerroksen liittyminen hirsiseinään ja ikkunoiden ja ovien liitokset seinään. Tilaaja oli Pohjois-Savossa toimiva hirsitalovalmistaja Honkakartano Oy. Yrityksessä on kehitelty hirsiseinän ilmanpitävyyttä hirsipurkan osalta. Myös muita rakenneliittymiä on tarkasteltu ja kentällä on tehty kokeiluja tiiviimpien liitosten toteutukseen. Liitosten toteuttamisessa paino-arvo on niiden pitkäaikaisella kestolla, koko rakennuksen elinkaaren ajan.</p> <p>Työ perustui kirjoittajan vahvaan kokemukseen hirsirakentamisesta. Liitoksia kuvattiin ja suunniteltiin työmaalla. Kohteena oli sisävaiheessa oleva omakotitalo. Ilmanvuotolukuja saatiin aiemmin valmistuneesta hirsitalosta.</p> <p>Työssä luotiin muutamia pitkäkestoisia liitoksia. Ikkuna- ja oviliitoksia tulisi kehitellä edelleen, jotta painuma-erot hallittaisiin. Uusien liitosten kokeilusta ei ole saatavana vielä tuloksia. Hirsitalon ilmatiiveyden pysyvyyteen kannattaisi myös panostaa uusimalla mittaus vuosien jälkeen.</p>	
Avainsanat Hirsitalo, ilmatiiveys, ilmanpitävyys	
Luottamuksellisuus	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Mr Kari Korolainen			
Title of Thesis Hermetic Aspects of a Log House			
Date	May 9 2011	Pages/Appendices	25
Supervisor(s) Mr Harry Dunkel, Lecturer			
Project/Partners Mr Heikki Ruotsalainen, Honkakartano Ltd			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to study and develop the hermetic aspects of a log house. The most remarkable airflows are on the seam between the log wall and ceiling, and the seams between the log wall and doors and windows. The thesis was commissioned by Honkakartano Ltd which had developed the hermetic aspects of a corner blocked log wall. Also other construction details were under scrutiny and they had done experiments on more rigid completions of the seams. When making good seams the emphasis is on their durability during the whole lifespan of the building.</p> <p>The project was based on the author`s experience of log houses. The seams were filmed and planned on the building site of a log house in its interior work phase. Some airflow figures were also received from an earlier made log house.</p> <p>As a result, some long-lasting seams were made. However, window and door seams should be further developed in order to control the difference of sag. The results of the experiments on the new seams are not yet available. The stability of the air tightness of log houses would also be worth investing in by renewing the measuring after a few years.</p>			
Keywords Log House, Hermetic Aspects, Air Tightness			

SISÄLTÖ

Tiivistelmä	3
Abstract	4
Sisällysluettelo	5
1 JOHDANTO.....	6
1.1 Tausta	6
1.2 Tavoitteet	6
1.3 Tilaaja	6
2 ILMANPITÄVYYS.....	7
2.1 Ilmanpitävyyden merkitys.....	7
2.2 Tilanne aiemmin ja nykyisin.....	8
2.3 Ilmanpitävyyden saavuttaminen	8
3 RAKENTEET JA TOTEUTU	9
3.1 Runko	9
3.2 Yläpohja	11
3.3 Alapohja ja sokkeli	16
3.4 Ikkunat ja ovet	17
4 TIIVEYDEN TOTEAMINEN	19
5 MITTAUSTULOKSET JA VERTAILUA	21
6 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	21
LÄHTEET.....	22

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Opinnäytetyön aiheena on selvittää hirsitalojen ilmantiiveyden taso muihin talotyyppeihin nähden. Hirsitaloja pidetään usein hatarana ja vetoisina. Kuitenkin useat hirsitalovalmistajat ovat kehittäneet erityisesti hirren nurkkasalvoksia ja hirsivarauksia tiiviimmäksi. Tiivistemateriaalit ovat kehittyneet sitten sammaleen ja riveitten käytön jälkeen. Viimeisimpänä ovat markkinoille tulleet turpoavat tiivisteet, jotka ovat jo monen valmistajan käytössä.

1.2 Tavoitteet

Tavoitteena tällä työllä on tutkia Honkakartanon nykyisten hirsitalojen ilmantiiveys esimerkkikohteitten avulla ja esittää joitakin parannusehdotuksia. Merkittäviä parannuksia hirren osalta on tehty aiemmin erityisten nurkkatiivisteitten osalta. Työssä keskitytäänkin saavuttamaan tiiviitä rakennelii-toksia mahdollisimman helposti.

Tehtaan asennusryhmät pystyttävät hirsikehikot, jolloin tehdas antaa takuun tuotteelle. Näistä asennustöistä vastaa erikseen asennuspäällikkö. Hirsitalon voi niin halutessaan pystyttää myös itse jolloin asennusohjeet ovat tuiki tarpeellisia. Tässä jälkimmäisessä vaihtoehdossa olisi kuitenkin oltava käytettävissä yksi kokenut hirsirakentaja joka vastaisi asennustöitten ohjauksesta.

Lisäksi työssä käsitellään ainoastaan massiivisten hirsitalojen ilmanpitävyyttä (lamellihirsi). Lisäeristetyt hirsirakennukset ovat ilmanpitävyydeltään hieman parempia koska niissä käytetään yhte-näisiä ilmansulkukerroksia.

1.3 Tilaaja

Tilaaja on Honkakartano Oy joka on toiminut hirsitalo valmistajana vuodesta 1990 lähtien. Yritys perustettiin Varpaisjärvelle sopivien tuotantotilojen löydyttyä. Perustajina oli Heikki Ruotsalainen, Heikki Härmä ja Ismo Rautiainen. Alussa tuotteet olivat lähinnä pyörö- ja höylähirrestä valmistettu-ja mökkejä, rantasaunoja ja aittoja. Taidon ja kokemuksen karttuessa alettiin valmistaa omakotita-loja kotimaahan. Myös ulkomaan vienti aloitettiin vuonna 1994, jolloin kohdemaina oli ainakin Ja-pani ja Saksa.

Lamellihirren tulo mullisti hirsirakentamisen 1990-luvulla. Hirsiä alettiin valmistaa liimaamalla sopi-via aihioita yhteen jolloin puun sydän osa saatiin näkyville sivuille. Tämä mahdollisti täysin halkei-lemattoman ulkonäön. Massiivihirren yksi merkittävä heikkous olikin juuri halkeilu ja puun suurempi eläminen valmiissa rakennuksessa. Lamellihirsi onkin kelvannut paremmin ulkomaille.

2 ILMANPITÄVYYYS

2.1 Ilmanpitävyyden merkitys

Ilmavuodot ovat rakennuksen sisä- ja ulkopuolen välillä olevan paine-eron aiheuttamaa ilmanvirtausta eli konvektiota rakennuksen vaipan läpi. Merkittävimmät paine-eron aiheuttajat ovat ilmanvaihtolaitteet, tuuli ja lämpötilaerot sekä tulisijojen käyttö.

Ilmanpitävyyttä mitataan pienessä määrin tutkimalla esim. ikkunan ilmanpitävyyttä VTT:n tai yliopistojen tiloissa. Tässä työssä keskitytään kuitenkin koko rakennuksen ilmanpitävyyteen.

Hyvään ilmanpitävyyteen panostaminen on erittäin kannattavaa. Tärkeimmät tulokset ovat energiankulutuksen huomattava pieneneminen ja rakennuksen sisäilman parantuminen. Ilman pitävässä rakennuksessa lämpövuodot molempiin suuntiin ovat poissa. Vuotoilman osuus lämmityskuluista on 15 - 30 % tavallisissa rakennuksissa. Joten tiiviyyteen panostaminen kannattaa ja sen investointikulut tulevat nopeasti takaisin.

Nykyisin paljon käytetty koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä toimii tehokkaimmin juuri ilmatiiviissä rakennuksessa, sillä tulo- ja poistoilma kulkevat talteenottokeinojen läpi eikä jostain vuotokohdasta. Talon sisäilman tasapainottaminen on helpompaa tiiviissä rakennuksessa kuin hatarassa rakennuksessa, mutta myös tärkeämpää. Talon ilmanvaihto säädetään hieman alipaineiseksi eli talosta poistetaan ilmaa hieman enemmän kuin sinne johdetaan. Alipaineen määrä on käytännössä vain 2-4 Pascalia LVI-suunnittelijoiden mukaan. Tiiviissä rakennuksessa ilmanvaihdon tulee olla riittävän tehokas koska ilma ei vaihdu juuri vuotokohtien kautta. Sisäilmanlaadulle tiiviydellä on positiivinen merkitys. Erityisesti alapohjan ja seinän liittymäkohdasta kulkeva ilma aiheuttaa vetoa ja epämiellyttävää hajua. Vedon tunteen poistamiseksi asukkaat nostavat sisälämpötilaa korkeammaksi josta tulee tarpeettomia lämmityskuluja. Alapohjasta kulkeutuu myös ikävien mikrobikasvustojen haju sekä radonin pääsy sisäilmaan. Myös pölyn ja melun kulkeutuminen sisälle on kiusallista huonommin tiivistetyssä rakennuksessa.

Hirsirakennusten osalta ilmatiivillä vaipalla on myös mahdollisuus parantaa rakennuksen energiatehokkuusluokkaa, joka ilmoitetaan erillisessä energitodistuksessa. Energiatodistus on pakollinen ja liitettävä rakennuslupahakemuksen liitteeksi.

2.2 Tilanne aikaisemmin ja nykyisin

Hirsitalojen ilmanpitävyydellä ei ollut niin suurta painoarvoa aiemmin vaikka rakennukset tehtiin huolellisesti. Hirsiseinien osalta suurin muutos lienee saumaeristeiden muuttaminen tiiviimmäksi. Aiemmin oli käytössä villakaistoja, jotka asennuksen jälkeen leikattiin saumojen ylimenevältä osalta pois (pyöröhirsi). Villa oli siis aluksi näkyvässä, mutta myöhemmin hirsien painuttua tiiviimmin villasta ei juuri näkynyt mitään. Tällainen sauma ei ole nykyisin riittävän tiivis. Myös nurkkien kohdalla oli käytössä samat villakaistat. Saumoissa kokeiltiin myös ekologisempia eristeitä kuten pel-lava- ja puukuitunauhoja (pyörö- ja höylähirsi). Osaksi ilmanpitävyys parani myös näitten ansiosta. Hirren varauksen profiililla ja nurkkasalvoksella oli myös vahva osuus sillä nurkan tiiviyttä on pidetty hirsirakennusten heikoimpana lenkinä. Hirret saattoivat myös pienissä määrin vääntyillä valmiissa rakenteessa. Massiivihirsi on myös altis halkeilulle sillä puu kuivui vielä asennuksen jälkeen. Halkeilua pyrittiin ohjaamaan varaukseen jossa se oli piilossa. Halkeilu on luontaista massiivisille hirsille sillä usein halkeama syntyy silloin kun sydänpuun ja pinnan välimatka on pienin. Tätä puun ominaisuutta käytetäänkin onnistuneesti lamellihirsissä. Halkeamat eivät mene kuitenkaan massiivisen puun lävitse.

Vasta lamellihirren valmistus mahdollisti halkeamattoman ja stabiilin materiaalin hirsirakennusten hyväksi. Nurkkasalvokset valmistettiin vielä tiukemmiksi ja eristeille jyrättiin myös oma syvennys. Tiivisteinä käytetään solumuovisia ja kumimaisia tiivisteitä. Viimeisimmät tiivistenaumat ovat turpoavia kun ilman lämpötila on hieman plussan puolella. Turpoavat tiivisteet täyttävät niille varatun tilan perusteellisesti ja niin ettei se vaurioidu asennustyössä.

2.3 Ilmanpitävyyden saavuttaminen

Hirsirakennuksista on mahdollista saada erittäin ilmatiivis kokonaisuus. Itse seinän osalta tiiviin lopputuloksen saavuttaminen vaatii huolellista suunnittelua jo aikaisessa vaiheessa. Hirsirakennus on parhaimmillaan silloin kun rakenteet on yksinkertaisia ja mahdollisimman helppo toteuttaa. Massiivisissa rakenteissa ei välttämättä tarvita erillistä ilmansulkukerrosta sillä niiden ilmatiiviyys on itsessään jo riittävä. Rakenteiden liitoskohtiin on kiinnitettävä kuitenkin erityinen huomio tiiviin lopputuloksen saamiseksi. Ilmanpitävän kokonaisuuden kannalta eri rakenneosien tulisi liittyä tiiviisti toisiinsa. Hirsitalossa merkittävimmät ilmavuodot ovat aiemmin olleet ikkunoiden ja ovien liitokset seinään ja yläpohjan ilmansulkukerroksen liittyminen seinään. Myös yläpohjan putki- ja hormiläpiviennit ovat ongelmallisia sillä hirsirakennus painuu vuosien saatossa. Hirsirakennuksen elämisen huomioiminen on vaatinut suunnittelijoilta paljon aikaa ja vaivaa. Liitosten pitkäaikaiskestolle on tavallista suuremmat vaatimukset juuri elämisen vuoksi ja käytettyjen ratkaisujen tulee pysyä ilmanpitävinä koko rakennuksen käyttöajan. Liitosten tulisi kestää pieniä muodonmuutoksia il-

man merkittäviä halkeamia. Rakennus suunnitellaan kuitenkin niin, ettei muodonmuutoksia pääsisi syntymään. Hirsitalon painumat ovatkin nykyisin huomattavasti pienemmät kuin aiemmin. Tämä on paljolti riittävän kuivan hirsimateriaalin ansiota. Ennen vanhaan hirsirakennukset saatettiin jättää painumaan talveksi ja töitä jatkettiin vasta lumien lähdön jälkeen. Nykyisin rakennetaan kuitenkin läpi vuoden ja elämä tuntuu oleva vähän turhan kiireistä.

Hyvän lopputuloksen kannalta ilmanpitävän hirsirakennuksen toteuttaminen ei eroa muusta rakentamisesta. Suunnittelu, valvonta ja toteutus vaativat saumatonta yhteistyötä alusta alkaen. Työntekijöillä ja työnjohdolla täytyy olla tieto siitä, miksi halutaan tehdä ilmanpitävä rakennus ja motivatiota tehdä se. Tämän jälkeen työ tulee tehtyä riittävällä tarkkuudella. Ilmanpitävyyteen tarvittavia erikoistuotteita alkaa olla helpommin saatavissa. Myös hirsirakentajille on ollut suuri apu näistä tuotteista. Yläpohjan tiiveyden osalta olennaisia muutoksia on ilmansulkujen liittäminen toisiinsa esim. alapaarteen kohdalla. Liitoskohtaan pursotetaan yhtenäinen palko liimamassaa ja ilmansulut liitetään lisäksi ruuvaamalla rima liitoskohdan päälle. Hirsirakennuksen yläpohjan sulkuna toimivat ilmansulkupaperit ja perinteinen höyrynsulkumuovi. Reunoilla ilmansulku käännetään hirttä vasten ja liimamassa ja puristusrima saavat liitoksen tiiviiksi.

3 RAKENTEET JA TOTEUTUS

3.1 Runko

Hirsitaloja tehdään 1, 1-1/2 ja 2-kerroksisina joko massiivisena tai lisäeristettynä. Tässä työssä keskitytään vain ns. aitoihin massiivihirsirakennuksiin. Normaaliin omakotitaloon riittää 180 mm:n vahvuinen hirsi (U-arvo=0,60). Yleisimmin käytetty koko on 202 mm ja vahvemmat hirret tekevät tuloaan markkinoille (240 ja 270 mm).

Hirsikehikko tehdään yleisimmin vain tasakertaan = sivuseinän korkeus. Päätykolmioita ei yleensä rakenneta hirrestä vaan normaali pystyrunko on käytetyin vaihtoehto. Näin painuva osa on vain kehikko ja yläpohja on oma painumaton rakenteensa.

Hirsikehikon nurkat valmistetaan normaali- tai lyhytnurkalla. Normaalin hirsinurkan tiivistys turpoavalla nurkkatiivisteellä (kuva 1).

Hirsiseinän tiiveys oletetaan olevan nykyisin erittäin hyvä sillä useat valmistajat ovat saaneet ilmanvuotoluvuksi jopa alle yhden arvoja. Hirsiseinät elävät hieman painuttuaan pari ensimmäistä vuotta. Hirret kutistuvat ja kiertyvät seinällä hyvin vähän mutta ilmantiiveyden nämäkin liikkeet olisi hallittava ja taattava seinän ilmatiiveys vuosikymmeniksi eteenpäin. Huolellinen seinän tiivistys joko perinteisillä tai turpoavilla tiivisteillä on suoritettava hyvissä olosuhteissa ja riittävällä ammattitaidolla. Turpoavia tiivisteitä on käytetty markkinoilla ainakin 20 vuotta ja ne soveltuvat erityisesti hirsitaloille.

Hirsiseinässä on pystysuuntaisia reikiä tapitusta ja kierretankojen asennusta varten. Myös sähkövedot tehdään seinän sisään. Näitten reikien vaikutusta seinän ilmatiiveyteen ei ole tutkittu mutta ne täytyisi tukkia. Sopiva tiivistys tulee uretaanivaahdolla ja pinta-osaan ja kaapelien juureen liima-tiivistysmassa.

Hirsinurkan tiivistys.



Kuva 1. Valokuva Honkakartano Oy.

3.2 Yläpohja

Yläpohjat rakennetaan tehdasvalmistetuista kattoristikoista tai vasarakenteisena massiivi- sekä kertopuusta. Yhteistä yläpohjilla on se että, kannattajien väli on k/k 600 mm tai k/k 900mm. Rakenteet alapaarteesta tai vasasta alaspäin ovat yhtenevät. Ilmansulkuna on joko höyrynsulkumuovi tai ilmansulkupaperi. Molemmilla ilmansulkutuotteilla saavutetaan ilmatiiviskerros. Markkinoilla on myös alumiinipinnoitettuja SPU-levyjä, jotka muodastavat ilmansulkukerroksen saumaamalla levyjen pontit uretaanivaahdolla. Levymäiset ilmansulut soveltuvat paremmin muihin talotyyppeihin sillä hirsitalo painuu ja levyjen liitokset saattavat aueta. Eräs ongelma on yläpohjaeristeiden aiheuttama paine ilmansulkukerrokseen. Pelkkä puhallusvilla painaa ilmansulkukerroksen pusseille koolausten välillä. Suositeltavaa olisi käyttää levyvillaa alimpana kerroksena ja sen päälle puhallusvilla. Villan aiheuttama paine rasittaa erityisen paljon ilmansulun liitoksia. Ennen käytetyt teippiliitokset eivät kestä rakennuksen koko elinkaaren aikaa. Uusin tapa on asentaa muovit ja paperit alapaarten suuntaisesti jolloin liitokset on helppo tehdä puristamalla ne erillisellä rimalla ja käyttämällä kerrosten välissä liima- ja tiivistysmassaa (kuva 2). Rimaa voi asentaa varmimmin pätkinä tai yhtenäisenä mutta tärkeintä on saada riittävä puristus. Puristuksen kiinnitykseen on käytettävä esim. 5X70 mm ruuveja ja määrä on k/k 200-250 mm (kuva 3).

Puristusliitos.



Kuva 2. Valokuva Kari Korolainen.

Puristusliitos.

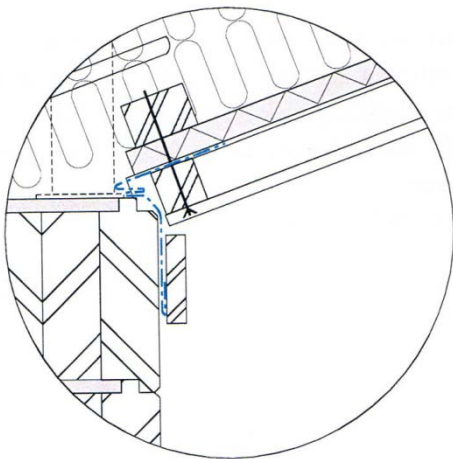


Kuva 3. Valokuva Kari Korolainen.

Yläpohjan liittyminen seiniin on suunniteltava siten, ettei mahdollinen painuminen ratko liitoksia auki. Jos kattotuolit ovat kiinnitetty ns. liukukiinnikkeillä, on siihen varauduttava jättämällä ilmansulku-paperia pussille (kuva 4). Muulloin liittymisen toteutus on varmempaa. Ilmansulku liitetään esim. 50x50 mm:n rimalla hirsiseinään. Liima- ja tiivistysmassa on edelleen hirren ja sulun välissä. Kiinnitys hirteen voi olla esim. 5x100 mm:n ruuveilla ja määrä k/k 200 - 250 mm:ä (kuva 5). Nurkissa on käytettävä runsaammin liimamassaa ja taitettava ilmansulku niin että rimän päällä ei rikota ilmansulku (kuva 6).

Erilliset läpiviennit ilmansulku kerrokseen ovat välttämättömiä. Tärkeimpiä ovat ilmanvaihtokanavat, viemärintuuletusputki, radonputki, piippu ja sähköjohdot. Osassa on ajateltava jälleen hirsiseinän painuma ja osassa se voidaan jättää huomioimatta. Perinteiset teippiliitokset vaativat erittäin huolellisen toteutuksen mutta ne saattavat olla lyhytkestoisia. Siksi olisi jälleen ajateltava liitosten pitkäkestoisuutta. Tässä uusi ja tiivis liitos putki-läpivienneille. EPDM-kumilaippa tulee putken läpiviennin kohdalle ja liepeet jäävät ilmansulun päälle. Ilmansulun takana on vanerilevystä tehty tuki ja toinen tulee laipan päälle niin että laipan ja ilmansulun välissä on liima- ja tiivistysmassa. Liitos ruuvataan 8-10 ruuvilla vanerien läpi jolloin liitos on tiivis ja pitkäkestoinen (kuva 7).

Liitos sivuseinälle, liukukiinnikkeillä.



Kuva 4. TTY:n tutkimusraportti 141 s.60.

Liitos sivuseinälle.



Kuva 5. Valokuva Kari Korolainen.

Liitos nurkassa.



Kuva 6. Valokuva Kari Korolainen.

Läpiviennin liitos.



Kuva 7. Valokuva Kari Korolainen.

Putki-läpiviennit, joissa on huomioitava painuminen, ovat haasteellisimpia toteuttaa. Putkea ei voi teipata ilmansulkuun koska se tulee painuessaan repeytymään. Tässäkin EPDM-kumilaippa tulee toimimaan koska sen sovitus putkeen on napakka. Myös useamman putken lähekkäiset läpiviennit ovat mahdollisia (kuva 8). Teippaamalla niitä on mahdoton saada tiiviiksi. Viemäri- ja ilmanvaihtoputkiin voi tehdä myös painuman sallivan putkiliitoksen esimerkiksi sisäliittimillä.

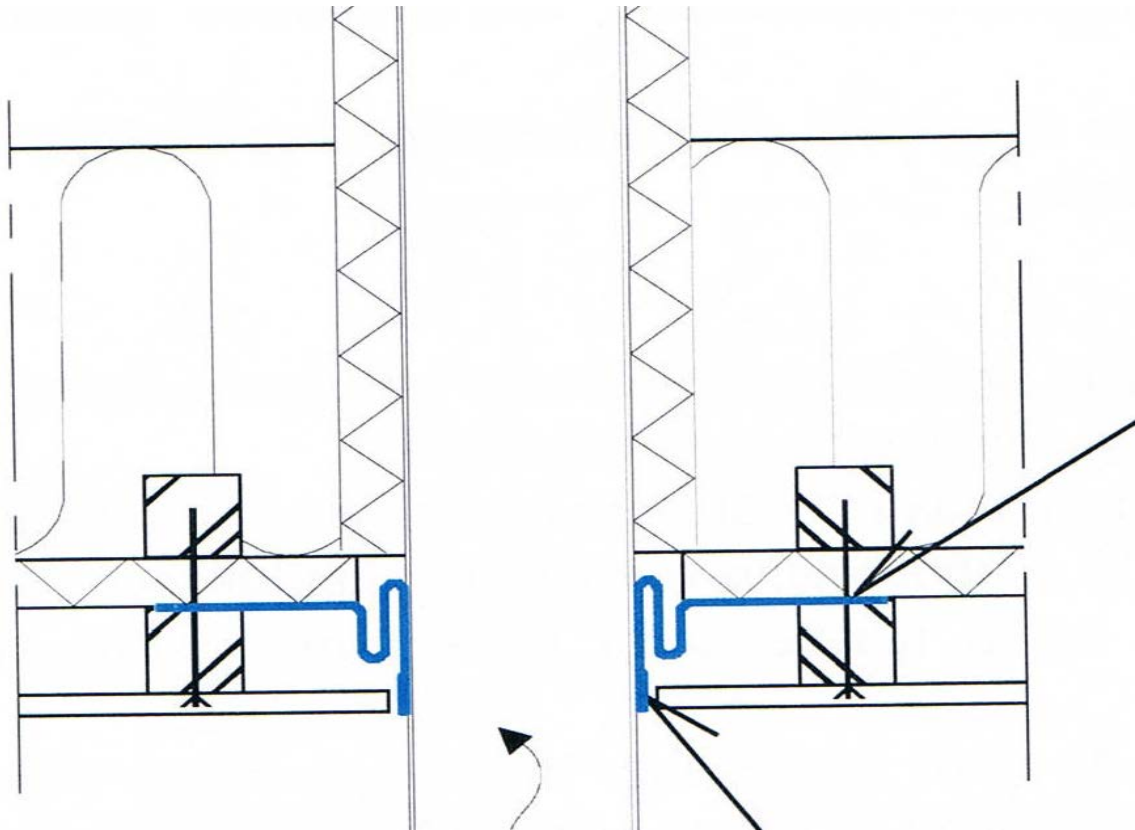
Piipun läpivienti on yläpohjan osalta haasteellinen. Piippu ei painu ja tiivistys kivipintoihin on suoritettava huolellisesti. Piipun sivut on tasoitettava vähintään 2 kertaa ilmansulun korkeudelta ja viimeinen tasoitekerros on käsiteltävä pölynsidontaa varten primerillä. Peltinen kulmalista kiinnitetään piipun joka sivulle käyttämällä runsaasti liima- ja tiivistemassaa. Mekaaninen kiinnitys suoritetaan proppaamalla 5x40 mm:n ankkureilla aina k/k 200 mm:n välein. Peltilistan reunaan kiinnitetään ilmansulku niin että se jää pussille ja mahdollistaa painumisen (kuva 9).

Useamman putken läpivienti.



Kuva 8. Valokuva Kari Korolainen.

Piipun läpivienti periaate kun painuva rakenne.



Kuva 9. TTY:n tutkimusraportti 141 s.88.

3.3 Alapohja ja sokkeli

Alapohja on hirsitaloissa samanlainen kuin muissakin taloissa. Rakennetaan maanvarainen tai tuulettuva alapohja, on sen liityttävä hirsieinään tiiviisti. Perinteinen bitumikermi sokkelin päällä estää kosteuden siirtymisen alimpaan hirreen. Kermin päällä on käytetty eristyksen vuoksi myös villakaistaa tai muita vastaavia tuotteita. Myös painekyllästetty lauta ja eristeet sen ylä- ja alapuolella ovat olleet toimivia. Erikoinen huomio on kiinnitettävä myös sadeveden ohjaukseen, niin ettei seinää myöten valuva vesi johdu hirren ja sokkelin väliin. Tämä on estetty kantatulla pelti- listalla. Sokkelin päällä voisi käyttää myös kaksinkertaista solumuovikaistaa joka on rittävän tiivis ajatellen ilmanpitävyyttä.

Betonista valettu alapohja on jätettävä irti hirrestä, jottei hirren kosteus kuormitus olisi liian korkea. Irroituskaitana on käytetty filmivaneria+ilmarako tai pelkkää solumuovista irroituskaitaa. Betoni kutistuu myöhemmin ja raosta tulee haitallista vetoa. Ennen lattianpinnoitusta rako olisi syytä käsi-

tellä tiivistysmassalla ilmantiiveyden ja asumisviihtyisyyden parantamiseksi. Tässäkin olisi paikka turpoavalle tiivisteelle joko kapea nauha valun yläreunan kohdalle tai hieman ennen lattianvalua asennettu täyskorkea tiiviste. Huolellisesti suunniteltu alapohjan liittymä sisältää myös radonkermin joka katkaisee ilman liikkeet alapohjasta huonetilaan.

Alapohjaan tulee useita läpivientejä LVIS-asennusten vuoksi. Useimmat niistä saadaan ilmanpitäviksi tiivistysmassoilla. Sähköputket olisi tiivistettävä myös seinien osalta.

Radonputki on salaojaputkea joka kiertää sepelikerroksen ala-osassa johdetaan katolle. Putki on alapohjasta katolle asti viemäriputkea. Putken vaihto tiiviimmäksi olisi suositeltavaa tehdä lattian alla jotta juuri saadaan tiiviiksi.

Vesijohtojen ja sähkön syöttökaapeleiden suojaputket on täytettävä uretaanivaahdolla takaamaan hyvä ilmatiiveys.

3.4 Ikkunat ja ovet

Ikkunoitten ja ovien liitokset ovat haasteellisia. Syy on painuvan ja kiinteän rakenteen liitos. Hirren päähän on jyrstetty ns. kara-ura johon tulee rima sekä hirren levyinen karalankku. Nämä yhdessä jäykistävät aukkojen pieliä ja toimivat kiinnitys alustana ikkunoille ja oville. Ikkunoiden ja ovien päälle jätetään painumavaraa suhteessa aukon korkeuteen 4-7 cm.

Tiivistystyö voidaan jakaa niin että ikkunoitten ala- ja pystysaumot täytetään uretaanivaahdolla. Yläsaumaan käytetään villaa tai paisuvia tiivisteitä esim ”Timbermax” (kuva 10).

Paisuva tiiviste.



Kuva 10. Valokuva Kari Korolainen.

Karmileveydestä loppu-osa tiivistetään villalla ulkopuolelta. Tämä ei takaa vielä ilmatiivistä lopputulosta vaan karapuun ja hirren väli tiivistetään ikkunaan asti esim. butyyliinauhalla. Nauha asennetaan joka sivulle niin että kulmiin nauha taivutetaan kaksinkerroin, jolla vältetään tarpeettomat saumat. Nauhassa on liimapinta valmiina ja hirren päälle tuleva reuna jää osittain puristuksiin vuorilaudan alle. Työ onnistuu paremmin jos karapuu on sisäpuolelta pari senttiä vajaa, jolloin nauha liimataan karmin näkymättömälle osalle (kuva 11).

Ikkunan tiivistys hirsiseinään sisäpuolelta.



Kuva 11. Valokuva Kari Korolainen.

Ulkopuolelta tiivistys on tehtävä tuulenpitävällä nauhalla (kuva 12). Näillä nauhoilla ei saavuteta pitkäkestoista tiivistystä ilman puristusta. Teipin liima-aineista ei ole näyttöä niiden pitävyydestä. Puristus on mahdollista ylä- ja alasaumoille mutta pystysauman osalle puristaminen on mahdollista ohuilla riman pätkillä jos käytettävissä olisi riittävästi tilaa. Leveys suunnassa parisenttiä lisää ja karalankku 2-3cm kapeampi kuin hirrenpää.

Ikkunan tiivistys hirsiseinään ulkopuoli.



Kuva 12. Valokuva Honkakartano Oy.

4 TIIVEYDEN TOTEAMINEN

Koko talon ilmantiiveys mitataan painekoemenetelmällä jossa talon sisä- ulkopuolen välille luodaan 50 Pa:n ali- ja ylipaine (kuva 13). Saatu tulos ilmoittaa talon vaipan läpi vuotavan ilmamäärän (m^3/h). Se määrä jaetaan talon sisätilavuudella (m^3). Tästä saadaan ilmanvuotoluku n_{50} , joka ilmoittaa kuinka monta kertaa tunnissa talon vaipan läpi ilma vuotaa suhteessa talon tilavuuteen. Kokeen aikana kaikki mahdolliset ikkunat ja ovet suljetaan sekä tiivistetään ilmanvaihtventtiilit, liesituulettimet, uunin luukut ja korvausilmaventtiilit. Koe suoritetaan siinä vaiheessa kun mahdolliset vuotokohdat voidaan korjata. Mittauksen kustannukset ovat 250 - 600€ ja mahdollinen lämpökamerakuvaus 300 - 600€. Ilmantiiveyden tulosta voi vertailla oheisessa taulukossa (taulukko 1).

Ilmantiiveyden mittaus.



Kuva 13. Kuvia aiheesta ilmantiiveyden mittaus.

Taulukko 1. Ilmanvuotoluvun vaikutus energiankulutukseen. Oulun kaupungin rakennusvalvonta.

n₅₀- luku	Sanallinen arviointi	Energ. säästö
< 0,6	passiivitalon vaatimus	>25 %
< 1,0	kiitettävä	>21 %
1 - 2	erittäin hyvä	14..21 %
2 - 3	hyvä	7...14 %
3 - 4	tyydyttävä	0..7 %
4	rak. määr. vertailutaso	0 %
>4	huono	kulutus kasvaa

5 MITTAUSTULOKSET JA VERTAILUA

Honkakartano on suorittanut hirsitaloille joitakin mittauksia. Normaali yksi-kerroksinen OKT:n ilmanvuotoluku oli 2,6 (1/h). Saatu tulos on osoitus siitä että hirsitaloilla voidaan saavuttaa tiiviitä taloja.

Honkakartano on kehittänyt myös uuden pystyhirren jonka tiimoilta odotetaan vielä parempia tuloksia. Myös tiiviimpi nurkkaratkaisu perinteisen hirsiseinän osalta jäi tällä kertaa testaamatta sillä sopivassa vaiheessa olevia taloja ei ollut.

Muiden talojen ilmanvuotoluvut ovat keskimäärin parempia kuin hirsitalolla. Hirsitalot ovat saavuttaneet jo alle 1 (1/h) ilmanvuotolukuja. Kaikkein tiivimpiä taloja ovat passiivitalot joissa luvun on oltava alle 0,6 (1/h).

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyössä selvitettiin hirsitalojen ilmatiiviyttä ja keskityttiin saavuttamaan tiivimpiä liitoksia. Honkakartano Oy:ssä panostetaan ilmanpitävyyteen merkittävästi juuri hirsiseinän osalta. Uuden nurkkatiivistyksen tulokset nähdään myöhemmin, sillä sopivaa kohdetta ei ollut mitattavissa.

Ilmantiiviyden parantaminen on kannattavaa etenkin hirsitalojen kohdalla. Mahdollinen kompen-saatio paremmalla ilmanvuotoluvulla ja sitä kautta tullut säästö on jopa 20 %. Lisäksi saavutetaan parempi sisäilman laatu sekä rakentamisen laadun kautta tullut positiivinen palaute.

Tiiviimmän tuloksen saavuttaminen ei vaadi suuria investointeja. Useammin selvittää sadoilla eu-roilla ja huolellisella toteutuksella. Suunnitteluun ja valvontaan pitäisi käyttää riittävästi aikaa. Työ-maalla olisi suoritettava tarkastuksia ja järjestettävä riittävä ohjeistus tekijöiden ammattitaidon varmistamiseksi.

Suunnittelun lähtökohtana voisi olla ilmatiiveyden pitkäkestoisuus ja sen mahdollisimman helppo toteutus. Työssä on kuvattu ja kerrottu muutamia yksinkertaisia ja varmantuntuksia liitoksia. Kehit-tely etenkin ikkuna- ja oviliitoksien pitkäkestoisuuteen olisi kannattavaa. Ilmantiiviyden seuranta vuosien jälkeen antaisi tietoa kuinka ilmanpitävyys muuttuu hirsien painumisen jälkeen.

LÄHTEET

1. Aho Hanna ja Korpi Minna (2009). Ilmanpitävien rakenteiden ja liitosten toteutus asuinrakennuksissa, Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennetekniikan laitos.
2. Vinha Juha, Korpi Minna, Kalamees Targo, Jokisalo Juha, Eskola Lari, Palonen Jari, Kurnitski Jarek, Aho Hanna, Salminen Mikko, Salminen Kati ja Keto Matias (2009). Asuinrakennusten ilmanpitävyys, sisäilmasto ja energiatalous, Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennetekniikan laitos.
3. Polvinen Martti, Kauppi Ari, Saarimaa Juho, Haalahti Pekka ja Laurikainen Markku (1983). Rakennusten ulkovaipan ilmanpitävyys, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, tutkimuksia 215.
4. Romppainen Ilkka (2010). Lämmin puutalo: ohjeet ilmanpitävään ja energiaa säästävään rakentamiseen, Oy Rakennustieto.
5. Tremco. Illbruck [verkkojulkaisu] ”julkaisuaika tuntematon”. Saatavissa: http://www.tremco-illbruck.fi/celumdb/documents/IKKUNA_RT_KORTTI1_10079.pdf

