

Sami Peltomäki

Muuttovalmisprojektin prosessikaavio

Opinnäytetyö

Syksy 2018

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Sami Peltomäki

Työn nimi: Muuttovalmisprojektin prosessikaavio

Ohjaaja: Petri Koistinen

Vuosi: 2018 Sivumäärä: 55 Liitteiden lukumäärä: 1

Hirsitalotehtaat ovat siirtymässä muuttovalmis-talojen valmistamiseen muiden talotehtaiden vanavedessä. Erityispiirteet suunnittelussa ja rakentamisessa aiheuttavat erilaisia haasteita hirsitalotehtaille.

Opinnäytetyössä on perehdytty Finnlamelli OY:n muuttovalmisprosessin kulkuun tehtaan sisällä. Pyrkimyksenä on ollut katsoa asiaa tehtaan näkökulmasta ja löytää ongelmakohtia kauppavaiheesta aina työmaan luovutusvaiheeseen asti.

Tavoitteena oli tehdä yritykselle kansio-ohjeistus, jonka pyrkimyksenä on auttaa niin uusia kuin myös vanhoja työntekijöitä perehtymään muuttovalmisprosessin poikkeavuuksiin verrattuna normaaliin hirsitalotehtailta käytettyyn toimitustapaan.

Avainsanat: hirsirakennukset, hirsirakentaminen, prosessinohjaus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Sami Peltomäki

Title of thesis: Process flowchart for ready-to-move houses

Supervisor: Petri Koistinen

Year: 2018 Number of pages: 55 Number of appendices: 1

Log house factories are slowly starting to build ready-to-move houses for customers. Special characteristics in planning and building cause different difficulties to log house factories.

The thesis studied the process inside the organization of Finnlamelli Inc, and the objective was to take the factory point of view to the problems starting from the trade phase to the delivery phase of a house.

The aim was to make a manual for old and new clerks in the factory so that they would have a tool to see the differences in selling log house packages and ready-to-move log houses.

Keywords: log house, ready-to-move, process control

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
1 JOHDANTO.....	8
2 PIENTALORAKENTAMINEN.....	9
2.1 Yleistä.....	9
2.2 Pohjaolosuhteiden selvittäminen.....	9
2.3 Pohjaolosuhteiden vaikutus perustamistapaan.....	10
2.4 Perustusten yläpuoliset rakenteet.....	12
2.5 Perustamistavat.....	13
2.6 Alapohja.....	18
2.7 Välipohja.....	22
2.8 Ulkoseinä.....	23
2.9 Väliseinä.....	24
2.10 Yläpohja.....	25
3 PUUTAVARAN JATKOJALOSTEET.....	28
3.1 Paineekyllästetty sahatavara.....	28
3.2 Lämpökäsitelty sahatavara.....	28
3.3 Liimapuu.....	29
3.4 Liimattu sahatavara.....	30
3.5 Viilupuu.....	30
3.6 CLT-levy eli ristiin liimattu massiivipuulevy.....	31
3.7 Muut jatkojalosteet.....	33
4 HIRSITALON SUUNNITTELUPERUSTEET.....	34
4.1 Hirren historia.....	34
4.2 Hirsirakennuksen erityisominaisuudet.....	36
4.3 Hirsiseinän kosteustekninen toiminta.....	45
4.4 Kosteudeneristys.....	46
4.5 Sisäilman laatu.....	47

5	HIRSITALON LAATUVAATIMUKSET	48
5.1	Runko ja siihen liittyvät rakenteet.....	48
5.2	Muut tarvikkeet.....	49
5	FINNLAMELLIN MUUTTOVALMISPROSESSIN KULKU	52
6	Yhteenveto.....	53
	LÄHTEET	54
	LIITTEET.....	55

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. a) Pilarianturan b) perusmuurianturan vähimmäismitat. (RT 81-10486). .	14
Kuva 2. Perusmuuri ja maanvarainen alapohja. Soveltuvuus: Kantavat rakennuspohjat (RT 81-10486).	16
Kuva 3. Perusmuuri ja maanvarainen alapohja, kellari. Soveltuvuus: Kantavat rakennuspohjat, rinne-maasto (RT 81-10486).	16
Kuva 4. Perusmuuri ja kantava alapohja, ryömintätila. Soveltuvuus: Kantavat rakennuspohjat, tasaiset ja kaltevat rakennuspaikat. (RT 81-10486).....	16
Kuva 5. Laattaperustus. Soveltuvuus: Pehmeät rakennuspohjat, tasaiset rakennuspaikat. (RT 81-10486).	16
Kuva 6. Laattaperustus, kevennysperustus. Soveltuvuus: Pehmeät rakennuspohjat, tasaiset tai lievästi kaltevat rakennuspaikat. (RT 81-10486).....	17
Kuva 7. Pilari-palkkiperustus ja kantava alapohja, ryömintätila. Soveltuvuus: Kantavat rakennuspohjat, vaihtelevat perustamistavat. (RT 81-10486).....	17
Kuva 8. Paaluperustus ja kantava alapohja, maata vasten valettu. Soveltuvuus: Pehmeät rakennuspohjat, tasaiset tai lievästi kaltevat rakennuspaikat. (RT 81-10486).....	17
Kuva 9. Paaluperustus ja kantava alapohja, ryömintätila. Soveltuvuus: Pehmeät rakennuspohjat, kaltevat rakennuspaikat. (RT 81-10486).....	17
Kuva 10. Kantava puurakenteinen alapohja, leikkaus 1:10. (RT 82-10820).	20
Kuva 11. Kantava puurakenteinen kuivan tilan ja märkätilan alapohja, leikkaus 1:10. Soveltuu ulkoilmaan rajoittuvaan alapohjaan. (RT 82-10820).....	21
Kuva 12. Kantava ulkoseinä US1. Leikkaus1:10.Seinärungon sisäpuolelle voidaan tarvittaessa asentaa esimerkiksi 9mm havuvaneri levy lisäjäykisteeksi, kalusteiden ja varusteiden kiinnittämiseksi, yms. (RT 82-10820).....	23

Kuva 13. Huoneistojen välinen seinä, leikkaus 1:10. (RT 82-10820).....	24
Kuva 14. Ei kantava asunnon sisäinen väliseinä, leikkaus 1:10. (RT 82-10820)..	25
Kuva 15. Puurakenteinen yläpohja, kattoristikot. (RT 82-10820).....	27
Kuva 16. Lämpökäsiteltyä sahatavaraa (RT 21-11289).....	29
Kuva 17 Viilupuuta (RT 21-11289.).....	31
Kuva 18. CLT-elementti asennustyömaalla. (RT 21-11289).	32
Kuva 19. CLT-levyissä laudat ovat lautakerroksittain ristikkäin. Uloimmaisissa lautakerroksissa laudat ovat samansuuntaisesti. (RT 21-11289.).....	33
Kuva 20. Painumaton hirsi (RT 82-11168).....	36
Kuva 21. Kierrejalka (RT 82-11168.).....	37
Kuva 22. Ikkuna kiinnitetään karapuihin (RT 82-11168).	38
Kuva 23. Esimerkki hirsiseinän vaarnatapituksesta ja pultauksesta kierretangolla. Vaarna-tappeina voidaan käyttää myös ruuveja tai nauvoja. (RT 82-11168).....	39
Kuva 24. Esimerkki hirsien välisestä tiivistyksestä. (RT 82-11168).....	40
Kuva 25. Kuvassa ikkuna-aukon tiivistys teippaamalla. Tiivistys voidaan toteuttaa myös elastisilla ja paisuvilla eristeillä. (RT 82-11168).	41
Kuva 26. Rossialapohjan liitos hirteen. (RT 82-11168).	41
Kuva 27. Vinon yläpohjan höyrynsulun liitos hirsiseinään. (RT 82-11168).....	42
Kuva 28. Läpivientitiivistys esimerkki. (RT 82-11168).....	42
Kuva 29. Höylähirren varaus (RT 14-10436).	48

1 JOHDANTO

Finnlamelli OY on hirsitalotehtaana siirtynyt ensimmäisten hirsitalotehtaiden joukossa muuttovalmis-talojen tuottamiseen.

Ennen hirsitalotehtaiden tapana oli tehdä ns. ”pakettikauppa”, jossa vähintään hirsikehikko toimitetaan asiakkaalle ja asiakas hoitaa tästä eteenpäin itsenäisesti kaiken. Kohteita myydään myös asennettuna.

Muuttovalmis-talo eroaa hyvin paljon ennen käytetystä hirsitalotehtaiden toimintatavasta. Käytettävissä on kaksi vaihtoehtoa: muuttovalmis tai sisustusvalmis toimitus. Muuttovalmiissa toimituksessa yritys hoitaa kaiken rakentamisvaiheessa maatoista aina pintamateriaalien ja kiintokalusteiden asentamiseen sisätiloissa. Sisustusvalmiissa toimituksessa taas nimensä mukaisesti yritys tekee kaiken maatoista aina pintamateriaalien asennukseen asti, jonka jälkeen asiakas hoitaa viimeistelyasennukset itse.

Opinnäytetyössä käsiteltiin muuttovalmis-hirsitalojen toimituksen kulkua hirsitalotehtaan näkökulmasta, ja siinä on käsitelty kaikki toimipisteen sisällä tapahtuva työ yhden projektin eteen tarjous- ja kauppavaiheesta aina toimitukseen saakka.

Työn tuloksena syntyi yritykselle luovutettava kansio-ohjeistus, jota ei yrityssalaisuuksien vuoksi julkaista tässä opinnäytetyössä.

2 PIENTALORAKENTAMINEN

2.1 Yleistä

Jotkin seuraavaksi mainituista rakentamistavoista ovat hyvin yleispäteviä, mutta jotkin perustuvat RT-kortin 82-10820 Pientalon puurakenteet mukaiseen rakentamistapaan. Esiteltävässä järjestelmässä kantavat seinärakenteet rakennetaan kerroksittain vaakarakenteiden päälle. Perusmuurin tai kellarin kantavien seinärakenteiden päälle asennetaan ensimmäisen kerroksen ala- tai välipohjapalkisto ja sen päälle välittömästi aluslattialevyt. Näin muodostunut taso toimii työalustana ensimmäisen kerroksen seinien rakentamiselle.

Ensimmäisen kerroksen kantavien seinärakenteiden päälle asennetaan vastaavasti yläkerran välipohjapalkisto ja sen päälle aluslattialevyt. Välipohja toimii edelleen työalustana yläkerran rakentamiselle. (RT 82-10820.)

2.2 Pohjaolosuhteiden selvittäminen

Pohjaolosuhteilla on olennainen merkitys pientalon rakennuskustannuksiin. Tontin pohjaolosuhteiden selvittäminen on hyvä tehdä alustavasti jo ennen tontin hankintaa tai viimeistään siinä vaiheessa, kun rakennusta ja sen sijoittamista tontille aletaan suunnitella.

Pohjaolosuhteiden selvittämiseksi on suunnitellulla rakennuspaikalla yleensä suoritettava pohjatutkimus, jos tontin pohjaolosuhteista ei ennestään ole riittävän luotettavaa tietoa. Tietoja alueella tehdyistä pohjatutkimuksista saa kunnan rakennusviranomaisilta.

Pohjatutkimuksilla selvitetään

- tontin korkeussuhteet
- maakerrokset ja maalajit
- kallionpinnan tai kantavan pohjakerroksen korkeusasema

- pohjaveden pinnan korkeusasema
- kuivatus- ja viemäriveresien purkutaso ja -paikka
- radonin esiintyminen maaperässä.(RT 81-10486.)

Pohjatutkimukset voivat käsittää esimerkiksi:

- tontin kartoituksen ja pinta vaaituksen
- kairauksia maakerrosten tiivyyden, lujuuden ja kerrosrajojen selvittämiseksi
- kairauksia paalupituuksien määrittämiseksi
- kalliopinnan korkeuden selvittämisen koekuoppia kaivamalla tai kairausten avulla
- maanäytteiden ottoa näytteenottimilla tai koekuopista kaivamalla maalajien ja niiden ominaisuuksien selvittämiseksi
- maanäytteiden laboratoriotutkimuksia, esimerkiksi maaperän routivuuden ja painumisominaisuuksien selvittämiseksi
- radonmittauksia.

Tutkimuksia tehdään niin paljon ja sillä tarkkuudella, että:

- voidaan valita suunnitellun rakennuksen lattian- ja pihan korkotasot
- voidaan valita rakennuksen, putkijohtojen yms. perustamistapa ja -taso
- valittu perustamistapa voidaan yksityiskohtaisesti suunnitella sekä routasuojaus ja perustukset mitoittaa. (RT 81-10486.)

2.3 Pohjaolosuhteiden vaikutus perustamistapaan

Rakennuksen korkeusaseman valinta. Rakennuksen korkeusaseman valintaan vaikuttavat:

- tontin pinnanmuodot
- tontilla vallitseva pohjaveden pinnan korkeusasema
- pintavesien hallinta tontilla
- rakennuksen ja piha-alueiden salaojituksen sekä sade- ja jätevesiviemäroinnin purku- ja liitostasot
- ympäröivien tonttien ja katujen korkeusasemat

- rakennuksen sopeutuminen maastoon
- näkyvässä olevan kallion pinta.

Kellarittoman rakennuksen alin lattiataso tulee valita niin, että se myös on riittävästi ympäristöään ylempänä. Alimman lattiapinnan tulisi olla vähintään 200...300 mm lopullista, ulkopuolista maanpintaa ylempänä. (RT 81-10486.)

Perustaminen kantavalle maapohjalle tai kalliolle. Kantavalla rakennuspohjalla on rakennuksen perustamistapa, lattiatasot ja alapohjarakenne valittavissa melko vapaasti toiminnallisista ja taloudellisista lähtökohdista. Valittuihin ratkaisuihin vaikuttavat maaperää enemmän yläpuolisten rakenteiden ratkaisut ja routasuojauksen tarve. Kalliolle perustettaessa rakennuksen korkeustasoa ja perustamistapaa suunniteltaessa olisi varsinkin pienissä kohteissa kustannussyistä syytä välttää louhintaa. (RT 81-10486.)

Perustaminen pehmeälle maapohjalle. Pehmeikölle rakennettaessa oikean ja taloudellisen perustamistavan valinnassa on syytä käyttää asiantuntijaa.

Perustamistapaan vaikuttaa eniten pehmeiden maakerrosten painuminen. Painuminen johtuu maapohjalle tulevasta lisäkuormasta, jota aiheuttavat rakennuksen oma paino sekä rakennuksen alle ja ympärille tehtävän maatyön paino.

Painuman suuruus voi vaihdella rakennuksen eri osissa rakennuksen kuormien, täyterroksen paksuuden tai painuvan kerroksen paksuuden vaihtelujen mukaan. Painuman laskee geotekninen asiantuntija.

Pientalon sallitut painumat riippuvat yläpuolisista rakenteista. Perustusten sallitut painumat ja painumaerot on esitetty tarkemmin *Pohjarakennusohjeissa RIL 121-1988*.

Painumaa aiheuttavaa lisäkuormitusta voidaan vähentää esimerkiksi alentamalla rakennuksen korkeusasemaa, käyttämällä rakennuksen alla kevyttäytettä tai rakentamalla rakennuksen alle kellari, jolloin hyödynnetään poiskaivettavan maan kuormitusta keventävä vaikutus.

Painuvalle maapohjalle rakennettaessa voidaan painumalaskelmien perusteella määrittää rakennukselle sellainen korkeusasema, etteivät sallitut painumat ylity. Vaihtoehtoisesti rakennus perustetaan täysin painumattomaksi paaluilla.

Pehmeälle maapohjalle rakennettaessa perustusrakenteet ja -työt eivät saa aiheuttaa haittaa lähialueen rakennuksille. (RT 81-10486.)

2.4 Perustusten yläpuoliset rakenteet

Pientalojen ylä- ja välipohjien kuormat siirretään yleensä seinärakentein perustuksille. Kuormat voivat siirtyä ulkoseinälinjoille tai kantavien väliseinien avulla myös laatastonsisäalueelle. Kuormien keskittymisalueella käytetään laatasta vahvisteita jakamaan kuormia laajemmalle alueelle ja lisäämään laatastonsisäalueen jäykkyyttä.

Alapohjan kuormat voidaan siirtää seinälinjoille, jolloin alapohja tehdään kantavana. Seinälinjoilta kertyvät kuormat siirretään yleisimmin perusmuurianturoilla kantavalle maapohjalle. Pilari- tai paaluperustusta käytettäessä kuormat siirretään sokkelipalkeilla perustuksille. Elementtiratkaisuissa käytetään jossain määrin pilari- palkki tai pilari-laattarakenteita, joskin näissäkin on mahdollista siirtää kuormat sokkelipalkeilla pitkänomaisille anturoille. Laattaperustuksessa kuormat jakautuvat rakennuspohjan alueelle tasaisesti.

Erilaiset rakenteet kestävät eri lailla muodonmuutoksia. Herkästi vaurioituvat yläpuoliset rakenteet edellyttävät jäykkiä painumattomia perustuksia, kun taas joustavat ylärakenteet sallivat taipuisien perustusten käytön. Perustusten painumien aiheuttamia vaurioita voidaan estää esimerkiksi jakamalla tiiliseinät liikuntasaumoilla riittävän lyhyisiin seinäjaksoihin.

Laattaperustusta käytettäessä voivat yläpuoliset rakenneratkaisut vaihdella melko vapaasti. Pehmeikölle rakennettaessa on kuitenkin tarkasteltava painumien suuruutta rakennuksen eri osissa. Laattaperustus sopii myös suurten kuormakeskittymien, kuten tulisijojen, perustamistavaksi. (RT 81-10486.)

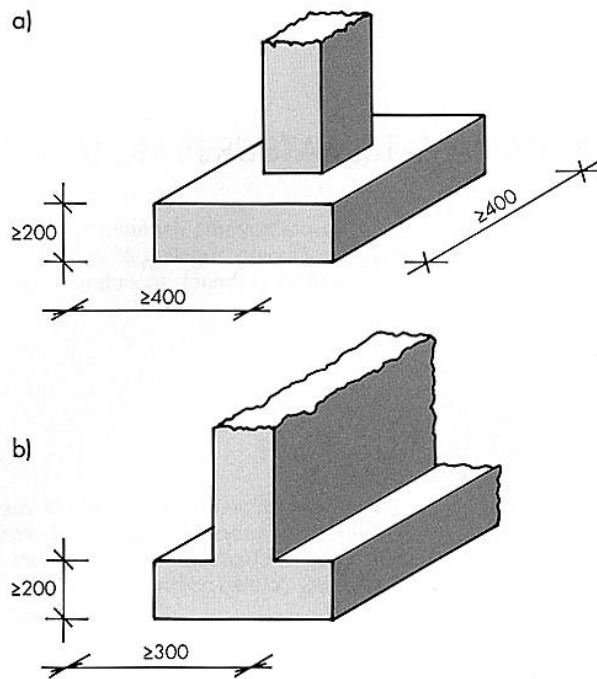
2.5 Perustamistavat

Yleistä. Kaikissa perustamisvaihtoehdoissa on periaatteessa mahdollista tehdä myös kellari, mikäli maaston korkeussuhteet, pohjaveden pinnan korkeusasema ja viemärien liitostasot sen mahdollistavat. Pientaloissa kellaria ei yleensä kannata sijoittaa pohjaveden pinnan alapuolelle.

Mikäli salaojituksella alennetaan pohjaveden pintaa, on selvitettävä sen vaikutukset ympäristöön. (RT 81-10486.)

Maan- tai kallionvaraiset anturaperustukset. Anturaperustukset voivat olla tyypiltään joko perusmuuri- tai pilarianturoita.

Maanvaraisten anturoiden leveys mitoitetaan yläpuolisten kuormien ja perustamistason alapuolella olevan maan kantokyvyn mukaan. Perusmuurin anturan leveyden on oltava vähintään 300 mm ja pilarianturoiden koon vähintään 400 mm x 400 mm. kuva 1).



Kuva 1. a) Pilarianturan b) perusmuurianturan vähimmäismitat. (RT 81-10486).

Maanvaraisten anturoiden yksityiskohtaiset perustamistasot määritetään pohjatutkimusten perusteella. Pohjarakennusohjeiden mukaan perustamissyvyyden on oltava vähintään 300 mm. Jos vierekkäisiä maanvaraisia anturoita joudutaan suunnittelemaan eri tasoille esimerkiksi osittain kellarillisessa ratkaisussa (kuva 3), on huolehdittava siitä, että ylempänä oleva antura ei kuormita alempana olevaa anturaa.

Kalliolle tai karkearakeiselle maalle rakennettaessa perusmuurilta ei tarvita pituus-suunnassa jäykkyyttä, vaan perusmuuri voidaan periaatteessa tehdä ilman jäykistävää raudoitusta.

Kalliolle perustettaessa ei pientalossa yleensä tarvita erillisiä anturoita, vaan perusmuuri tai -pilarit perustetaan suoraan luonnolliselle tai louhitulle kallionpinnalle. Jos kallion pinta on vino ($>15^\circ$), käytetään tarpeen mukaan terästartuntoja tai kalliopinta tasataan perustusten alta louhimalla.

Alapohja voi olla maanvarainen (kuva 2) tai kantava (kuva 4). (RT 81-10486.)

Maanvaraiset laattaperustukset. Maanvaraista laattaperustusta voidaan käyttää kaikilla rakennuspohjilla, joissa painumat pysyvät sallituissa rajoissa (kuva 5).

Laattaperustus myös tasaa epätasaisia painumia, mutta ei poista kallistumariskiä, jos pehmeikön paksuus rakennuksen alla vaihtelee voimakkaasti. Jos painumat tulevat liian suuriksi, voidaan painumia pienentää kevennetyn täytteen, esikuormituksen tai massanvaihdon avulla (kuva 6).

Maanvaraisen laattaperustuksen yläpinnan tulee olla 200...300 mm lopullista, ulkopuolista maanpintaa ylempänä.

Kantavien rakenteiden kuormat keskitetään seinälinjoille, joissa laattaan tehdään vahvistukset. (RT 81-10486.)

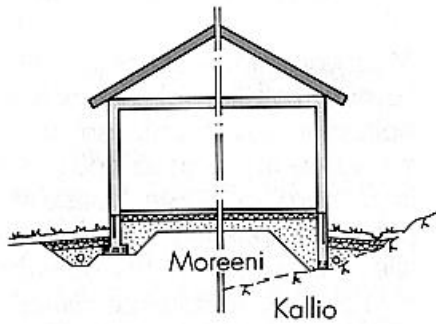
Paaluperustukset. Paaluperustusta käytetään pehmeiköillä, joissa laattaperustus ei ole mahdollinen. Paalut ovat yleensä teräs- tai teräsbetonitukipaaluja, jotka lyödään tiiviiseen maakerrokseen tai kallioon.

Pienin hyväksytty paalun pituus on 1,5 m. Lyhyiden paalujen (pituus alle 2 m) sijasta on usein edullisempaa käyttää pilariperustusta, joka pientaloissa voidaan toteuttaa esimerkiksi kaivonrengasperustuksena.

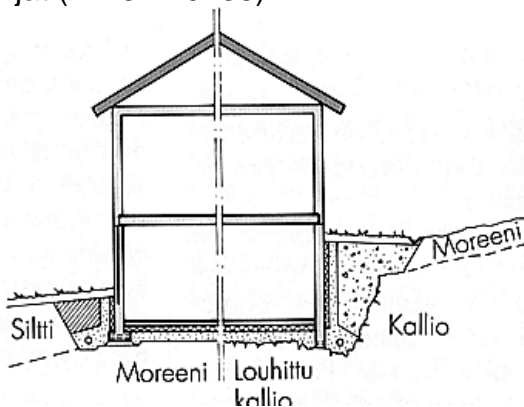
Paaluilla perustettavassa pientalossa alapohja tehdään kantavana ja usein ryömintätilaisena, joka tuuletetaan (kuva 9). Kantava alapohja voidaan myös valaamaata vasten (kuva 8). (RT 81-10486.)

Muut perustamistavat. Muut perustamistavat ovat yleensä edellä esitettyjen perustamistapojen yhdistelmiä ja niiden suhteen sovelletaan edellä esitettyjä periaatteita.

Rakennus saattaa sijoittua esimerkiksi sellaiselle alueelle, jossa perustamisolosuhteet vaihtuvat rakennuksen eri osissa. Yleisimpiä tapauksia ovat kallio-/maanvaraisperustus tai paalu-/maanvaraisperustus (kuva 7). Tällöin maanvaraisen alueen perustukset tulee suunnitella siten, etteivät raja-alueella mahdollisesti syntyvät pienet painumaerot vaurioita rakennusta, tai eri tavalla perustetut rakennuksen osat erotetaan toisistaan liikuntasaumoilla. (RT 81-10486.)



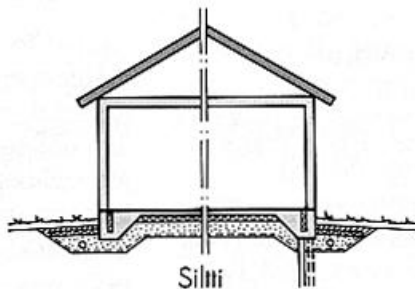
Kuva 2. Perusmuuri ja maanvarainen alapohja. Soveltuvuus: Kantavat rakennuspohjat (RT 81-10486).



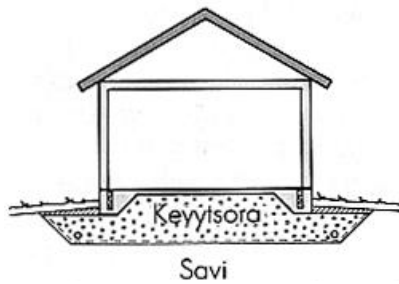
Kuva 3. Perusmuuri ja maanvarainen alapohja, kellari. Soveltuvuus: Kantavat rakennuspohjat, rinne-maasto (RT 81-10486).



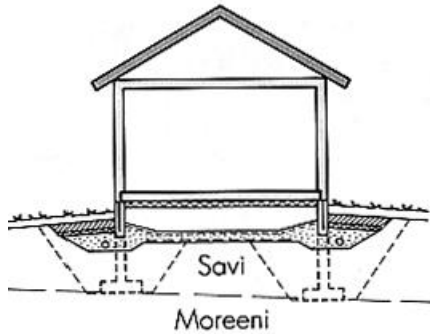
Kuva 4. Perusmuuri ja kantava alapohja, ryömintätila. Soveltuvuus: Kantavat rakennuspohjat, tasaiset ja kaltevat rakennuspaikat. (RT 81-10486).



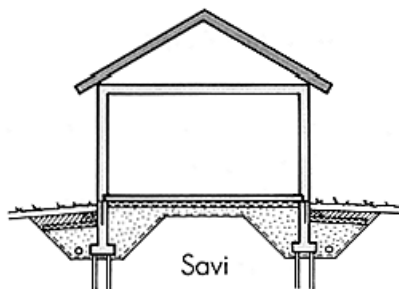
Kuva 5. Laattaperustus. Soveltuvuus: Pehmeät rakennuspohjat, tasaiset rakennuspaikat. (RT 81-10486).



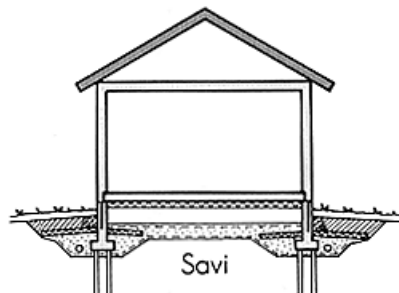
Kuva 6. Laattaperustus, kevennysperustus. Soveltuvuus: Pehmeät rakennuspohjat, tasaiset tai lievästi kaltevat rakennuspaikat. (RT 81-10486).



Kuva 7. Pilari-palkkiperustus ja kantava alapohja, ryömintätila. Soveltuvuus: Kanta-
vat rakennuspohjat, vaihtelevat perustamistavat. (RT 81-10486).



Kuva 8. Paaluperustus ja kantava alapohja, maata vasten valettu. Soveltuvuus:
Pehmeät rakennuspohjat, tasaiset tai lievästi kaltevat rakennuspaikat. (RT 81-
10486).



Kuva 9. Paaluperustus ja kantava alapohja, ryömintätila. Soveltuvuus: Pehmeät ra-
kennuspohjat, kaltevat rakennuspaikat. (RT 81-10486).

Kuivatus ja routasuojaus. Kuivatussuunnittelu käsittää rakennuksen salaojituksen, piha-alueiden pinnantasauksen sekä maarakenteiden ja sadevesien poiston suunnittelun.

Routivalla maapohjalla, joita ovat mm. savi, siltti ja moreenit, perustukset on vietävä roudattomaan syvyyteen. Vaihtoehtoisesti roudan tunkeutuminen perustusten alle estetään routaeristeillä tai perustusten alla suoritetaan roudattomaan syvyyteen ulottuva massanvaihto. Jos kyseessä on kevennetty ratkaisu, toimii täytteenä käytettävä kevytsora myös routaeristeinä.

Erittäin voimakkaasti routivilla alueilla tulee kiinnittää huomiota myös rakennukseen liittyvien kylmien rakennusosien kuten ulkovarastojen, portaiden, katospilarien sekä myös korkealuokkaisten piharakenteiden ja -teiden routasuojaukseen. (RT 81-10486.)

2.6 Alapohja

Yleistä. Alapohja suositellaan tehtäväksi puurakenteisena ja kantavana. Maanvarainen alapohja tehdään betonista ja se soveltuu etenkin kellaritilojen lattiaksi. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C3 mukaan alapohjat voidaan erotella ryömintätilaisiin, ulkoilmaan rajoittuviin ja maanvastaisiin alapohjiin. (RT 82-10820.)

Ryömintätilainen alapohja. Kantava puurakenteinen alapohja (ns. rossipohja) edellyttää alapuolista tuuletettua ryömintätilaa (kuva 10). Sen suunnittelussa tulee ottaa huomioon mm. maaperän kosteusolosuhteet, maaston muoto, rakennuksen muoto sekä ryömintätilan tuuletusratkaisu. Ryömintätilan vähimmäiskorkeudeksi suositellaan 800 mm. Ryömintätilan riittävään tuuletukseen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

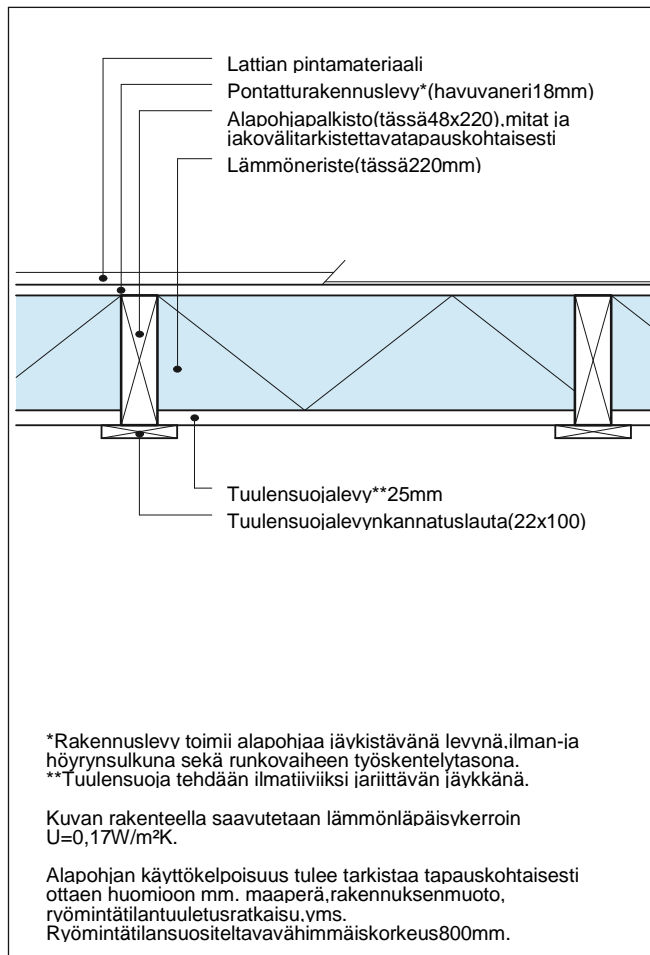
Ryömintätilan tuuletus saadaan aikaan perusmuuriin tehdyillä tuuletusaukoilla,

joiden yhteenlaskettu pinta-ala on vähintään 4 ‰ mutta enintään 8‰ alapohjan pinta-alasta. Ryömintätilaisen alapohjan U-arvovaatimus on enintään 0,17 W/m²K. Tuuletusaukkojen alareunan on oltava vähintään 150 mm maanpinnan yläpuolella, aukkojen vähimmäiskoon on oltava 150 cm² (säleikön tai ritilän vapaa pinta-ala) sekä enimmäisvälin 6 m. Ryömintätilassa oleviin väliseiniin tehdään vastaavat, mutta vähintään kaksi kertaa niin suuret aukot kuin perusmuurissa. Tuuletusta voidaan tarvittaessa tehostaa rakennuksen keskiosaan sijoitetulla lämmöneristetyllä pystyhormilla. Tuuletuksen lisäksi voidaan maaperästä haihtuvan kosteuden määrää vähentää esimerkiksi salaojituksella tai rakennuspohjan maan tai pinta-maan vaihdolla. Keinojen käyttö harkitaan tapauskohtaisesti.

Alapohjan kantava palkisto ja palkkien jakoväli mitoitetaan aina tapauskohtaisesti. Palkkien jakoväli on tavallisesti k 600 mm. Käytettäessä jakoväliä k 400 parannetaan rakenteen ja, tuulensuoja- ja pinta-levyn jäykkyyttä.

Alapohjapalkiston päälle asennettavat aluslattialevyt suositellaan kiinnitettäväksi ruuvein palkistoon narinan välttämiseksi. Aluslattialevynä käytetään esimerkiksi pontattua havuvaneria. Rakenteen jäykkyyttä on tarkoituksenmukaista lisätä palkiston poikittaistuilla.

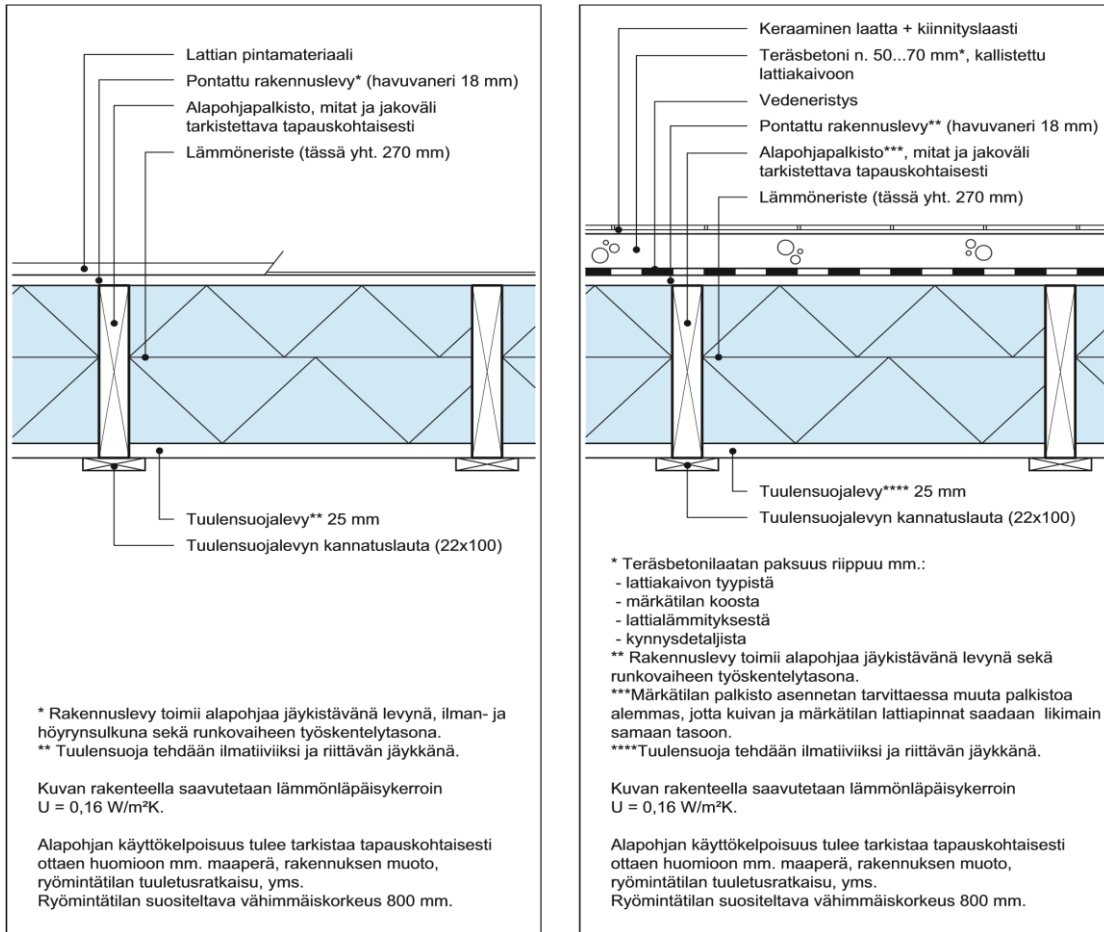
Pari- tai rivitaloissa aluslattialevy katkaistaan huoneistojen välisen seinänkohdalla äänen sivutiesiirtymän ehkäisemiseksi. Vaihtoehtoisesti levytys voidaan katkaista vain osittain rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan. (RT 82-10820)



Kuva 10. Kantava puurakenteinen alapohja, leikkaus 1:10. (RT 82-10820).

Ulkoilmaan rajoittuva alapohja. Ulkoilmaan rajoittuvan kantavan puurakenteisen alapohjan rakenneperiaate on

vastaava kuin edellä kuvatussa ryömintätilaisessa alapohjassa (kuva 11). Tyypillisimmillään alapohja rajoittuu ulkoilmaan pilariperustuksen yhteydessä. Myös ryömintätilainen alapohja tulkitaan ulkoilmaan rajoittuvaksi silloin, kun ryömintätilan tuuletusaukkojen yhteenlaskettu pinta-ala ylittää 8% alapohjan pinta-alasta. Ulkoilmaan rajoittuvan alapohjan U-arvo vaatimus on enintään $0,09 W/m^2K$.



Kuva 11. Kantava puurakenteinen kuivan tilan ja märkätilan alapohja, leikkaus 1:10. Soveltuu ulkoilmaan rajoittuvaan alapohjaan. (RT 82-10820).

Käytännössä useimmat kantavat puurakenteiset alapohjat täyttävät em. U-arvo-vaatimuksen. Tällöin perusmuuriin tulevien tuuletusaukkojen yhteenlasketun pinta-alan enimmäismäärää ei ole rajoitettu. (RT 82-10820.)

Maanvarainen alapohja. Maanvarainen alapohja tehdään betonista ja se soveltuu etenkin kellaritilojen lattiaksi. Esimerkki maanvaraisen alapohjan, puurakenteisen ulkoseinän ja harkkoperusmuurin liittymästä: liitoskohdassa puurakenteet eivät saa jäädä kahden tiiviin materiaalin väliin. Maanvaraisen alapohjan lämmönläpäisykerroin saa olla enintään $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$. (RT 82-10820.)

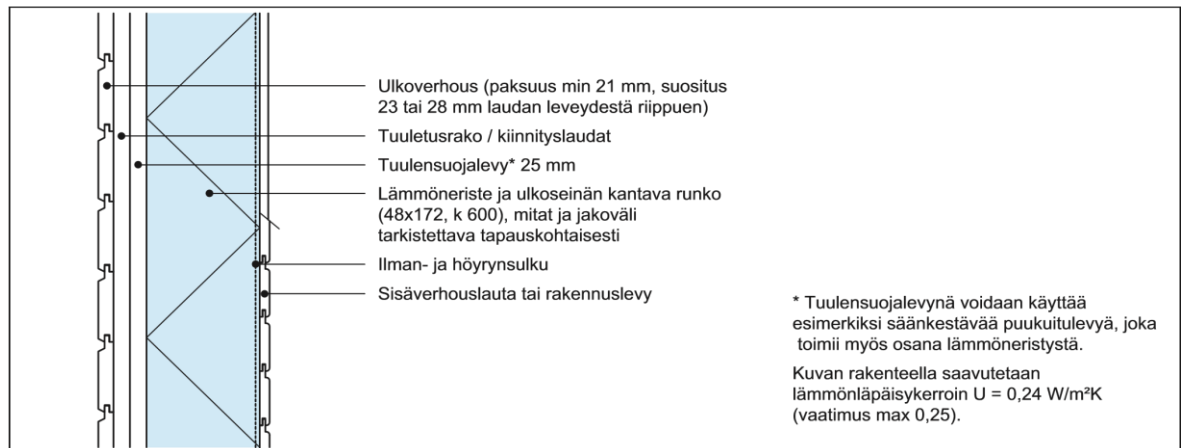
Kellari. Mikäli rakennukseen tehdään kellari, on sen alapohja ja ulkoseinät tarkoituksenmukaista toteuttaa kiviaineisia materiaaleja käyttäen. Asuinhuoneistoon kuuluvan

kellarin ja asuinkerroksen välipohjarakenne tehdään P3-luokan rakennuksessa kuten välipohja yleensä. Osastoivien rakennusosien luokkavaatimus kellarissa on EI 30. (RT 82-10820.)

2.7 Välipohja

Välipohjan kantava palkisto ja palkkien jakoväli mitoitetaan aina tapauskohtaisesti (palkkien jakoväli tavallisesti enintään k 600 mm). Välipohjapalkisto ja sen päälle kiinnitettävä aluslattialevy ulotetaan kantavien ulkoseinien päälle. Välipohjan vaakasuuntainen jäykistys tehdään aluslattialevyillä. Levyt suositellaan kiinnitettäväksi ruuvein palkistoon narinan välttämiseksi. Pari- tai rivitaloissa aluslattialevy katkaistaan huoneistojen välisen seinän kohdalla äänen sivutiesiirtymän ehkäisemiseksi. Välipohjan alapinnan (sisäkaton) pintakerroksen luokkavaatimus on D-s2, d2 (2/-). Kattoverhoukseen voidaan siten käyttää sekä puuta että yleisimpiä sisäkäyttöön tarkoitettuja rakennuslevyjä. (RT 82-10820.)

2.8 Ulkoseinä



Kuva 12. Kantava ulkoseinä US1. Leikkaus1:10. Seinärungon sisäpuolelle voidaan tarvittaessa asentaa esimerkiksi 9mm havuvanerilevy lisäjäykisteeksi, kalusteiden ja varusteiden kiinnittämiseksi, yms. (RT 82-10820).

Ulkoseinä-runko. Ulkoseinien runko tehdään kerroskorkeuden mukaan määrämitaan 2480 mm katkaistusta mitallistetusta puutavarasta.

Seinärakenne mitoitetaan aina tapauskohtaisesti kantavuus- ja jäykkyysvaatimusten mukaisesti. Runkotolppajako on tavallisesti k 600. Seinän kantavuutta vahvistetaan tarvittaessa tolppajakoa tihentämällä (esimerkiksi k 300 tai k 400) ja/tai käyttämällä useampaa rinnakkain sijoitettua runkotolppaa (kuva 12).

Seinärakenne jäykistetään yleensä tarkoitukseen sopivilla tuulensuojalevyillä, jotka jäykistävät rakennetta jo työmaavaiheessa. Jäykistämiseen voidaan käyttää myös sisäpuolisia rakennuslevyjä. Levyt ovat suositeltavia myös kalusteiden ja varusteiden kiinnittämiseksi. (RT 82-10820.)

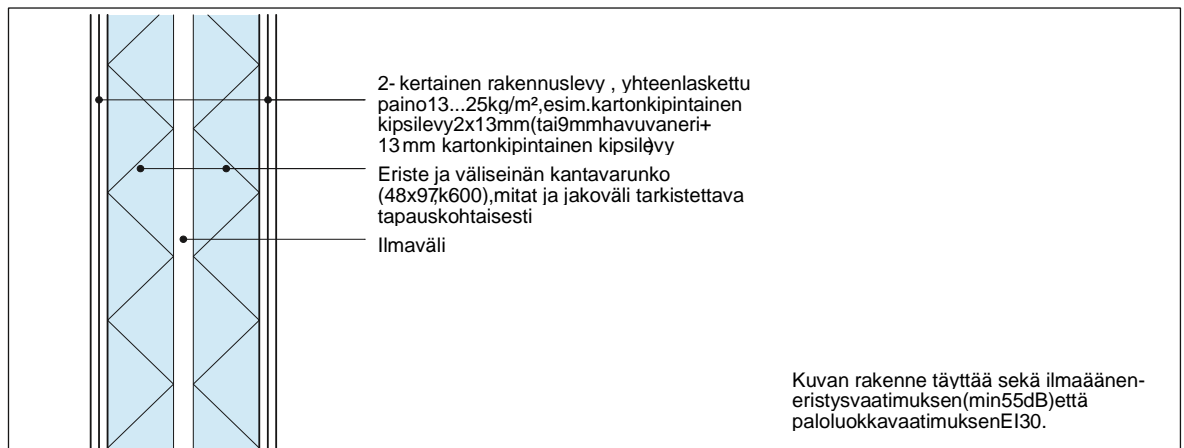
Ulkoseinän lämmönläpäisykerroin (U-arvo) saa olla enintään $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$. (1010/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta.)

Ulkoverhous. P3-luokan asuinrakennuksen ulkoseinän ulkopinnan luokkavaatimus on D-s2, d2 (2/-), joten ulkoverhoukseen voidaan käyttää puuta tai ulkokäyttöön tarkoitettuja puupohjaisia rakennuslevyjä. (RT 82-10820.)

Sisäverhous. Seinän sisäpuolisten pintakerrosten luokkavaatimus on D-s2, d2 (2/-), jonka lisäksi vähäisiä osia seinäpinoista voidaan verhota luokkiin kuulumattomilla tarvikkeilla. Sisäverhouskseen voidaan siten käyttää sekä puuta että yleisimpiä sisäkäyttöön tarkoitettuja rakennuslevyjä. (RT 82-10820.)

2.9 Väliseinä

Huoneistojen välinen seinä. Huoneistojen välisen seinärakenteen tulee täyttää ilmäeneristysvaatimus 55 dB. Osastoivana rakenteena sen tulee täyttää myös palonkestävyysvaatimus, joka P3-luokan rakennuksessa on EI 30 (kuva 13). Huoneistojen välinen seinä ja sen liittymät osastoiviin rakenteisiin tehdään tiiviinä. Sähköasennuksien sijoittamista huoneistojen väliseen seinään tulee välttää. Mahdolliset sähköasiat asennetaan eri kohdille seinän vastakkaisilla puolilla. (RT 82-10820.)



Kuva 13. Huoneistojen välinen seinä, leikkaus 1:10. (RT 82-10820).

Asunnon sisäinen väliseinä. Asunnon sisäinen väliseinä voi olla joko ei-kantava (kuva 14) tai kantava. Ei-kantavat ja kantavat väliseinät tehdään samanaikaisesti ja runko kootaan samalla tavalla kuin ulkoseinät. Runkotolppien pituus ja yleensä myös poikkileikkausmitat ovat samat sekä ei-kantavissa että kantavissa väliseinissä. (RT 82-10820.)



Kuva 14. Ei kantava asunnon sisäinen väliseinä, leikkaus 1:10. (RT 82-10820).

2.10 Yläpohja

Yläpohjarakenne mitoitetaan aina tapauskohtaisesti. Kantavana rakenteena käytetään tavallisesti puuristikoita tai puupalkkeja (kuva 15).

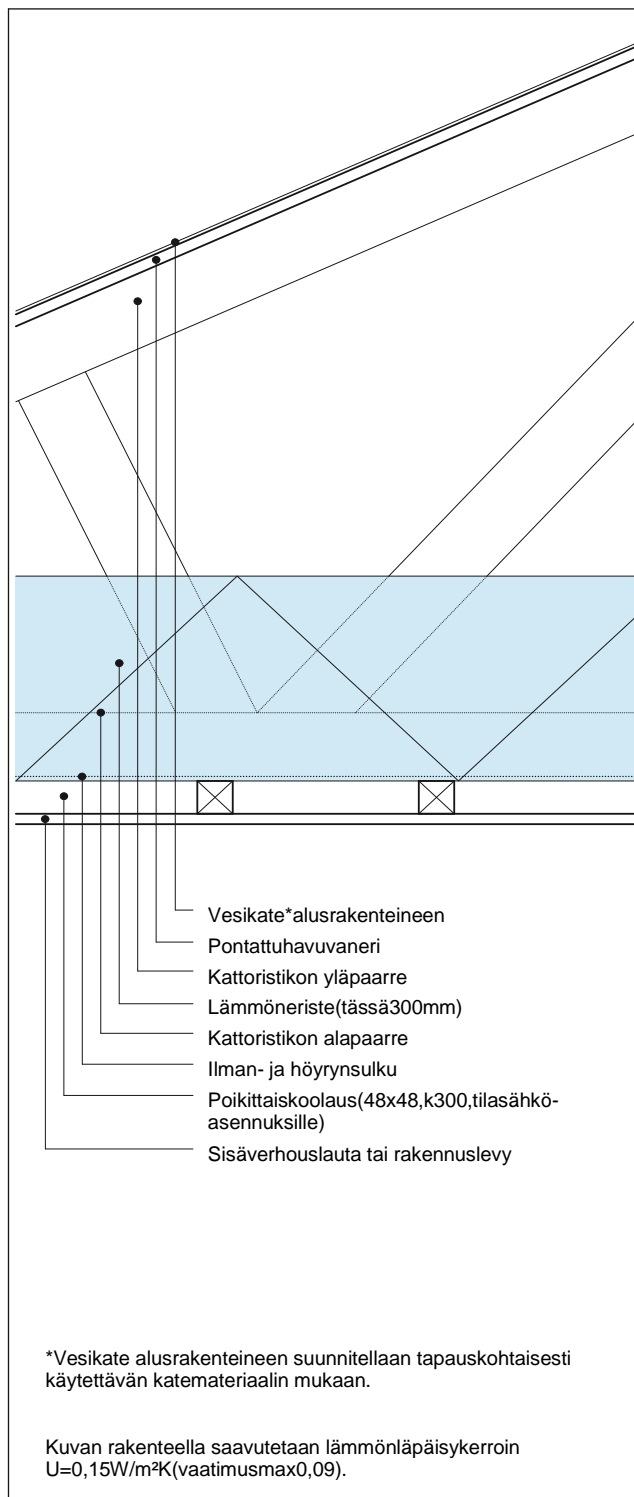
Yläpohja lämmöneristekerroksineen voidaan tehdä joko vaakasuoraan, jolloin vesikatto on selvästi erillään sen yläpuolella, tai yläpohja tehdään vesikaton suuntaisena tai muuten kaltevaksi. Ratkaisutavasta riippumatta on tärkeitä huolehtia yläpohjarakenteen riittävästä tuuletuksesta.

Yläpohjan tuuletusta varten jätetään räystäiden alle ulkoverhouksen ja vesikaton liitoskohtaan tuuletusrako (korkeus tavallisesti n. 25 mm). Kaltevissa yläpohjissa tulee lämmöneristekerroksen ja vesikaton aluskatteen väliin jättää tuuletusväli, jonka korkeus on vähintään 100 mm. Harjakaton yhteydessä jätetään lisäksi harjan kohdalle vähintään 300 mm korkuinen vapaa tila, joka on tuuletettu päädyistä. Yli 10 m pituisissa harjoissa tuuletettavuutta parannetaan asentamalla harjalle tuuletusputket. Tuuletusputket on asennettava myös huoneistoittain osastoituihin ullakkotiloihin.

Lämmöneristeenä voidaan käyttää yleisimpiä eristemateriaaleja sekä puhallettavina että rulla- tai levytavarana. Puhallettavia lämmöneristeitä käytettäessä otetaan huomioon eristeen painuminen, joka on noin 15...20 % puukuituvillalle ja 5 % mineraalivillalle. Rakenteen tulee täyttää lämmöneristysvaatimus myös eristeen painumisen jälkeen.

Yläpohjan lämmönläpäisykerroin (U-arvo) saa olla enintään 0,09 W/m²K. Kattoristikoiden tai kattopalkkien päälle suositellaan asennettavaksi pontattu havuvaneri-levytys, jonka paksuus on vähintään 15 mm, kun kattokannattajien jakoväli on k 900. Se jäykistää yläpohjarakennetta ja toimii aluskatteena, eikä se edellytä räystään alapuolista verhousta.

Yläpohjan alapinnan (sisäkaton) pintakerrosta koskevat samat vaatimukset ja ohjeet kuin edellä välipohjassa mainittiin. (RT 82-10820.)



Kuva 15. Puurakenteinen yläpohja, kattoristiko-
 kot. (RT 82-10820).

3 PUUTAVARAN JATKOJALOSTEET

3.1 Paineekyllästetty sahatavara

Paineekyllästetyllä sahatavaralla tarkoitetaan tässä yhteydessä suorakaiteen muotoista sahapintaista tai ympärihöylättyä sahatavaraa. Saatavilla on kuitenkin myös erilaisia muotohöylättyjä tuotteita.

Suomessa painekyllästetty sahatavara on mäntysahatavaraa, joka on kyllästetty kupariyhdisteitä sisältävällä kyllästysaineella luokkiin A ja AB. Väreinä perinteisen vihreän lisäksi on ruskea, joka on valmistettu lisäämällä kyllästysaineeseen väripigmenttiä.

Paineekyllästetyn sahatavaran yleisimmät poikkileikkausmitat ovat 19-150mm x 50-200mm. Mitat tarkoittavat nimellismittoja sahatavaran kosteuspitoisuuden ollessa 20 % ja niissä sallitaan mittapoikkeamat. Paineekyllästetyn sahatavaran yleisimmät pituudet vaihtelevat 300 mm:n välein välillä 2,7...5,4 m.

Paineekyllästetty sahatavara ei yleensä ole lujuuslajiteltua, mutta tilaamalla on mahdollista saada lujuuslajiteltua.

Paineekyllästetty puutavara luokitellaan erilliskierrätettäväksi jätteeksi, joten kaikki tällainen käytöstä poistettu puutavara sekä mahdolliset työstöjätteet tulee toimittaa jätelaitosten tai puutavaraliikkeiden erilliskierrätyspisteisiin. (RT 21-11289.)

3.2 Lämpökäsitelty sahatavara

Lämpökäsitelty sahatavara valmistetaan mänty-, kuusi- tai lehtipuusahatavarasta lämpökäsittelyprosessilla. Prosessi perustuu korkean lämpötilan (noin 200 °C) ja vesihöyryn käyttöön, joten prosessissa ei käytetä kemikaaleja. Lämpökäsittelyllä sahatavaralle saadaan parempi biologinen kestävyys ja alhaisempi kosteuseläminen verrattuna lämpökäsittlemättömään sahatavaraan. Lämpökäsittelyllä voidaan

muuttaa sahatavaran väriä enemmän jalopuiden sävyisiksi siten, että väri muuttuu koko sahatavarakappaleessa eli tuote on ”läpivärjätty”.

Lämpökäsitellyn sahatavaran laatua ei tarkastella käsittelemättömän sahatavaran laatuluokituksen mukaan, vaan sille on omat laatuvaatimukset. (RT 21-11289.)

Lämpökäsitellystä sahatavarasta valmistetaan yleisimmät sisä- ja ulkoverhouslaudat, terassilaudat (kuva 16), lattialaudat sekä tyypillisimmät katto- ja jalkalistat.



Kuva 16. Lämpökäsiteltyä sahatavaraa (RT 21-11289).

3.3 Liimapuu

Liimapuulla tarkoitetaan kantaviin rakenteisiin tarkoitettua horisontaalista liimapuuta, joka on standardin *SFS-EN 14080* mukaista. Tässä yhteydessä käsiteltävä liimapuuta koostuu vähintään neljästä, enintään 45 mm paksusta sahatavaramelilistä, joiden syysuunta on liimapuutuotteen pituussuuntaan. Edellä mainitut vaatimukset täyttävälle liimapuulle voidaan käyttää standardin *SFS-EN 14080* mukaisia GL-lujuusluokkia.

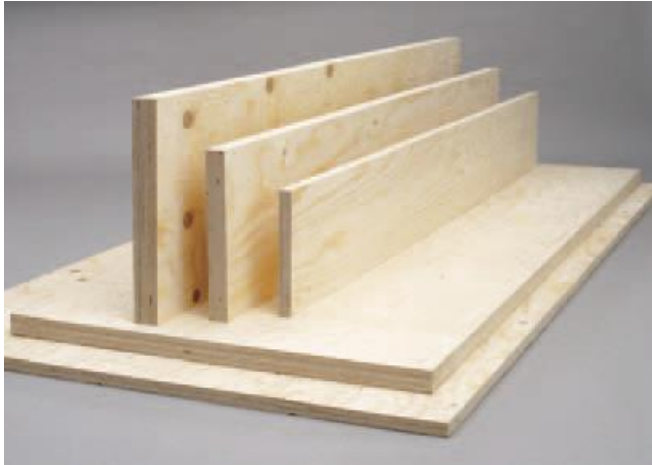
Liimapuuta on tavallisesti ympäröhöylättyä ja sitä on saatavissa erilaisilla pintakäsittelyillä sekä painekyllästettynä. Yleisimmät poikkileikkausmitat vaihtelevat välillä 90 mm x 175mm ja 210mm x 560mm. Liimapuuta on saatavilla myös erikoismitoilla. Liimapuun enimmäiskorkeus on noin 2 m ja enimmäispituus noin 30 m (enimmäismitat ovat valmistajakohtaisia). (RT 21-11289)

3.4 Liimattu sahatavara

Liimatulla sahatavaralla tarkoitetaan tässä yhteydessä kahdesta tai useammasta sahatavarakappaleesta liimaamalla valmistettua tuotetta, joka ei täytä liimapuun standardia *SFS-EN 14080*. Tällaisia tuotteita käytetään sellaisenaan kantavissa rakenteissa sekä aihiona erilaisille puutuotteille, kuten ikkunan karmi, hirsi, paneeli jne. Liimattuja sahatavaratuotteita on saatavilla lujuuslajiteltuna ja valmiiksi pintakäsitelyinä. (RT 21-11289.)

3.5 Viilupuun

Viilupuulla (LVL = Laminated Veneer Lumber) tarkoitetaan tässä yhteydessä kantaan rakenteisiin tarkoitettua viilupuuta (kuva 17), joka on standardin *SFS-EN 14374* mukaista. Suomalainen viilupuun valmistetaan liimaamalla 3 mm paksuista kuusiviiluista siten, että viilujen syysuunta on viilupuutuotteen pituussuuntaan tai sekä pituus- että poikittaissuuntaan. Viilut ovat hiomattomia ja paikkaamattomia, mutta tiilauksesta voidaan valmistaa viilupuuta, jossa pintaviilut ovat valikoituja ja hiottuja. Viilupuuta on saatavilla erilaisilla pintakäsittelyillä ja myös AB-luokkaan painekyllästettynä. Viilupuun enimmäisleveys on noin 2,5 m ja enimmäispituus noin 25 m (enimmäismitat ovat valmistajakohtaisia). (RT 21-11289.)



Kuva 17 Viilupuuta (RT 21-11289.)

3.6 CLT-levy eli ristiin liimattu massiivipuulevy

CLT-levyt (engl. cross laminated timber) valmistetaan liimaamalla lujuusluokiteltuja lautoja useaan kerrokseen ristikkäin (kuva 19), jolloin poikittaiset syyt jäykistävät ja sitovat tuotteen muodonmuutoksia ja kosteuselämistä vastaan. Valmistuksessa käytetään yleensä kuusilautoja. Levypaksuuksia on valmistajakohtaisesti useita, 57...400 mm. Levysten enimmäisleveys on noin 2,95...3,5 m ja pituudet enintään 12...22 m. Suunnittelussa tulee huomioida toimittajan levyjen maksimitat ja vakiolevykoot. CLT-levyjen ominaisuudet määräytyvät pääsääntöisesti sahatavaran lujuusluokan mukaan. CLT:ssä käytettävän sahatavaran lujuusluokka on C24.

CLT-levyn käyttökohteita ovat rakennuksen kantavan rungon osat, kuten seinät sekä väli- ja yläpohjat. CLT-levyistä tehdään jänneväliltään enintään 5...6 metrin välipohjia. Pitempiäkin on mahdollisia käyttää, mutta levyt ovat merkittävästi paksumpia. Jos jänneväli on yli 6 m, suositellaan ripalaattarakenteita. CLT-levyjä käytetään myös julkisivuverhouksissa ja sisäverhouksissa.

CLT-levyistä tehdään suurelementtejä ja tilaelementtejä. Suurelementtien jalostusastetta voidaan muunnella rakennuskohteen tarpeiden mukaan. Elementissä voivat olla ikkunat ja ovet kiinnitettyinä ja sisä-, ja ulkopinnat lopullisessa muodossaan. Suurelementeistä rakentaminen on eniten käytössä oleva CLT-paikallarakentami-

sen tapa, joka perustuu nopeaan rungon asentamiseen. Tilaelementteihin asennetaan yleensä pintaverhoukset, ikkunat, ovet, kiintokalusteet ja LVIS-asennukset. Työmaalla tilaelementit nostetaan ja asennetaan paikoilleen, joten rakennusten, kuten puukerrostalojen, rakentaminen on nopeaa. CLT-rakenteiden valmistusta ja suunnittelua säännellään pääasiassa ETA-hyväksynnöillä (European Technical Approval), jotka ovat tuotekohtaisia.

Levyt työstetään tehtaalla koneellisesti, joten levyt ja niissä olevat ikkuna- ja oviaukot ja muut varaukset ovat mittatarkkoja. Koska mittatiedot voidaan siirtää työstökeskukseen tietomalleista, erillisiä valmistuspiirustuksia ei tarvita. CLT-elementtien (kuva 18) työstöjä ja aukotuksia suunniteltaessa tulee tutustua toimittajien työstökeskusten reunaehtoihin.



Kuva 18. CLT-elementti asennustyömaalla. (RT 21-11289).

Rakennukseen asennettujen levyjen näkyviksi pinnoiksi jäävät pinnat ovat yleensä hiottuja ja pintakerrosten puumateriaali valikoitua. Sen mukaan, mitkä pinnat on suunniteltu rakennuksessa paikalleen asennettuina näkyviksi jääviksi pinnoiksi, CLT-tuotteita toimitetaan erilaisilla pinta vaihtoehdoilla. Levyt voidaan jättää sisätiloissa verhoilematta. Pinta voi olla eri puulajista kuin levyjen valmistuksessa käytettävät laudat tai jalopuuvanerista. (RT 21-11289.)



Kuva 19. CLT-levyissä laudat ovat lautakerroksittain ristikkäin. Uloimmaisissa lautakerroksissa laudat ovat samansuuntaisesti. (RT 21-11289.)

3.7 Muut jatkojalosteet

Sahatavara on kantavissa rakenteissa käytettävien ns. yhdistelmätuotteiden pääraaka-aine. Tällaisia tuotteita ovat NR-ristikot, NR-vaarnapalkit ja I-palkit. Tavallisesti tällaiset tuotteet valmistetaan erillisen suunnitelman perusteella, mutta esimerkiksi I-palkkeja on saatavilla myös metritavarana. (RT 21-11289.)

4 HIRSITALON SUUNNITTELUPERUSTEET

4.1 Hirren historia

Hirsirakentaminen on kehittynyt maapallon pohjoisella havupuuvyöhykkeellä, missä sille on ollut luontaiset edellytykset. Hirsirakentamisesta tuli luonteva tapa hyödyntää puuta lähellä sen alkuperäistä muotoa asentamalla liittyviltä pinnoiltaan työstettyjä puunrunkoja päällekkäin ja sitomalla ne toisiinsa sovitetuin loveuksin eli salvamalla. Hirsirakenne on ollut ja on edelleen monessa mielessä oivallinen talon rakentamisen tapa. Yksiaineisena eli ns. läpikotaismateriaalina se muodostaa rakennukselle sekä kantavan rakenteen että lämmöneristyksen. Sen ominaisuuksiin kuuluu myös luonteva mahdollisuus purkaa rakenne ja käyttää hirret uudelleen, mikä on mahdollistanut rakennuksen siirtämisen tai rakennusosan uudelleenkäytön jopa useamman kerran sen elinkaaren aikana. Hirsirakenteista on useita erilaisia sovelluksia eri puolilla maailmaa, mutta pohjoisella havumetsävyöhykkeellä vaakasuuntainen lamasalvos on hirsirakentamisen vakiintunut toteutustapa. Vähäisessä määrin käytetään myös pystyhirsirakennetta.

Hirsirakenteita on ollut tapana suojata lautaverhouksin ankarissa sääolosuhteissa ja aukeilla paikoilla, kuten rannikoilla ja saaristossa. Pysty- tai vaakalaudoitukset antavat lisäsuojan säätä vastaan, mutta samalla niitä käyttäen on voitu toteuttaa itse rakenteesta poikkeavaa arkkitehtuuria. Pohjoismaissa syntyi 1700-luvulta alkaen omintakeista urbaania puuarkkitehtuuria, kokonaisia puukaupunkeja, joissa taloja alettiin maalata ja myös koristella yksinkertaisin puudetaljein elintason noustessa ja rakennusmenetelmien ja pintakäsittelytuotteiden kehittyessä. Myös puurakennusten ylläpitoon ja korjaamiseen vakiintui hyviä toteutustapoja, joita käyttäen niitä on saatu säilymään vuosisatojen ajan.

Rankarakenteiset puutalot alkoivat yleistyä 1920-luvulla ja ne syrjäyttivät hirsirakennukset lähes kokonaan sotien jälkeisellä jälleenrakennuskaudella 1940-luvulta alkaen. Hirsirakentamisen kulttuuri on kuitenkin jatkunut maassamme vahvana vapaa-ajan rakentamisessa ja hirsi on edelleen kesäasuntojen valtamateriaali. Hirsirakentaminen on kuitenkin viime aikoina vahvistanut asemaansa pientalojen, rivitalojen ja myös pienten julkisten palvelurakennusten, kuten päiväkotien ja koulujen,

toteutuksessa. Moderniin kaupunkiympäristöön soveltuvia hirsitalomalleja on toteutettu maassamme viime aikoina jo kokonaisina kortteleina. Puu on uusiutuva rakennusmateriaali, ja sen suotuisat ympäristövaikutukset ja terveellisyys korostuvat yhä enemmän rakentajien valintaperusteissa.

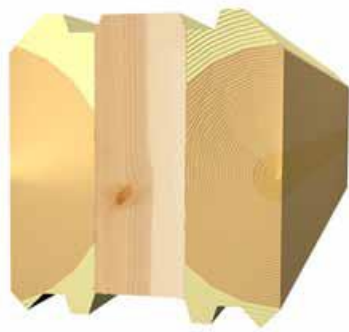
Teollinen hirrenvalmistus yleistyi 1950-luvulta lähtien ja hirsirakentaminen muuttui nopeasti teolliseksi tuotantoprosessiksi. Hirsitalo kehittyi tuotteena voimakkaasti 1970- ja 1980-luvuilla, jolloin löydettiin uusia ratkaisuja tiiviYTEEN, lämmöneristävyyteen, kutistumiseen ja rakenteiden painumiseen liittyviin ongelmiin. Teollisen hirsitalon kehitystyö jatkuu edelleen ja uusia innovaatioita otetaan jatkuvasti käyttöön. Lähes 90 % suomalaisista uusista hirsitaloista on nykyisin teollisesti toteutettuja. Teollisten menetelmien yleistyessä suorakaideprofiloitu höylähirsi erilaisine muunnelmineen on syrjäyttänyt pyöröhirren sen jäädessä lähinnä vapaa-ajan rakennusten materiaaliksi.

Nykyaikainen tietokoneohjattu teollinen esivalmistus mahdollistaa mm. hirsien esikuivatuksen ja mittatarkkojen liitosrakenteiden valmistuksen. Tietokoneavusteinen suunnittelu (CAD) ja tietomallinnus (BIM) sopivat hyvin hirsirakentamiseen ja antavat mahdollisuuden tehokkaaseen ja joustavaan tuotanto- ja rakentamistapaan. Osien valmistuksessa voidaan soveltaa nykyaikaista automaatio- ja robottitekniikkaa (CAM) ja hyödyntää työstöissä tehokkaita CNC-työasemia. Hirsikehän pystytys tapahtuu työmaalla yleensä muutamassa päivässä ja talo saadaan nopeasti vesikatton alle. Hirsirakenteet ovat vankkoja, loogisia ja yksinkertaisia ja soveltuvat yhtä hyvin perinteiseen kuin moderniin arkkitehtuuriin.

Suomalaiset teolliset hirsitalot ovat herättäneet kiinnostusta myös ulkomailla ja vuonna 2009 hirsitaloja vietiin yli 60 maahan. Suomi on edelleen maailman johtavia teollisten hirsitalojen valmistajamaita. (RT 82-11168.)

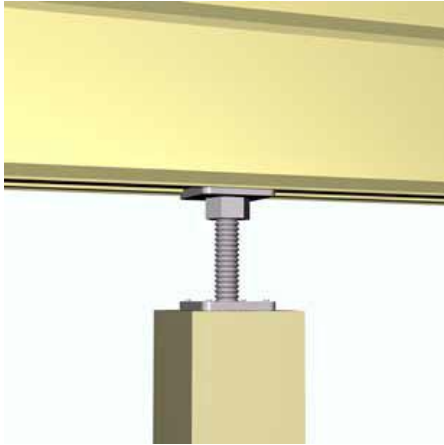
4.2 Hirsirakennuksen erityisominaisuudet

Painumat. Puun luonnollisesta kuivumisesta, hirsiseinän saumojen tiivistymisestä ja kuormituksesta johtuva painuminen otetaan huomioon rakenteita suunniteltaessa. Hirsirakenteiden painumat ovat hirsityypistä riippuen noin 10...50 mm/korkeusmetri, josta suurin osa on kuivumisesta johtuvaa. Sisällä olevat väliseinät painuvat pienemmän kosteuspitoisuuden vuoksi hieman enemmän kuin ulkoseinät. Hirsivalmistajilla on valikoimissaan myös ns. painumatonta hirttä (kuva 20), jossa painumien huomiointitarpeet vastaavat muuta puurakentamista. (RT 82-11168.)



Kuva 20. Painumaton hirsi (RT 82-11168).

Mm. tiiliseinien, kevyiden rankarakenteisten väliseinien, portaiden, kalusteiden ja pilarien liittämässä hirsirakenteisiin on otettava huomioon hirsirakenteen painuminen. Painumattomat rakenteet on varustettava painumavaroilla ja kantavat rakenteet kierrejalalla. Puupilarit varustetaan kierrejalalla (kuva 21) tai painumavarapaloilla arvioidun painuman mukaan. (RT 82-11168.)



Kuva 21. Kierrejalka (RT 82-11168.)

Suunnittelussa tulisi ottaa huomioon myös

- eritaso perustuksissa hirsien suurempi painuminen alemmalla tasolla
- jatkettaessa tai laajennettaessa vanhoja hirsirakennuksia vanhan ja uuden rakennuksen erilainen painuminen
- että hormien läpivienneissä väli- ja yläpohjissa sekä vesikatolla vaadittavat palo-
etäisyydet pysyvät laskeutumisen jälkeenkin, ja että rakenteet pääsevät laskeutu-
maan esteettä.

Kevyet rankarakenteiset väliseinät kiinnitetään hirsiseinään esim. soirolla, jossa on soikeat reiät ruuvien laskeutumista varten. Myös lisäeristyksen runko tulee kiinnittää painuman sallivilla kiinnikkeillä.

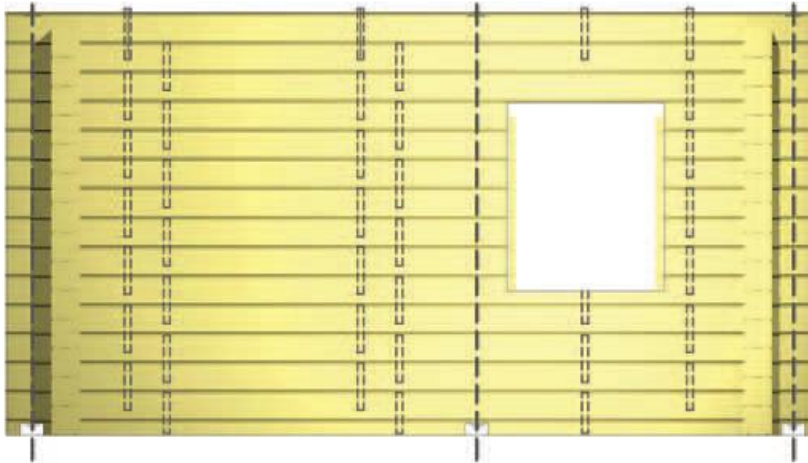
Ikkuna- ja oviaukot vahvistetaan sivuiltaan laskeutumisen sallivilla karapuilla (kuva 22). Nämä asennetaan aukkojen pieliin tehtyihin uriin estämään hirrenpäiden sivuttaissiirtymistä. (RT 82-11168.)



Kuva 22. Ikkuna kiinnitetään karapuihin (RT 82-11168).

Jos katto on jyrkkä, päätykolmiot ovat hirsirakenteiset ja kattokannattajien ylä- ja alapää on tuettu hirsiseinän varaan, tukipisteiden korkeuserosta johtuva painuma ero aiheuttaa kattokannattajien työntymisen ulospäin. Tällöin kattotuolit tulee kiinnittää kyseisen liikkeen sallivilla kiinnikkeillä, etteivät ne taivuta ulkoseiniä ulospäin. Jos tällaiseen rakennukseen suunnitellaan poikkiharjaa, tulisi päätykolmiot rakentaa pystyrunkoisina, jolloin katto painuu tasaisesti alaspäin, tai lappeiden työntyminen ulospäin tulisi muutoin huomioida poikkiharjan liitoksissa.

Hirsiseinä on perinteisesti jäykistetty yhtenäiseksi rakenteeksi puutapituksella ja poikittaisseinillä. Puu- tai terästapit estävät hirsii vääntymästä paikoiltaan varsinkin pitkillä seinillä ja aukkojen reunoissa (kuva 23). Tappien välimatka saa olla enintään 2000 mm. (RT 82-11168.)



Kuva 23. Esimerkki hirsiseinän vaarnatapituksesta ja pulttauksesta kierretangolla. Vaarna-tappeina voidaan käyttää myös ruuveja tai nautoja. (RT 82-11168).

Hirsiseinän kosteuskäyttäytyminen. Hirsirakenne hygroskooppisena rakenteena vaimentaa tehokkaasti huoneilman suhteellisen kosteuden vaihtelua, jolloin epäterveelliset kosteat ja kuivat ääritilanteet vältetään. Kosteus vaikuttaa sekä suoraan että välillisesti sisäilman laatuun. Huoneilman kosteudella on tutkimusten mukaan selvä yhteys erilaisiin biologisiin, kemiallisiin ja fysikaalisiin tekijöihin, joilla taas on yhteys hygieniaan ja terveellisyteen. Suhteellisen kosteuden pitäminen alueella 30 %...60 % RH on suositeltavaa.

Hirren kosteus lämmitetyissä sisätiloissa asettuu noin kahdeksaan prosenttiin kuivapainosta ja ulkoseinissä noin 14 prosenttiin kuivapainosta. Ulkoseinien kosteusvaihtelut voivat kuitenkin olla suuria mm. auringon säteilystä ja rakenteellisesta suo-
jauksesta johtuen.

Hirsien halkeamien suuruuteen vaikuttavat hirren kosteus ja koko. Suuressa hirressä luonnollisesta kuivumisesta johtuvat halkeamat saattavat olla isoja. Kesällä halkeamat ovat noin kolmanneksen pienemmät talviaikaiseen verrattuna.

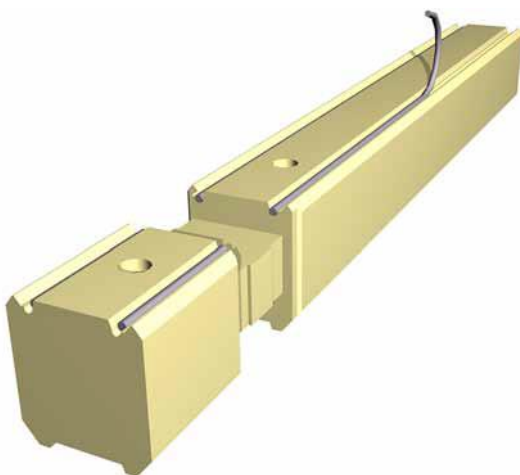
Halkeamilla on positiivinen vaikutus hirsiseinän kykyyn pienentää sisäilman suhteellisen kosteuden heilahteluja. Halkeamat lisäävät hygroskooppisen puuaineen ja huoneilman kosketuspinta-alaa, jossa diffuusiota tapahtuu. Tämä pinta-ala korreloi

suoraan puun kykyä sitoa kosteutta ja luovuttaa sitä takaisin huoneilmaan. (RT 82-11168.)

Hirsirakenteen ilmanpitävyys. Hirsirakenteen ilmanpitävyyden tulee olla yhtä hyvä kuin minkä tahansa muunkin rakenteen. Hyvällä rakennuksen vaipan ilmanpitävyydellä estetään hallitsematon vuotoilma rakenteiden läpi ja taataan hallittu ilmanvaihdon toiminta. Ilmanpitävyys estää myös vuotoilman mukana haitallisesti kulkeutuvan vesihöyryn siirtymisen rakenteisiin. Teollisesti valmistettujen hirsien varauksien muotoilulla ja hirsien välisissä saumoissa käytettävillä tiivisteillä saavutetaan seinärakenteelle vaadittu ilmanpitävyys.

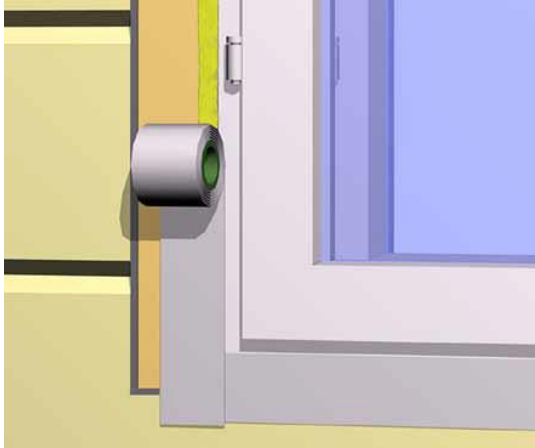
Kriittisimmät asiat hirsitalon tiiviyn kannalta ovat ulkovaipan eri rakenneosien liitokset ja läpiviennit. Niiden oikealla suunnittelulla ja huolellisella toteutuksella varmistetaan hirsitalolle hyvät ja terveelliset asumisen edellytykset niin lämmönkuluksen kuin asumisviihtyvyydenkin kannalta. Erityisen tärkeää onnistuneen lopputuloksen kannalta on, että asentajat ovat perehtyneet valmistajan ohjeisiin.

Perustuksen ja alimpien hirsien välisen sauman tulee olla hyvin tiivistetty (kuva 24), ja hirsien väliset eristeet tulee olla asennettu yhtenäisenä valmistajan ohjeen mukaisesti. (RT 82-11168.)



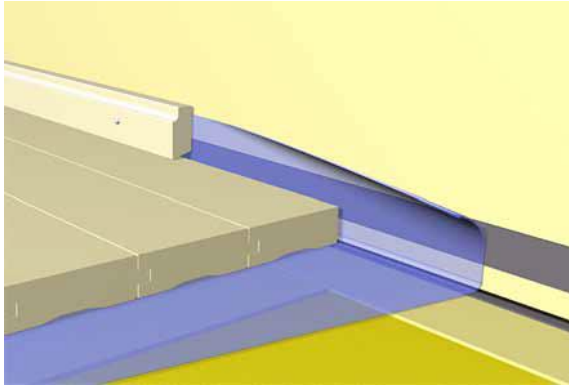
Kuva 24. Esimerkki hirsien välisestä tiivistyksestä. (RT 82-11168).

Ulkoseinien aukkojen eristys (kuva 25), tiivistys ja painumavarat tulee tehdä huolella. (RT 82-11168.)



Kuva 25. Kuvassa ikkuna-aukon tiivistys teippaamalla. Tiivistys voidaan toteuttaa myös elastisilla ja paisuvilla eristeillä. (RT 82-11168.)

Alapohjan liitos (kuva 26) hirteen tulee olla tiivistetty. (RT 82-11168.)



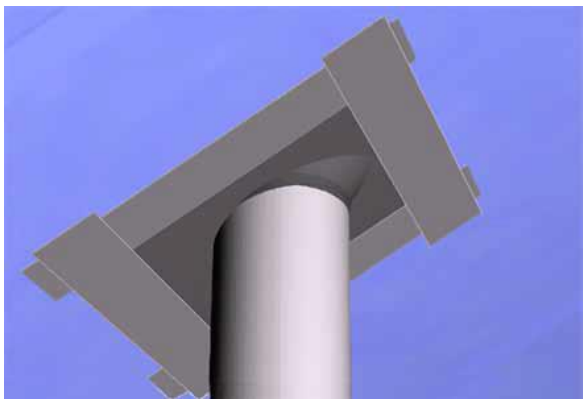
Kuva 26. Rossialapohjan liitos hirteen. (RT 82-11168.)

Yläpohjan ilman-/höyrönsulku (kuva 27) tulee olla liitetty hirteen tiivistettynä ja luotettavasti rakenteiden eläminen huomioon ottaen. (RT 82-11168.)



Kuva 27. Vinon yläpohjan höyrynsulun liitos hirsiseinään. (RT 82-11168).

Rakenteiden läpivienneissä (kuva 28) on suotavaa käyttää tiivistyslaippoja. (RT 82-11168.)



Kuva 28. Läpivientitiivistys esimerkki. (RT 82-11168).

Tiivistykseen käytettävillä tuotteilla tulee olla erityisen hyvät tiiviys- ja käyttöominaisuudet. Tuotteiden oikea, valmistajan ohjeiden mukainen käyttö on erityisen tärkeää. Ennen pinta-materiaalien asennusta on suositeltavaa tarkistaa rakennuksen vaipan tiiviys tiiviysmittauksella ja tarvittaessa paikantaa vuotokohtat esim. lämpökuvauksella. Aina ennen pinta materiaalien asentamista tulee tarkistaa ilman-/höyrynsulun eheys ja paikata havaitut reiät teippaamalla tiivistysteipillä. (RT 82-11168.)

Säilyvyys ja hirsiseinän suojaus. Hirren säilyvyyteen vaikuttaa eniten puun kosteuspitoisuus. Lahottaja- ja homesienien kasvun ehtona on vähintään 20 %:n kosteus puussa ja +5 °C:n lämpötila. Puun kosteus nousee tämän arvon yläpuolelle vasta, kun ilman suhteellinen kosteus on pitkäaikaisesti yli 85 %. (RT 82-11168.)

Julkisivun suojausmenetelmät. Hirsijulkisivun suojauksella pyritään säilyttämään puuaineksen esteettiset ja rakenteelliset ominaisuudet. Puun ominaisuuksia muuttavat erilaiset sienet (lahottaja- ja homesienet), kosteus ja auringon ultraviolet-tisäteily. Suojausmenetelmät voidaan jakaa periaatteessa kolmeen menetelmään:

- rakenteelliseen suojaukseen
- kemialliseen suojaukseen
- pinnoitukseen.

Onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi joudutaan yleensä käyttämään rinnan kaikkia suojaustapoja. (RT 82-11168.)

Rakenteellinen suojaus. Rakenteellisella suojauksella pyritään pitämään hirsipintojen kosteusrasitus mahdollisimman alhaisena.

Julkisivu tulee suojata maasta kapillaarisesti nousevalta kosteudelta, viistosateelta sekä roiskevedeltä.

Rakenteet tulee suunnitella niin, että ilma pääsee kiertämään ja kuivaamaan julkisivua mahdollisimman tehokkaasti.

Riittävän leveät räystäät suojaavat tehokkaasti viistosateelta sekä vähentävät auringon valon vaikutusta. Räystäiden leveydeksi suositellaan vähintään 500 mm. Kaikki terassit ja parvekkeet, joissa on hirsi- tai puurakenteita, tulisi tehdä katettuina.

Hirsien saumarakenne tulee suunnitella sellaiseksi, ettei seinää pitkin valuva vesi keräydy saumaan ("tippanokkarakenne"). Saumojen eriste ei saa jäädä tursottamaan sauman ulkopuolelle, sillä eriste saattaa kostuessaan olla hyvä alusta sienikasvustolle.

Räystäskourut ja syöksytorvet ohjaavat veden oikeaa reittiä maahan, jolloin tuuli ei pääse painamaan valuvaa vettä julkisivuun. Syöksytorvien alapää on rakennettava

sellaiseksi, ettei roiskevesi pääse julkisivuun. Ikkuna-aukkojen alaosat tulee varustaa ikkunapelleillä, jotka tulee kallistaa riittävästi ulospäin.

Maanpinnan yläpuolelle ulottuvan sokkelin osan on oltava riittävän korkea, suositus vähintään 400 mm, etteivät sulamisvedet tai kasvit pääse lahottamaan alimmaisista hirsistä.

Alimman hirsikerran ja sokkelin väliin on ehdottomasti asennettava kapillaarisen kosteuden kulun katkaiseva sokkelikaista, esim. bitumihuopa tai -sively.

Erityisen ankarissa sääolosuhteissa, kuten tuulisella rannikolla tai saaristossa, hirsiseinät on syytä suojata pysty- tai vaakasuuntaisella lautaverhouksella. (RT 82-11168.)

Kemiallinen suojaus ja pinnoitus. Hirsipintojen käsittelyaineiden tehtävät ovat seuraavat:

- suojata kemiallisesti puuta sienikasvustoilta (tehdä niiden elinolosuhteet kelvottomiksi)
- täyttää pintapuun solukkoa ja näin estää kosteuden imeytyminen puuhun
- suojata puun pintaa ultraviolettisäteilyltä
- muodostaa puun pinnalle vettä hylkivä kalvo.

Yleensä hirsipintojen käsittelyaineet jaetaan peittäviin ja kuultaviin pintakäsittelyaineisiin. Peittosuojat muodostavat kuivuessaan alustaan tarttuvan peittävän kalvon. Kuullotteet ovat läpikuultavia, sävytettyjä tai sävytettäviä, ja ne voivat olla lähes kalvoa muodostamattomia tai lakkamaisen kalvopinnan muodostavia. Puunsuoja-aineet ovat EU:n *biosididirektiivin* (98/8/EY) mukaisesti rekisteröityjä puun sinistymistä, homehtumista ja lahoamista ehkäiseviä maalaustuotteita. Hirsiseinissä yleisimmin käytetyt puunsuoja-aineet sisältävät pieniä määriä sienimyrkkyjä.

Hirsipinnoille tarkoitetut pohjusteet suojaavat puuta kosteudelta sekä estävät myös home- ja sinistäjä sienien kasvun. Pohjusteet imeytyvät alustaan eivätkä muodosta ensikäsittelyn jälkeen yhtenäistä kalvoa. Pohjusteella käsitelty puupinta on pintakäsitteltävä. Peittävät pintakäsittelyt toimivat kuultavia paremmin, koska ne suojaavat

tehokkaammin puuta ultraviolettisäteilyltä. Aineiden tunkeutuma puuhun on muutamia millimetrejä.

Pohjustus ja pintakäsittely tulisi tehdä mahdollisimman pian hirsirungon valmistuksen ja muiden pinta materiaalien asennuksen jälkeen, sillä ultraviolettisäteily tunkeutuu puuhun noin 0,1 millimetrin syvyyteen hajottaen puun solujen liima-ainetta ligniiniä. Mitä enemmän UV-säteily ehtii hajottaa ligniiniä, sitä huonommin käsittelyaineet pysyvät puussa.

Ultraviolettisäteilyn vaikutus voi eteläseinillä olla jopa viisinkertainen verrattuna pohjoisen puoleisiin seiniin. Siksi etelä- ja länsiseinät ovatkin yleensä ensimmäisenä uusintakäsittelyn tarpeessa.

On tärkeää, että hirsiseiniä pinnoitettaessa muodostuva kalvo on hyvin vesihöyryä läpäisevä (tämän vuoksi kaikki maalit eivät sovellu hirsiseiniin), koska massiivinen hirsi hygroskooppisena materiaalina pyrkii tasapainottamaan kosteuspitoisuutensa ilman suhteellisen kosteuden mukaan. Jos kalvo ei päästä vesihöyryä lävitseen, vesihöyryn paine irrottaa sen alustastaan.

Pintakäsittelyissä on noudatettava tarkasti pintakäsittelyaineiden valmistajien ohjeita. (RT 82-11168.)

4.3 Hirsiseinän kosteustekninen toiminta

Massiivihirsiseinä. Lisäeristämätön massiivihirsiseinä on kosteustekniseltä toiminnaltaan varma ja turvallinen ratkaisu. Massiivihirsiseinän kosteus vaihtelee ilman suhteellisen kosteuden mukaan sekä sisä- että ulkopuolella. (RT 82-11168.)

Lisäeristetty hirsiseinä. Lisäeristetyn hirsiseinän kosteustekninen toiminta on huomattavasti monimutkaisempaa kuin massiivihirsiseinän.

Hirsiseinän sisäpuolinen lämmöneristäminen ei ole suositeltavaa, jos höyrynsulkua ei käytetä. Sisäpuolinen lämmöneristys voidaan toteuttaa ilman höyrynsulkua vain, jos lämmöneristeen paksuus on enintään 50 mm. Tällöin rakenteessa pitää olla sisäpuolella ilmansulkuna bitumipaperi tms. Kun sisäpuolinen lämmöneriste on paksumpi kuin 50 mm, on käytettävä riittävän tiivistä höyrynsulkua. Jos käytetään tuuletusrakoa eristeen ja hirren välissä, hirren lämmöneristävyttä ei voida käyttää hyödyksi rakennuksen lämmöneristämässä.

Ulkopuolinen lisäeristys on kosteustekniseltä toiminnaltaan ongelmaton, koska tällöin hirsi on rakenteen lämpimällä eli kuivemmalla puolella. Tällaisessa rakenteessa on lämmöneristeen ja ulkoverhouksen väliin muistettava jättää ilmarako, jotta eristeeseen mahdollisesti kertynyt kosteus pääsee kuivumaan eikä verhouksen läpi päässyt ulkopuolinen kosteus pääse lämmöneristeeseen. (RT 82-11168.)

4.4 Kosteudeneristys

Rakentamista koskevat kosteustekniset määräykset on esitetty *RakMK:n* osassa C2. Rakenteiden on oltava sellaisia, ettei rakenteeseen tunkeutuvalla sade- ja sulamisvedellä, maaperän kosteudella tai sisätilasta tunkeutuvalla vesihöyryllä ole haitallisia vaikutuksia rakenteisiin. Erityisesti tulee kiinnittää huomiota seuraaviin asioihin:

- Betonia ei saa valaa puuta vasten ilman kosteudeneristystä.
- Puurakenteita ei saa sijoittaa tuulettumattomiin olosuhteisiin (esimerkiksi väliseinä- tai pilarirakenteiden alapäätä betonivalujen sisään).
- Hirsiseinän alapinnan tulisi olla vähintään 400 mm maanpinnan yläpuolella.
- Suihku- ja vesipisteitä ei tule sijoittaa suojaamattomille hirsiseinille.
- Veden- ja kosteudeneristykset on tehtävä erityisen huolellisesti eristysaineiden valmistajien ohjeita noudattaen. (RT 82-11168.)

4.5 Sisäilman laatu

Ilmanvaihdon määräykset on esitetty *Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa D2*.

Huoneilman kosteudella on lämpöviihtyvyyden ja aistinvaraisesti havaittavan laadun lisäksi yhteys lukuisiin muihin parametreihin, joilla on vaikutuksia tilan käyttäjiin. Esimerkiksi sienten ja pölypunkkien kasvun estämiseksi sisäilman suhteellisen kosteuden tulisi olla alle 60 % ja hengitystieinfektioiden ehkäisemiseksi vastaavasti yli 28 %.

Tutkimustulokset osoittavat, että hygroskooppisilla rakennusaineilla, kuten puu ja puupohjaiset materiaalit voidaan rakentaa merkittävä kosteuden puskurivaikutus, jolla voidaan parantaa sisäilman laatua sekä suoraan että välillisesti. Tulosten mukaan asuntojen huoneilman suhteellinen kosteus pysyy hyvin suositusalueella, kun huonetilojen pintarakenteilla on suuri tehollinen kosteuskapasiteetti.

Huonetilojen oleskeluvyöhykkeellä on saavutettava kaikissa tavanomaisissa sääolosuhteissa ja tilakohtaisen käyttötavan mukaisissa käyttötilanteissa terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto. Sisäilmaston puhtauden, lämpötilan ja kosteuden tulee olla hallittuja. Oleskeluvyöhykkeellä ei saa esiintyä haitallisessa määrin vetoa eikä melua.

Ilmanvaihdon on oltava riittävä, jottei kosteuden tiivistyminen rakenteisiin aiheuta kosteusvaurioita. Tuloilma voidaan johtaa huonetilaan mm. rakennuksen ulkovaipan kautta tai siirtoilmana. (RT 82-11168.)

5 HIRSITALON LAATUVAATIMUKSET

5.1 Runko ja siihen liittyvät rakenteet

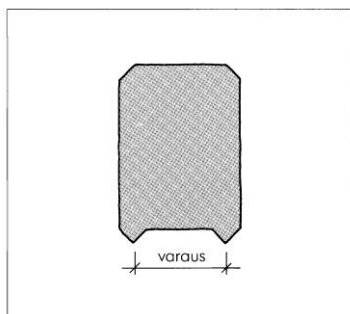
Hirret. Höylä- ja pyöröhirsien tulee olla tervettä mäntyä tai kuusta. Toimitussopimuksessa on erikseen mainittava, jos hirret ovat kuusta. Höylä- ja pyöröhirsien sallitut viat esitetään.

Hirsirunkoon käytettävien höylähirsien kosteuden tulee olla toimitettaessa 20 ± 4 % puun kuivapainosta ja pyöröhirsien 22 ± 4 % puun kuivapainosta.

Höylä- ja pyöröhirsien leveyden ja paksuuden mittapoikkeama nimellimitasta saa olla enintään $\pm 1,5$ mm. Mitat ja sallitut mittapoikkeamat koskevat hirsiiä, joiden kosteus on 22 % puun kuivapainosta.

Hirsien jatkaminen sallitaan. Höylä- ja pyöröhirsien jatkokset tulee tehdä sormijatkosin tai liitostarvikkeilla, jotka estävät hirsien sivuttaisen ja pituussuuntaisen liikumisen. Liitostarvikkeilla toteutetut jatkokset tulisi sijoittaa ristinurkan tai risteävän seinän kohdalle. Tällöinkin tulee huolehtia siitä, että ristinurkan kohdalla on riittävästi jatkamattomia hirsiiä. Yksittäisen hirren jatkaminen sallitaan seinän näkyvällä osalla.

Höylähirren varaus (kuva 29) on vähintään 60 % hirren paksuudesta. (RT 14-10436.)



Kuva 29. Höylähirren varaus (RT 14-10436).

Pyöröhirren varaus on vähintään 40 % hirren halkaisijasta. (RT 14-10436.)

Tapitus. Höylähirsissä ja pyöröhirsissä tulee olla tapitus enintään 2 000 mm välein. Lyhyissä seinissä tulee jokaisessa hirressä olla ainakin yksi tappi. (RT 14-10436.)

Läpipulttaus. Jokaisessa pyöröhirsirakennuksen ulkoristinurkassa tulee olla vähintään yksi läpipultti tai niissä tulee käyttää muuta vastaavaa kiristysmenetelmää. (RT 14-10436.)

Tiivistäminen. Hirsien varauksissa ja nurkissa on käytettävä tarkoitukseen soveltuvaa tiivistettä. (RT 14-10436.)

Ovi- ja ikkuna-aukot. Ovi- ja ikkuna-aukkojen tulee olla asennusmittaan tehtyjä. Kuitenkin kuljetuksen ja pystytyksen takia voidaan hirrestä jättää osa sahaamalla irti, vaakasuntainen sahaus tehdään tehtaalla. Aukkojen mitoituksessa tulee ottaa huomioon painumis- ja tiivistysvarat. Aukoissa tulee olla karat. (RT 14-10436.)

Painumattomat rakenteet. Pystytolpat ja muut painumattomat rakenteet tulee varustaa painumisen mahdollistavalla rakenteella, jotta hirsien laskeutuminen voidaan hoitaa asianmukaisesti. (RT 14-10436.)

5.2 Muut tarvikkeet

Kattotuolit. Kattotuolien tulee olla lujuusluokiteltua höylättyä mänty- tai kuusipuutavaraa.

Kattotuolit toimitetaan määrämittaan katkaistuina ja valmiiksi työstettyinä tai ristikorakenteisina. (RT 14-10436.)

Katteen alusta. Katteen aluslaudoituksen tulee olla kuormitus- ja lujuusvaatimukset täyttävää mänty tai kuusipuutavaraa. Puutavara toimitetaan lautatarhapituksena.

Katteen aluslaudoituksen kiinnittämisessä tulee ottaa huomioon puutavaran kosteusliikkeet. (RT 14-10436.)

Alapohjan kannatteet. Alapohjan kannatteiden tulee olla lujuusluokiteltua höylämällä mitallistettua mänty- tai kuusipuutavaraa. (RT 14-10436.)

Kevyiden väliseinien ja lisäeristysseinien runkotarvikkeet. Kevyiden väliseinien ja lisäeristysseinien runkotarvikkeiden tulee olla käyttötarkoitukseen sopivaa höylämällä mitallistettua mänty- tai kuusipuutavaraa. (RT 14-10436.)

Listat. Listojen tulee olla vähintään standardin *SFS 4893* laatuluokan 2 mukaista mäntypuutavaraa. Oksien osalta noudatetaan laatuluokan 3 vaatimuksia. (RT 14-10436.)

Sisäkaton lautaverhous. Verhouslautojen tulee olla vähintään standardin *SFS 4892* laatuluokan 2 O mukaista mänty- tai kuusipuutavaraa.

Verhouslaudat toimitetaan määrämittaan katkaistuina tai lautatarhapituisina. Lautojen jatkaminen sallitaan puskusaumoin tai sormijatkoksien. Saunan katossa suositellaan käytettäväksi kuusipaneelia. (RT 14-10436.)

Kevyiden väliseinien lautaverhoukset. Kevyiden väliseinien verhouslautojen tulee olla vähintään standardin *SFS 4892* laatuluokan 2 O mukaista mänty -tai kuusipuutavaraa. (RT 14-10436.)

Lattialaudat. Lattialautojen tulee olla vähintään standardin *SFS 4892* laatuluokan 2 O mukaista mäntypuutavaraa.

Kuistin lattialaudat toimitetaan kestopuuna.

Lattialaudat toimitetaan joko määrämittaan katkaistuina tai lautatarhapituisina. Lautojen jatkaminen sallitaan puskusaumoilla. (RT 14-10436.)

Vuorilaudat. Vuorilautojen tulee olla vähintään standardin *SFS 4892* laatuluokan 2 O mukaista höylättyä mänty- tai kuusipuutavaraa.

Vuorilaudat toimitetaan joko määrämittaan katkaistuina tai lautatarhapituisina. (RT 14-10436.)

Laudetarvikkeet. Lauteiden istuintasoon ja mahdolliseen selkänojaan käytetään haapaa, kuusta tai abachia. Muut osat ja penkit voidaan tehdä kuusesta tai männystä.

Lauteet toimitetaan asennusvalmiina osina. (RT 14-10436.)

Ovet. Ovien tulee olla vähintään standardin *SFS 4434* laatuluokan 2 mukaisia. Ovet toimitetaan valmiiksi heloitettuina ilman pinta heloja. (RT 14-10436.)

Ikkunat. Ikkunoiden tulee olla vähintään standardin *SFS 4433* laatu luokan V mukaisia. Ikkunat toimitetaan valmiiksi heloitettuina ilman pinta heloja. (RT 14-10436.)

5 FINNLAMELLIN MUUTTOVALMISPROSESSIN KULKU

Suunnittelun näkökulmasta katsottu, liitteenä oleva ohjeistus muuttovalmisprosessin läpivienti aloitetaan tarjousvaiheesta ja sitä seuraavasta kauppavaiheesta. Tämä toteutuu vain asiakkaan halukkuudesta valita Finnlamellin hirsitalo.

Kaupan allekirjoittamisesta käynnistyy suunnittelijoiden työ. Tilausvahvistusvaiheen ydinkohta on tarkistaa, onko myyty kokonaisuus toimituskelpoinen.

Tarkastuskuvavaiheessa arkkitehtisuunnittelijan tehtävänä on piirtää toimitussisälön mukainen kuvakokonaisuus, joka hyväksytetään asiakkaalla.

Tarkastuskuvista piirretään ”puhtaaksi” rakennuslupakuvat, jotka hyväksytetään rakennusvalvonnassa asiakkaan tai päärakennesuunnittelijan toimesta.

Lupakuvien hyväksyttämiseen päättyy myös asiakkaan muutoksien tekeminen, koska näiden jälkeen kohde päättyy muun muassa perustus- ja rakennesuunnitteluun, joka pohjautuu täysin lupakuvien oikeellisuuteen. Rajalliset muutokset tässä vaiheessa ovat kuitenkin mahdollisia.

Tilausvahvistusvaiheesta käynnistynyt suunnitteluvaihe päättyy talotoimitusvaiheeseen, joka tapahtuu 8-14 viikon kuluttua tilausvahvistuksesta. Työmaavaiheen kesto on arvioitu 24 viikkoa, joten kaiken mennessä ”putkeen” asiakas voi päästä muuttamaan omaan muuttovalmiskotiin aikaisintaan 7 kuukauden kuluttua kaupan-tekohetkestä.

6 Yhteenveto

Henkilökohtaisesti koko opinnäytetyöprosessi on nimensä mukaisesti ollut juuri asiansa ajavaa tekemistä: uuden oppimista ja asioihin perehtymistä. Sain loistavan mahdollisuuden työnantajalta perehtyä yrityksellekin uuteen toimintatapaan ja koota asiasta mahdollisimman laaja asiakokonaisuus pohjautuen konsernin ja yrityksemme materiaaliin ja kokemuksiin asiasta.

Yrityksen sisällä on ilmennyt itse opinnäytetyöprosessin aikana toimihenkilöiden ja esimiesten puolesta tarve juurikin tämänkaltaisesta kansiotyylisestä yhteenvedosta koko prosessin kulusta. Jokaisen toimihenkilön työtehtävät rajoittuvat vain tiettyyn osa-alueeseen, mutta linkittyvät silti hyvin tiiviisti edelliseen ja seuraavaan työvaiheeseen, joten periaatteiden ymmärtäminen myös näistä on suotavaa.

Ohjeistus jäänee yrityksen käyttöön perehdytysoppaaksi uusille työntekijöille ja nykyisten työntekijöiden muistin virkistykseksi. Periaatteeksi on jo yrityksen puolella sovittu, että kansiota päivitetään ajantasalle ajoittain sekä tuodaan siihen uusia osia tarpeen niin vaatiessa.

LÄHTEET

RT 81-10486. 1992. Pientalon perustamistavan valinta. Helsinki: Rakennustieto.

RT 82-10820. 2004. Pientalon puurakenteet. Helsinki: Rakennustieto

RT 21-11289. 2017. Puutavara jatkojalosteet. Helsinki: Rakennustieto

RT 82-11168. 2014. Hirsitalon suunnitteluperusteet. Helsinki: Rakennustieto

RT 14-10436. 1990. Hirsitalon laatuvaatimukset. Helsinki: Rakennustieto

1010/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. [Julkaistu 27.12.2017] Saatavana: <http://www.ym.fi/download/no-name/%7BFD99E48D-F28B-452E-8175-29EA77ABD4CA%7D/133872>

LIITTEET

Liite 1 Muuttovalmisprojektin ohje

