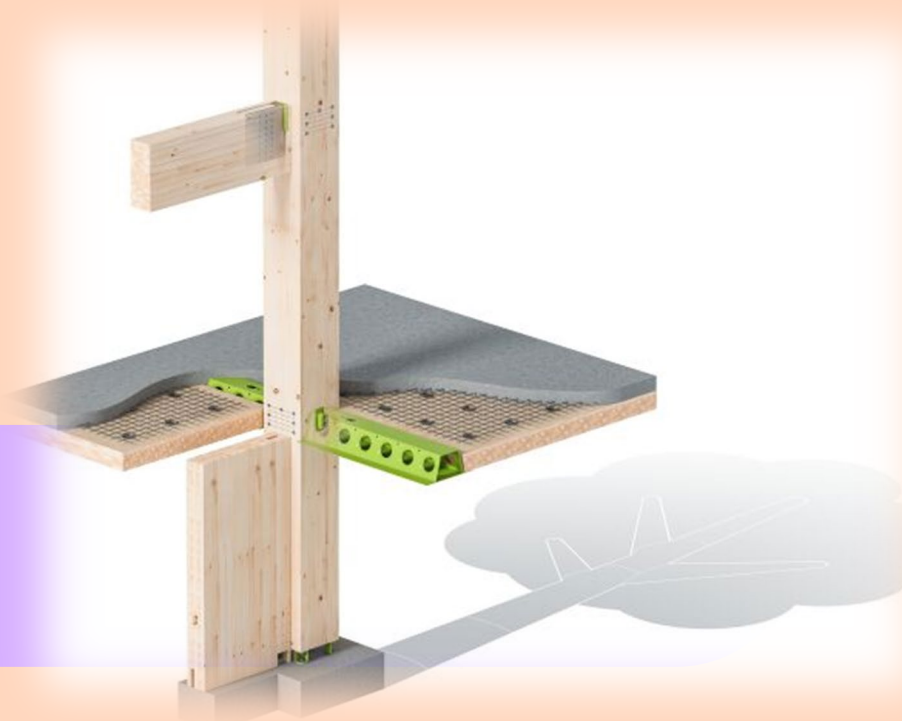


HYBRITUT

Vähähiiliset rakentamisen hybridiratkaisut

30.10.2025

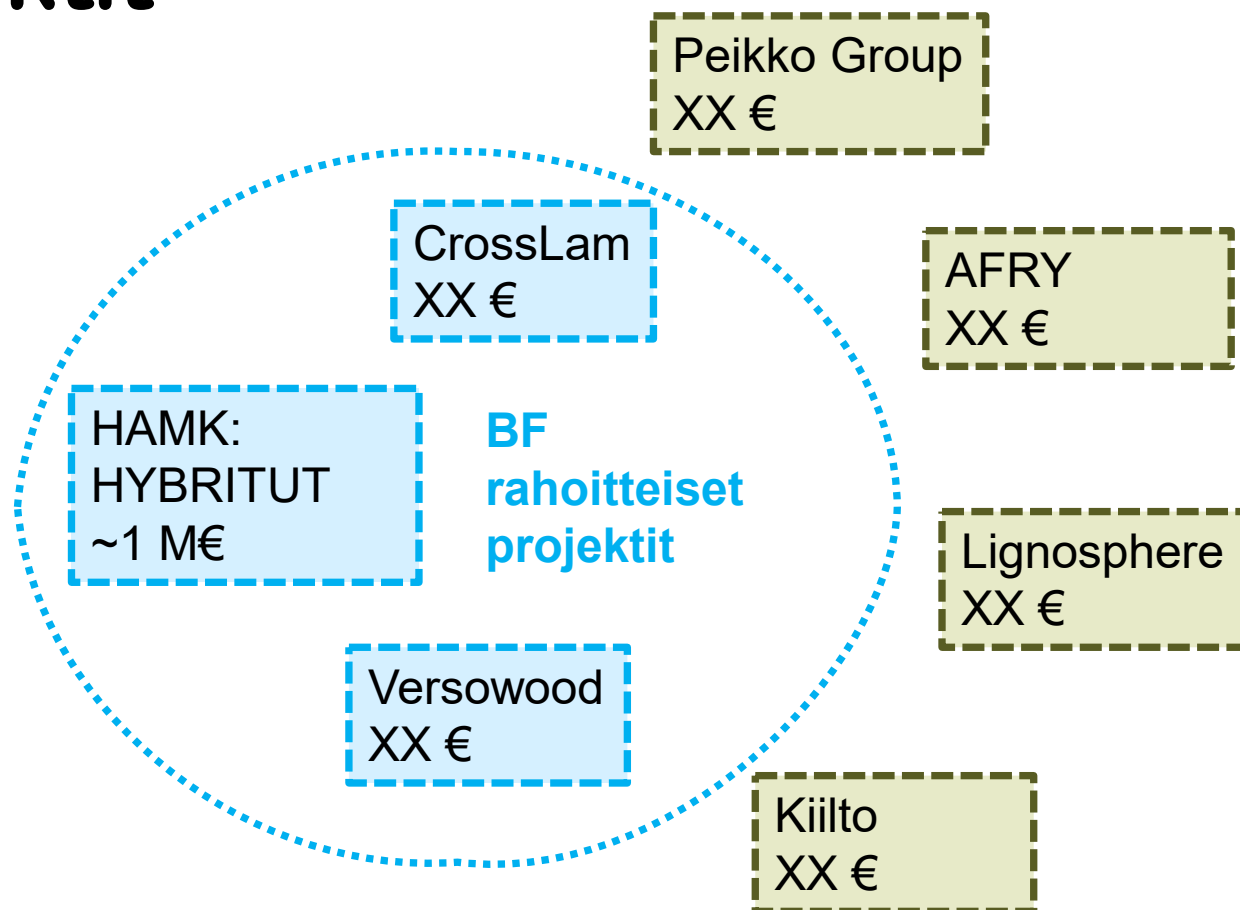
Jarmo Havula



Kuva muokattu Peikko Groupin kuvasta

HYBRI hanke ja Konsortion t&k-projektit

HYBRI hanke koostuu useasta osaprojektista, joista **HYBRITUT** on tutkimusprojekti ja muut ovat yritysten kehitysprojekteja.



HYBRITUT

~1 M€ monitieteinen Co-innovation tutkimusprojekti!

- BF 685 k€, HAMK 164 k€
- Yritykset 220 k€: rahoitus 125 k€, aineet & tarvikkeet 95 k€

6 yritystä & yritysten rinnakkaiset projektit

2,75 v (3.2023-12.2025)

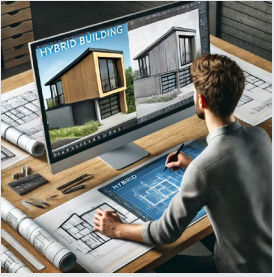
Team of multiple experts

Päivi Laaksonen (PM), Yishu Niu, Kalle Lintinen, Cristina Dachin, Naser Enayati, Parisa Zebhi Najafabadi, Zhongcheng Ma, Petri Lento, Lev Antimonik, Georgi Gerogiev, Riikka Newton Avila dos Santos, Riikka Väänänen, Pasi Käkelä, Kai Mannial, etc.

HAMK tiimi



AFRY



Versowood

Peikko Group

CrossLam

Kiilto

LignoSphere

Hybridirakenne

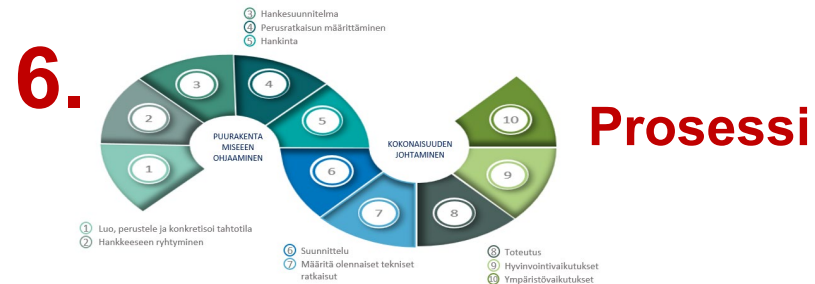
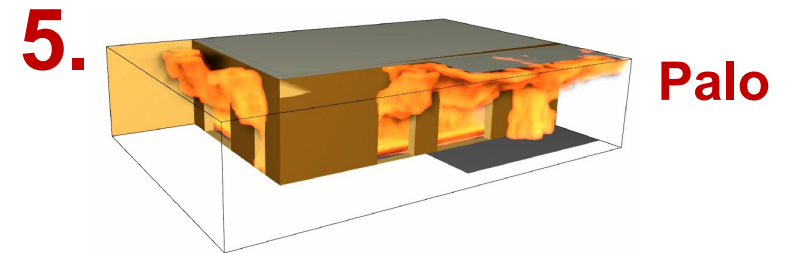
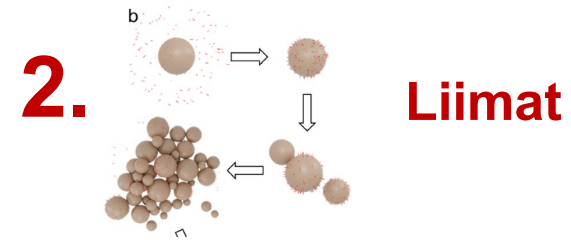
Yritykset:

- AFRY - suunnittelu
- CrossLam - CLT
- Kiilto - Liimat
- LignoSphere - liimat
- Peikko Group – Deltabeam, liitososat
- Versowood - Liimapuu

Tutkimusorganisaatiot:

- HAMK
- University of Coimbra
- (Aalto)

HYBRITUT - Työpaketit



7. #HorizonEU Jatko

AFRY



Versowood

CLT-
betoni –
laatan
mitoitus

Elinkaarianalyysi
(uudelleenkäyttö)

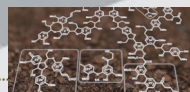
Peikko Group

CrossLam

Liitososien
mitoitus

Palomitoitus

Liimat



LignoSphere



Kiilto

Tuloksia

WP1: Vähähiilisyyys

4 kerroksinen toimistorakennus, 50 vuoden elinikä, 2100 m²

Vertailu: 3 eri runkoratkaisua:

Tapaus	Rakenne
1. Hybridi – ei suunniteltu purettavaksi	Liimapuu pilari-palki -runko, CLT-betoni liittolaatta välipohjat Ulkoseinä: CLT, P2 R60.
2. Betonielementit	Betoninen pilari-palki - runko, ontelolaattavälipohjat (370 mm), Ulkoseinä: betoninen sandiwich elementti jossa mineraalivilla
3. Hybridi – suunniteltu uudelleenkäytettäväksi	Liimapuu pilari – palki -runko, CLT-betoni liittolaatta välipohjat Ulkoseinä: CLT, P2 R60. Oletus: CLT välipohjat ja liimapuut käytetään uudelleen

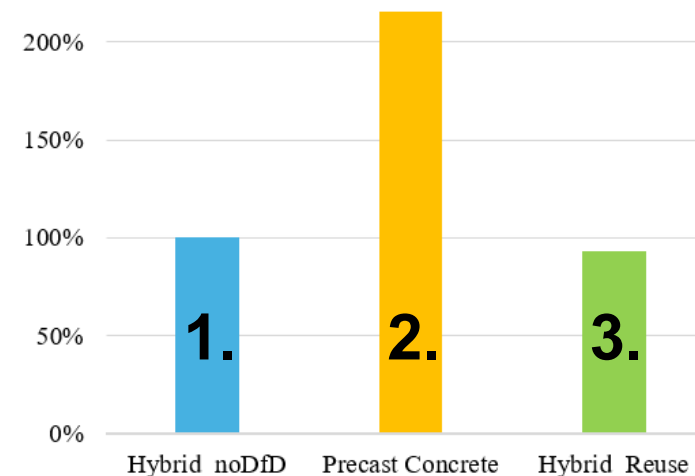
WP1: Vähähiilisyyys

- Vähähiilisyyden arviointityökalu (YM, versio 2024)
- A1-A4 ja C moduulit
- Hybridiratkaisu vähentää merkittävästi CO₂ päästöjä vaikka puuhun sitoutunutta hiiltä ei huomioida.
- Uudelleenkäyttö D1.1 (CLT lattia, liimapuupilari) vähentää päästöjä edelleen n. 7%

A1-3	A4-5	B		C	D
TUOTEVAIHE	RAKENTAMINEN	KÄYTTÖVAIHE		PURKUVAIHE	LISÄTIEDOT
A1 Raaka-aineen hankinta	A4 Kuljetus työmaalle	B1 Tuotteen käyttö rakennuksessa	B5 Laajamittaiset korjaukset	C1 Purkaminen	Rakennuksen elinkaaren ulkopuolelle jäävät hyödyt tai haitat
A2 Kuljetus valmistukseen	A5 Työmaa-toiminnot	B2 Kunnossapito	B6 Energian käyttö	C2 Kuljetukset	
A3 Tuotteen valmistus		B3 Korjaus	B7 Veden käyttö	C3 Purkujätteen käsittely	
		B4 Osien vaihto	B8 Rakennuksen käyttö	C4 Purkujätteen loppusijoitus	

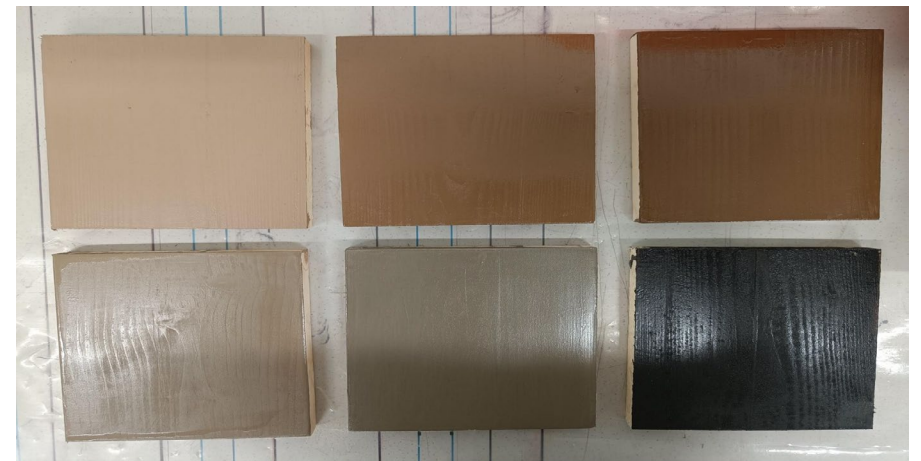
Hiilikädenjälki

GWP for A1-A4+C modules,
kg CO₂e/m²/a



WP2: Liiman ja pinnoitteen kehitys

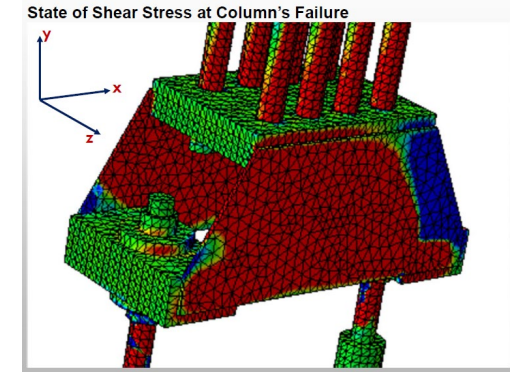
- Fossiilivapaan biopohjaisen ligniiniin pohjautuvan liiman ja pinnoitteen kehitys.
- Patentti vireillä
- Sovelluskohteina mm. liimapuuruuvit
- Lignosphere startup – kaupallistamisvaihe menossa.



WP3: Liitososat

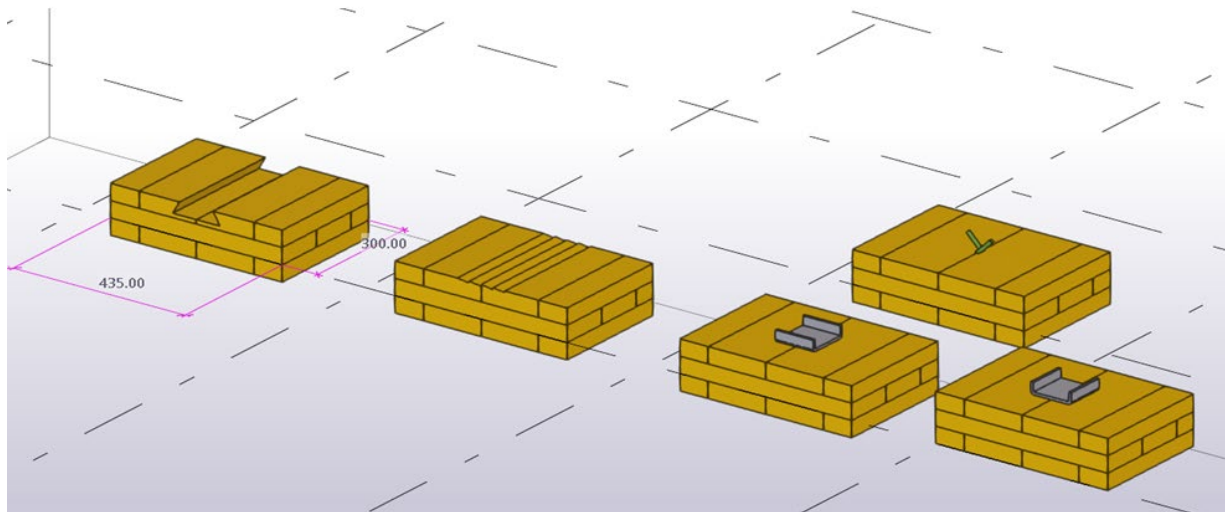
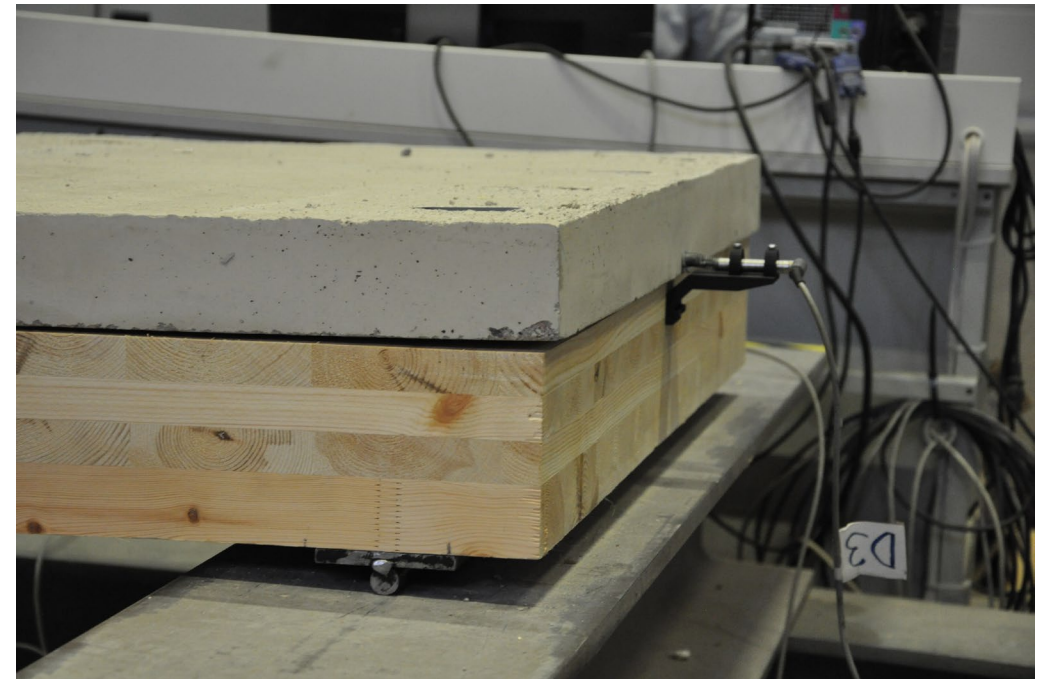
Teräksisten liitososien tarkempi FEM –
pohjainen mitoitus

- Tietoa FEM mallin verifioimisesta ja validoimisesta – Uusi EN 1993-1-14 sallii FEM avusteisen mitoituksen.
- Case tapauksena pilarikenkä



WP4: CLT – betoni - liittolaatta

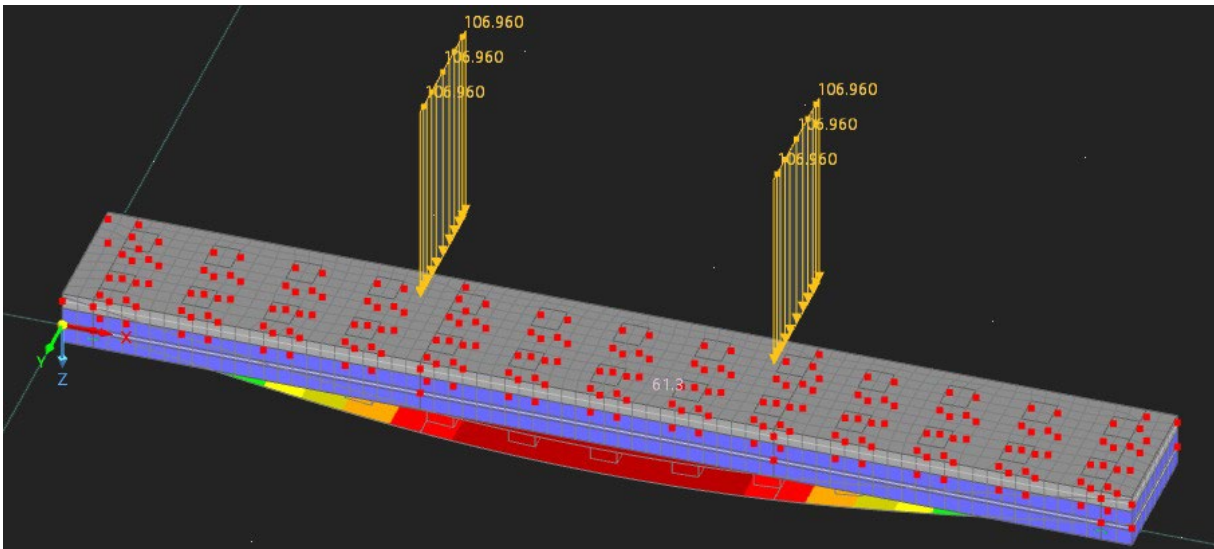
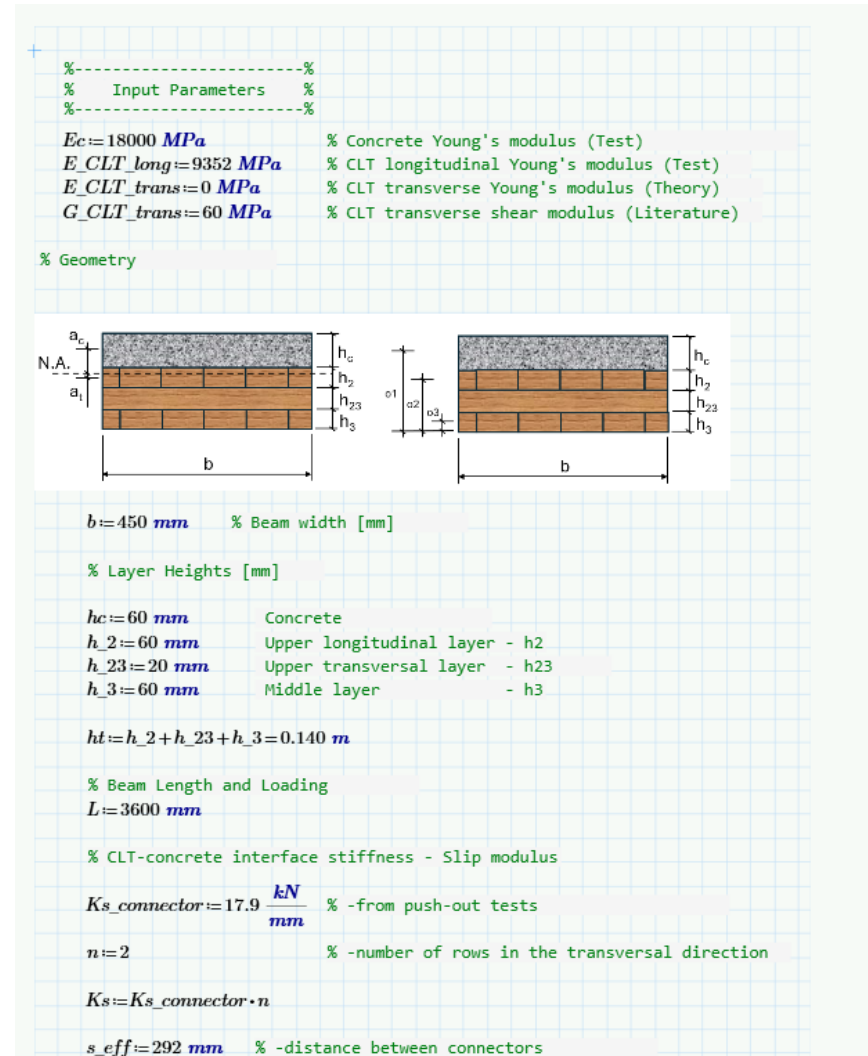
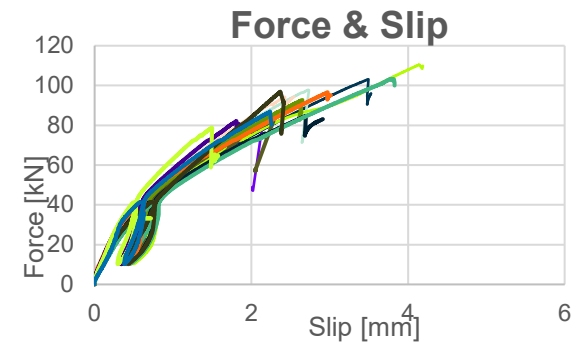
Pienmittakaavakokeet sekä täyden mittakaavan
kokeet



WP4: CLT – betoni - liittolaatta

Suoritusarvot erilaisille CLT – betoni
kiinnikkeille: likumoduuli, leikkauskestävyys

Entistä tarkempi mitoitusmenetelmä (väitöstyö)



WP5: Palomitoitus

CLT elementtien palokokeet (luonnollinen
palonkehitys) – hiiltymisnopeus.

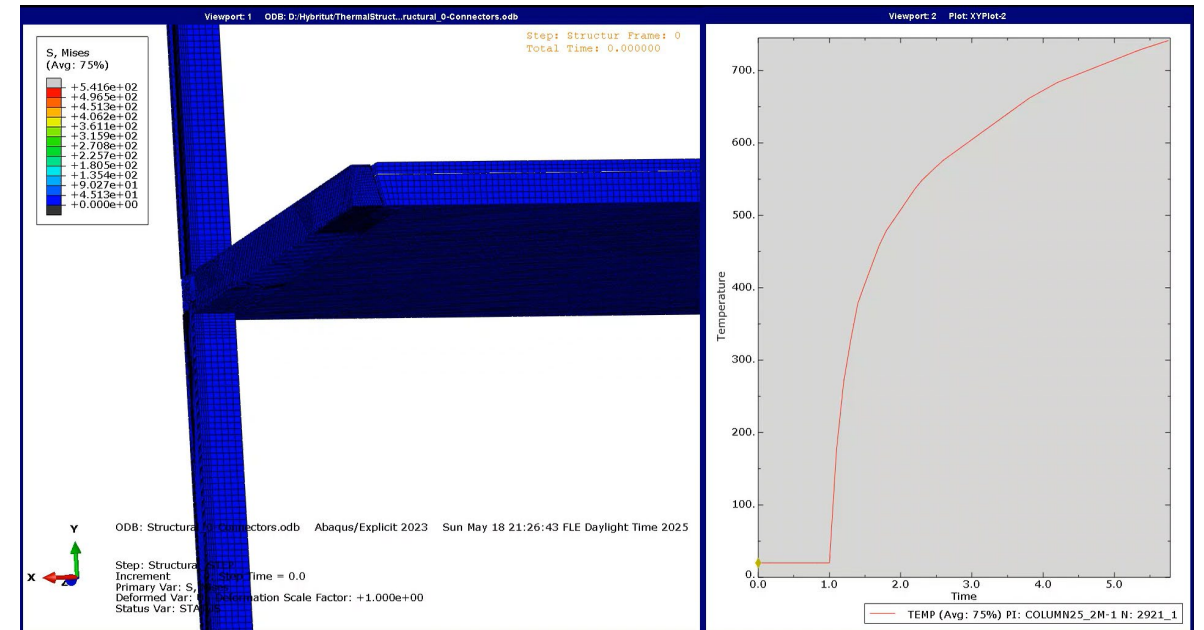
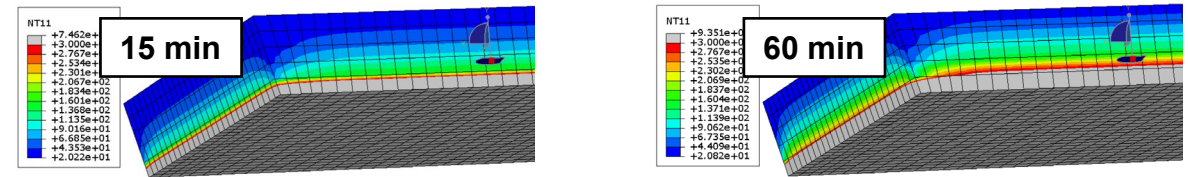
Rakenteellinen palosimulointi standardipalon
tapauksessa.

Tuotteiden ja rakenteiden (liitosten)
palonkestävyyden arviointi.

Palokokeet



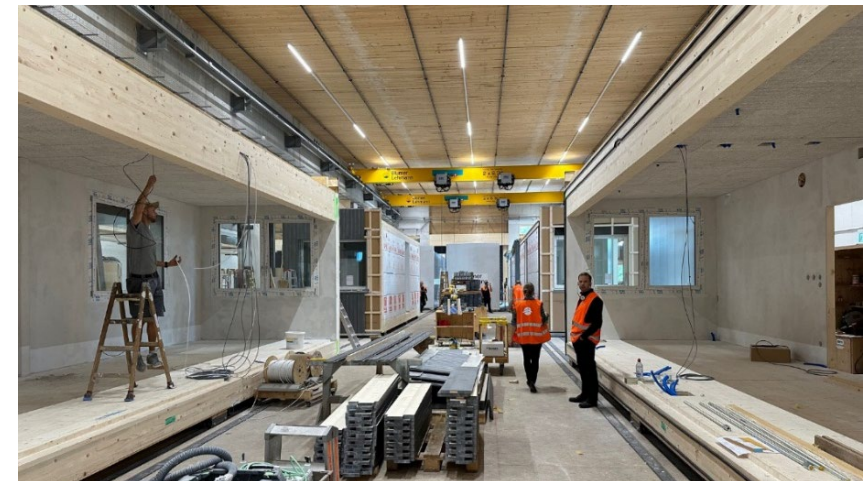
FEM pohjainen mitoitussuunnittelu



WP6: Teollinen puurakentaminen

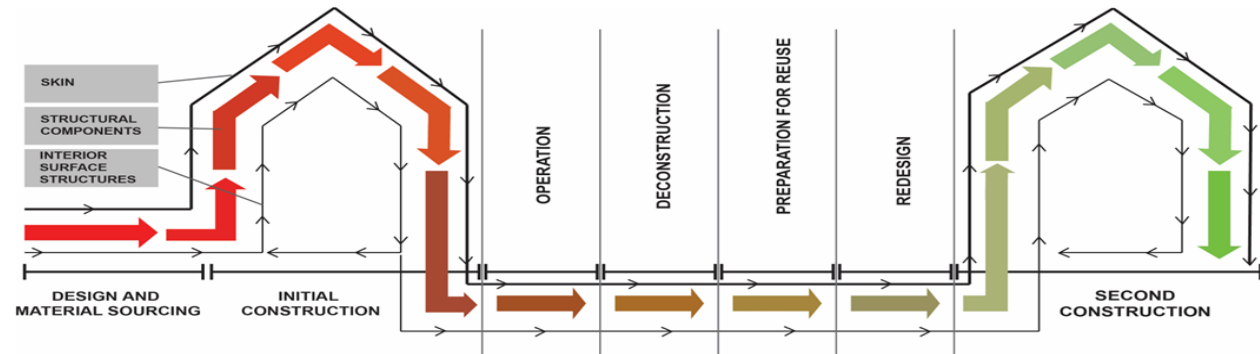
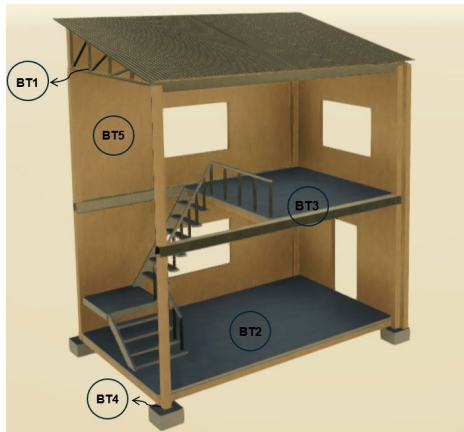
Kartoitus:

- Puurakentamisen menetelmiä, prosesseja ja tilannekuvaa
- Ruotsi, Norja, Itävalta, Sveitsi, Saksa

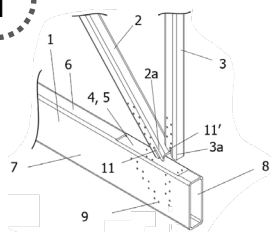


WP7: Jatko

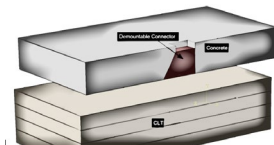
Purettavuutta, uudelleenkäyttöä ja
muunneltavuutta edistävät ratkaisut



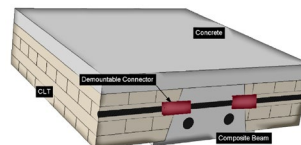
1



2



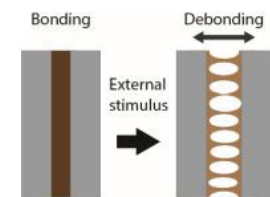
3



4



5



Kiitos!

Hämeen ammattikorkeakoulu

Jarmo Havula

jarmo.havula@hamk.fi



Euroopan unionin rahoittama –
NextGenerationEU

**BUSINESS
FINLAND**