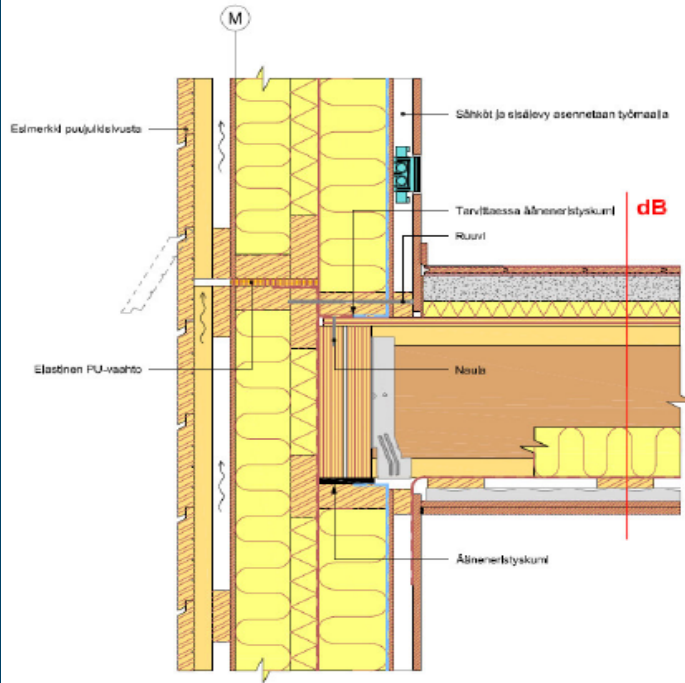




## Ulkoseinän ja välipohjan liittäminen



## Tarkastustulokset

### Kosteustekniikka

Liitymässä ei ole kosteusteknisiä ongelmia asuinrakennuksen kosteusolosuhteissa.....

### Ilmativiys

Elementtien välinen sauma voidaan tiivistää elastisella polyuretaanivaahdolla tai paisuvalla saumanauhalla. Ilmansulkupaperi ja puupalkki muodostavat yhdessä riittävän ilman- ja höyrönsulun välipohjan kohdalle.....

### Palotekniikka

Liitymässä ei ole paloteknisiä ongelmia. Elementin ala- ja yläohjauspuut muodostavat riittävän vaakasuuntaisen palokatko elementin onteloon. Rakenteet voidaan palomitoittaa normaaliin tapaan hyödyntämällä levytyksiä ja mineraalivillaa.....

### Äänitekniikka

Liitymällä voidaan täyttää asuinrakennuksen ääneneristysvaatimukset. Äänensivutiesiirtymää vähennetään riittävästi tarinaeristimillä, jotka mitoitetaan tapauskohtaisesti. Elementtien välisessä saumassa voidaan käyttää elastista polyuretaanivaahtoa. Äänitekninen tiivistys tehdään..... Rakennetyyppien ääneneristävyyttä tulee tutkia tapauskohtaisesti.

### Lujuustekniikka

Jäykistysvoimat siirretään ruuvi-liitosten kautta kerrokselta toiselle. Jäykistävänä lewynä käytetään sisäpuolen rungossa olevaa levytyksiä. Pystykuomat siirretään kerrokselta toiselle kehäpalkkien välityksellä. Rakenneseosat mitoitetaan tapauskohtaisesti.

### Asennustekniikka

Liitymässä ei ole asennusteknisiä ongelmia.

### Muuta

.....



# FINNISH WOOD RESEARCH OY

- Perustettu maalikuussa 2009.
- Osakkaina 14 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.
- 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 suoritettun alaan kuuluvan tutkimuksen seuraaminen, yhteydenpito alalla toimiviin tutkimuslaitoksiin sekä alaan liittyvän osaamisen vahvistaminen.
- Tutkimussalkun arvo (BUD2011) 3,5 M€.



# FINNISH WOOD RESEARCH OY

Meneillään olevia tutkimushankkeita:

- Teollisen puuelementtirakentamisen tutkimusohjelma TEPUTU
- Biopohjaisten puun käsittelykemikaalien ja komposiittien kehittäminen BioPUU
- Uusien palveluliiketoimintakonseptien kehittäminen puutuoteteollisuudelle ServePUU
- Puupohjaisten sisustustuotteiden, järjestelmien ja palveluiden kehittäminen UrbanWood
- Puutuotteiden kierrätysliiketoiminnan kehittäminen DEMOWOOD



**Puuelementtirakentaminen**  
**vs.**  
**betonielementtirakentaminen**



Finnish Wood  
Research

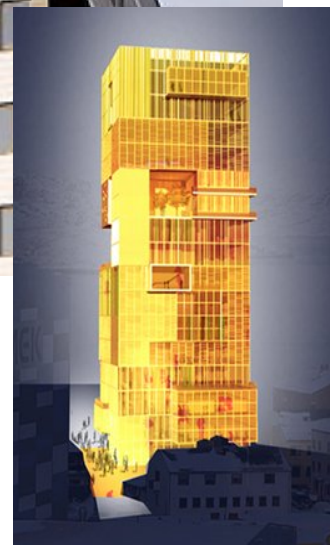
# Puukerrostalorakentamisen ratkaisuja kehitetään voimakkaasti Euroopassa



7 kerroksinen puutalo  
Saksassa



9 kerroksinen  
puutalo  
Lontoossa



FWR Oy mukana  
kehityshankkeessa jossa kehitetään  
16-17 kerroksista puukerrostaloa



Finnish Wood  
Research

# Puuelementtirakentamisen edut

Ei kuivumisaikoja => noin ½ nopeampi pystytys

30 % kevyemmät elementit => kuljetus ja käsittely helpompaa ja edullisempaa

Työstettävyys helpompaa => jälkiasennukset ja muutokset edullisempia ja nopeampia

Uusiutuva materiaali => hintakilpailukyky tulevaisuudessa parempi

Vaihtoehto nykyiselle => aito kilpailu laadussa ja hinnassa



# Teollisella puuelementtirakentamisella parannetaan tuottavuutta, laatua ja työoloja



# Suomi on jäämässä jälkeen puukerrostalorakentamisen osaamisessa



## Puurakentamisessa

- Kilpailukykyä lähinnä pientalokohteissa
- Kysyntä kasvamassa
- Meiltä puuttuvat toistaiseksi toimivat ratkaisut kerrostalo- ja julkiseen rakentamiseen
- Teollisuuden komponenttien tarjonta vähäistä
- Pitkäaikaiskestävyys ja paloturvallisuus epäilyttävät
- Rakennusjärjestelmät kirjavia
- Osaajia rajoitetusti



Finnish Wood  
Research



# **FWR Oy:n kehityshanke - Rakentamista ja puutuoteteollisuutta**



Finnish Wood  
Research

# TEPUTU - kehityshankkeen taustaa

- 90-luvun puukerrostalorakentamisen kehitys ei onnistunut synnyttämään vahvaa teollista puurakentamisen tarjontaa
- Uusimmat ulkomaiset esimerkit puhuvat puun kilpailukyvn puolesta
- Rakentamisen määräyskehitys etenee ja edellyttää uusia ratkaisuja
- Tarvitaan teollisten puisten ratkaisujen laajaa tarjontaa
- Betonirakentaminen luonut avoimen järjestelmän toimintakulttuurin
  - Yhteinen kieli ja kokemusmaailma
  - Kilpailuttamismahdollisuudet
  - Yhteensopivuus
  - Kilpailukykyinen

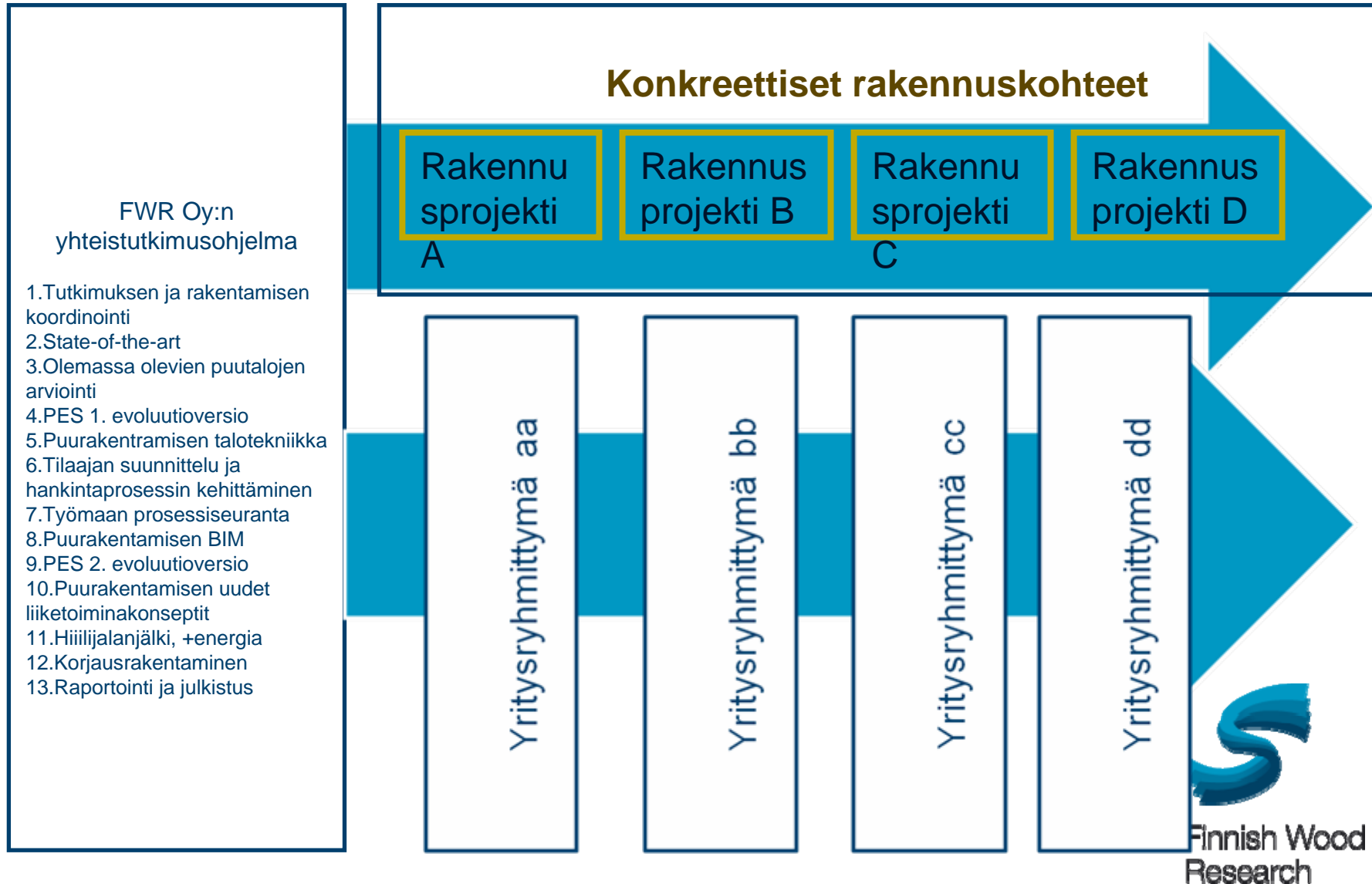


Finnish Wood  
Research

# TEPUTU hankkeen konkreettisenä tuloksena syntyvät

- RunkoPES määrittelyt
- Vuoden 2012 vaatimustasoa olevien rakenneteknisten ratkaisujen yleiset sovellukset suunnitteluohjeina ja tuotemallipohjaisina IT-työkaluina
- Tutkitut ja mitatut pilottikohteet, jossa ratkaisut testataan
- Puurakentamiselle sovitettut ja optimoidut talotekniset ratkaisut
- Perusteet puukerrostalorakentamisen uusille liiketoimintamalleille

# Puurakentamisen yhteistutkimusohjelma osana konkreettisia rakennusprojekteja



# TEPUTU-hanke lyhyesti 1/2

|                   |  |
|-------------------|--|
| Aikataulu:        | 1.6.2010 -31.5.2013 (3 vuotta)   |
| Budjetti:         | 1,6 M€   |
| Henkilöresurssit: | 125 htkk   |
| Rahoittajat:      | TEKES, Suomen Metsäsäätiö,<br>FWR Oy osakasyritykset, Puuinfo<br>Oy, Partneriyritykset |

# TEPUTU-hanke lyhyesti 2/2

|                        |   |
|------------------------|---|
| Tutkimuslaitokset:     | TTY, AY, OY, VTT, OAMK, TAMK,<br>Symbioosi Oy   |
| Strategiset partnerit: | RYM Oy, Senaatti kiinteistö,<br>Woodpolis   |
| Yrityspartnerit:       | Finnmap Consulting, Virtual<br>Systems, Vertex, Ramboll,<br>Skanska, Tekla, SRV, M.A.D. |



Finnish Wood  
Research

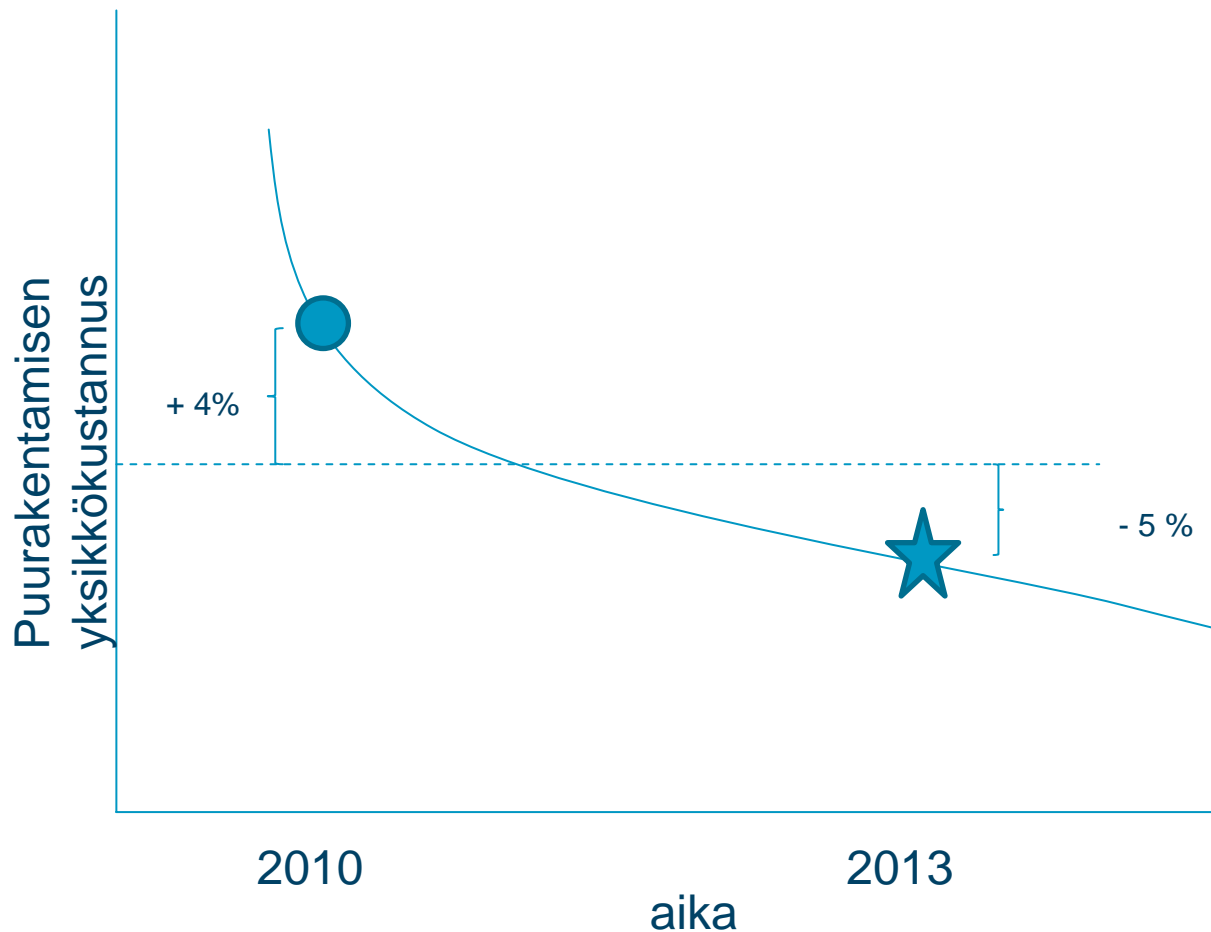
| Työpaketti   | Tulos ja dokumentti   | Koordinaattori   |
|--|---|--|
| <b>State-of-the-art (Ruotsalaiset ja eurooppalaiset puukerrostalokohteet)</b>    | <p>Teknis-tieteellinen detaljokuvaus Ruotsalaisten puukerrostalojen rakenneratkaisuista ja kustannustasosta</p> <p>Ruotsalaisten asiantuntijoiden kommentit ja parannusehdotukset RunkoPES detaljeihin</p>  | <p>Linnaeus University<br/>prof.<br/>Erik Serrano</p>                |
| <b>Kotimaisten olemassa olevien ja uusien puutalokohteiden arviointi</b>         | <p>Asukastyytyväisyystutkimus suomalaisten puukerrostalojen asumismukavuudesta</p> <p>Isännöitsijätutkimus suomalaisten puukerrostalojen käyttökustannuksista</p> <p>Mittaustuloksia suomalaisten olemassa olevien ja uusien puukerrostalojen ilmantiiviydestä, akustiikasta ja sisäilmasta</p> | <p>TTY &amp; OAMK<br/>prof. Ralf Lindberg</p>                        |
| <b>Puuelementtirakentamisen avoin teollisuusstandardin</b>                       | <p>RunkoPES oleelliset rakennustekniset detaljit rakennekuvina ohjeistuksineen</p> <p>RunkoPES rakenteiden oleelliset vaatimukset ja rakennusfysikaalisen tarkastelu simuloidut tulokset</p>  | <p>TTY<br/>Ralf Lindberg &amp;<br/>Insinööritoimisto<br/>Lahtela</p> |
| <b>RunkoPES talotekniikkaratkaisut</b>   | <p>RunkoPES järjestelmään sovelletut oleellisimpien talotekniikkaratkaisujen detaljit ja ohjeistus</p>  |  |
| <b>Puutalokerrostalojen tilaajan suunnittelu ja hankintavaiheen kehittäminen</b> | <p>Teknis-tieteelliset perusteet ja ohjeistus puuelementtikerrostalorakentamisen suunnittelu ja hankintavaiheen toteuttamiseksi Allianssimallin mukaisesti</p> <p>Sopimusmallit puukerrostalorakentamisen läpiviemiseksi allianssimallin mukaisesti.</p>  | <p>Oulun Yliopisto<br/>prof. Harri<br/>Haapasalo</p>                 |

| Työpaketti   | Tulos ja dokumentti   | Koordinaattori                                |
|--|---|---|
| <b>Työmaan prosessien seuranta ja kehittäminen</b>   | <p>RunkoPES rakennuskohteiden rakentamistehokkuuden mittaaminen ja arviointi (videanalyysin pohjalta)</p> <p>Vertailutulokset aikaisempaan puukerrostalorakentamisen ja betonirakentamisen tehokkuuteen</p> <p>Kehitysehdotukset videanalyysin pohjalta</p> | <p>VTT<br/>Hannu Koski</p>                    |
| <b>Puurakentamisen tuotetietomalli PuuBIM</b>  | <p>RunkoPES detaljien mukaisten tuotetieto-objektien tuottamisen ohjeistus</p> <p>Objektikirjaston tuottamisen ohjeistus</p> <p>RunkoPES tuotetietomallin siirtämisen ohjeistus järjestelmästä toiseen.</p>   | <p>Finnmap Consulting<br/>Thomas Grönholm</p> |
| <b>Puuelementtirakentamisen liiketoimintakonseptien kehittäminen</b>                       | <p>Esitys puuelementtirakentamisen uudeksi liiketoimintamalliksi suomalaisessa rakennusteollisuudessa</p> <p>Esitys puuelementtirakentamisen uudeksi liiketoimintamalliksi suomalaisessa vientiteollisuudessa</p>   | <p>Symbioosi<br/>Prof. Petri Parvinen</p>     |
| <b>Puuelementtirakentamisen ympäristösuorituskilpailukyvyn osoittaminen tieteellisesti</b> | <p>RunkoPES :<br/>Hiilijalanjälkilaskuri<br/>energiatehokkuuslaskuri<br/>elinkaarilaskuri</p>   | <p>Aalto Yliopisto<br/>Matti Kuittinen</p>    |



| Työpaketti                                | Tavoite  | Koordinaattori                                |
|---|--|---|
| <p><b>FRAME</b></p>                       | <p>Selvittää yleisimpien rakenteellisten ratkaisujen rakennusfysikaalista toimintaa Suomen ilmastossa ottamalla huomioon odotettavissa olevan ilmastomuutoksen ja rakenteiden lisäeristämisen vaikutukset.</p> <p>Selvittää ja antaa ohjeistusta siitä millä rakenteellisilla tai muilla teknisillä ratkaisuilla rakenteiden toimintaa voidaan parhaiten parantaa, jotta riskit kosteusongelmille vähenevät.</p>                               | <p>TTY<br/>Dosentti Juha Vinha</p>            |
| <p><b>SmartTES</b></p>                    | <p>Development of a multifunctional building envelope including a robust, low tech and economic solution for an energy producing façade.</p> <p>Integration of technical components, and development of model solutions,</p> <p>Investigation and systemization of legal and technical requirements for the retrofitting of pitched and flat roofs, additional storeys and extensions</p>  | <p>TU München<br/>Dipl. Ing. Frank Lattke</p> |
| <p><b>Tall Timber Buildings</b></p>       | <p>The key objective is to develop knowledge, solutions, technology and documentation which allows taller wooden structures to be constructed then what is possible with today's knowledge. The focus will be on buildings 6-20 stories with main load-bearing structures made of timber. Structural concepts which lead to high freedom of design for architects as well as engineers, such as open spaces, will be given most attention.</p> | <p>SINTEF</p>                                 |
| <p><b>Paloparametrit simuloimalla</b></p> | <p>Kehitetään simulointityökaluja ja menetelmiä, joita voidaan käyttää sekä tuotekehityksessä (=paloluokituksen ennustaminen tuoteparametreista) että toiminnallisen paloturvallisuusanalyysin parametrien määrittämisessä</p>   | <p>VTT<br/>Esko Mikkola</p>                   |

# Puuelementtirakentaminen vasta kehityskaarensa alkuvaiheessa



Finnish Wood  
Research

# RunkoPES



Finnish Wood  
Research

# Mikä on RunkoPES

- Standardoi puuelementtirakentamista
- RunkoPES ei määrittele rakennetyyppejä.
- Toimii lähtökohtana alan kilpailukyvyn tehostamiselle, puuelementtirakentamisen tutkimukselle ja kehitykselle sekä yrityskohtaisille ratkaisuille.
- Teollisen ammattirakentamisen järjestelmä

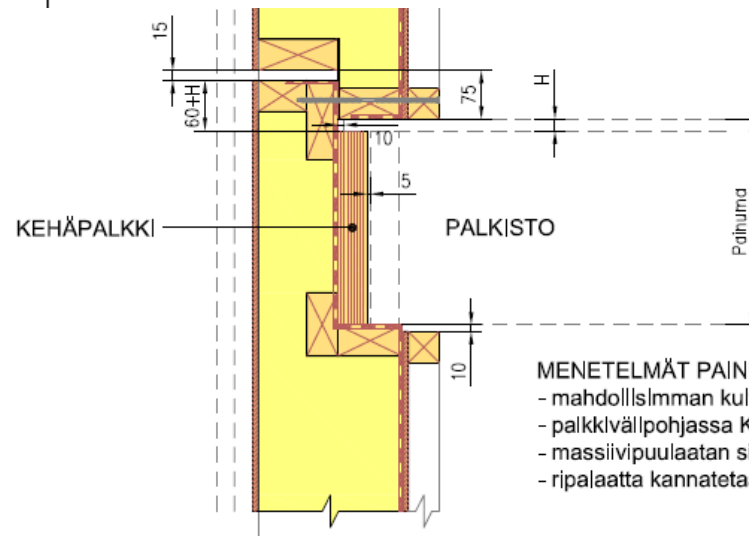
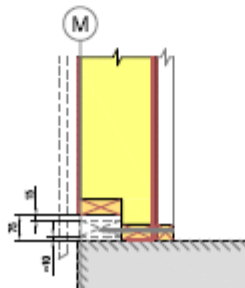
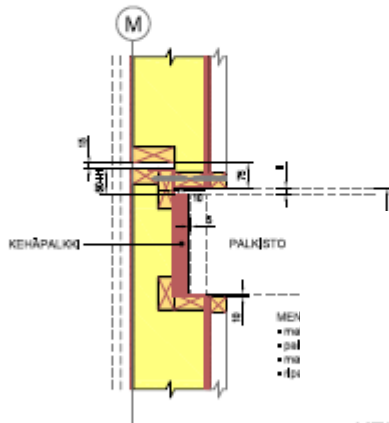
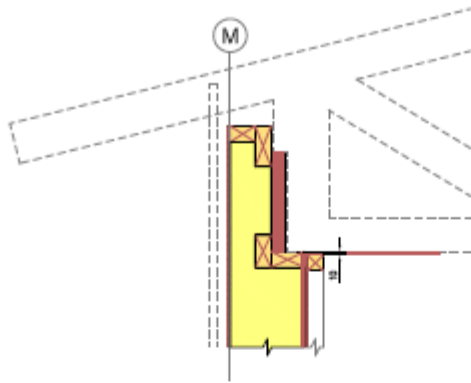


Finnish Wood  
Research

# Miksi on RunkoPES

- Nopeuttaa elementtien asennusta
- Mahdollistaa elementtien hankinnan usealta eri toimittajilta samaan kohteeseen
- Varmistetaan talojen ilmatiiviys-, kosteus- , palo- ja äänitekninen toiminta.
- Helpottaa suunnittelua
- Mahdollistaa tietomallinnuksen kehittämisen

# RunkoPES luodaan vakioimalla rakenteiden väliset liittymät.

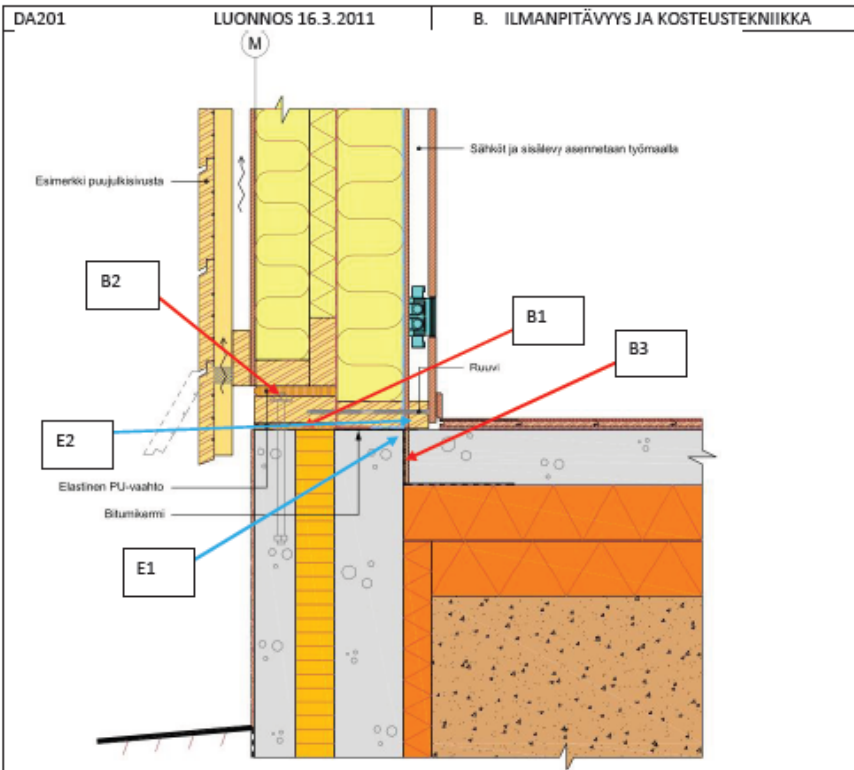


## MENETELMÄT PAINUMAN MINIMOINTIIN

- mahdollisimman kulva puutavara
- palkkivälpohjassa Kerto-Q-palkki kehäpalkkina
- massiivipuulaatan sijaan käytetään ripalaattaa
- ripalaatta kannatetaan kansilevystä

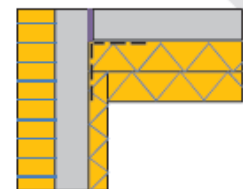


Finnish Wood  
Research



**Ehdotukset muutettavaksi detaljiin:**

**E1.** Bitumikermi jää helposti nurkassa rypylle, jolloin se vaikeuttaa työmaalla tehtäviä työvaiheita (rikotaan).  
**Ehdotus:** Bitumikermi liimataan sokkeli-elementtiin ja toinen pää käännetään laatan lämmöneristeen päälle



Tällöin alaohjauspuuhun liimattava bitumikermitä levytetään ja se ulotetaan US-elementin alle.

**E2.** Sisälevytyksen runkotolppa nostetaan ylemmäs, ei betoniin kiinni (vrt. sisälevytys)

DA201 LUONNOS 16.3.2011 B. ILMAPITÄVYYS JA KOSTEUSTEKNIikka

**B1.** Bitumikermin ja alaohjauspuun yhteenliimaus sekä PU-vaahdottaminen oleellisia ilmanpitävyyden kannalta. PU-vaahdon tulee olla elastista. Elastisen PU-vaahdon pitkäaikaiskestävyydestä Suomessa ei ole kokemuksia.

**Keinot:**

- Elastisen PU-vaahdon tilalla voidaan käyttää solumuovia ja elastista kittiä (kts. Det. 1)

**Laadunvarmistus:**

- Saumukselle tulee asettaa laatuksiteerit ja niiden täytyminen dokumentoidaan.

**B2.** Ilmanpitävyyden kannalta elastisen PU-vaahdon pitkäaikaiskestävyys ja vaahdotuksen työnsuoritus oleellisia.

**Keinot:**

- Elastisen PU-vaahdon tilalla voidaan käyttää solumuovia ja elastista kittiä.

**Laadunvarmistus:**

- Saumukselle tulee asettaa laatuksiteerit ja niiden täytyminen dokumentoidaan.

**B3.** Ilmanpitävyyden ja kosteusteknisen toiminnan kannalta sokkelin ja maanvaraisen laatan liitoksen tulee olla ilmanpitävä, jolloin korvausilmaa ei oteta liitoksen kautta maaperästä (maaperässä kosteutta, mikrobeja ja radonia).

**Keinot:**

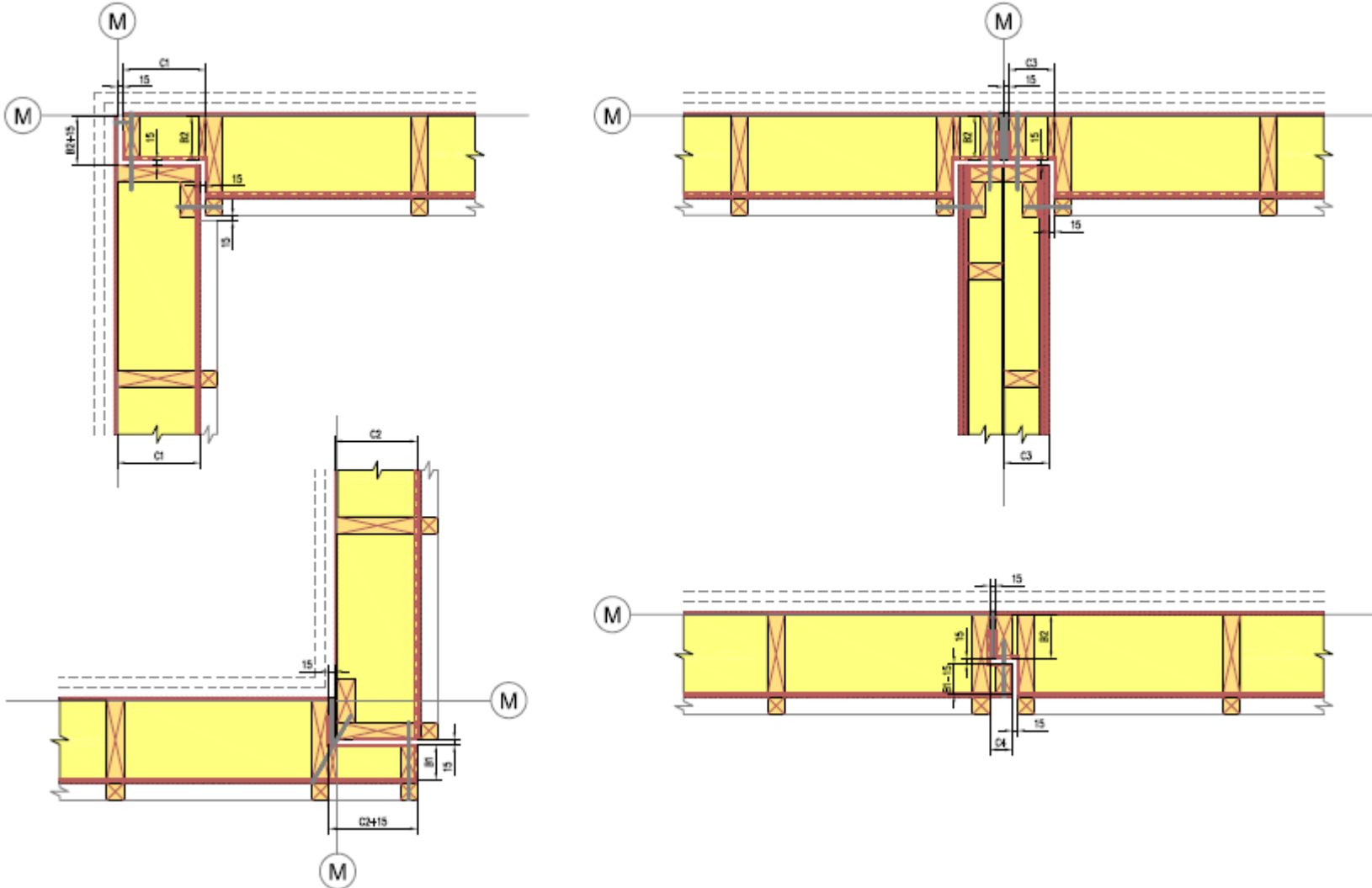
- Bitumikermi- ja solumuovikaistat asennetaan liitokseen ilmanpitävyyden varmistamiseksi.
- Bitumikermi on valmiiksi asennettu sokkeli-elementtiin, josta sen toinen pää käännetään laatan lämmöneristeen päälle.

**Laadunvarmistus:**

- Liitos valokuvataan ennen pintamateriaalien asennusta ja liitetään laadunvarmistusdokumenttiin.

**Det.1.** Elastiselle Pu-vaahdolle vaihtoehtoinen tiivistystapa:

# Vakiointi tehdään elementtien reunamuotoihin





# Rakenneratkaisut toteutetaan yrityskohtaisesti

Alla eräitä mahdollisia esimerkkejä passiivitalojen seinätyypeistä

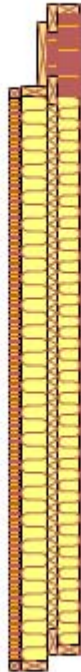
Elementti  
US201



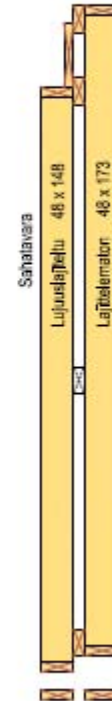
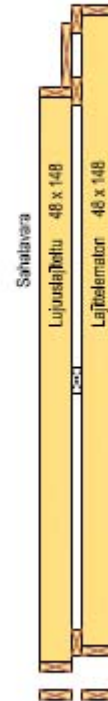
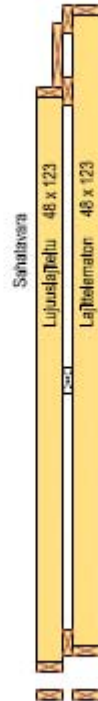
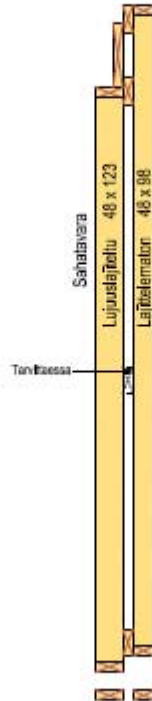
Elementti  
US202



Elementti  
US203



RUNKO VAIHTOEHTOJA

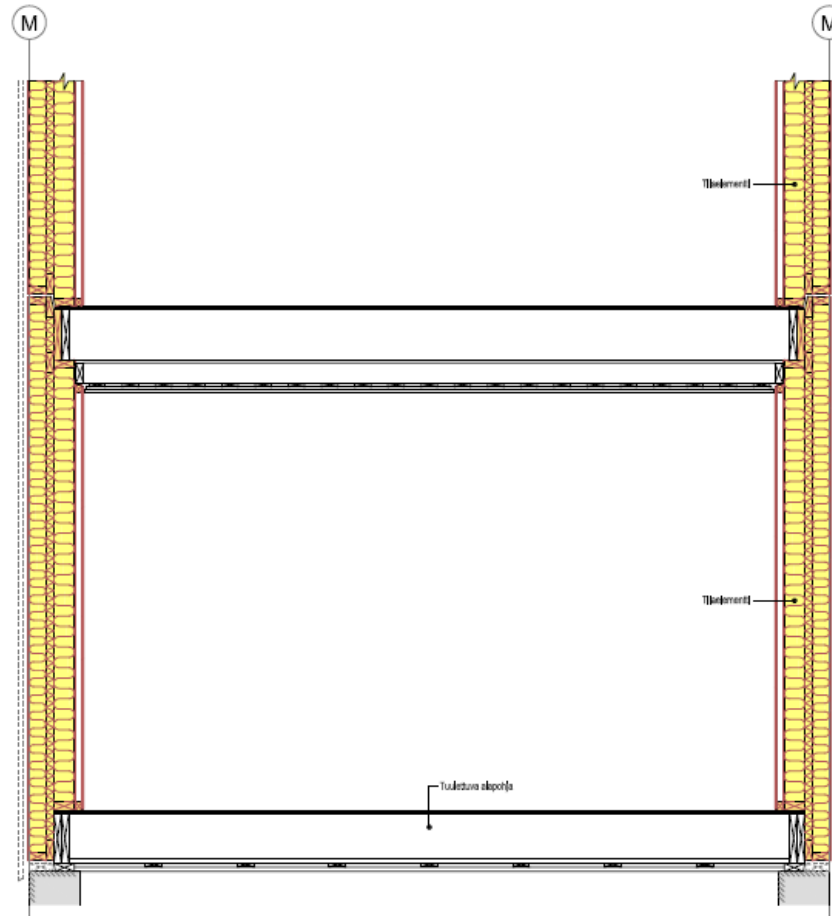
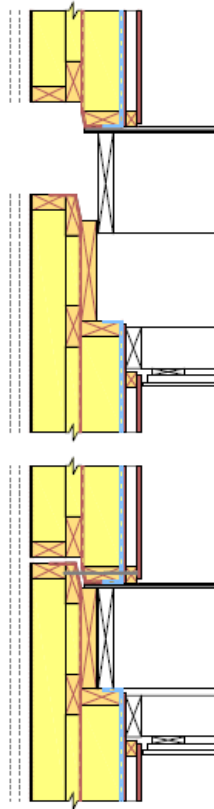


Finnish Wood  
Research

# Soveltuu myös tilaelementtiratkaisuihin

## TILAELEMENTTI

Kokonaan esiteily rakentelu jalkojen välikomponentit myös tilaelementteihin



Finnish Wood  
Research

# Yhteenveto



Finnish Wood  
Research

# YHTEENVETO

- FWR Oy:n toimesta ollaan luomassa laajaa, kilpailukykyistä teollisten ratkaisujen tarjontaa suunnitteluohjeineen ja liiketoimintamalleineen ammattimaiseen puuelementtirakentamiseen.
- Alan yritys, joka tulee mukaan tutkimustoimintaan voi vaikuttaa syntyvän järjestelmän ratkaisuihin ja tehokkuuteen sekä saa ratkaisut koekäyttöön välittömästi.
- Samalla toiminnassa syntyy uusi, puuelementtirakentamisen ratkaisut hallitseva yritysten verkko, joka pystyy toteuttamaan maassamme jo valmisteilla olevia rakennushankkeita kilpailukykyisesti.



Finnish Wood  
Research



## Finnish Wood Research Oy

Finnish Wood Research Oy on voittoa tavoittelematon puutuotealan yhteistutkimusyhtiö, joka suunnittelee ja toteuttaa puutuotealan yritysten liiketoiminnan kannalta oleellisen tärkeitä tuotekehitys-, tutkimus- ja innovaatiohankkeita. Tavoitteena on Suomalaisten puutuotealan yritysten liiketoiminnan kehittyminen ja kasvu.

Puutuotealan yhteistutkimustoiminnan juuret ulottuvat aina vuoteen 1988, jolloin Suomeen perustettiin Suomen Puututkimus Oy. Merkittävin ero nykyisen Finnish Wood Research Oy:n ja Suomen Puututkimus Oy:n välillä liittyy puutuotealan yritysten toimintaympäristössä tapahtuneisiin muutoksiin.

Maailmantalouden kasvun painopisteen siirryttyä Aasiaan, Intiaan sekä Etelä-Amerikkaan kehittyvät taloudet ovat kyenneet uudistamaan ja kehittämään maailmanlaajuisesti merkittävää puutuotealan tuotanto- ja vientitoimintaa joka kilpailee suoraan Suomalaisen puutuotealan kanssa niin koti- kuin vientimarkkinoillakin.

Nykyisessä toimintaympäristössä Suomalaisten puutuotealan yritysten merkittävin kilpailutekijä onkin kyky kehittää uusia innovatiivisia tuotteita ja palveluita jotka palvelevat puutuotteiden kuluttajia entistä paremmin. Tässä tehtävässä Finnish Wood Research Oy:n yhteistutkimushankkeet tukevat alan yrityksiä yhteisesti sovitulla tavalla.

TEKES:n Puuska - puutuotealan pk-yritysten aktivointihankkeen haku on avattu


28.3.2011

Puutuotealan yhteistutkimusyhtiö Finnish Wood Research Oy:n tehtävänä on koordinoida ja toteuttaa puutuotealan yhteistutkimushankkeita jotka tähtää...

Puu- ja energiatehokkaan rakentamisen RoadShow 2011

19.3.2011

Ratkaisuja rakentamiseen - puu kerrostaloissa -seminaarit...

 [RL Puuinfo 278x185 110311orig.pdf](#)

### Finnish Wood Research Oy

Snellmaninkatu 13 [www.fwr.fi](http://www.fwr.fi) email: [kimmo.jarvinen@fwr.fi](mailto:kimmo.jarvinen@fwr.fi)  
00170 Helsinki Y: [+358 927 4](tel:+3589274) Puh. [+358 40 720 6311](tel:+358407206311)

# RAKENTAVAA TULEVAISUUTTA

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

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

Puh 040 720 6311



Finnish Wood  
Research