



Kimmo Järvinen ©

# Runko-PES ja puukerrostalojen asukaspalaute

Ralf Lindberg, Tampereen teknillinen yliopisto

Tero Lahtela, Insinööritoimisto Lahtela Oy

Kimmo Järvinen, Finnish Wood Research Oy



Finnish Wood  
Research

# SISÄLTÖ

1. Puukerrostalojen asukaspalaute
2. RunkoPES 2.0 ensiesittely
3. Yhteenveto



Finnish Wood  
Research

# FINNISH WOOD RESEARCH OY



➤ Perustettu maalikuussa 2009.

➤ Osakkaina 17 Suomalaista puutuotealan eturivin yritystä: Finndomo Oy, Huonekalutehdas Korhonen Oy, Raute Oy, Versowood Oy, Ekovilla Oy, Jartek Oy, Penope Oy, Metsäliitto osuuskunta, Ruukki Group Oyj, Stora Enso Wood Products Oy, Tikkurila Oyj, UPM-Kymmene Oyj, Rakennusliike Rasto Oy, arkkitehtitoimisto Puusta Innovations Oy, Profin Oy, livari Mononen Oy ja Iin Fasadi Oy.

➤ Yhtiön tarkoituksena on puutuote- ja huonekaluteollisuuden ja niihin liittyvän teollisuuden (rakennus-, kone-, laite- ja kemianteollisuuden) yhteistutkimuksen edistäminen ja koordinointi, osakkaiden välisen tutkimusyhteistyön kehittäminen, eri maissa suoritettua alaan kuuluvaa tutkimusta seuraaminen, yhteydenpito alalla toimiviin tutkimuslaitoksiin sekä alaan liittyvän osaamisen vahvistaminen.



Finnish Wood  
Research

# Asukastyytyväisyyskysely nykyisissä puukerrostaloissa

Asukastyytyväisyyskysely 2011:

- 4 kohdetta, 6 rakennusta
- Rakennettu 1996 – 2003
- Asuntoja 157 (41% rakennetuista puukerrostaloista)
- Rakennusala tutkituissa 14 648 m<sup>2</sup> (47 % rakennetuista)



118 vastausta (75 %)

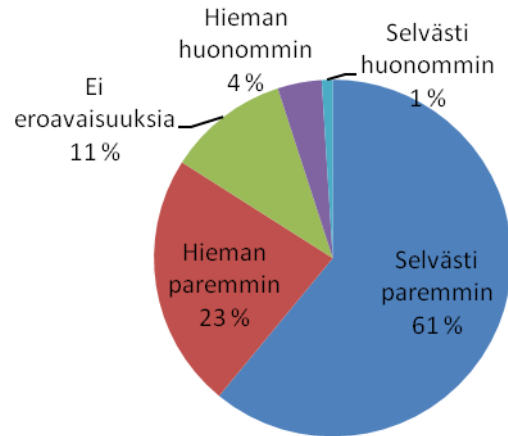
Omistusasujia 58%

Vuokra-asujia 42%



Finnish Wood  
Research

**Viihdytkö asuintalossasi (vrt. aiempaan asuntoosi)?  
Kaikki vastaukset**

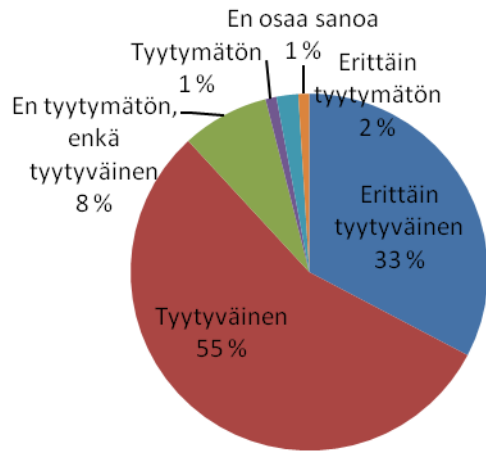


*Hyvin viihtyvien osuus puukerrostaloissa (84 %) on varsin korkea.*

*Tyytyväisten osuus puukerrostaloissa (88 %) on varsin korkea.*

*Julkinen keskustelu rakentamisen heikosta laadusta ei välttämättä kuvasta todellisuutta.*

**Oletko tyytyväinen nykyiseen asuintaloosi ja asuntoosi?  
Kaikki vastaukset**



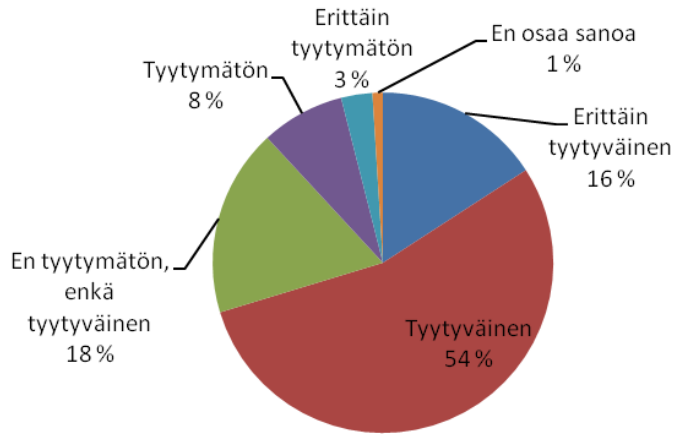
Vertailussa käytetyt aikaisemmat asukastyytyväisyyskyselyt:

1. Asuinympäristön laatu, terveys ja turvallisuus. Internet-pohjainen tiedonkeruu ja palautejärjestelmä (ALTTI). Kansanterveyslaitoksen julkaisuja 8/2008.
2. Asukaskysely taloyhtiön sisäilman laadusta ja muista kehitystarpeista. KIMU kerrostalon ilmastomuutos – energiatalous ja sisäilmasto kuntoon –projekti. ([www.teeparannus.fi](http://www.teeparannus.fi)). Suomen Kiinteistöliitto ry.
3. Asumisviihtyvyys Helsingin kaupungin vuokra- ja asumisoikeustaloissa 2005. Helsingin kaupungin tietokeskus, julkaisu 1, 2007.

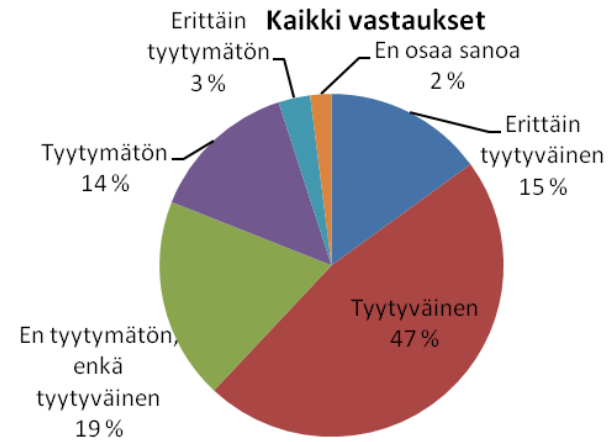


Finnish Wood  
Research

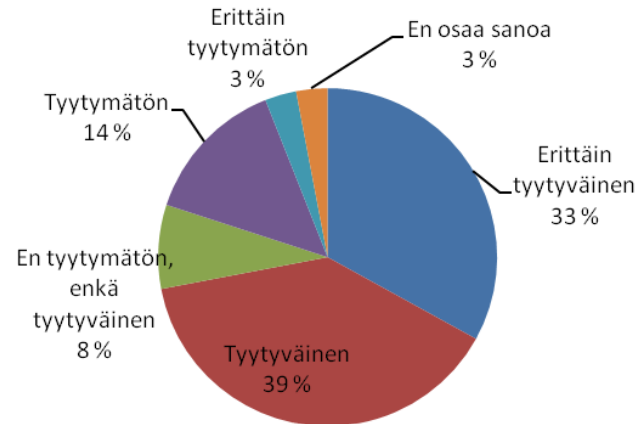
**Oletko tyytyväinen asuntosi lämpötilaan?**  
Kaikki vastaukset



**Oletko tyytyväinen asuntosi ilmanlaatuun ja ilmanvaihtoon?**  
Kaikki vastaukset

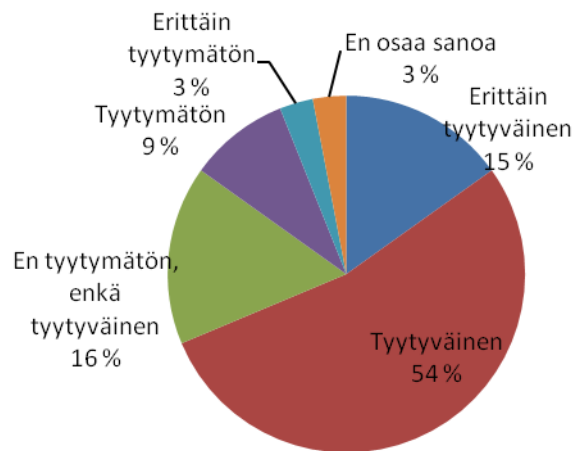


**Oletko tyytyväinen asuntosi ääneneristykseen?**  
Kaikki vastaukset

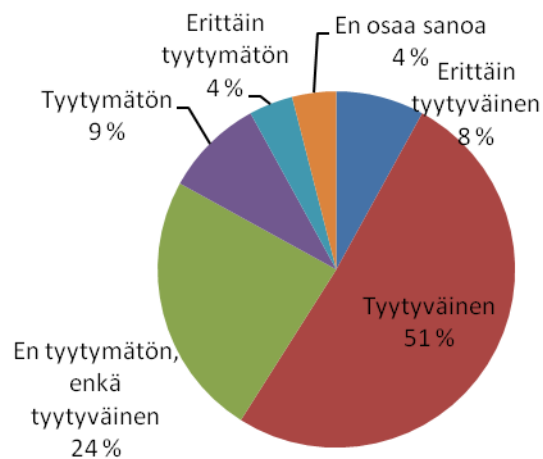


Finnish Wood Research

### Oletko tyytyväinen asuntosi nykykuntoon? Kaikki vastaukset



### Oletko tyytyväinen asuinkustannuksiin? Kaikki vastaukset



Finnish Wood  
Research

# Yhteenveto: Puukerrostalo eri osapuolten näkökulmasta

Asukkaat ovat tyytyväisiä. Asukkaiden suhtautuminen riippuu siitä, miten rakennuksen kiinteistönpidossa onnistutaan.

Rakentajien näkökulmasta pohditaan

- \* kustannuksia
- \* riskejä
- \* työmaalla tehtävän työn määrää

Viranomaiset tulevat edellyttämään kolmannen osapuolen tarkastusta entistä useammin. Rakentavasti hankkeisiin suhtautuvia tarkastajia tarvitaan tulevaisuudessa.

Puurakentaminen olisi saatava kaikkien rakentajien asiaksi.

Puukerrostalohankkeen kaikkien osapuolten on osattava puurakentamiseen liittyvät erityispiirteet.

Suomalaisella osaamisella voidaan rakentaa toimiva puukerrostalo.



Finnish Wood  
Research



# RunkoPES 2.0



Finnish Wood  
Research

# Mikä on RunkoPES

- Liitokset ovat kehitystyössä ydinasia.
- Taustalla ovat kokemukset avoimesta BES järjestelmästä.
- Nopeuttaa ja tehostaa elementtien asennusta
- Mahdollistaa elementtien hankinnan usealta eri toimittajilta samaan kohteeseen
- Varmistetaan talojen energiatehokkuus, kantavuus, kosteus- , palo- ja äänitekniinen toiminta.
- Helpottaa suunnittelua
- Tavoitteena mallintamisen hyödyntäminen, joka nyt on viimein arkipäivää.

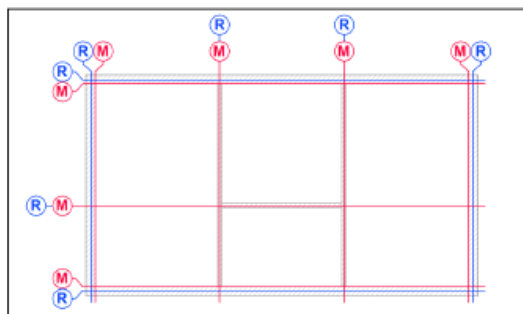


Finnish Wood  
Research

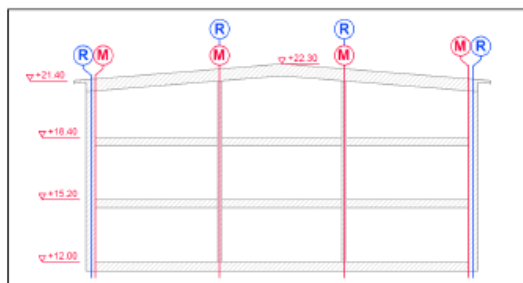
## EHDOTUS MODUULI- JA ASENNUSVIIVASTOKSI 3.3.2011 KESKUSTELUN POHJALTA (PÄIVITETTY 18.4.2011)

Rakennuksen osien paikantamisen helpottamiseksi laaditaan RunkoPES-puuelementtijärjestelmässä kaksi erillistä moduulijärjestelmää, moduuliviivasto ja asennusviivasto. Moduuliviivaston laatii yleensä kohteen pääsuunnittelija ja moduuliviivaston pohjalta asennusviivaston laatii kohteen rakennesuunnittelija. Moduuliviivaston tarkoitus on olla arkkitehdin työkalu, jolla voidaan määrittellä helposti rakennuksen sisäpinnat sekä laskea huonealat. Asennusviivaston tarkoitus on toimia työkaluna ja apuvälineenä rakennesuunnittelijalle sekä elementtien asentajalle. Molemmissa järjestelmissä moduulilinjat sijoitetaan kaikkien kantavien rakenteiden kohdille. Viivastot esitetään pohja-, leikkaus- ja detailjipiirroksissa, joissa mitoitus sidotaan moduulijärjestelmään.

### Moduulilinjojen sijainti



**Kuva 1:** Esimerkki asennus- ja moduuliviivaston käytöstä tasopiirustuksessa.



**Kuva 2:** Esimerkki asennus- ja moduuliviivaston sekä korkeusasettien käytöstä leikkauspiirustuksessa.

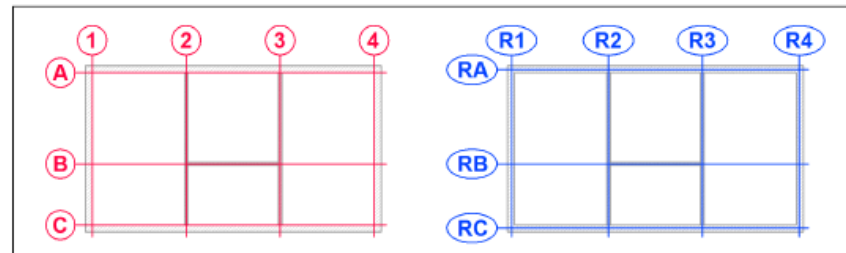
– **Väliseinät:** Kantavien ja ei-kantavien väliseinien kohdalla sekä asennus- että moduuliviivasto kulkee samassa linjassa, väliseinään nähden keskeisesti.

– **Ulkoseinät:** Rakennuksen ulkoseinien kohdilla asennusviivasto kulkee alaohjauspuun sisäpinnan kautta, jolloin myös kantavien rakenteiden ulkopinta kulkee asennusviivojen kautta. Moduuliviivasto kulkee ulkoseinärakenteen sisäpinnassa.

– **Vaakarakenteet:** Vaakarakenteiden kohdille ei sijoiteta moduuli- ja asennusviivastoja, vaan yläpohjien, välipohjien sekä alapohjien sijainti osoitetaan piirustuksissa korkeusasettien avulla. Arkkitehdille vaakarakenteissa oleellisia ovat näkyvien pintojen sijainnit ja rakennesuunnittelijalle sekä elementtien asentajalle kantavien rakenteiden alapinnan tasot.

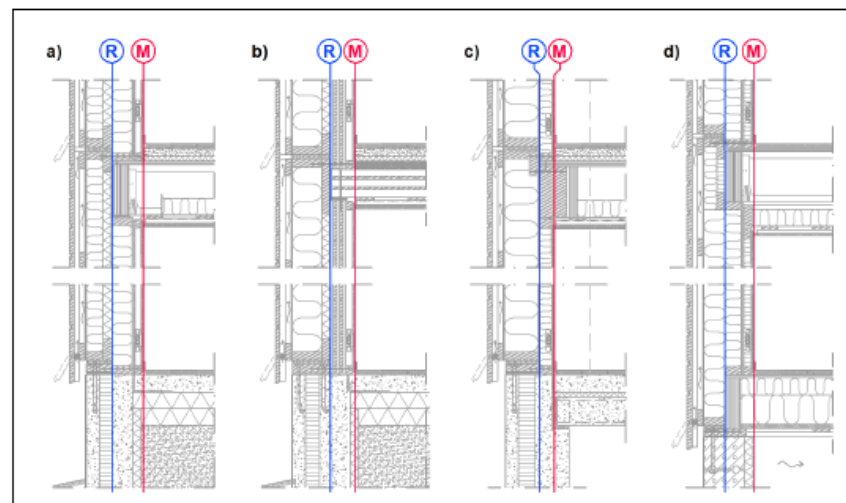
### Moduulilinjojen numerointi

Moduulilinjat nimetään rakennuksen pohjapiirroksen pituussuunnassa numeerisesti ja poikkisuunnassa aakkosin. Asennusviivastossa aakkosten ja numeroinnin edessä käytetään R-kirjainta. Nimeäminen aloitetaan pohjapiirroksen vasemmasta yläkulmasta.



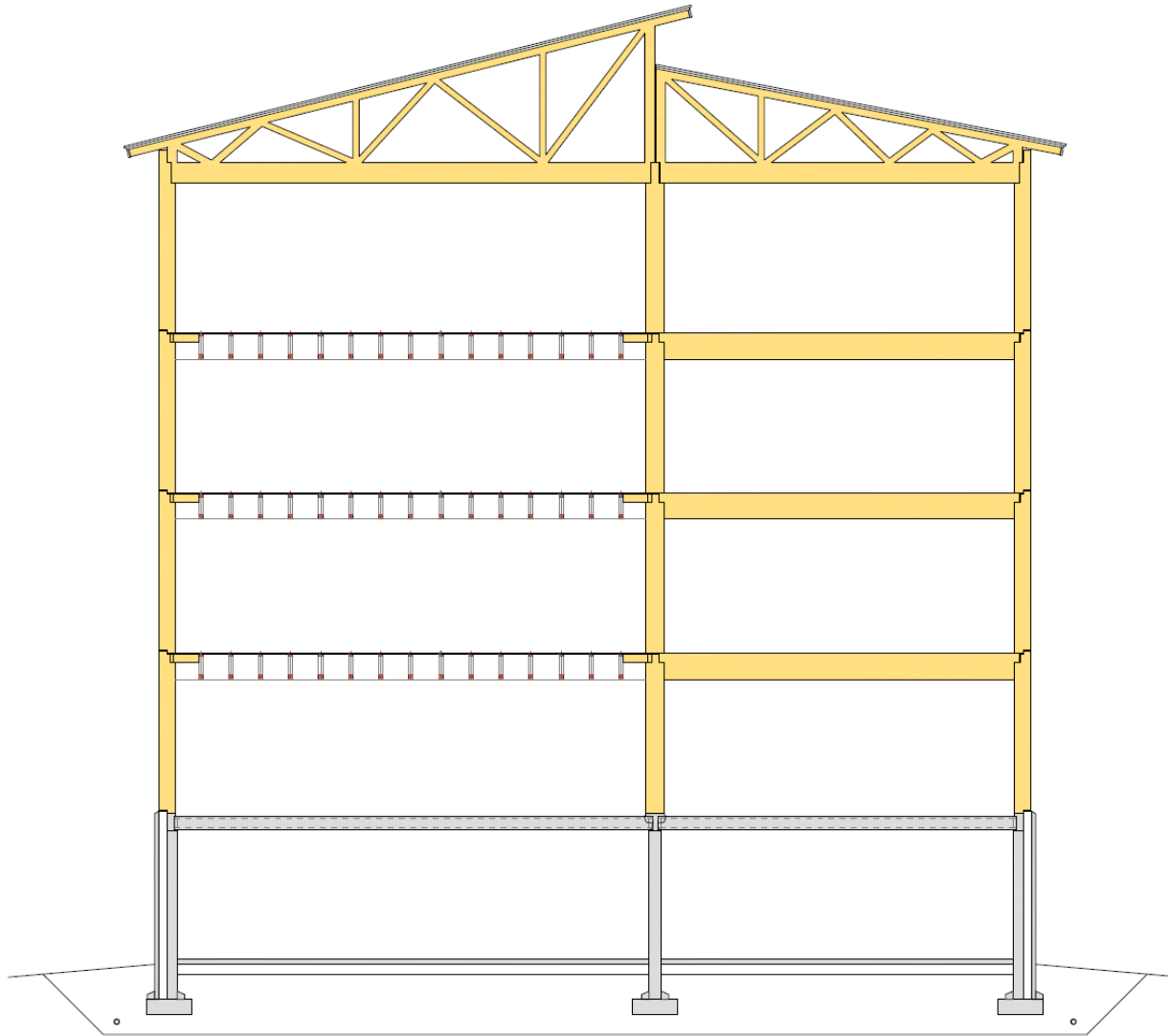
**Kuva 3:** Moduulijärjestelmien numerointi.

### Moduuli- ja asennusviivastojen sijainti eri runkoratkaisuissa



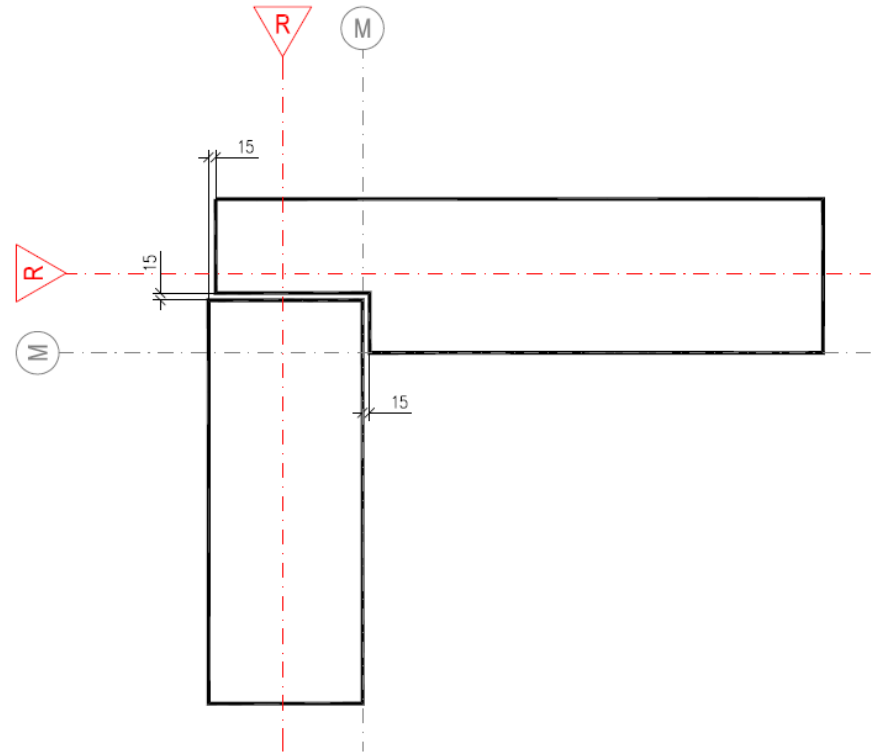
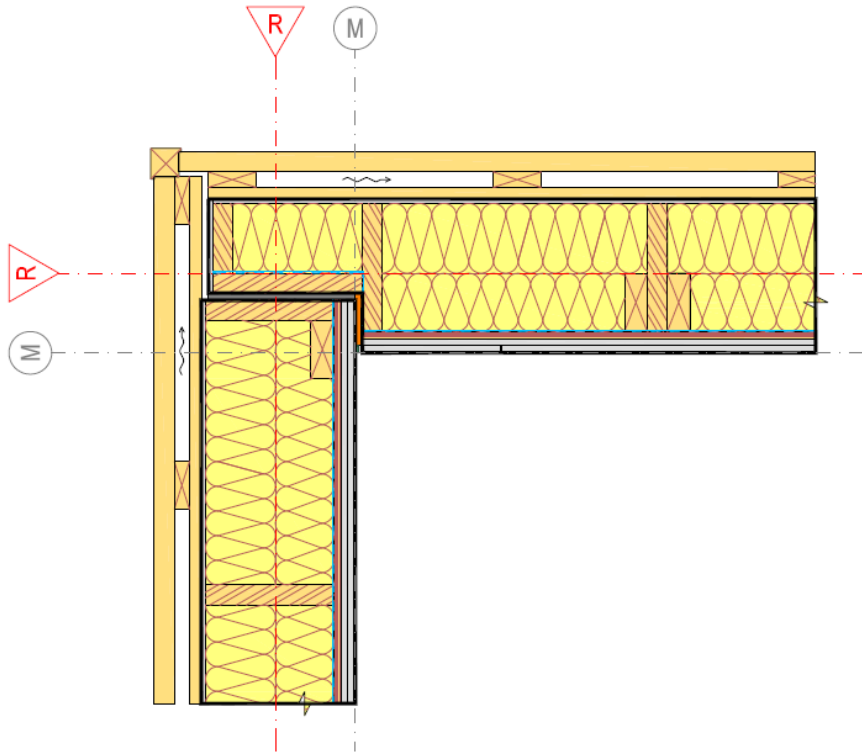
**Kuva 4:** Asennusviivaston sekä moduuliviivaston sijainti ulkoseinän ja välipohjan sekä ulkoseinän ja alapohjan välisissä liitoksissa, kun ulkoseinä on toteutettu a) tolpparunkoisilla elementeillä, b) ristiinliimatuilla massiivipuuelementeillä, c) pilari-palkkijärjestelmällä ja d) tilaelementeillä.

# Vakioidut rakenteiden liittymät

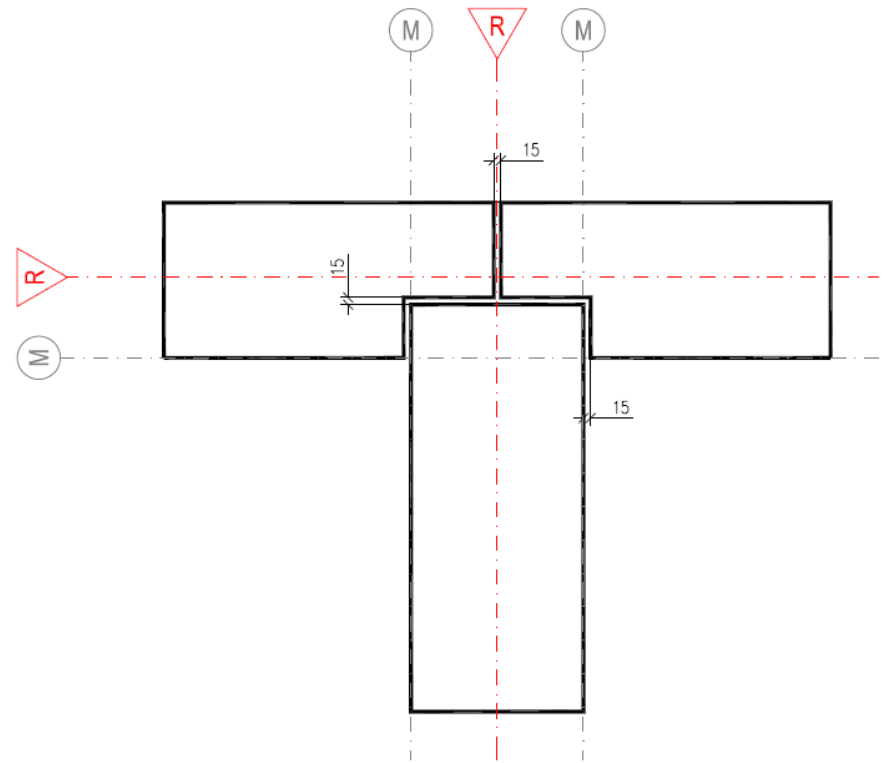
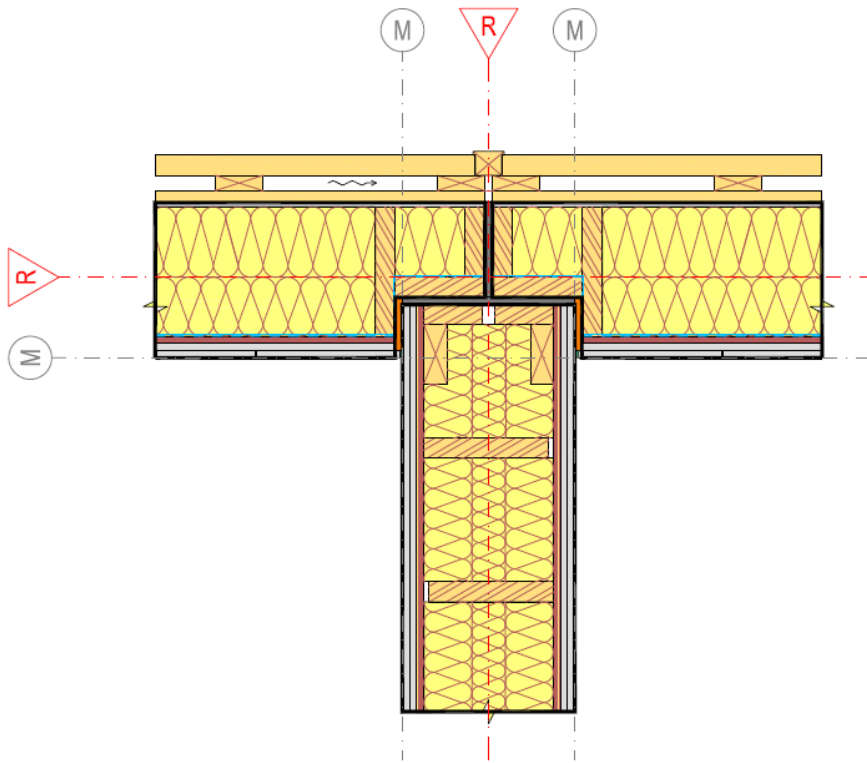


Finnish Wood  
Research

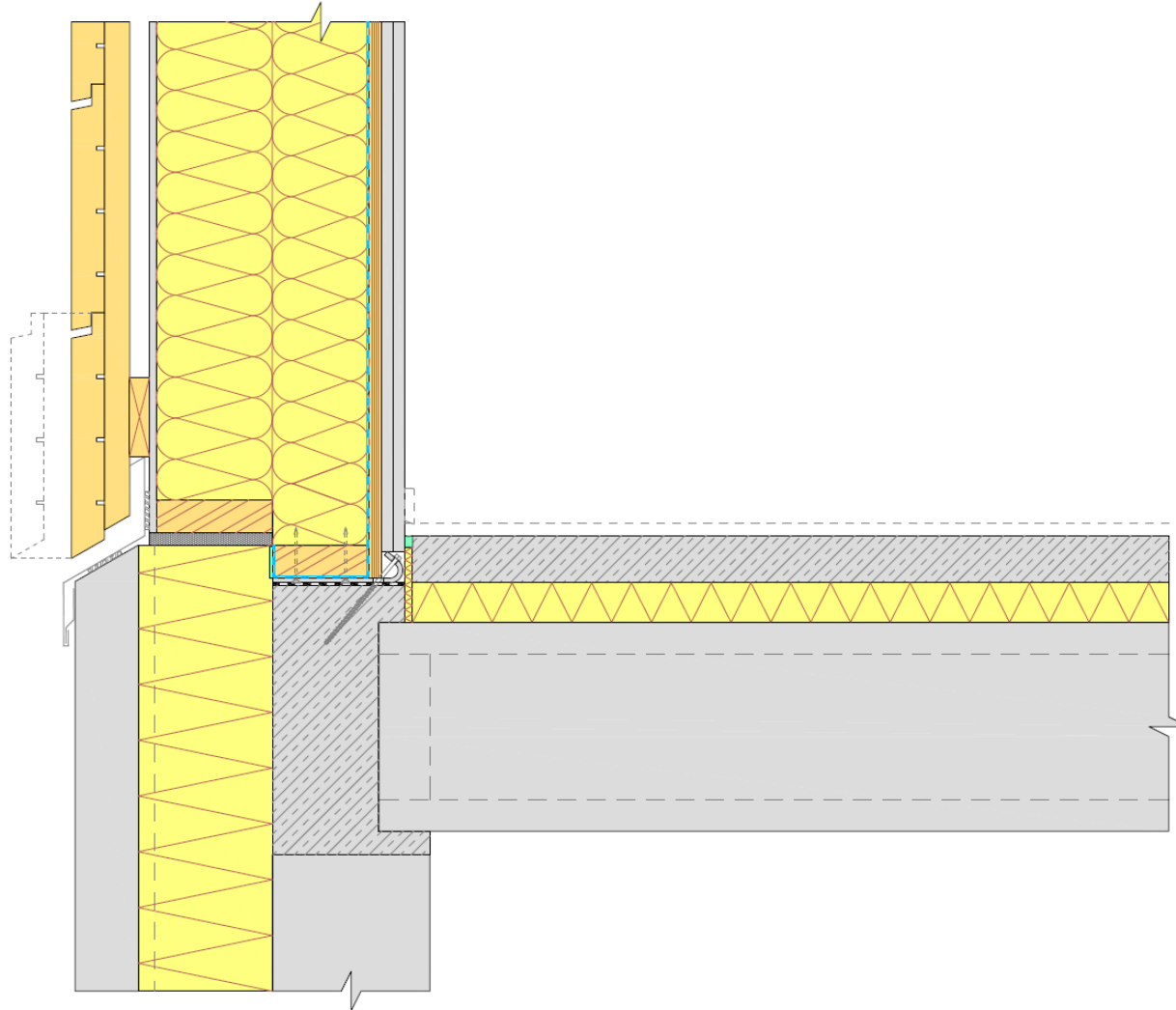
# Vakioidut rakenteiden liittymät



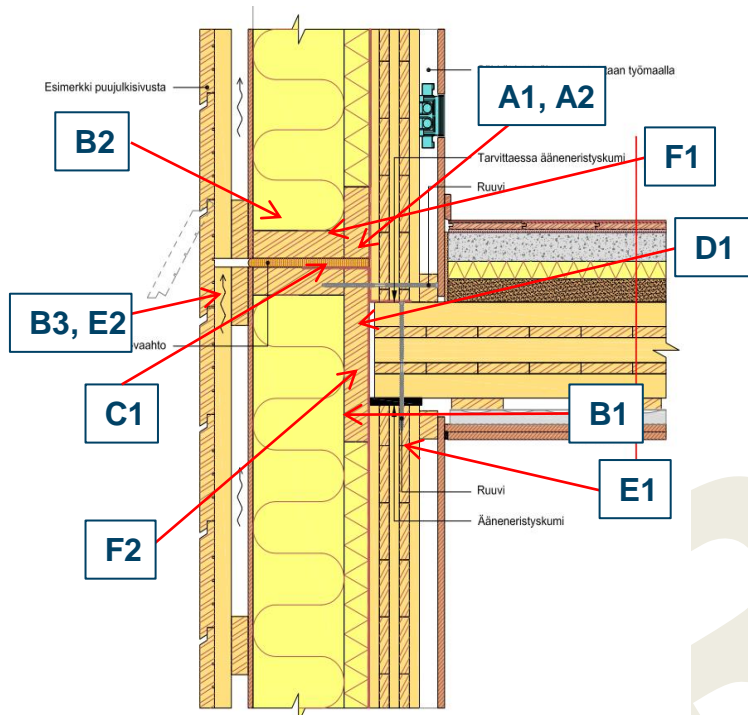
# Vakioidut rakenteiden liittymät



# Vakioidut rakenteiden liittymät



Finnish Wood  
Research



## Yleistä:

### A. Kantavuus

- A1. Leimapaine ei ole yleensä kriittinen tekijä liitoksessa, leimapainetta voidaan pienentää paksuntamalla CLT-levyä.  
 A2. Levyjäykistysvoimien siirto on määriteltävä tapauskohtaisesti.

### B. Ilmanpitävyys ja kosteustekniikka

- B1. Rakenteessa ei tarvita höyrinsulkua, koska CLT-levyllä on riittävä vesihöyrynvastus.  
 B2. Ilmanpitävyyden kannalta elastisen PU-vaahdon pitkäaikaiskestävyys ja vaahdotuksen työsuoritus oleellisia.
- Saumaukselle asetetaan laatuksiteeri ja sen täytyminen dokumentoidaan

- B3. Tuuletusraon jatkuvuus liitoksessa varmistettava esim. ristiinkoolauksella. Huom. Mahdollinen palokatko.

### C. Lämmöneristävyys

- C1. Rakennusosien välisen liitoksen lineaarisen kylmäsilan aiheuttama lisäkonduktanssi otettava huomioon laskettaessa lämpöhäviöitä (RakMk D5).

### D. Akustiikka

- D1. Sivutiesiirtymä estetään ääneneristyskumilla.

### E. Palotekniikka

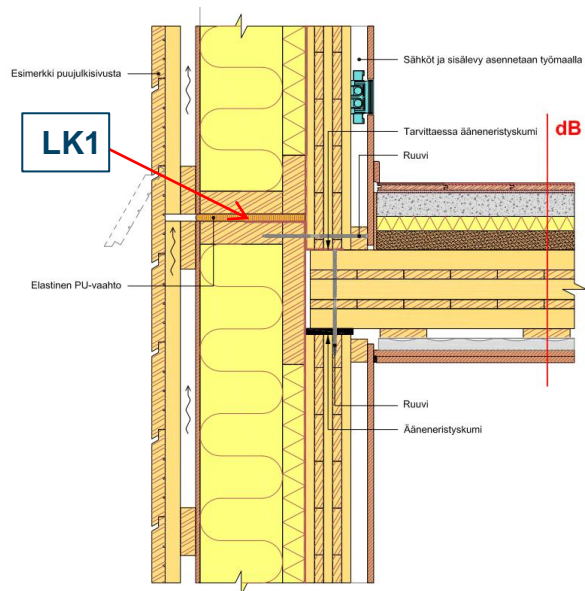
- E1. Huoneistojen välinen paloluokkavaatimus tapauskohtaisesti.  
 E2. Palokatko tuuletusraossa huoneistojen välillä.

### F. Rakentaminen

- F1. Ruuvityypin valinta rakennesuunnitelmien mukaan. Mahdollinen esiporaus helpottaa asennustyötä.
- Ruuvauksille asetetaan laatuksiteeri ja sen täytyminen dokumentoidaan.
- F2. Alempi elementti tulee olla asennettu suoraan toleranssin rajoissa.







### LK1: PU-vaahdotuksen varmistaminen ulkoseinäelementtien vaakaliitoksissa

Ulkoseinäelementtien välisten pysty- ja vaakasaumojen tiivistämiseen käytetään elastista polyuretaanivaahtoa. Saumauksen tarkoituksena on estää ilmavirtaukset ja kylmäsilan muodostuminen. Saumauksessa voidaan käyttää polyuretaanivaahtoja tai paisuvia saumanauhoja. Sauma-aineelta vaaditaan riittävää lämmöneristävyttä, ilmanpitävyyttä ja vesihöyrynvastusta.

Vaahtojen ja saumanauhojen ominaisuuksia ja valintaa käsitellään liitteessä A.

### Materiaalit:

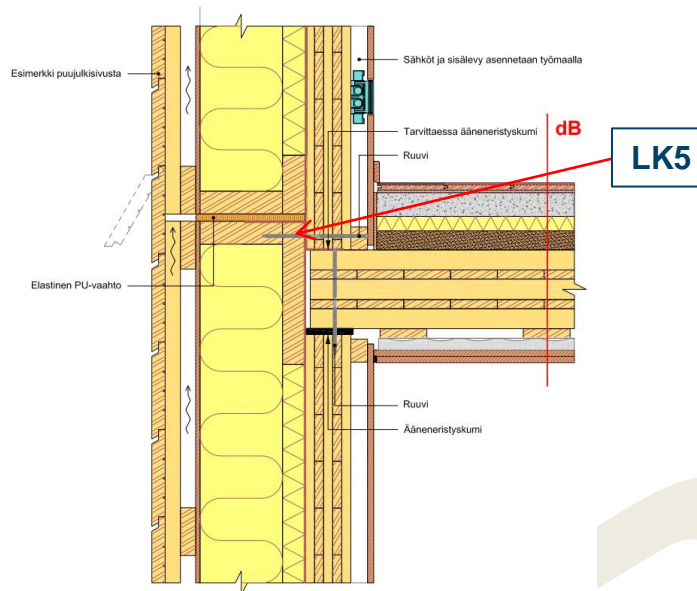
**PU-vaaho:** PU-vaahdotus tehdään niin ettei siihen jää ilmataskuja tai epäjatkuvuuskohtia. Jos saumaan jää epäjatkuvuuskohtia, kylmä ilma pääsee kulkemaan PU-vaahdon läpi ja siten huonontamaan seinän lämmöneristyskykyä. Seinäelementtien välinen PU-vaahdotus tehdään seinäelementtien asennuksen jälkeen. Elementtien alin ulkoverhouslauta asennetaan vasta saumauksen jälkeen. Sauma täytetään valmistajan ohjeen mukaan. Sauma täytetään vaahdolla esimerkiksi puolen metrin kaistoissa aloittaen sauman pohjalta ja vetämällä pilliä tai pistoolia edestakaisin kohti sauman ulkoreunaa. Saumavaahdon kovettua asennetaan puuttuva ulkoverhouslauta paikalleen mahdollisimman nopeasti, koska polyuretaanivaaho ei kestä UV-säteilyä. Laadunvarmistus tehdään ennen verhoukslaudon asennusta.

**Paisuvat saumanauhat:** Saumanauhat ovat useimmiten rullalla ja niiden toisessa pinnassa on liimapinta. Vedettäessä saumanauha rullalta alkaa nauhan paisunta. Muutamissa nauhoissa on suojakalvo, jonka poistamisen jälkeen nauha laajenee. Nauhat ovat tavallisesti hieman vesihöyryä läpäiseviä. Saumanauhat kiinnitetään elementteihin jo tehtaalla, joten elementtien liitokset ovat työmaalla valmiita heti elementtien asennuksen jälkeen. Saumanauhan paksuuden tulee olla jonkin verran suurempi kuin täytettävän välin, jotta saumanauha puristuu hieman ja tekee liitoksesta tiiviin.

### Laadunvalmistus:

Saumojen täytyminen varmistetaan avaamalla sauma noin kahden metrin välein tai tikulla kokeilemalla. Sauma voidaan avata leikkaamalla vaahdosta lyhyt (<5 cm) pätkä. Kolosta nähdään onko sauma täytynyt ja vaaho kovettunut. Tarkastuksen jälkeen sauman kolo täytetään samalla vaahdolla, jolla saumakin on täytetty. Saumauksen tarkistuslistaan lisätään erillinen kohta laadunvarmistus-toimenpiteelle ja varmistuksen jälkeen se kuitataan tehdyksi.





### LK5: Ylemmän US-elementin kiinnitys sisäpuolisilla ruuveilla alemmaan elementtiin

Ruuvien tehtävä on jäykistysvoimien siirto ylemmältä elementiltä alemmalle, sitoa elementit yhteen ja estää rakennuksen kaatuminen tuulen vaikutuksesta. Ruuveilla sidotaan ylempi ulkoseinäelementti suoraan alempaan elementtiin.

Ruuvit eivät siirrä seinäelementtien pystykuormia.

Pystykuormat

kulkevat seinäelementin sisemmän runkotolpan kautta välipohjan

kehäpalkille ja siitä alaspäin alemman seinäelementin sisemmälle runkotolpalle.

**Ruuvit:** Ruuveina voidaan käyttää osakierre tai täyskierre ruuveja.

Ruuvien lujuus, koko ja väli määräytyy rakennesuunnitelman mukaan.

Ruuvien kokoa ja lujuutta suunniteltaessa huomioidaan niiden

saatavuus. Mahdollisuuksien mukaan käytetään varastokokoja ja

tavanomaisia lujuuksia. Muun muassa ruuvien toiminnasta, niiden materiaaleista ja pinnoitteista on lisää liitteessä B.

### Ruuvaus:

Ylempi elementti asennetaan välipohjan päälle ja tuetaan pystyyn.

Ruuvaus tehdään mahdollisimman nopeasti elementin asennuksen

jälkeen. Elementit kiinnitetään seinäelementin alareunasta.

Ruuvien

välimatkat mitataan, jotta ne noudattavat

rakennesuunnitelmissa

ilmoitettua jakoa.

### Laadunvalmistus:

Laadunvarmistus toteutetaan valokuvaamalla liitos sekä ruuvaukset.

Kuvia otetaan jokaiselta seinälinjalta yksi. Kuva otetaan niin, että siinä näkyy sekä ruuvit että niiden jako.



# Yhteenveto

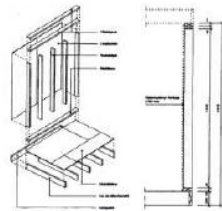


Finnish Wood  
Research

# Finnforest Kerrostalojärjestelmä

## Tuoteosakauppa

- Suunniteltu
  - Asennettu, vaippa ummessa
  - Jäljelle jäävä rakentaminen pien-/rivitalotyypistä, kevyellä kalustolla
- Mahdollisuus myös pienemmille toimijoille
- Puurakentamisen erityisosaaminen toimittajalla (Finnforest)



## Komponentoitu runkojärjestelmä

3 4.5.2011  
Finnforest Kerrostalojärjestelmä

finnforest

- Stora Enson Rakentamisen ratkaisut esittelee Urban MultiStorey™ –konseptin toimisto-, asuin-, liike- ja julkiseen rakentamiseen
- Urban MultiStorey™ –konsepti on kokonaisratkaisu (seinät, välipohjat, katot)
- suunnitteluun liitosratkaisut ja rakennusjärjestelmän
- rakennuksen elementit ja rakennusmateriaalit Eridomic Oy:n kautta
- Urban MultiStorey™ –konsepti ekologinen ja kustannustehokas vaihtoehto kaikkeen kerrosrakentamiseen
- arkkitehdeille ja insinööreille joustoa suunnitteluun, helppo järjestelmä koko rakennusprojektin suunnitteluun ja laskelmien tekoon



# Kaikki kotimaiset puuelementtiratkaisut

KOSKISEN HERRAJA TALOT versowood group ARKKITEHTITOIMISTO VUORELMA ARKKITEHDIT OY INKILÄINEN REPONEN OY Insinööritoimisto Puolanne



## PuuEra

- Julkisivu
- Rappukäytävä
- Huoneisto
- Info
- Yhteistyökumppanit
- Katso animaatio

Huomisen puurakentamista  
Suomen ensimmäinen passiivitaso puukerrostalo Vierumäelle



Finnish Wood  
Research

Vuosina 1968-1970 kehitettiin Suomessa asuinrakentamista varten avoin BES-järjestelmä. Se perustui kantaviin pääty- ja väliseiniin, ei-kantaviin sandwich-ulkoseiniin ja välipohjina käytettäviin pitkälaittoihin. Parvekkeet olivat yleensä vapaasti perustuksilla seisovia torneja. Laattaelementteinä alettiin käyttää esijännitetyjä ontelo- ja kotelolaittoja. BES-järjestelmässä standardoitiin betonielementit ja niiden liitosdetaljit siten, että urakoitsijat voivat hankkia valmisosia samaan rakennukseen useilta toimittajilta. Valittu runkojärjestelmä antoi lähes vapaat vaihtelumahdollisuudet asuntojen pohjaratkaisujen suunnittelulle..

Ennätysmäinen asuntotuotanto 1970-luvun alkupuolella ei olisi ollut mahdollista ilman BES-järjestelmää...

BES- ja Runko- BES-järjestelmät ovat edelleen runkojärjestelminä käytössä..

RAKENTAVAA KEVÄTTÄ

[Kimmo.jarvinen@fwr.fi](mailto:Kimmo.jarvinen@fwr.fi)

[www.fwr.fi](http://www.fwr.fi)

Puh 040 720 6311



Finnish Wood  
Research