

A background image showing a group of business professionals in a meeting. Several hands are visible, some pointing at a large tablet or screen displaying a diagram. The scene is dimly lit with a blue color cast. A teal speech bubble is in the top right corner.

Ratkaisuja
ylihuomiseen

Vaikuttavaa TKI-toimintaa – yhteistyöllä tuloksia

Ratkaisuja
ylihuomiseen

Ainetta rikkomattomien (NDT) ja osittain rikkovien (SDT) tutkimusmenetelmien soveltuvuus puutuotteiden arviointiin –Uudet laitteet ja menetelmät–

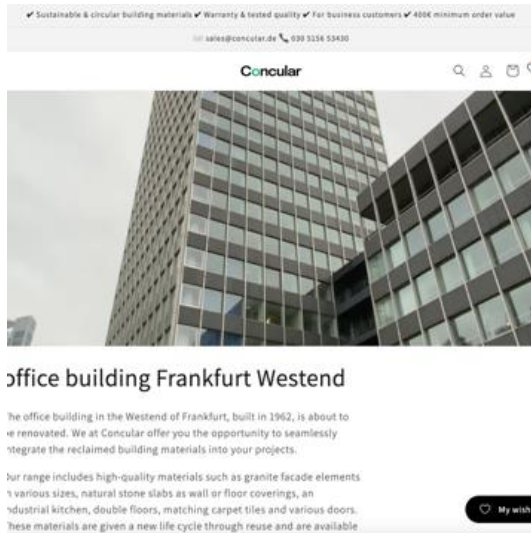
Rakentamisen kiertotalous –webinaari 19.02.2026

Arto Haaranen,
Lehtori (rakennustekniikka)



Puutuotteiden uudelleenkäyttö prosessina

Ratkaisuja
ylihuomiseen



Ennen purkutyötä:

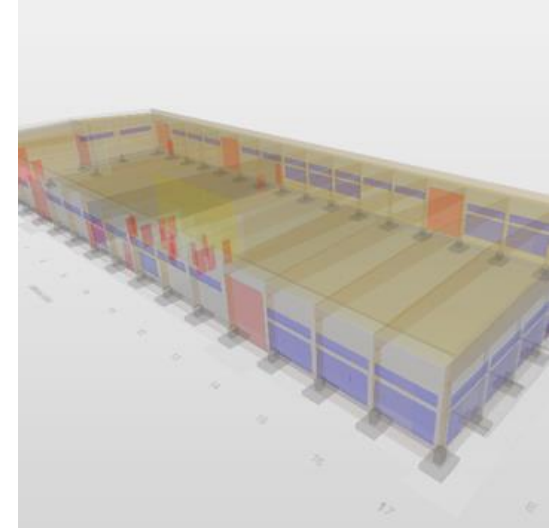
- Hyödynnettävien materiaalien inventointi ja dokumentointi
- Materiaalien ja tuotteiden ominaisuuksien todentaminen
- Kauppapaikkaan vieminen

→Materiaaliominaisuudet pitäisi pystyä selvittämään jo kuntotutkimusten yhteydessä tai viimeistään purkukartoituksessa



Purkutyön aikana:

- Ehjänä purkaminen
- Syntypaikkalajittelu
- Materiaalien ja tuotteiden ominaisuuksien todentaminen
- materiaalien ja rakennusosien kuljetus uudelle rakennuspaikalle tai välivarastointi



Purkutyön jälkeen:

- Lajittelu
- Materiaalien ja tuotteiden ominaisuuksien todentaminen (tarvittaessa)
- Uudelleenkäytön valmistelu esim. puhdistus
- (Rakennuspaikkakohtaisen) tuotehyväksynnän hakeminen uudelleenkäyttöä varten



Puutuotteiden uudelleenkäyttö prosessina

Rakennustuotteiden uudelleenkäytön edellytykset Suomessa

Ratkaisuja
ylihuomiseen

TIIVISTELMÄ

- Rakennustuotteiden uudelleenkäyttö tapahtuu kansallisen tuotehyväksyntämenettelyn ja lainsäädännön mukaisesti.
- Rakennuspaikkakohtaisessa kelpoisuuden osoittamisessa rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee selvittää uudelleenkäytettävien rakennustuotteiden vaatimuksenmukaisuus ja kelpoisuus sekä soveltuvuus tulevassa käyttökohteessa.



<https://www.rts.fi/wp-content/uploads/2025/06/Uuraket-opas-2025.pdf>



Puut tuotteiden uudelleenkäyttö prosessina

Ratkaisuja
ylihuomiseen

Rakentamislain 751/2023 Luvussa 4 asetetut
olennaiset tekniset vaatimukset

- Rakenteiden lujuus ja vakaus
- Paloturvallisuus
- Terveellisyys
- Käyttöturvallisuus
- Esteettömyys
- Meluntorjunta ja ääniolosuhteet
- Energiatehokkuus
- Vähähiilisyys
- Elinkaariominaisuudet

<https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2023/751>



Puutuotteiden uudelleenkäyttö prosessina

31 § Rakenteiden lujuus ja vakaus

Ratkaisuja
ylihuomiseen

Rakentamishankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan käyttötarkoitus huomioon ottaen siten, että sen rakenteet ovat lujia ja vakaita, soveltuvat rakennuspaikan olosuhteisiin ja kestävät rakennuksen suunnitellun käyttöiän.

Kantavien rakenteiden suunnittelun ja mitoituksen on perustuttava rakenteiden mekaniikan sääntöihin ja yleisesti hyväksyttyihin suunnitteluperusteisiin taikka luotettaviin koetuloksiin tai muihin käytettävissä oleviin tietoihin. Rakennuksen rakentamisessa on käytettävä rakenteiden lujuuden ja vakauden kannalta soveltuvia rakennustuotteita.

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei siihen rakentamisen ja käytön aikana kohdistuva kuormitus aiheuta sortumista, lujuutta tai vakautta haittaavia muodonmuutoksia eikä vaurioita rakennuksen muita osia taikka rakennukseen asennettuja laitteita tai kiinteitä varusteita. Lisäksi rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että ulkoisesta syystä rakenteille aiheutuvat vauriot eivät ole suhteettoman suuria ne aiheuttaneisiin tapahtumiin verrattuina.

Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta koskevia tarkempia säännöksiä rakennuksen:

- 1) rakenteilta vaadittavasta lujuudesta ja vakaudesta;
- 2) kantavien rakenteiden suunnittelusta ja mitoituksesta;
- 3) rakentamisen ja käytön aikaisista sallituista kuormituksista;
- 4) kantavissa rakenteissa käytettävistä rakennustuotteista.



Puutuotteiden uudelleenkäyttö prosessina



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment



Ratkaisuja
ylihuomiseen

suomi | svenska

Rakennustuotteiden uudelleenkäyttö on Suomessa mahdollista rakennuspaikkakohtaista varmentamista käyttäen

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminta, ympäristöministeriö

21.6.2022 9.55 **TIEDOTE**

EU:n nykyinen rakennustuoteasetus (305/2011) koskee lähtökohtaisesti uusia tuotteita eikä sisällä säännöksiä uudelleenkäytettävistä rakennustuotteista.

Uudelleenkäytettävää rakennustuotetta ei tarvitse CE-merkitä, jos tuotetta ei olennaisesti muuteta. Viime kädessä uudelleenkäytettävien tuotteiden kelpoisuus osoitetaan rakennuspaikkakohtaisessa varmentamisessa. Tuotteen kelpoisuus käyttökohteeseen tulee aina varmistaa, oli kyseessä sitten uusi CE-merkitty tai uudelleenkäytettävä tuote. Tämä tarkoittaa muun muassa sitä, että **uudelleenkäytettävän tuotteen ominaisuuksia on testattava** tai tuote on muuten osoitettava soveltuvaksi aiottuun käyttöön. Tämä edellyttää, että tuotteen soveltuvuuden osoittamiselle määritellään käytännöt.

Rakennustuoteasetuksessa säädetään kaikissa EU-jäsenmaissa rakennustuotteiden markkinoille saattamisen ehdoista vahvistamalla yhdenmukaiset säännöt rakennustuotteisiin liittyvien perusominaisuuksien ilmoittamistavoista sekä CE-merkinnän käyttämisestä. Rakennustuoteasetuksessa säädetään tilanteista, joissa rakennustuote asetetaan ensimmäistä kertaa saataville unionin markkinoilla. Ne rakennustuotteet, jotka ovat saatettu markkinoille ennen asetuksen voimaantuloa, katsotaan siirtymäsäännöksen perusteella rakennustuoteasetuksen mukaisiksi, eli ovat saatettuja markkinoille asianmukaisesti ilman pakollista CE-merkintää ja suoritustasoilmoitusta.

<https://ym.fi/-/rakennustuotteiden-uudelleenkaytto-on-suomessa-mahdollista-rakennuspaikkakohtaista-varmentamista-kayttaen>



Kira Circularis

Ratkaisuja
ylihuomiseen

- Kuuden ammattikorkeakoulun toteuttama valtakunnallinen hanke
- Kaksivuotinen – toteutusaika 4/2024–03/2026
- Kokonaisbudjetti 1,5 M€
- Tuetaan rakennusalan uusien kiertotaloustuotteiden, -palveluiden ja -innovaatioiden kehittämistä
- Edistetään kiertotalouden ekosysteemin muodostumista rakennusosalalle
- Teemoina materiaalien, rakennusosien ja rakennusten kierto



Euroopan unionin
osarahoittama



Millaisia lähtötietoja tarvitaan ja kuinka uudelleenkäytettävän puutuotteen materiaaliominaisuuksia pystyy selvittämään ja arvioimaan?

Kantavien rakenteiden laskelmiin perustuvassa mitoituksessa tarvitaan lähtötiedoksi:

- **Kimmokerroin E [MPa]**
- Lujuusominaisuudet [MPa]
 - **Taivutuslujuus f_m**
 - Leikkauslujuus f_v
 - Syysuuntainen puristuslujuus f_{c0} ja vetolujuus f_{t0}
 - Syytä vastaan kohtisuora puristuslujuus f_{c90} ja vetolujuus f_{t90}
- Tiheys ρ [kg/m³]
- **Rakenneosan mitat [mm]**

Lisäksi olisi hyvä tuntea rakenneosan alkuperäinen käyttökohde ja kuormitushistoria.

Myös olosuhteet (kosteus, lämpö, haitta-aineet, jne.) olisi hyvä tuntea kun rakenneosan uudelleenkäyttöpotentiaalia selvitetään.

HUOM! Kaikkia listattuja tietoja ei välttämättä tarvita kaikista rakenneosista; suunnittelun lähtötiedoksi pitäisi riittää, kun selvitetään uudelleenkäytön kannalta oleelliset materiaaliominaisuudet!



Kira Circularis – hankkeessa testatut tutkimusmenetelmät ja –laitteet

Rikkomattomat (NDT)

- **Fakopp Portable Lumber Grader**
- **Hitman HM200 (UEF, Joensuu)**
- **Pundit PL-200**

Vähän rikkovat (SDT)

- **Fakopp Screw Withdrawal Meter**
- **IML –RESI PD400**

Rikkovat

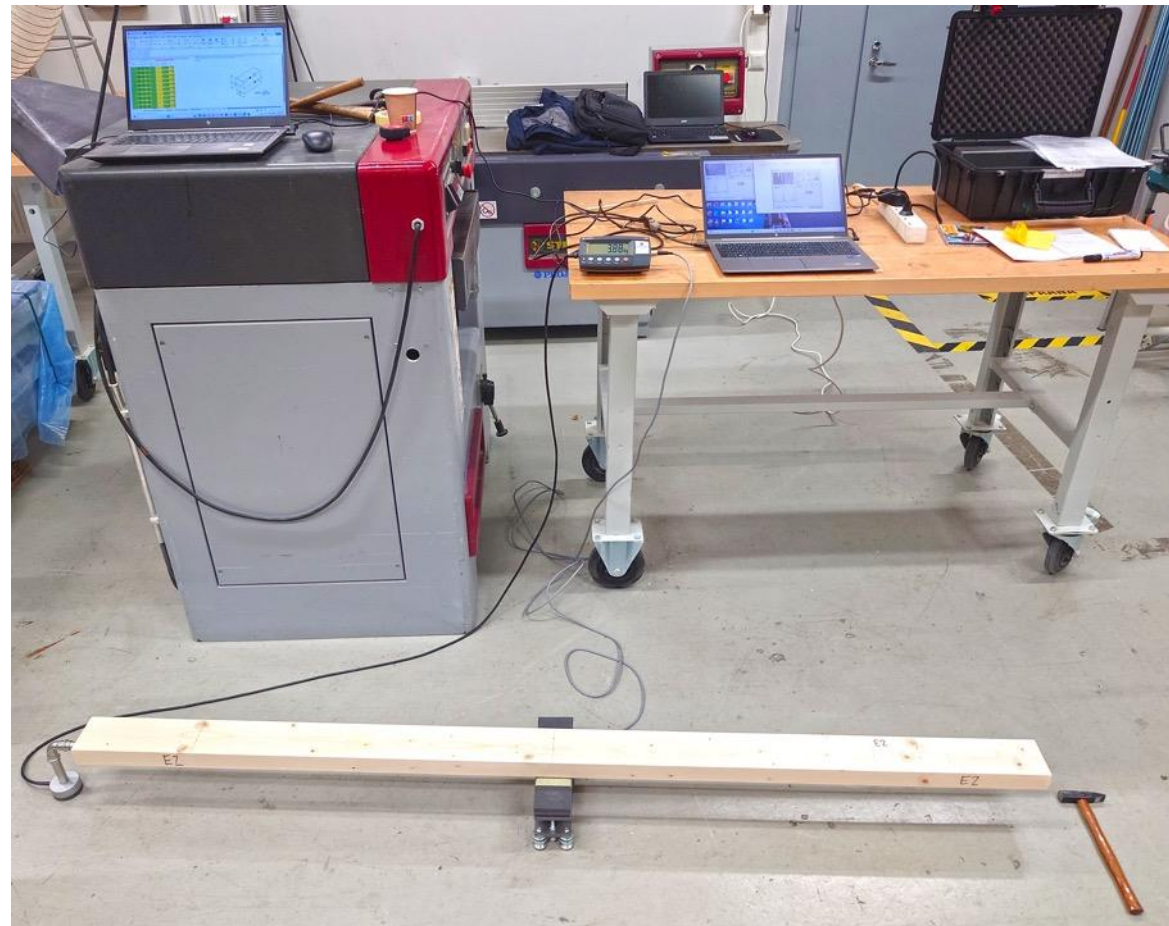
- **AMT Systems KA500**
- **Load Frame 500kN (XAMK, Savonlinna)**

Laitteet, joiden perässä ei ole mainintaa omistajasta, löytyvät Karelia AMK:n projektilabrista Joensuusta. Ainakin näitä laitteita on mahdollista hyödyntää TKI-hankkeissa sekä esimerkiksi opinnäytetyötoimeksiannoissa!

Fakopp Portable Lumber Grader

Laitteiston kokoonpano

- Tietokone, jossa on laitteiston ohjelmisto
- Vaaka, jonka päälle koekappale asennetaan
- Mikrofoni, joka sijoitetaan koekappaleen päähän
- Vasara, jolla koekappaletta kopautetaan



**Ratkaisuja
ylihuomiseen**

Laitteisto mittaa kopautuksen aiheuttaman pituussuuntaisen värähtelyn perustaajuuden [Hz] ja laskee sen perusteella kimmokertoimen MOE_{mean} [MPa] ja määrittää edelleen luokitteluun käytettävän kimmokertoimen MOE [MPa].

Laitteisto ilmoittaa suoraan mittaustulosten perusteella standardin SFS-EN 338 mukaisen lujuusluokan C14...C30.

Hyödynnettävät
mittaustulokset suoraan tai
laskennallisesti

- Kimmokerroin (E) ja lujuusluokka



Kira Circularis – hankkeessa testatut tutkimusmenetelmät ja –laitteet

Rikkomattomat (NDT)

- Fakopp Portable Lumber Grader
- **Hitman HM200 (UEF, Joensuu)**
- Pundit PL-200

Vähän rikkovat (SDT)

- Fakopp Screw Withdrawal Meter
- IML –RESI PD400

Rikkovat

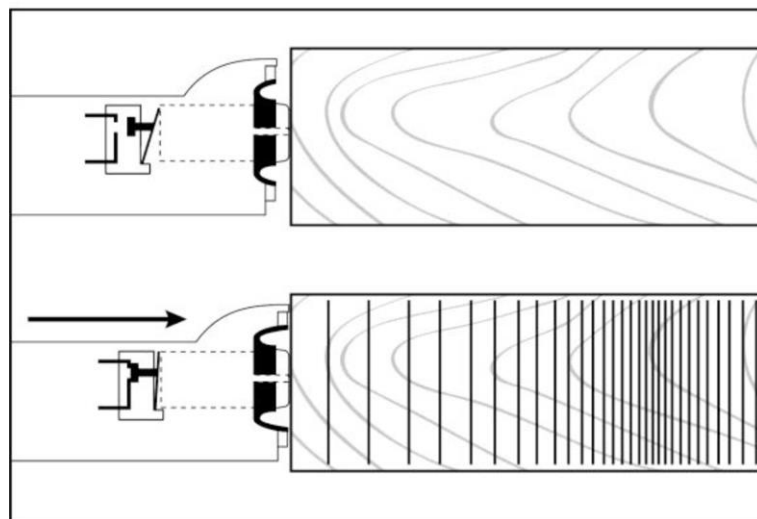
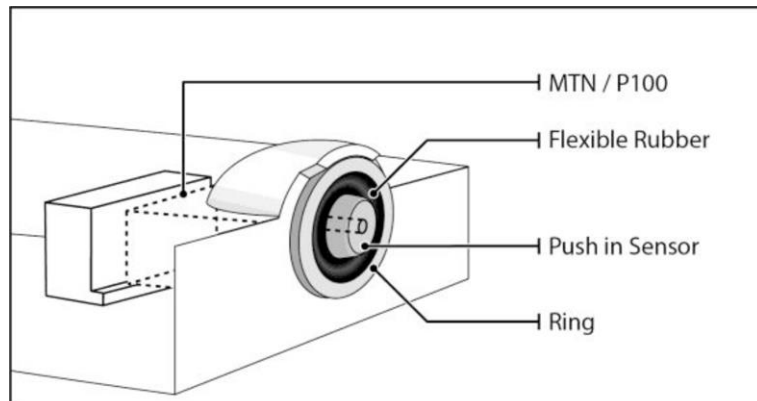
- AMT Systems KA500
- Load Frame 500kN (XAMK, Savonlinna)

Laitteet, joiden perässä ei ole mainintaa omistajasta, löytyvät Karelia AMK:n projektilabrista Joensuusta. Ainakin näitä laitteita on mahdollista hyödyntää TKI-hankkeissa sekä esimerkiksi opinnäytetyötoimeksiannoissa!

Hitman HM200

Laitteiston kokoonpano

- Muovikuoreen koottu mittalaite ja vasara



Ratkaisuja
ylihuomiseen

Laitteisto mittaa vasaran kopautuksen aiheuttaman pituussuuntaisen iskuaallon etenemisnopeuden [m/s] (akustinen aalto) ja määrittää tämän mittaustuloksen perusteella laskennallisen kimmokertoimen MOE [Pa].

Hyödynnettävät mittaustulokset suoraan tai laskennallisesti

- Kimmokerroin (E) ja tiheys (p)



Kira Circularis – hankkeessa testatut tutkimusmenetelmät ja –laitteet

Rikkomattomat (NDT)

- Fakopp Portable Lumber Grader
- Hitman HM200 (UEF, Joensuu)
- **Pundit PL-200**

Vähän rikkovat (SDT)

- Fakopp Screw Withdrawal Meter
- IML –RESI PD400

Rikkovat

- AMT Systems KA500
- Load Frame 500kN (XAMK, Savonlinna)

Laitteet, joiden perässä ei ole mainintaa omistajasta, löytyvät Karelia AMK:n projektilabrista Joensuusta. Ainakin näitä laitteita on mahdollista hyödyntää TKI-hankkeissa sekä esimerkiksi opinnäytetyötoimeksiannoissa!

Screening Eagle Technologies AG Pundit 200

Laitteiston kokoonpano

- Näyttölaite, jossa ohjelmisto sekä kaapeleilla näyttölaitteeseen kytkettävät anturit



**Ratkaisuja
ylihuomiseen**

Laitteisto mittaa lähettämänsä korkeataajuisen akustisen aallon etenemisnopeuden [m/s] materiaalissa ja määrittää tämän mittaustuloksen perusteella laskennallisen kimmokerroimen MOE [Pa].

Hyödynnettävät mittaustulokset suoraan tai laskennallisesti

- Kimmokerroin (E) ja tiheys (ρ)

HUOM!

Tuoreimpana sovelluksena kokeilussa on nyt ultraäänen+kimmovasaran antamien tulosten yhdistäminen, mutta siitä ei ole vielä raportoitavia tuloksia.



Kira Circularis – hankkeessa testatut tutkimusmenetelmät ja –laitteet

Rikkomattomat (NDT)

- Fakopp Portable Lumber Grader
- Hitman HM200 (UEF, Joensuu)
- Pundit PL-200

Vähän rikkovat (SDT)

- **Fakopp Screw Withdrawal Meter**
- IML –RESI PD400

Rikkovat

- AMT Systems KA500
- Load Frame 500kN (XAMK, Savonlinna)

Laitteet, joiden perässä ei ole mainintaa omistajasta, löytyvät Karelia AMK:n projektilabrasta Joensuusta. Ainakin näitä laitteita on mahdollista hyödyntää TKI-hankkeissa sekä esimerkiksi opinnäytetyötoimeksiannoissa!

Fakopp Screw Withdrawal Resistance Meter

Laitteiston kokoonpano

- Näyttölaite
- Kaapeli
- Ruuvien ulosvetäjä



Ratkaisuja
ylihuomiseen

Laitteisto mittaa voimaa [N], jolla puuhun kierretty ruuvi irtoaa suoraan ulos vetämällä.

Ruuvien mitat ja upotussyvyys on vakioitu, joten erot mittaustuloksissa ovat seurausta pääasiassa puun materiaaliominaisuuksien eroavaisuuksista.

Laitteella ei saada suoraan tietoa puun lujuus- ja jäykkyysominaisuuksista, mutta ruuvien ulosvetoon tarvittavan voiman suuruus korreloi joidenkin puun materiaaliominaisuuksien kanssa.

Hyödynnettävät mittaustulokset suoraan tai laskennallisesti

- Kimmokerroin (E), Liukukerroin (G), ja tiheys (ρ)



Kira Circularis – hankkeessa testatut tutkimusmenetelmät ja –laitteet

Rikkomattomat (NDT)

- Fakopp Portable Lumber Grader
- Hitman HM200 (UEF, Joensuu)
- Pundit PL-200

Vähän rikkovat (SDT)

- Fakopp Screw Withdrawal Meter
- **IML –RESI PD400**

Rikkovat

- AMT Systems KA500
- Load Frame 500kN (XAMK, Savonlinna)

Laitteet, joiden perässä ei ole mainintaa omistajasta, löytyvät Karelia AMK:n projektilabrista Joensuusta. Ainakin näitä laitteita on mahdollista hyödyntää TKI-hankkeissa sekä esimerkiksi opinnäytetyötoimeksiannoissa!

IML Instrumenta Mechanik Labor GmbH IML-RESI Power-Drill

Laitteiston kokoonpano

- Alumiinikuoreen kasattu akkuporakone ja pitkä poranterä (kärki 3mm, varsi 1,5mm)



Ratkaisuja
ylihuomiseen

Laitteisto mittaa porausvastusta ja piirtää näiden perusteella kuvaajan. Kuvaajasta nähdään ehjän puun osuus, mahdolliset lahovauriot sekä halkeamat.

Syöttönopeudeksi on hankkeen testeissä vakioitu 200cm/min ja pyörimisnopeudeksi 3000rpm, mutta näiden arvojen vaikutusta mittaustuloksiin on vielä tutkittava lisää.

Hyödynnettävät mittaustulokset suoraan tai laskennallisesti

- Kimmokerroin (E) ja tiheys (ρ)



Kira Circularis – hankkeessa testatut tutkimusmenetelmät ja –laitteet

Rikkomattomat (NDT)

- Fakopp Portable Lumber Grader
- Hitman HM200 (UEF, Joensuu)
- Pundit PL-200

Vähän rikkovat (SDT)

- Fakopp Screw Withdrawal Meter
- IML –RESI PD400

Rikkovat

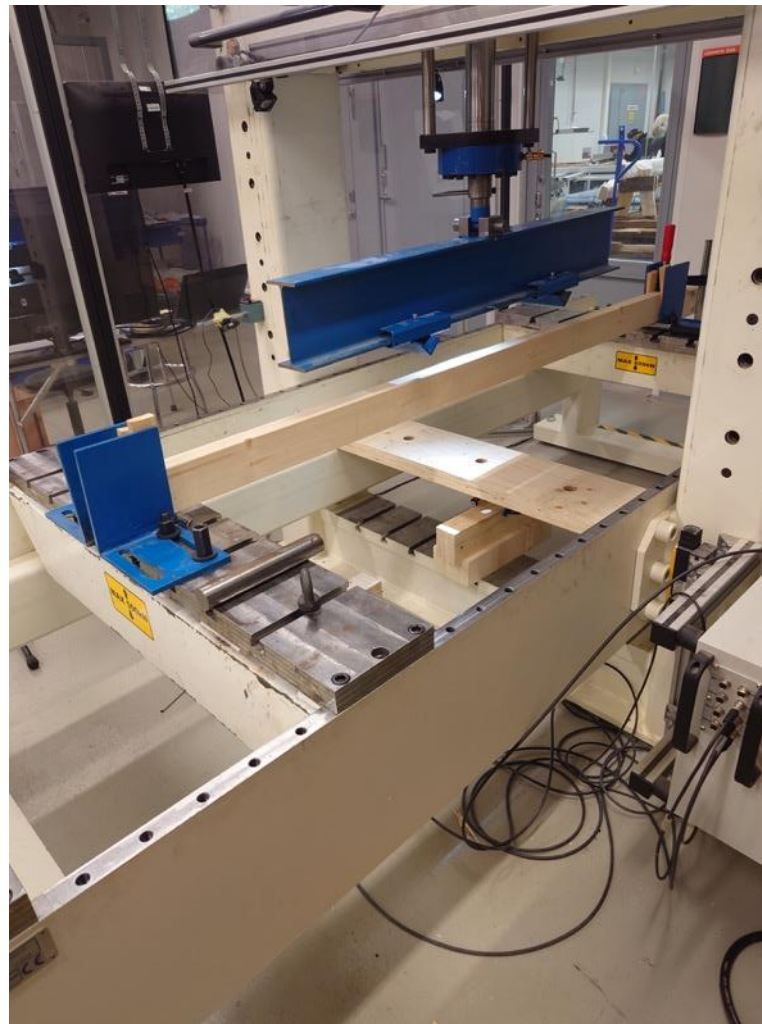
- **AMT Systems KA500**
- Load Frame 500kN (XAMK, Savonlinna)

Laitteet, joiden perässä ei ole mainintaa omistajasta, löytyvät Karelia AMK:n projektilabrista Joensuusta. Ainakin näitä laitteita on mahdollista hyödyntää TKI-hankkeissa sekä esimerkiksi opinnäytetyötoimeksiannoissa!

AMT Systems KA500 testauspuristin

Laitteiston kokoonpano

- Koestuskäyttöön valmistettu testauspuristin, joka koostuu puristinlaitteistosta sekä tietokoneesta, jossa on laitteen ohjelmisto.

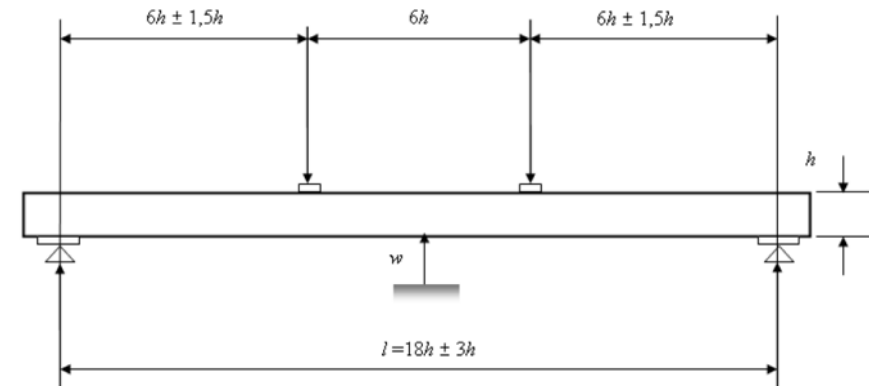


Ratkaisuja
ylihuomiseen

Laitteisto piirtää voima-siirtymä –kuvaajan, jonka perusteella pystytään määrittämään standardin SFS-EN 408 mukaisesti laskemalla koekappaleen kimmokerroin ja edelleen taivutuslujuus.

Hyödynnettävät mittaustulokset suoraan tai laskennallisesti

- Kimmokerroin (E) ja taivutuslujuus (f_m)



Tehdyt tutkimukset – 1 vaihe

Ratkaisuja
ylihuomiseen

- Ensimmäisen vaiheen testit suoritettiin laboratorioympäristössä (MC=14,45 %) ja niissä hyödynnettiin neitseellistä sahatavaraa (vrt. Tutkimuksen tavoite)
- Sahatavara C24, 48x98x2000 (höylätty mittaan: 45x95x2000)
- Testisarjan koko: 10 Kpl
- Näytekappaleiden valinnassa hyödynnettiin visuaalista lajittelua (tasalaatuisuus)
- Rikkomattomat (NDT)
 - Fakopp Portable Lumber Grader (kopautus/iskuaalto)
 - Hitman HM200 (kopautus/iskuaalto)
 - Pundit PL-200 (ultraääni)
- Vähän rikkovat (SDT)
 - Fakopp Screw Withdrawal Meter (ruuvien ulosveto)
 - IML –RESI PD400 (porausvastus)
- Rikkovat
 - AMT Systems KA500 (testauspuristin)

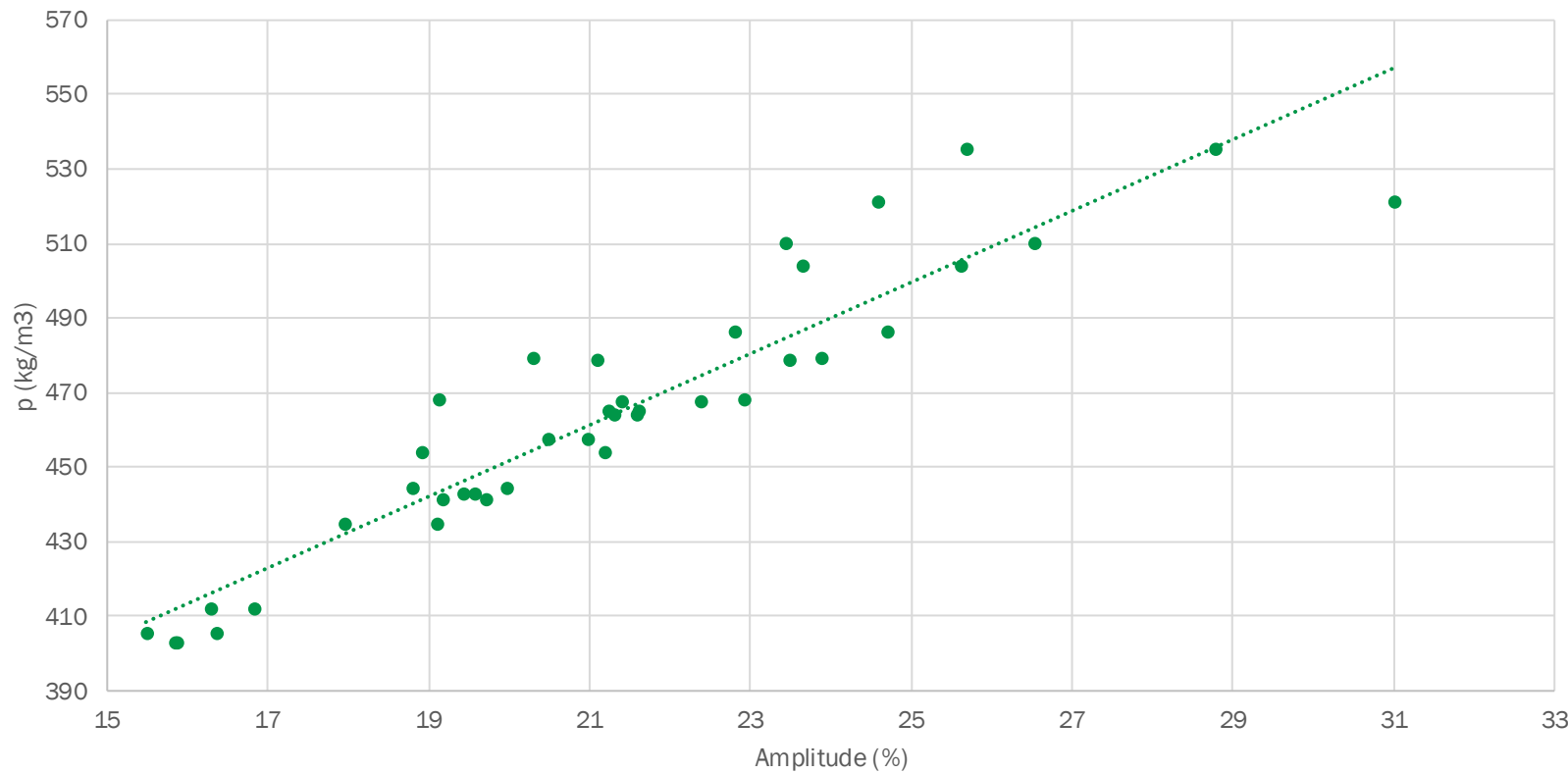


Hyödynnettävät tutkimustulokset: 1-Vaihe

Ratkaisuja
ylihuomiseen

IML-RESI PD400

p_{est1} (kg/m³)
 $p_{est1} = 227,114 + 7,633 \cdot amp_{per} + 3,432 \cdot amp_{diag}$
 $R^2 = 0,924$



$$\rho = 227,114 + 7,633 \cdot Amp_{per} + 3,432 \cdot Amp_{diag}$$



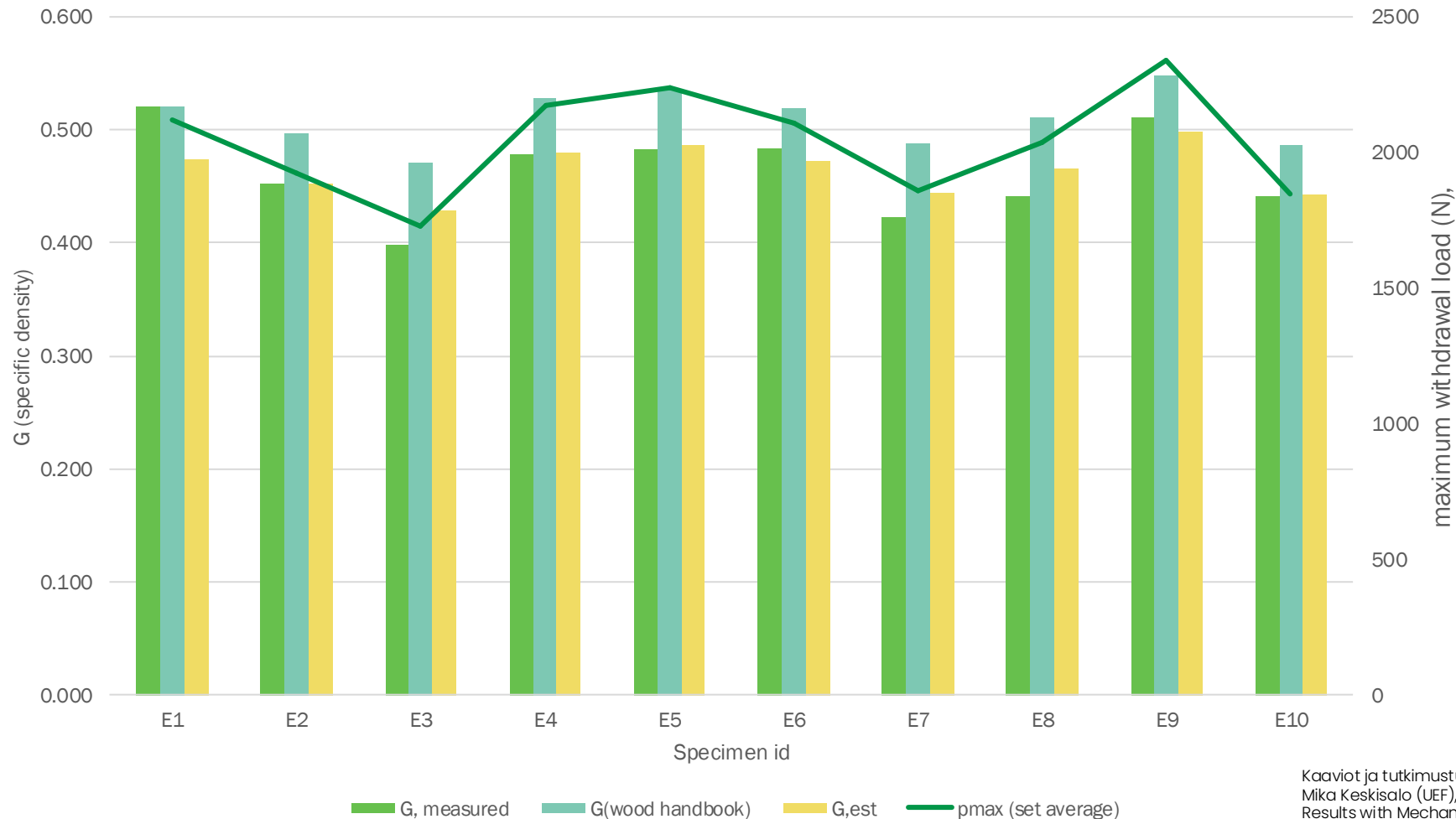
IML-RESI PD400
Porausvastus korreloi
tiheyden (ρ) [kg/m³]
kanssa oheisen
kuvaajan mukaisesti



Hyödynnettävät tutkimustulokset: 1-Vaihe

Fakopp Screw Withdrawal Resistance Meter

Ratkaisuja
ylihuomiseen



Ruuvien ulosvetotestin tulokset korreloivat tiheyden (ρ) [kg/m^3] kanssa oheisen kuvaajan mukaisesti

Kaaviot ja tutkimustulosten laskennalliset tarkastelut:
Mika Keskisalo (UEF), Correlating Non-Destructive and Semi-Destructive Test Results with Mechanical Properties of Reclaimed Timber,
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17092525>



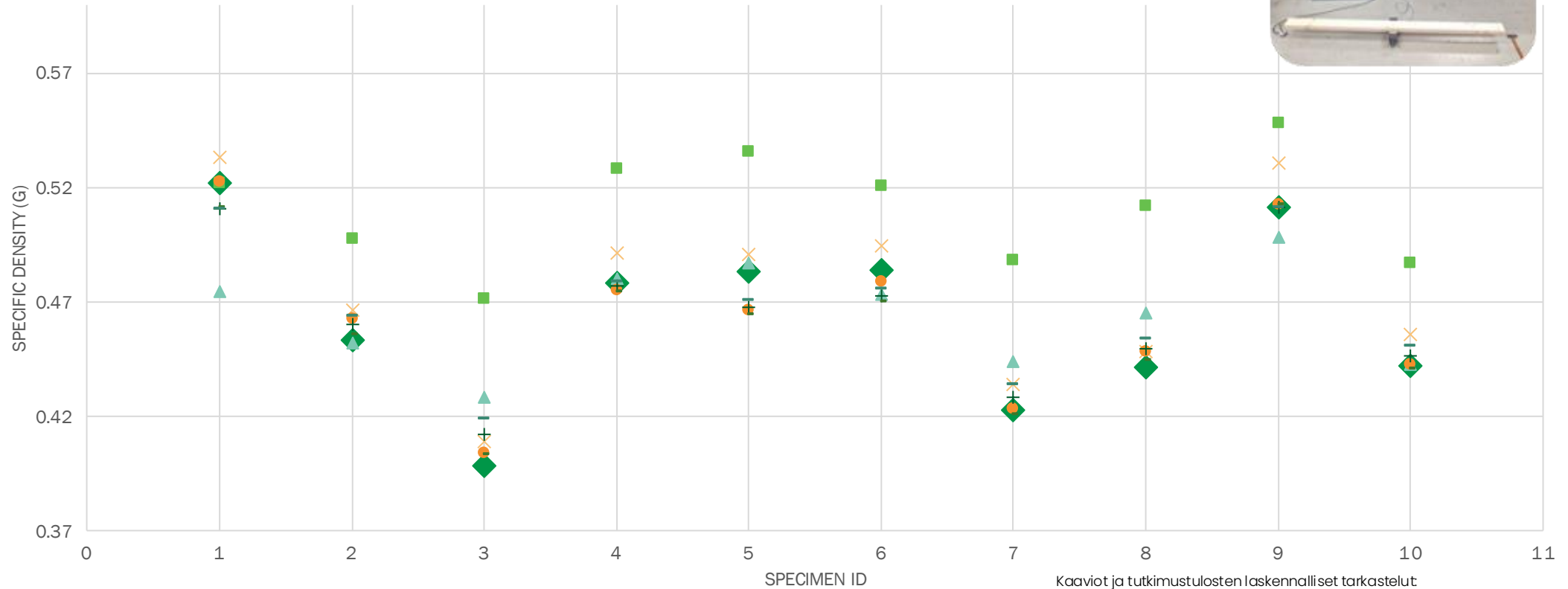
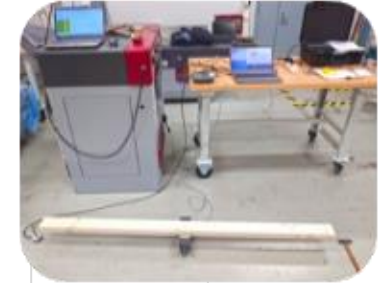
Hyödynnettävät tutkimustulokset: 1-Vaihe

Ratkaisuja
ylihuomiseen



OMINAISTIHEYD

- ◆ Specific gravity G G, measured
- ▲ Fakopp- Screw Withdrawal Force Meter G,est (fitted linear model)
- IML-Resi PD G,est1
- Fakopp- Screw Withdrawal Force Meter G, Wood Handbook
- ✕ Fakopp portable lumber grader Fakopp, measured
- + IML-Resi PD G,est2
- IML-Resi PD G,est3
- IML-Resi PD G,est4

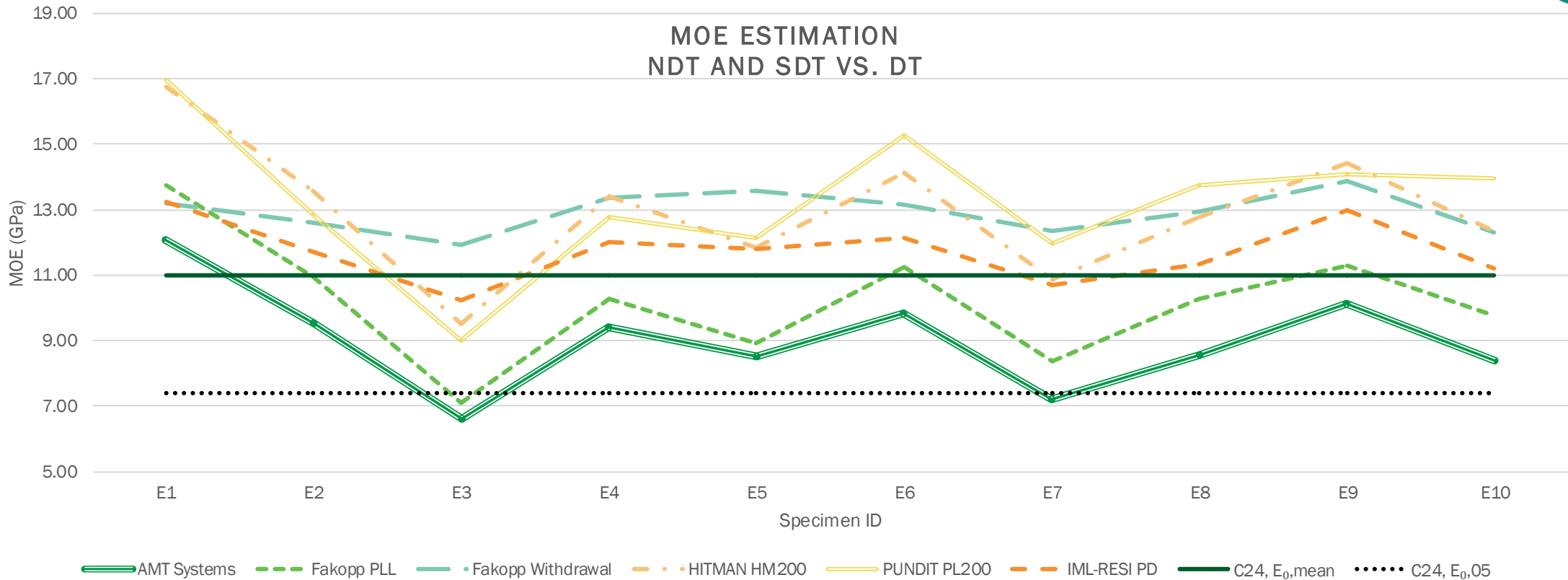


Kaaviot ja tutkimustulosten laskennalliset tarkastelut
Mika Keskisalo (UEF), Correlating Non-Destructive and Semi-Destructive Test
Results with Mechanical Properties of Reclaimed Timber,
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17092525>

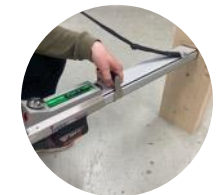


Hyödynnettävät tutkimustulokset: 1-Vaihe

Ratkaisuja
ylihuomiseen



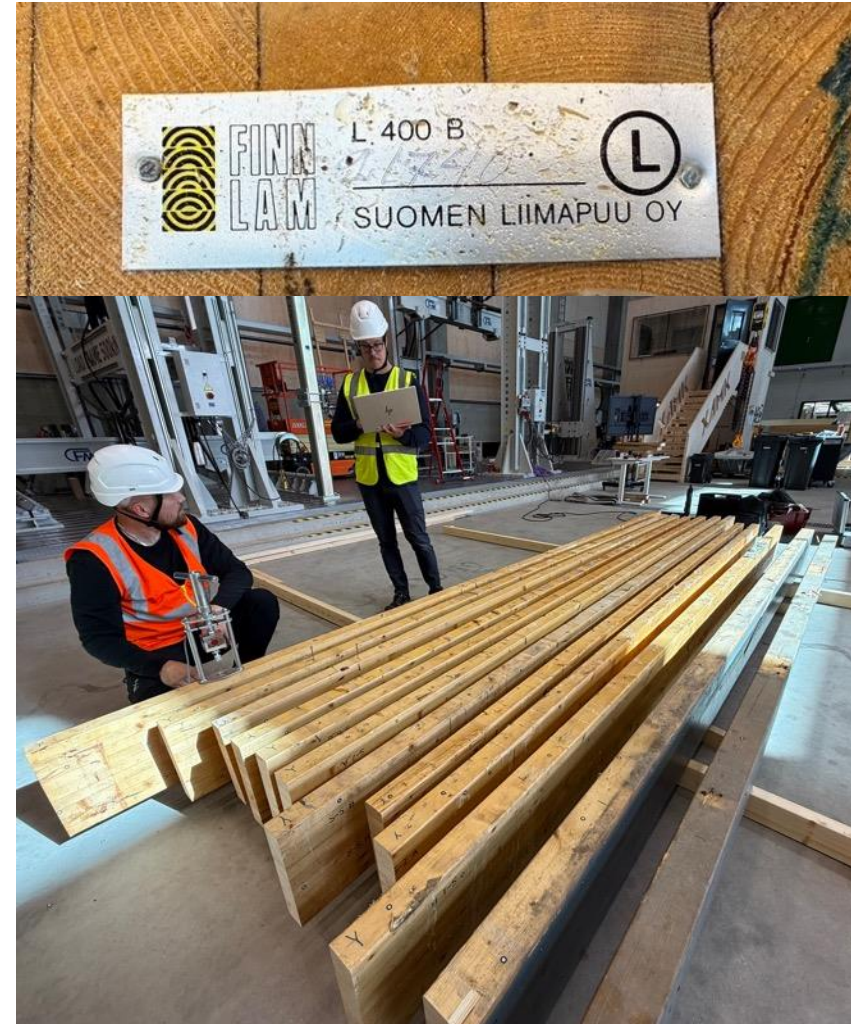
Kaaviot ja tutkimustulosten laskennalliset tarkastelut:
Mika Keskisalo (UEF) ja Mikko Matveinen (Karelia AMK)



Tehdyt tutkimukset – 2 vaihe

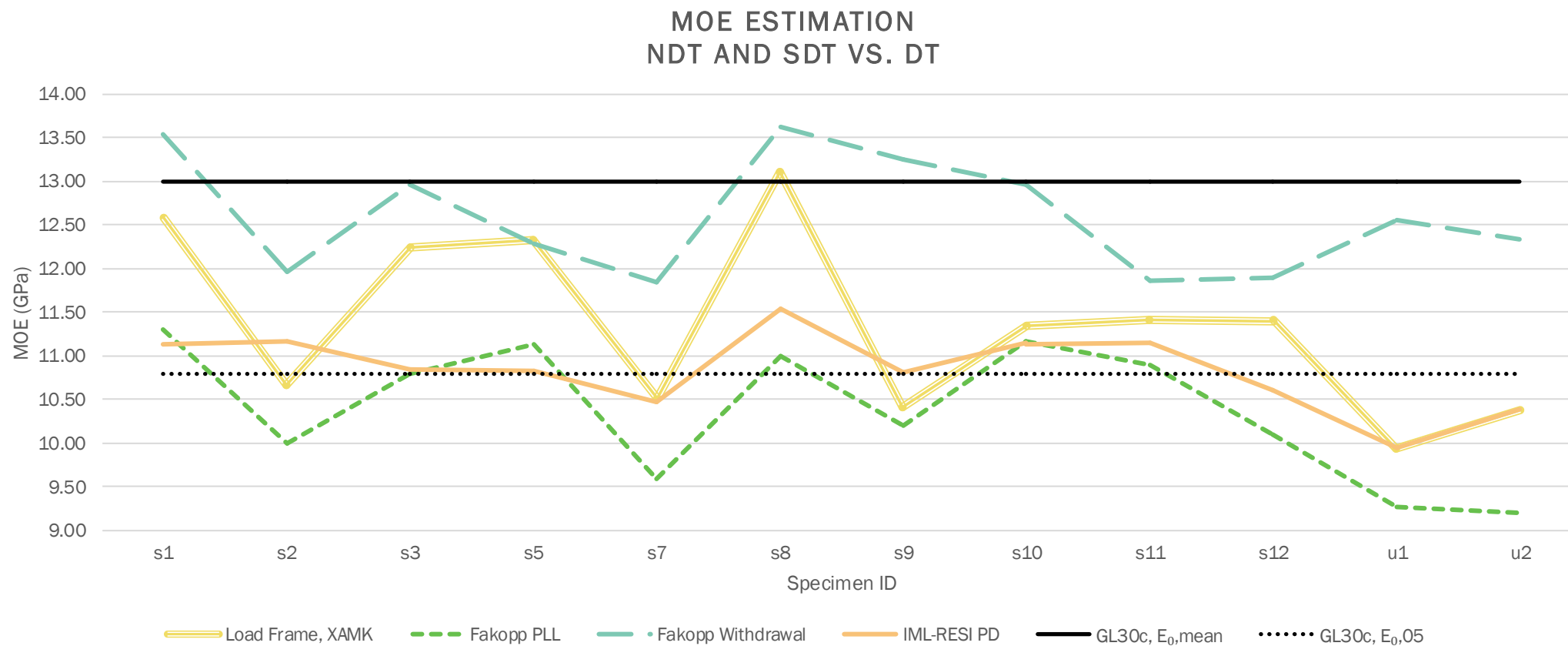
Ratkaisuja
ylihuomiseen

- Toisen vaiheen testit suoritettiin laboratorioympäristössä (MC=12,83 %) ja niissä hyödynnettiin purkukohteesta talteenotettuja yli 50 vuotta vanhoja liimapuupalkkeja.
- L 400 B, n. 60x300 (Palkkien pituus vaihteli 4000–4800 välillä)
- Testisarjan koko: 12 Kpl
- Näytekappaleiden valinnassa hyödynnettiin visuaalista lajittelua: purkutyössä selvästi rikkoontuneet kappaleet otettiin syrjään
- Rikkomattomat (NDT)
 - Fakopp Portable Lumber Grader (kopautus/iskuaalto)
- Vähän rikkovat (SDT)
 - Fakopp Screw Withdrawal Meter (ruuvin ulosveto)
 - IML –RESI PD400 (porausvastus)
- Rikkovat
 - Loadframe 500kN (testauspuristin)



Hyödynnettävät tutkimustulokset: 2-Vaihe

Ratkaisuja
ylihuomiseen



Kaaviot ja tutkimustulosten laskennalliset tarkastelut:
Mika Keskisalo (UEF) ja Mikko Matveinen (Karelia AMK)



Ainetta rikkomattomien (NDT) ja osittain rikkovien (SDT) tutkimusmenetelmien soveltuvuus puutuotteiden arviointiin

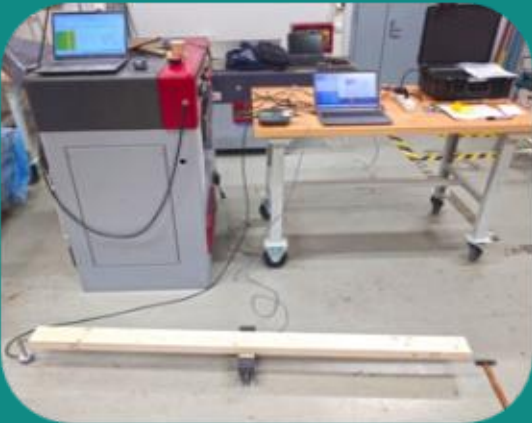
Tähän mennessä testatuista laitteista kyseiseen käyttötarkoitukseen (uudelleen käytettävien puutuotteiden ominaisuuksien arviontiin) parhaiten vaikuttavat soveltuvan:

Rikkomattomat (NDT)

- **Fakopp Portable Lumber Grader**

Vähän rikkovat (SDT)

- **Fakopp Screw Withdrawal Meter**
- **IML –RESI PD400**



Fakopp Portable Lumber Grader (PLG) ("Kopautuskoe")

Havaitut hyvät puolet

- Antoi tutkimuksen testeissä varsin lähelle samoja tuloksia, kuin standardin SFS-EN 408 mukainen kuormituskoe
 - Tämä toistui neitseellisen sahatavaran testeissä sekä vanhojen liimapuukappaleiden testeissä
- Tulokset suoraan hyödynnettävissä harkinnan mukaan
 - Mittaustuloksina saadaan suoraan standardin SFS-EN 338 mukainen havupuun lujuusluokka C14...C30
- Nopea ja helppo käyttää

Havaitut huonot puolet ja epävarmuustekijät

- Mittauksen yhtenä epävarmuustekijänä oksaisuuden määrittäminen (CKDR=Consentrated Knot Diameter Ratio), jonka vaikutusta mittaustuloksiin olisi syytä selvittää enemmän
- Koekappaleen oltava irrallaan eli soveltuu tutkimuksiin vasta purkamisen jälkeen
- Koekappaleen paino rajoitettu vaa'an kapasiteettiin
 - Testeissä oli käytössä laitteisto, jolla pystyi testaamaan enintään 60kg painavan kappaleen
 - Laitevalmistajan nettisivuilla on maininta, että koekappaleen paino voisi olla enintään 500kg ja tämä kaiketi vaatisi toisenlaisen vaa'an

Jatkotutkimuksena voisi pyrkiä selvittämään laitteen mahdollisuuksia paikallaan olevan rakenneosan tutkimiseen

Ratkaisuja
ylihuomiseen



Ainetta rikkomattomien (NDT) ja osittain rikkovien (SDT) tutkimusmenetelmien soveltuvuus puutuotteiden arviointiin

Tähän mennessä testatuista laitteista
kyseiseen käyttötarkoitukseen
(*uudelleen käytettävien puutuotteiden
ominaisuuksien arviontiin*) parhaiten
vaikuttavat soveltuvan:

Rikkomattomat (NDT)

- **Fakopp Portable Lumber Grader**

Vähän rikkovat (SDT)

- **Fakopp Screw Withdrawal Meter**
- **IML –RESI PD400**



Fakopp Screw Withdrawal Meter ("Ruuvin ulosvetokoe")

Havaitut hyvät puolet

- Nopea ja helppo käyttää
- Soveltuu rakenteessa kiinni olevan puutuotteen testaukseen esim. purkukartoituksen yhteydessä

Havaitut huonot puolet ja epävarmuustekijät

- Mittaustulos hyvin paikallinen eikä välttämättä anna kuvaa koko koekappaleesta
- Mittaustulokset ovat standardin SFS-EN 408 tulosten suuntaisia, mutta kummassakin tehdyssä tutkimuksessa laskennalliset tulokset hieman yläkanttiin

Tunnistettuja sovellusmahdollisuuksia

- Perusmittaus antaa tuloksia vain rakenneosan pinnasta. Jos testiruuville porataan ensin iso reikä, jonka pohjalle testiruuvi asennetaan, voidaan tutkimus ulottaa syvemmälle rakenteeseen. Ainakin tätä sovellusta olisi hyvä tutkia enemmän.
- Tämän menetelmän rinnalle voisi nostaa tarkasteluun Pilodyn –mittalaitteen, joka iskee jousivoimalla tylpän Ø2,5mm neulan puuhun eli periaatteeltaan kyseessä on sama mittaus, mutta toiseen suuntaan. Tästä laitteesta tutkimusryhmällä ei vielä ole kokemuksia.

Testitulosten laskennallista tarkastelua olisi syytä jatkaa, jotta löydetään eri puutuotteille sopivat kaavat, joilla testituloksista saadaan luotettavasti hyödynnettäviä lujuus- ja jäykkyyssarvoja.



Ainetta rikkomattomien (NDT) ja osittain rikkovien (SDT) tutkimusmenetelmien soveltuvuus puutuotteiden arviointiin

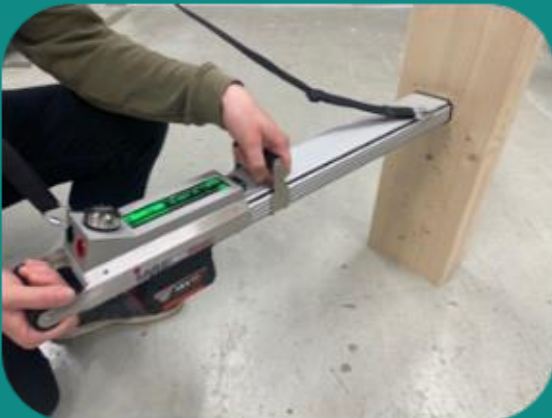
Tähän mennessä testatuista laitteista kyseiseen käyttötarkoitukseen (uudelleen käytettävien puutuotteiden ominaisuuksien arviontiin) parhaiten vaikuttavat soveltuvan:

Rikkomattomat (NDT)

- Fakopp Portable Lumber Grader

Vähän rikkovat (SDT)

- Fakopp Screw Withdrawal Meter
- **IML –RESI PD400**



IML Instrumenta Mechanik Labor GmbH IML-RESI Power-Drill ("Porausvastuskoe")

Havaitut hyvät puolet

- Nopea ja helppo käyttää
- Soveltuu rakenteessa kiinni olevan puutuotteen testaukseen esim. purkukartoituksen yhteydessä
- Mittaustulokset ovat standardin SFS-EN 408 tulosten suuntaisia etenkin liimapuukoekappaleiden testauksessa

Havaitut huonot puolet ja epävarmuustekijät

- Mittaustulos hyvin paikallinen eikä välttämättä anna kuvaa koko koekappaleesta
- Sahatavaran osalta antoi tulokset hieman yläkanttiin

Jatkotutkimuksena olisi hyvä selvittää pyörimisnopeuden ja syöttönopeuden vaikutusta mittaustuloksiin. Lisäksi olisi selvittävä laitteiston/metodin soveltuvuutta eri-ikäisten ja ehkä myös eri kosteusolosuhteissa olevien puutuotteiden testaamiseen.



Ratkaisuja
ylihuomiseen



Ainetta rikkomattomien (NDT) ja vähän rikkovien (SDT) menetelmien soveltuvuus puutuotteiden kunnon arviointiin

Ratkaisuja
ylihuomiseen

Työryhmä:

**Itä-Suomen Yliopisto /
Keskisalo Group Oy**

Mika Keskisalo
Väitöskirjatutkija / CEO
050 412 1353
mikakes@student.uef.fi

Itä-Suomen Yliopisto

Henrik Herajärvi
Professori
050 466 8349
henrik.herajarvi@uef.fi

Karelia-ammattikorkeakoulu

Arto Haaranen
Lehtori, rakennustekniikka
050 430 9537
arto.haaranen@karelia.fi

Karelia-ammattikorkeakoulu

Mikko Matveinen
Senior Project Manager
050 370 5830
mikko.matveinen@karelia.fi

NDT = Non Destructive Testing
SDT = Semi Destructive Testing

Karelia-ammattikorkeakoulu

Joona Kainulainen
Projektiasiantuntija
050 591 5518
joona.kainulainen@karelia.fi

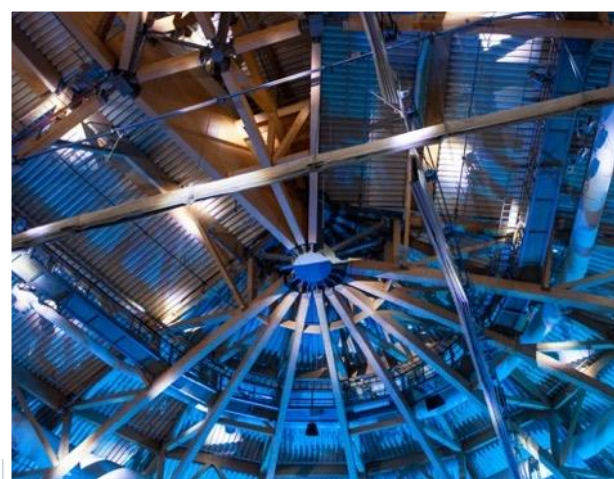
Karelia-ammattikorkeakoulu

Pekka Ronkainen
Laboratorioinsinööri
050 346 1314
pekka.ronkainen@karelia.fi



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND



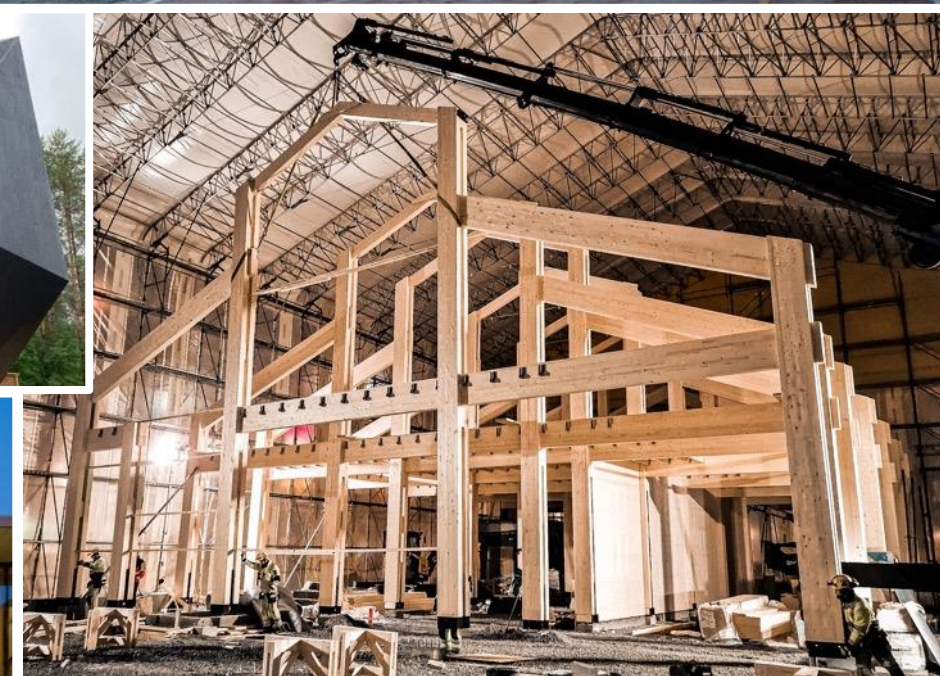
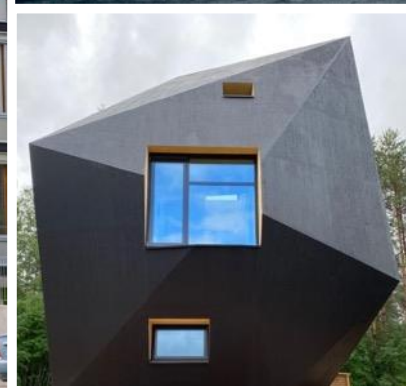


rakennelaskuri.karelia.fi



rakentaminen.karelia.fi

woodjoensuu.fi



TKI Yhteistyöasioissa

Mikko Matveinen

Senior Project Manager

mikko.matveinen@karelia.fi

+358 50 370 5830