

Metsanduse kõrvalsaaduste ja puidujääkide ringkasutus

Siim Pikker

*mikro- ja nanooptika kaasprofessor
Tartu Ülikooli füüsika instituut*



Co-funded by
the European Union



Investing
in your future



Kaasrahastanud
Euroopa Liit



EKA

TAL
TECH

TARTU
ÜLIKOO
L

“Ühesõnaga huvi on täitsa olemas ja tahaksin võimalusel osaleda küll. Kui siis pakub pigem huvi ettekanne pealkirjaga: „Metsanduse kõrvalsaaduste ja puidujääkide ringkasutus“.

**Põhirõhuasetusega räägiksin väheväärindatud puitmaterjali
väärindamisest.**

Loodan, et selline ettekanne sobib. ”

Metsanduse kõrvalsaaduste ja puidujääkide ringkasutus

Siim Pikker

mikro- ja nanooptika kaasprofessor

Tartu Ülikooli füüsika instituut



Co-funded by
the European Union



Investing
in your future



Kaasrahastanud
Euroopa Liit



EKA

TAL
TECH

TARTU
ÜLIKOO
L

Metsanduse kõrvalsaaduste ja puidujääkide ringkasutus

Siim Pikker

mikro- ja nanooptika kaasprofessor ??!!!

Kuidas see kõik puiduga seotud on?

Tartu Ülikooli füüsika instituut



Co-funded by
the European Union



Investing
in your future



Kaasrahastanud
Euroopa Liit



EKA

TAL
TECH

TARTU
ÜLIKOOL

A scene from a film or television show featuring three individuals with long blonde hair, wearing medieval-style tunics and cloaks. They are seated in a dark, possibly underground, setting with stone walls. The person on the left is looking upwards and to the right. The person in the center has their eyes closed and a pained or distressed expression. The person on the right is looking towards the center. All three are wearing similar light blue tunics with purple cloaks and headbands. The central figure has a brown belt and a necklace with a red and white patterned cord and a large red pendant. The person on the right also has a necklace with a large red pendant.

Aga kuidas see kõik sakslastega seotud on?



Nanostruktuuride füüsika labor

1. Elektron-, teravik- ja optiline mikroskoopia

Materjalide, pinnakatete, nakuvuse, töötuse, kulumise jne uurimine ja iseloomustamine
siim.pikker@ut.ee

2. Materjalide, struktuuride ja süsteemide omaduste numbriline modelleerimine

Füüsikaliste protsesside ja parameetrite modelleerimine ja optimeerimine numbriliste simulatsioonimeetoditega kasutades COMSOL Multyphysics tarkvara

siim.pikker@ut.ee <https://cfphysics.com/>

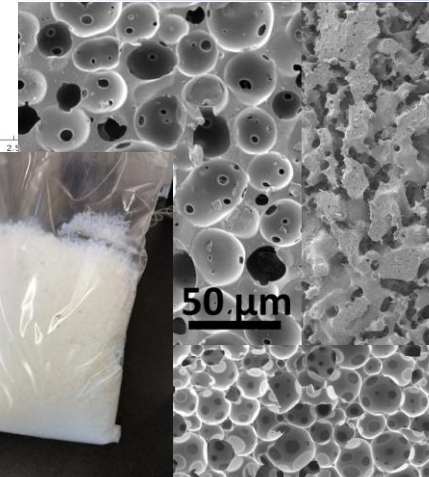
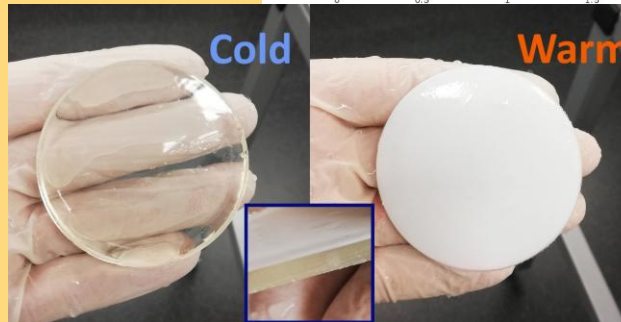
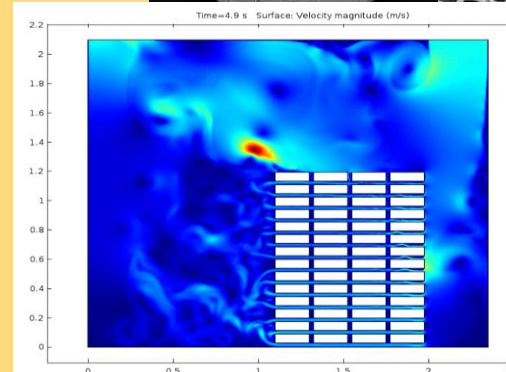
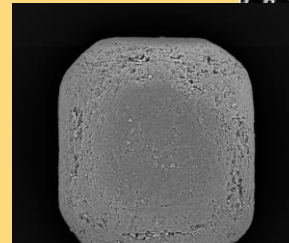


3. Uudsed materjalid ja nende karakteriseerimine

Oksiidid, nanoosakesed, vahud, biopolümeerid, nanotselluloos, liimid...
siim.pikker@ut.ee & martin.timusk@ut.ee

4. Inseneritehnilised lahendused (konstruktsioonid, seadmete erilahendused) runno.lohmusk@ut.ee

Ettevõtluskoostööprojektide kogemus!



Nanostruktuuride füüsika labor

1. Elektron-, teravik- ja optiline mikroskoopia

Materjalide, pinnakatete, nakuvuse, töötuse, kulumise jne uurimine ja iseloomustamine
siim.pikker@ut.ee

2. Materjalide, struktuuride ja süsteemide omaduste numbriline modelleerimine

Füüsikaliste protsesside ja parameetrite modelleerimine ja optimeerimine numbriliste simulatsioonimeetoditega kasutades COMSOL Multyphysics tarkvara

siim.pikker@ut.ee <https://cfphysics.com/>



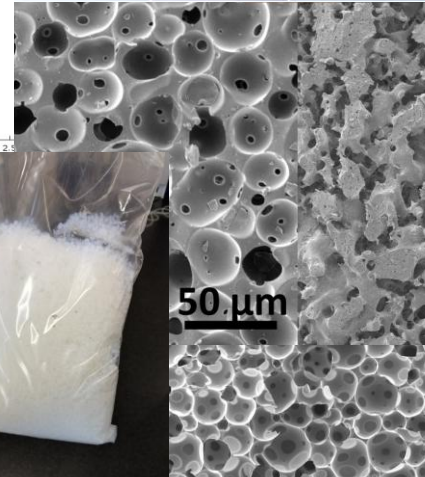
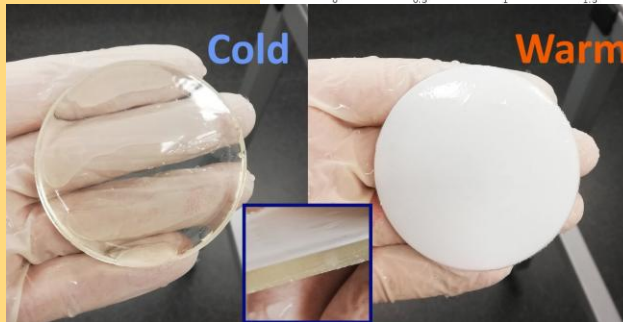
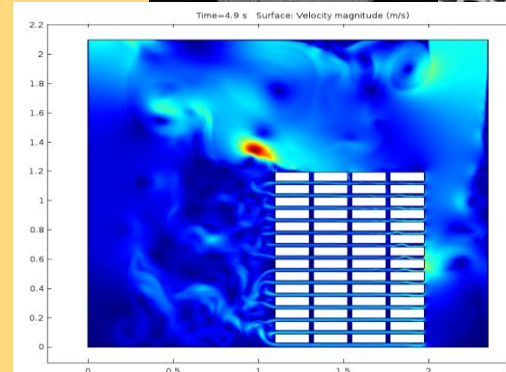
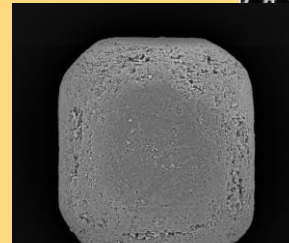
3. Uudsed materjalid ja nende karakteriseerine

Oksiidid, nanoosakesed, vahud, biopolümeerid, nanotselluloos, liimid...

siim.pikker@ut.ee & martin.timusk@ut.ee

4. Inseneritehnilised lahendused (konstruktsioonid, seadmete erilahendused) runno.lohmusk@ut.ee

Ettevõtluskoostööprojektide kogemus!



PUUSTER

Vähekasutatud puidu ja puitmaterjali
väärimise meetodite arendamine ehituses

*Co-funded by the European Union and the Estonian Research Council
Tem-TA80*



Puuster Eestile

- tõhustab Eesti ettevõtluskeskkonda, meelitab ligi välisinvesteeringuid ning soodustab kõrgema lisandväärtusega toodete ja teenuste eksporti.
- kiirendab metsamajandamisega seotud poliitikate ja eeskirjade väljatöötamist.
- toetab Euroopa rohelise kokkuleppe, Eesti 2035 ja teiste süsiniku jalajälje vähendamise eesmärkidega strateegikavade täitmist
- teaduspõhise tööjõu ja kompetentsi arendamine metsa- ja puidutöötlemissektoritele

I uurimisteema

Väheväärtusliku ja -kasutatud puidu mehaaniline väärdamine

Puuster teadusele

- pakub viisid puidu kaskaadkasutamiseks
- annab aluse puidukeemia ja materjaliteaduse innovatsioonile
- teostab puidupõhiste konstruktsioonide innovatsiooni
- uurib ja arendab vähekasutatud ja -väärtuslikust puidust kombineeritud uusi materjale
- uurib ja arendab uusi jäägivabasid ehitussüsteeme, mis on loodud eesmärgiga tasakaalustada standardiseerimist ja rätseplahendusi

II uurimisteema

Tööstusjääkide ja lammutusjäätmete ringlusesse võtmine

Puuster ühiskonnale

- väärtustab puidu kasutamist ehituses
- suurendab avalikkuse teadmisi puitehitistest
- näidab, kuidas leevendada kliimamuutusi puittoodete/ehitusega
- pakub meetodeid, mis vähendavad jääkide ja prügi teket
- arendab linna- ja maaelu, alates säästvast metsandusest kuni puidutöötlemiseni

Linnast

III uurimisteema

Digilahendused kestlikuks projekteerimiseks, tootmiseks ja ehituseks

Tööstusest

Puuster tööstusele

- loob dünaamilise ökosüsteemi, kus uurimistulemused muutuvad praktilisteks tööstuslikeks rakendusteks.
- arendab uuenduslikku ja teadmisepõhist tootmist
- näitlikustab uusi säästva ehituse seadusi ja ehitusstandardeid
- võimestab kestlikke ehitusmeetodeid ja puidutööstuse jätkusuutlikust
- arendab konstruktsiooni hübriidlahendusi ja tulekindlust
- suurendab puitehitiste vastupidavust ja pikaajalisust

2024-2028

PUUSTER

Teadusprojekti juht: **Dr. Alar Just** (Taltech)
CEO: **Anna Tommingas** (EKA)

Partnerid ja põhitäitjad:
Dr. Siim Pikker
University of Tartu
Institute of Physics

Dr. Triinu Poltimäe
TalTech
Lab of Wood Technology

Dr. Eero Tuhkanen
TalTech
Structural Engineering

Dr. Sille Pihlak
EKA
Timber Architecture Research Center PAKK



EKA

TAL
TECH



TARTU
ÜLIKOO

Senior staff

PUUSTER

EKA



Sille Pihlak, PhD
Researcher
Timber Architecture
Research Center PAKK



Siim Tuksam, PhD
Researcher
Timber Architecture
Research Center PAKK



Renee Puusepp, PhD
Senior researcher
Timber Architecture
Research Center PAKK



Anna Tommingas
CEO at PUUSTER
Timber Architecture
Research Center PAKK

TAL TECH



Alar Just, PhD
Head of Research at PUUSTER
Professor on Structural Engineering
Structural Engineering research
group

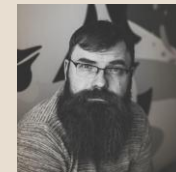


Eero Tuhkanen, PhD
Senior Lecturer
Structural Engineering
research group



Triinu Poltimäe, PhD
Senior Lecturer
Laboratory of Wood
Technology

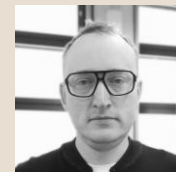
TARTU ÜLIKOO



Siim Pikker, PhD
Head of the Lab, Associate
Professor of Micro- and
Nanooptics



Rünno Lõhmus, PhD
Associate Professor in
Materials Science



Martin Timusk, PhD
Associate Professor in
Materials Science

- + 3 PUUSTER original PhD candidates
- + 7 other researchers, PhD candidates involved

EKA

TAL TECH

TARTU ÜLIKOO

Tööstuspartnerid

PUUSTER

ARCWOOD
by Peetri Püt

TOFTAN
SAWMILL

AS Liimpuit

COMBIMILL

ESTPLI

THERMORY
LEAVE A LASTING IMPACT

AATOMIK

**Woodhouse
Estonia**

EMPL
Eesti Metsa- ja
Puidutööstuse Liit

RMK

MYCEEN



Seminarid tööstuspartneritega

5.09.24 PUUSTER avaseminar seminar Taltechis

14.11.25 PUUSTER workshop Tartu Ülikooli füüsika instituudis

EKA

**TAL
TECH**

**TARTU
ÜLIKOO**

RISE



ETH zürich



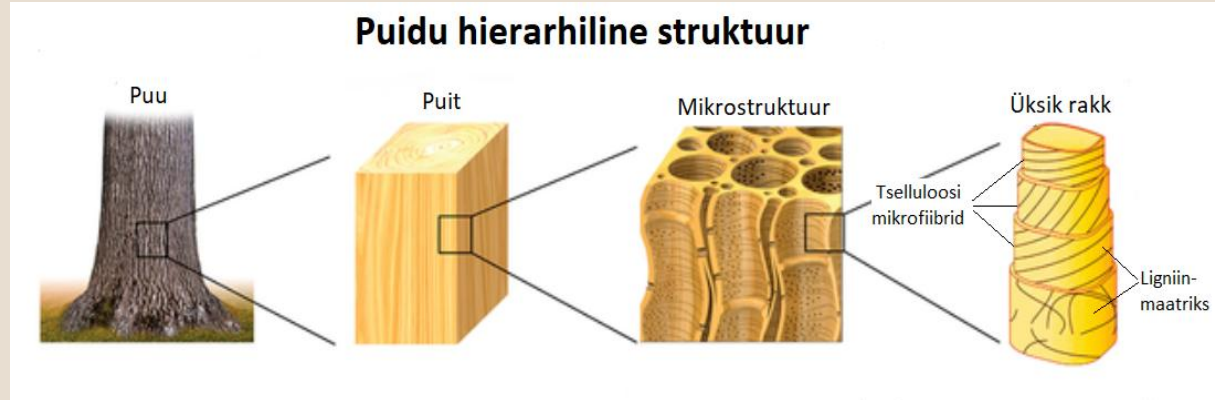
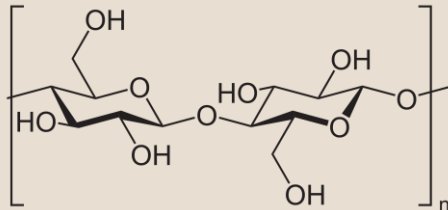
EKA

TAL
TECH

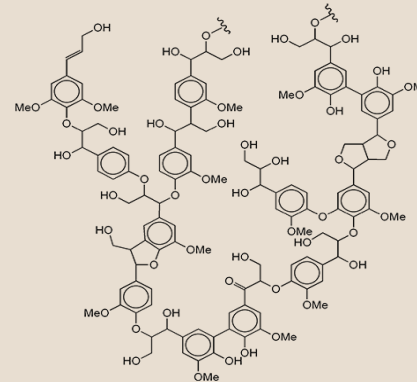
TARTU
ÜLIKOO

Puidu mikrostruktuur

- Kolm puidu põhikomponenti: **tselluloos, ligniin ja hemitselluloos**
- Tselluloosi mikrofiibrid on rakukihtides erinevate orientatsioonidega



Wood's hierarchical structure and compositions. a) Hierarchical... | Download Scientific Diagram



Esmasjäägid: Metsaraie kõrvalsaadused

PUUSTER

Metsaraie jäägid (raiejäätmed): Oksad, ladvad, kännud, juured ning koor moodustavad kokku **20–30%** puu kogubiomassist.

Tekkekohad: Lageraied, harvendusraied ning hooldustööd metsamajanduses.

Hetkekasutus: Peamiselt energeetiline väärimine (hakkepuut), teatud määral biosüsi (biochar) või mulda toitaineteks jätmine.

Potentsiaal: Tselluloosi/hemitselluloosi ja ekstraktiivainete isoleerimine enne põletamist.



Branches



Bark



Treetops



Sapwood



Root Cutting



Thinning Small
-Diameter Timber

Teised ja kolmandad jäägid

Saetööstus, keemilise väärindamise ja ehitus/lammuts jäägid

Ümarmaterjali saagimisel saetööstuses muutub umbes 40–50% palgist kõrvalsaadusteks:

- Saepuru: ~12% ümarmassi mahust
- Pinnad, klotsid, laastud: ~34%
- Puukoor: ~10–12%
- Hõövlilaastud: ~6%

Tselluloosi- ja paberi- ning ehitustööstuse sekundaarsed biomassi vood:

- Must leelis & ligniin: Tselluloosi tootmise kõrvalsaadus (ca 25–30% puidu kuivmassist).
- Lammutuspuut (CDWW): Post-consumer ehitus- ja pakendijäätmed (puidust alused, lammutustalad).

PUUSTER





Logistika ja tihedus

Raiejäätmete hajutatud asukohad metsas, suur maht ja madal tihedus tõstavad transpordikulusid ning süsinikujalajälge.



Saastus ja niiskus

Lammutuspuidu liimid, värvid ja raiejäätmete pinnaseosakesed kahjustavad seadmeid ja takistavad keemilist väärindamist.

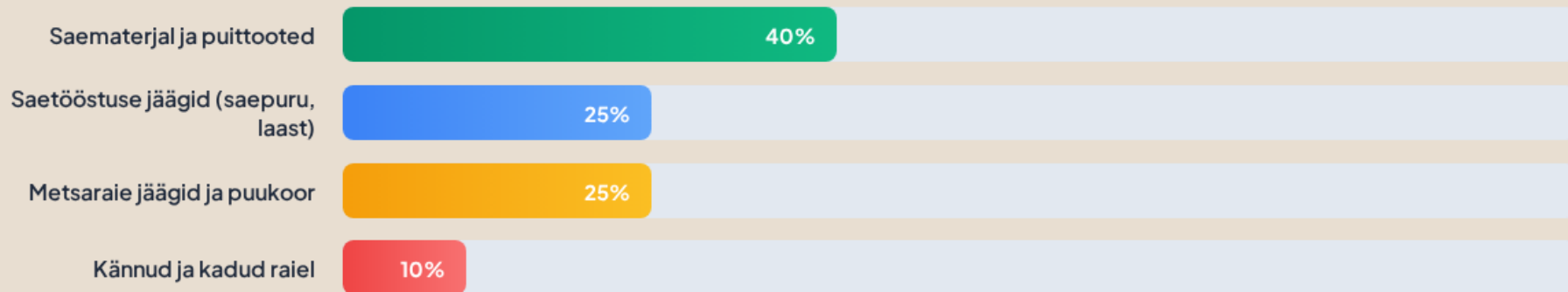


Mullatervis & elurikkus

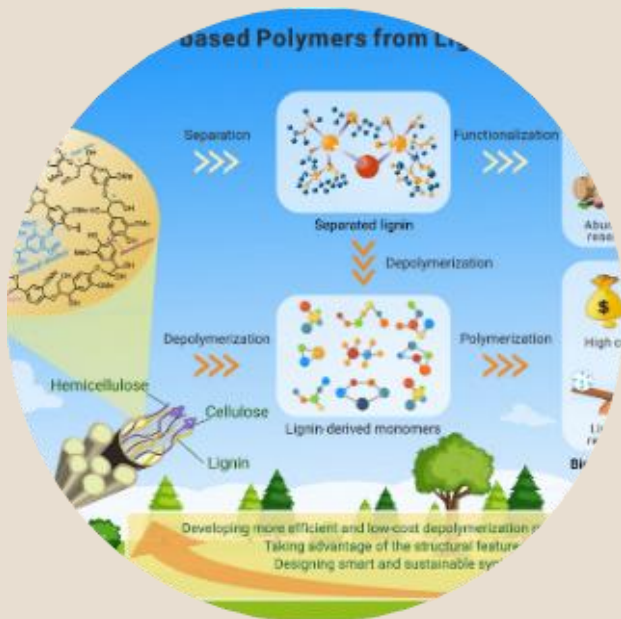
Kändude ja okste liigne eemaldamine võib vaesestada metsamulla toitainete sisaldust ning vähendada orgaanilist süsinikku.

Puidubiomassi jaotus väärtusahelas

PUUSTER



Uuringud näitavad, et vaid ~40% metsast ülestöötatud biomassist jõuab pikaajalistesse puittoodetesse. Ülejäänud 60% moodustavad teisesed ja esmased kõrvalsaadused, mille ringkasutuse potentsiaal on tohutu.



Kõrge lisandväärtusega biokeemia

Ligniini moodustab 20–30% puidu kuivmassist. Traditsiooniliselt on seda tselluloositehastes põletatud energiaks, kuid kaasaegne biorafineerimine eraldab ligniini väärtuslikeks aineteks:

- **Biovaigud ja liimid:** Toksiliste fenool- formaldehüüdliimide asendamine puitplaatides.
- **Süntetilised kütused**
- **Ligniini baasil PUR vahud**
- **Aromaatsed ühendid:** Bio-vanilliin, süsinikkiud ja akuelektroodid.
- **Nanotselluloos:** Tugevdusmaterjal bioplastides ja meditsiinis.

1. Täispuut tooted

Ehitus ja mööbel. Süsiniku pikaajaline sidumine (kuni 100+ aastat).

2. Materjali taaskasutus

Puitlaastplaadid (MDF, OSB), paberi ja tselluloosikiudude tootmine.

3. Biorafineerimine

Ligniini, hemitselluloosi, bioplasti ja kemikaalide ekstraheerimine.

4. Bioenergia & Biosüsi

Põletamine või pürolüüs elutsükli lõpus, asendades fossiilkütuseid.

Väärindamistehnoloogiate võrdlus

PUUSTER

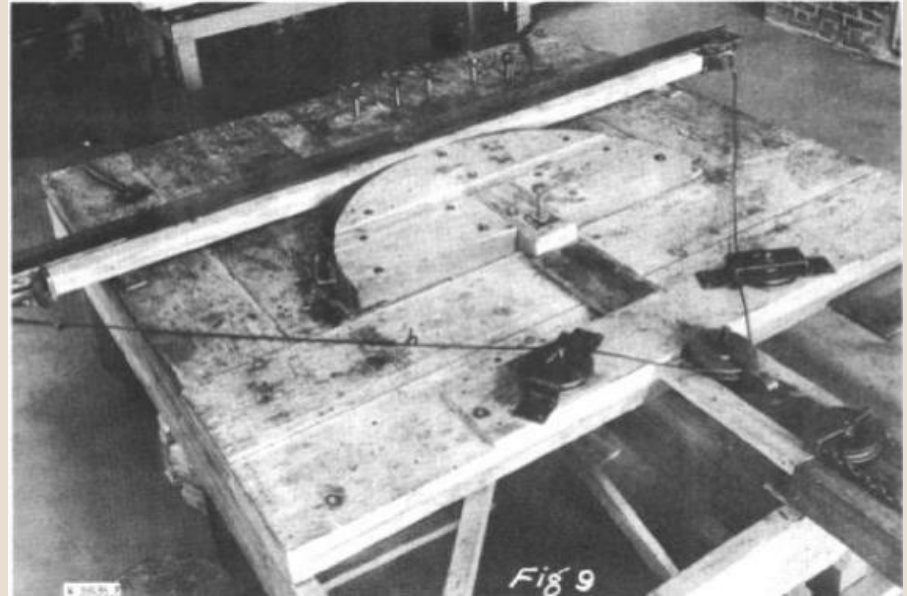
Tehnoloogia / Suund	Lõpptoode	Lisandväärtus	Tehnoloogia valmidus (TRL)
Otsepõletus / Graanulid	Soojus, elekter, pelletid	Madal	TRL 9 (Küpne)
Puit- ja kiudplaadid (MDF/OSB)	Ehitus- ja mööbliplaadid	Keskmine	TRL 9 (Küpne)
Ligniini biorafineerimine	Biovaigud, polümeerid, liimid	Kõrge	TRL 6–8 (Tööstuslik katse)
Nanotselluloos & Bioplast	Komposiidid, pakendid, elektroonika	Väga kõrge	TRL 5–7 (Arendusjärg)
Aeglane pürolüüs (Biochar)	Biosüsi, mulla parandaja, süsinikukrediit	Kõrge	TRL 8–9 (Tööstuslik)

Killuke ajalugu - puidu töötlemine veeauru ja kuumusega

- Eelkäija puidu töötlemisele selle mikrostruktuuri mõjutamisega
- Kuumus ja veeaur muudavad ligniini ja tselluloosi plastsemaks
- Seetõttu saadi väänata puitu ilma purunemiseta



<https://theshed.nz/how-to-steam-bend-wood/>

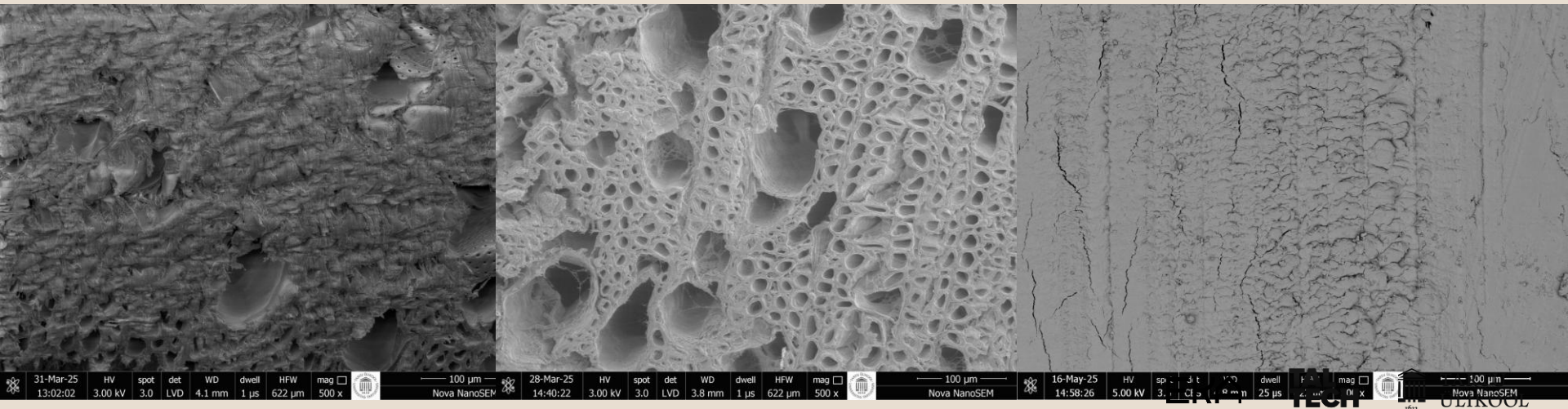
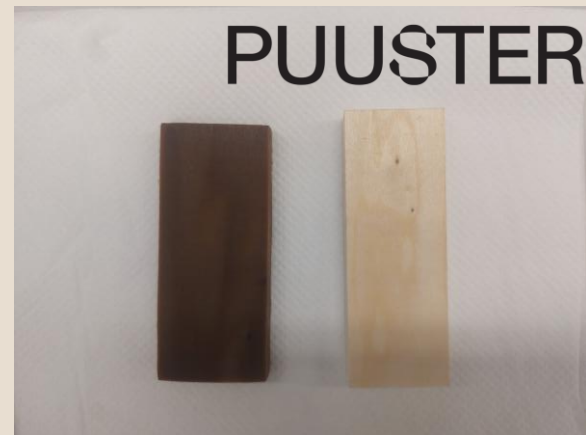


Aparaat niisutatud ja kuumutatud puidu painutamiseks
Foto: Forest Products Laboratory, Madison, WI

Tihendatud puit

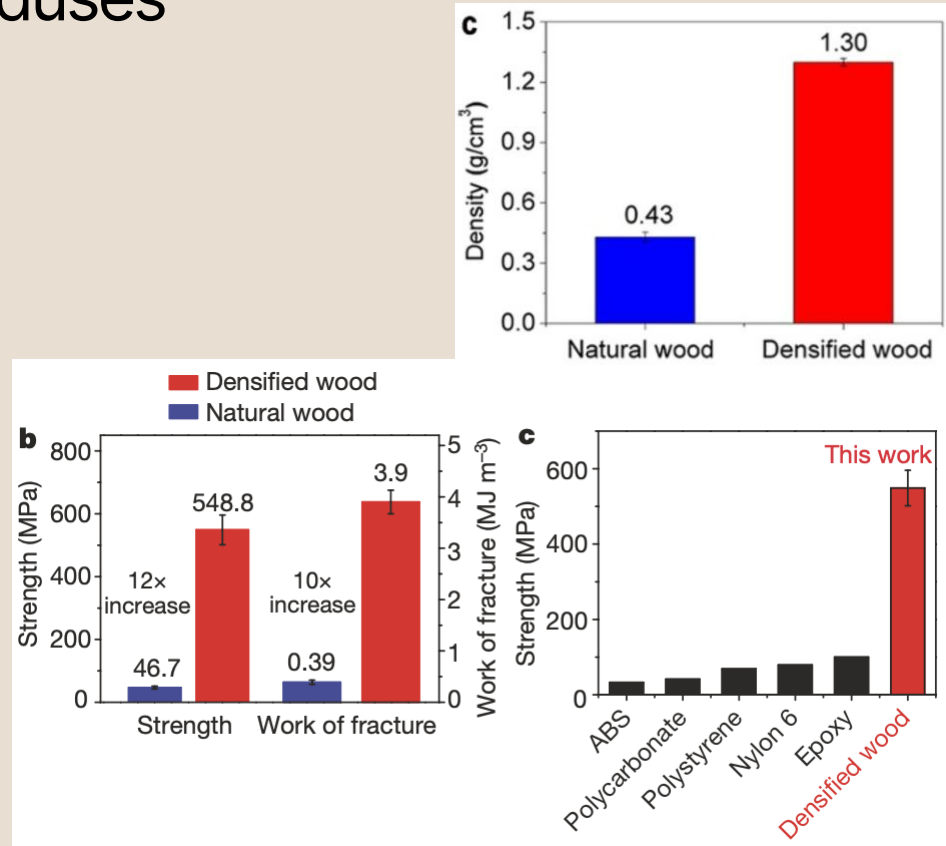
- Puidu osaline ligniini eemaldus
- Puidu kokku surumine ca $\frac{1}{5}$ algsest paksuses

SEM pildid erinevate protsessi etapidest



Metoodika tulemused kirjanduses

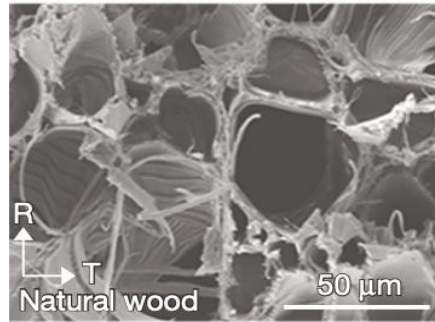
- Ligniini osaline eemaldamine keemilise tötlusega aluselises keskkonnas & mehaaniline kuumpressimine 100+ kraadi juures
- Vesiniksidemete moodustumine tselluloosi nanofiibrite vahel
- Saavutati eritugevus, mis konkureerib nt struktuursete metallisulamitega



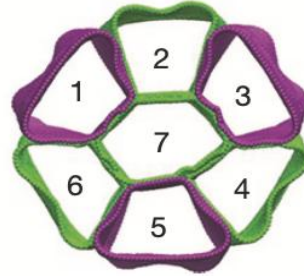
Ligniini eemaldamise ja pressimise mõju puidu mikrostruktuurile

PUUSTER

d

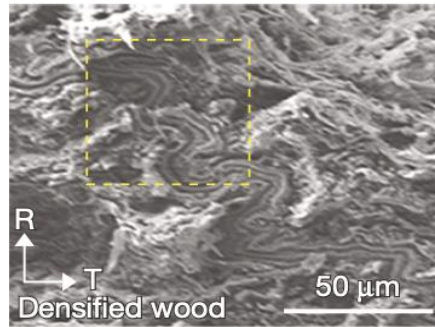


f



Natural wood with open channels

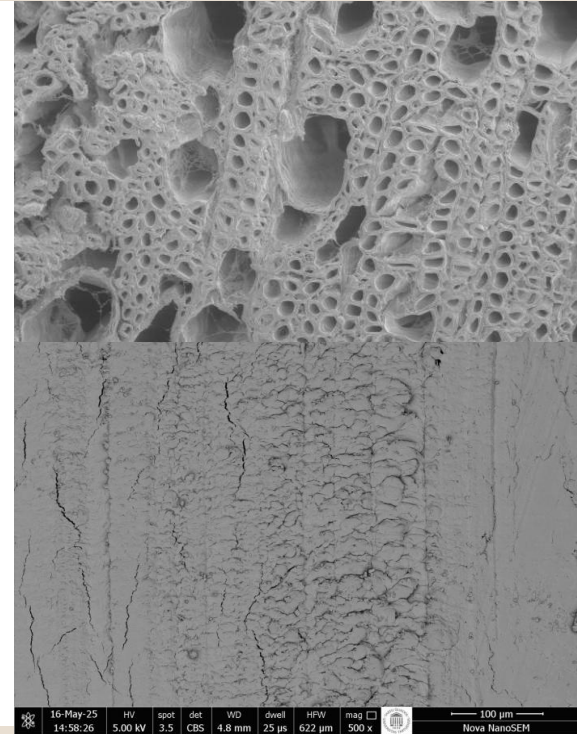
e



g



Densified wood with fully collapsed channels



<https://www.nature.com/articles/nature25476>

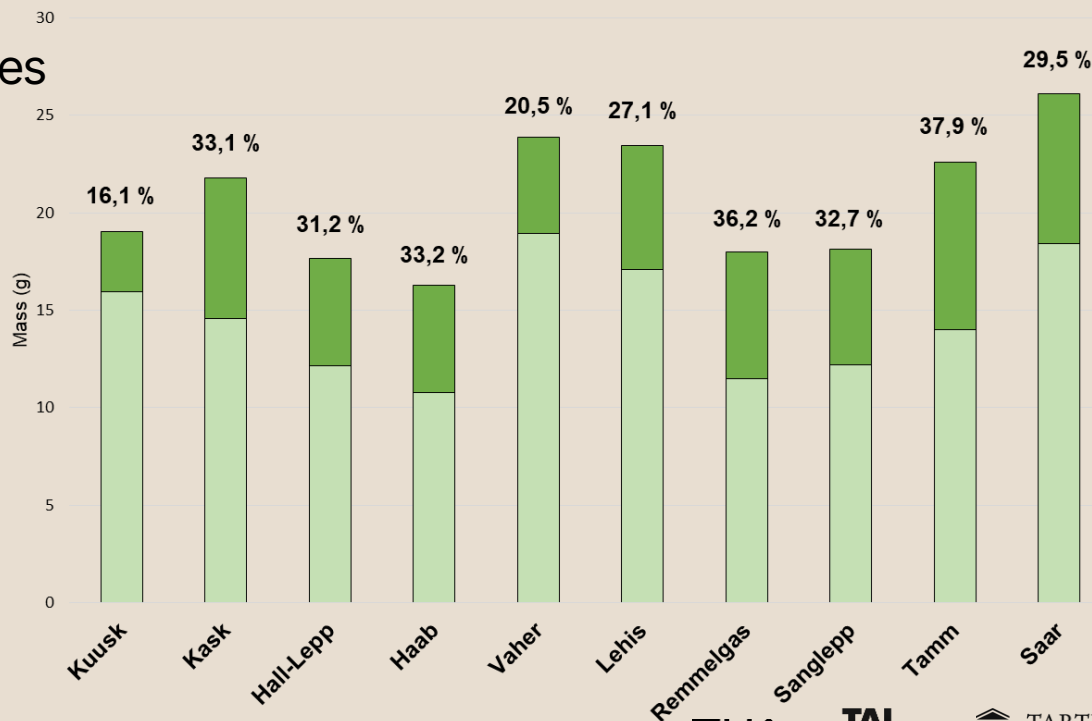
Puidu massikadu ligniini osalise eemaldamise protsessis

- Massikadu varieerub eri liikidel sama meetoodika juures



Ligniini eemaldamine lehisest

Puiduliikide massikaotused ligniini väljapesul

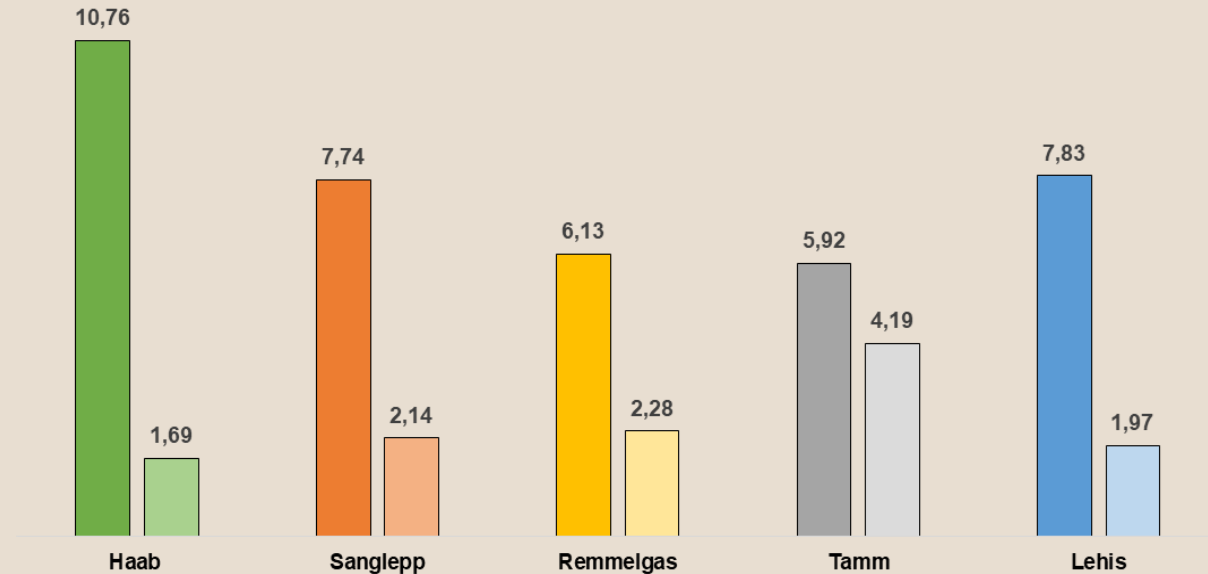


Tihendatud puidu kõvaduse mõõtmine

- Ligniini osaline eemaldamine → puidu kokkupressimine
- Maksimaalne rõhk pressimisel: 30 Mpa ehk 3000 t/m²



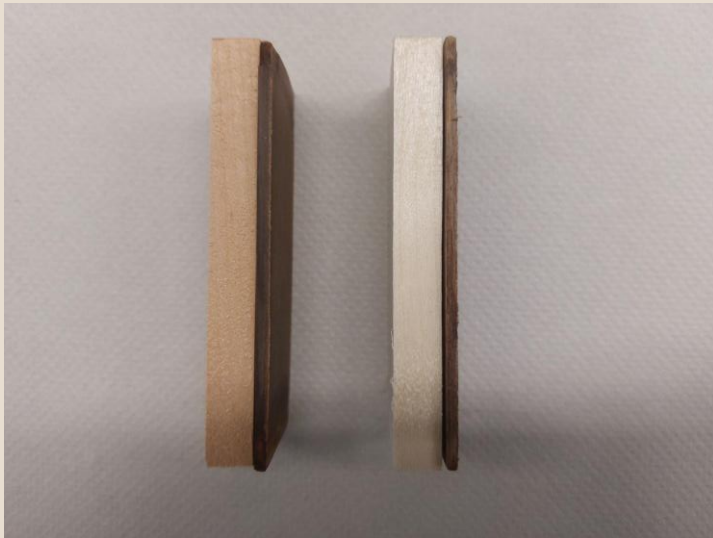
Puidu Brinelli kõvadused (kgf/mm²)



Vasakpoolsed tulbad on näitavad tihendatud puitu ja parempoolsed algset.

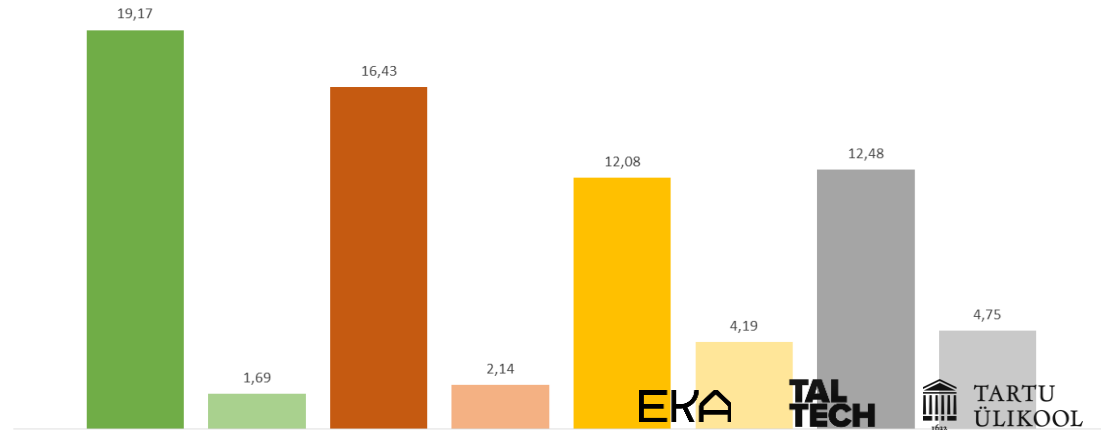
Tihendatud puit

- **Max 11.3 x** kõvaduse kasv
- Siin ca 50 MPa



Brinell hardness of wood (kgf/mm²)

■ Aspen (densified) ■ Aspen (natural) ■ Black alder (densified) ■ Black alder (natural)
■ Oak (densified) ■ Oak (natural) ■ Common ash (densified) ■ Common ash (natural)



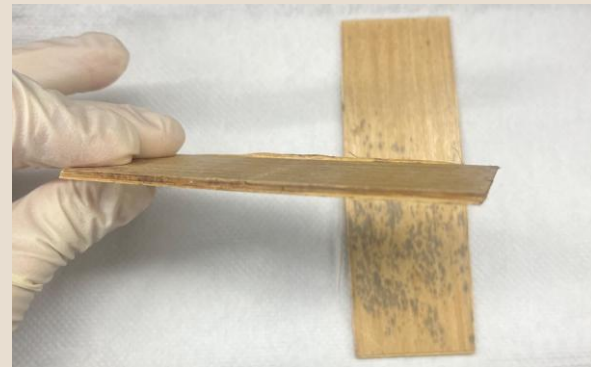
Tihendatud puitmaterjal spoonist

- Nanotselluloos kui sideaine hakkepuidu pressimisel
- Spooni paigutus piki vs risti kihtidena
- Katsekehade valmistamine tõmbekatseks, et kihtide nakketugevust määrata



Ristuvad kihid ei nakkunud valitud sihtpaksusel.

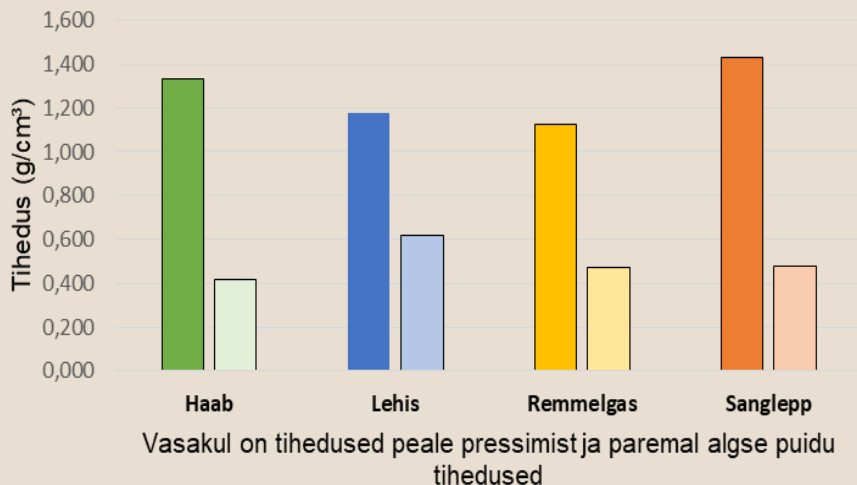
PUUSTER



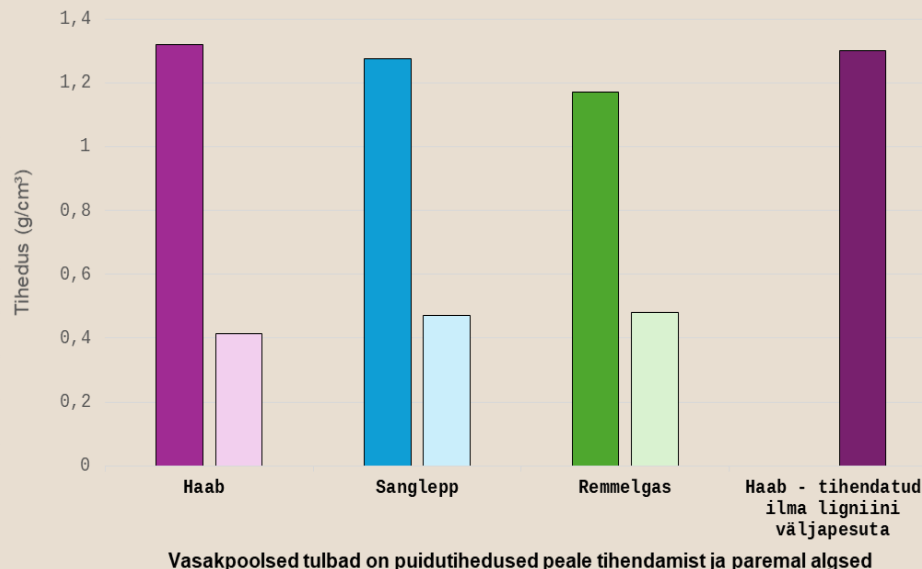
5 spoonikihti pikikiudu kokku pressitud. Sihtpaksus u 2x väiksem kihtide algsest summaarsest paksusest.

Monoliitse ja lamineeritud puidu tihedused enne ja pärast töötlust

Monoliitse puidu tiheduse muutus



Puidu spoonide tihedused enne ja pärast tihendamist

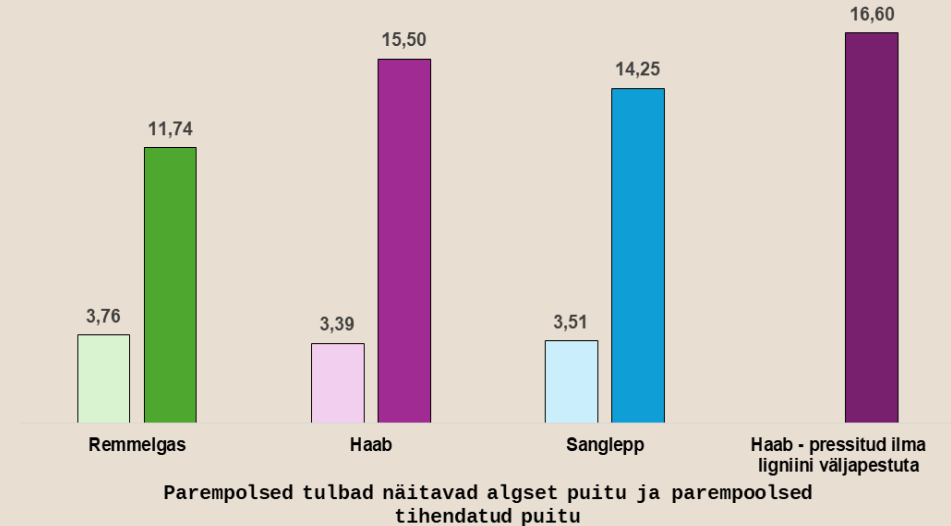


Monoliitse puidu tihedus tõusis **2-3x**

Tihendatud ja lamineeritud materjali kõvadus

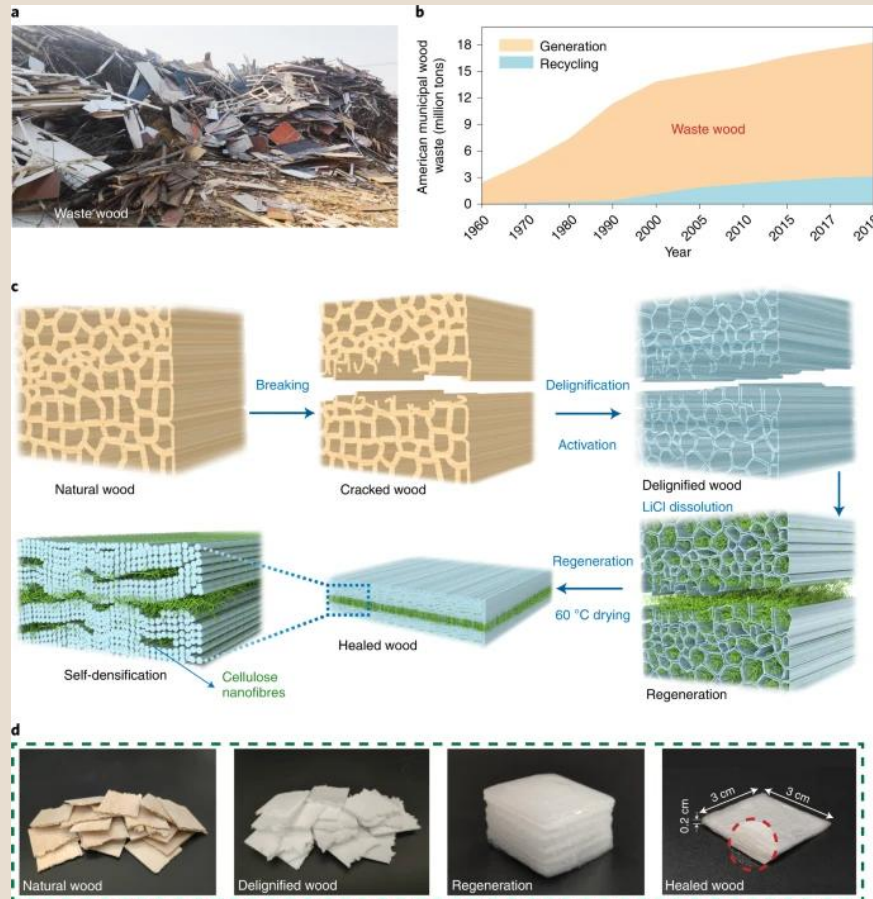
- Mida madalama tihedusega toormaterjal, seda suurem kõvadus saavutati töötlemise järgselt
- Huvitav tulemus: suur kõvadus haava pressimisel ilma ligniini osalise eemaldamiseta
 - samas ei saavutatud sama õhukest kihti
 - edaspidi: niiskuseimavuse testid jm mehaanilised testid
 - ligniini eemaldamisega puidu pressimine veel madalamale sihtpaksusele
 - kontrollkatsed tihedamate puiduliikidega

Puidu spoonide kõvadus enne ja pärast tihendamist (kgf/mm²)



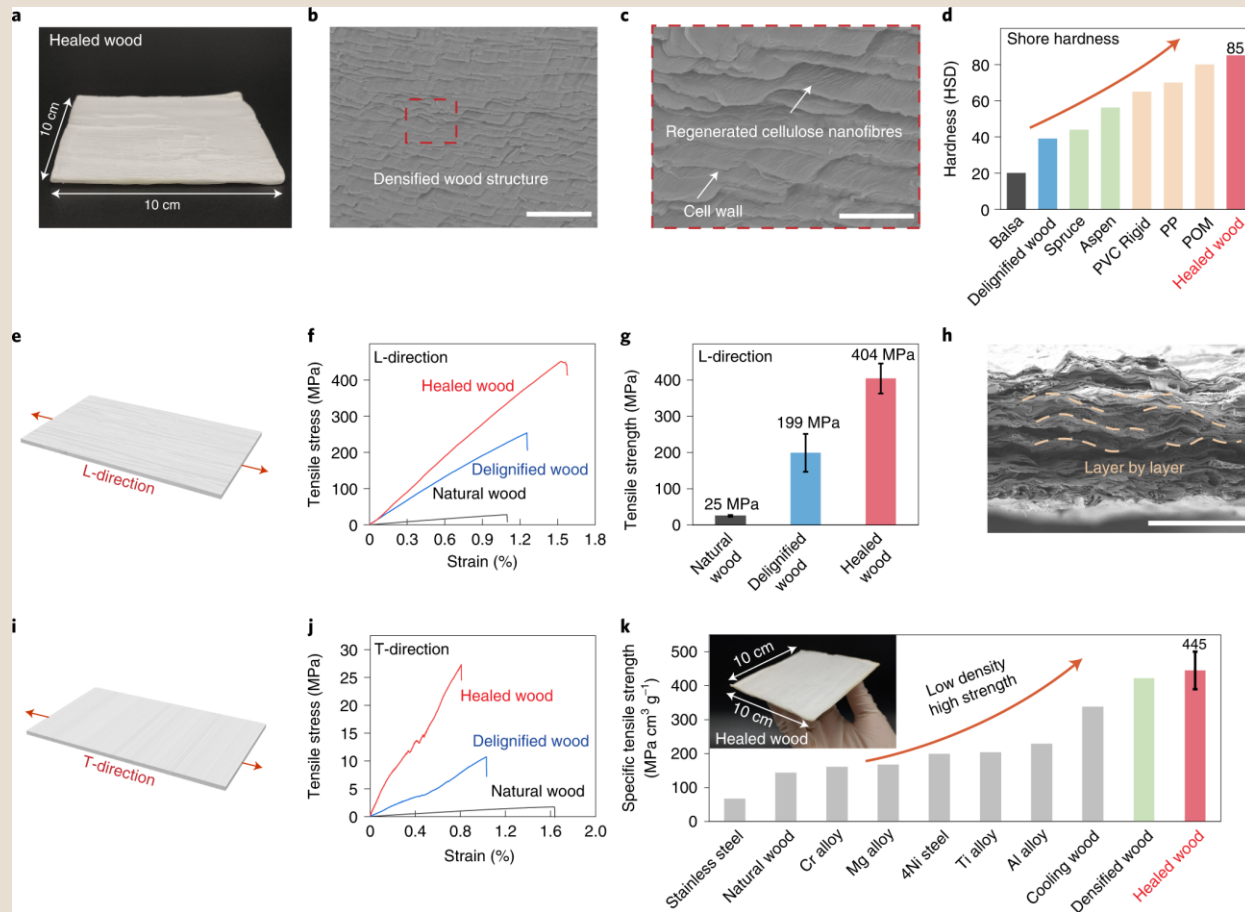
Nanotselluloosiga "parandatud puit"

PUUSTER



Nanotselluloosiga "parandatud puit"

PUUSTER



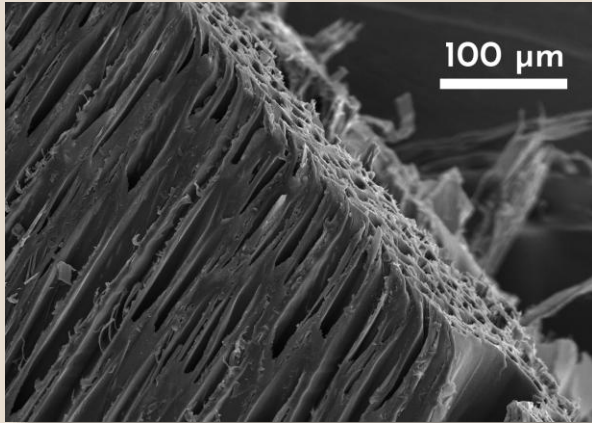
<https://www.nature.com/articles/nature25476>

EKA

TAL
TECH



TARTU
ÜLIKOO



Uued puidu pinnatöötlusmeetodid

- Hüdrofoobsus
- Kulumiskindlus
- UV-kindlus
- Parem tulekindlus
- Seenevastased omadused

PUUSTER

1. Atsetüleerimine

Suurendab vastupidavust, mõõtmete stabiilsust ja mädanemiskindlust



<https://www.accoya.com/>

2. Hüdrofoobne immutus / silaansiloksaan

Vetthülgav, vähendab paisumist, parandab ilmastikukindlust

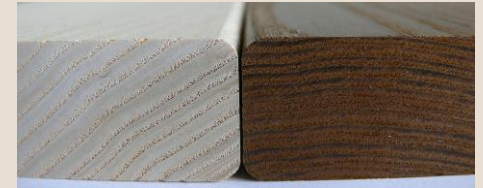


<https://rainguardpro.com/>



3. Termotöötlus

Vähendab hügroskoopsust ja parandab lagunemiskindlust. Kemikaalivaba.



https://en.wikipedia.org/wiki/Thermally_modified_wood

4. Tuleaeglustid / intumesentsed pinnakatted puidule

Pindmised või pinnakihi töötused, mis aeglustavad leegi levikut



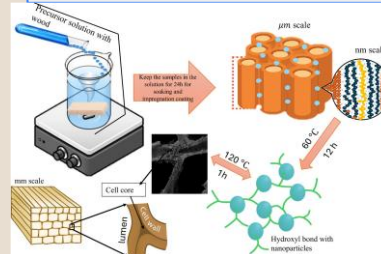
Mechanisms:

- Endothermic cooling - **metal hydroxides, borates**
- Char formation (intumescence) - **acid-carbon-gas system**
- Char reinforcement - **inorganics and nanomaterials**
- Film formation - **organic/inorganic polymer matrix**

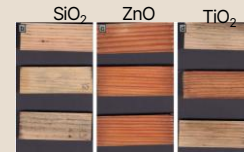
<https://www.rawlinspaints.com/>

5. Sool-geel hübriidkatted

Multifunktsionaalsed: hüdrofoobsus + UV-kaitse + võimalik tule- ja seenekindlus (SiO_2 , ZnO , TiO_2)



Paul et al. 2025



<https://doi.org/10.1007/s10853-025-11247-0>

6. Surveimmutus säilitusainetega

Pikaajaline kaitse mädaniku, seente ja putukate vastu



<https://www.tdca.org.uk/timber-decking/timber-preservation/>

Mõned olemasolevad lahendused



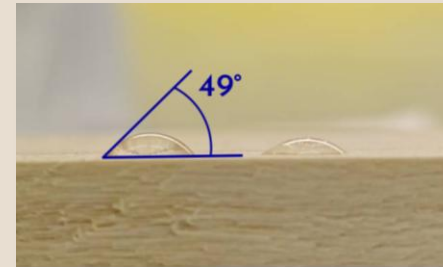
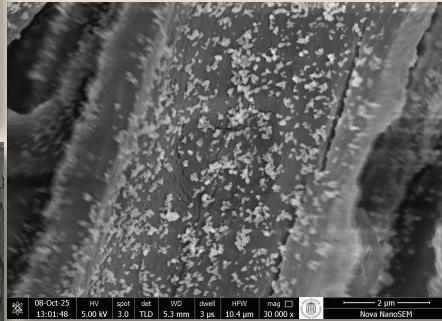
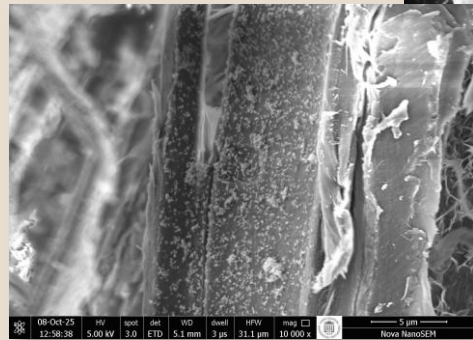
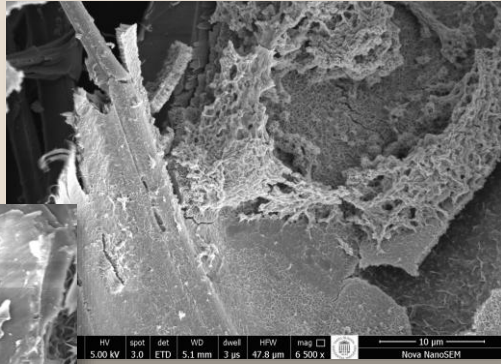
Mida me paremini teeme, kui kirjanduses teadaolevad meetodid SiO_2 , ZnO , TiO_2 jm. oksiidkatete valmistamiseks?



- Visuaalne kvaliteet
- Hübriidne SiO_2 – orgaaniliselt modifitseeritud ja parem hüdrofoobsus
- Paremad adhesioon ja sügavam töötlus
- Ühtlased katted
- Tehnoloogiselt lihtsam ja kommertspotentsiaaliga
- Uudne meetod TiO_2 jaoks
- Paremad omadused

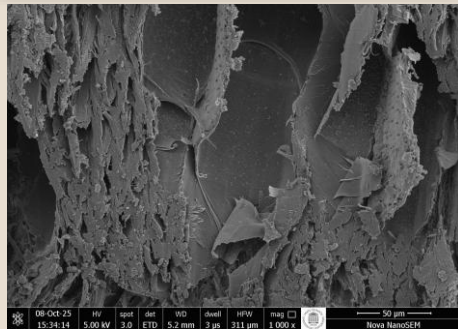
ZnO mikro- ja nanoosakeste süntees pinnal ja sügaval puidu poorides

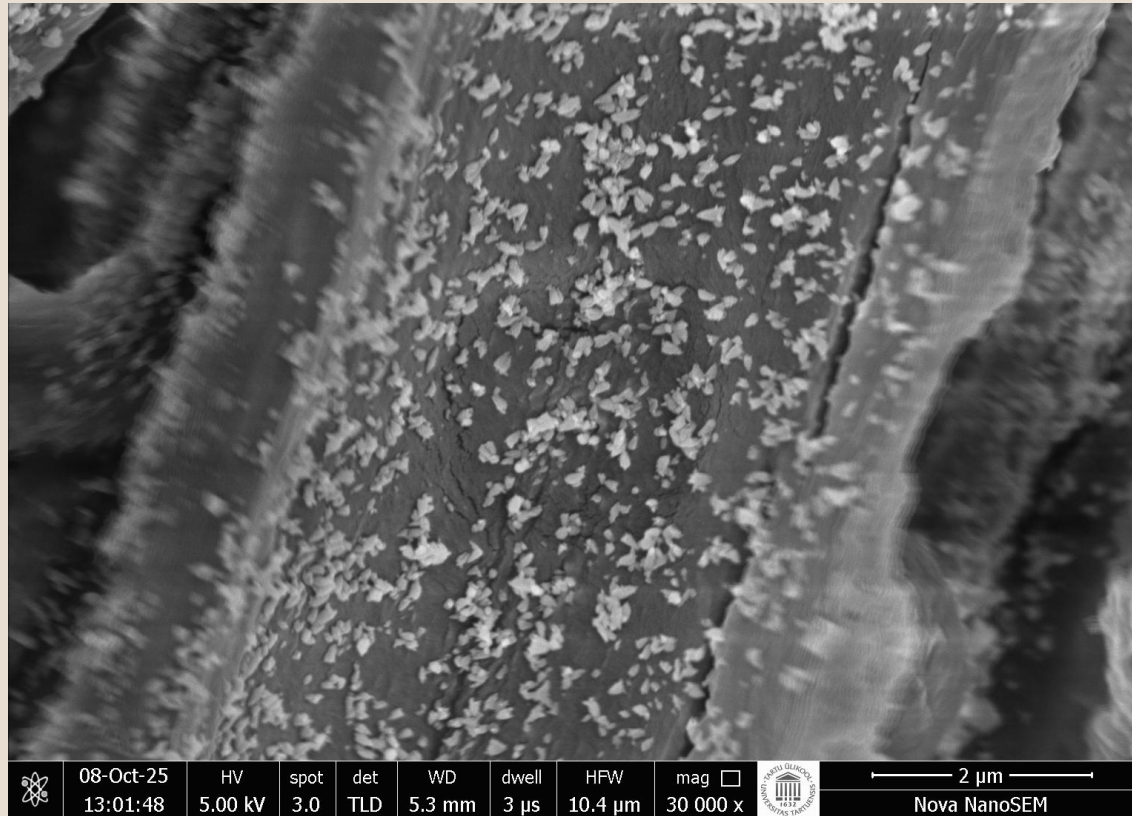
PUUSTER



ZnO puidu poorides

- Vee kontaktnurk 49° - pind on hüdrofiilne
- Aeglane veeimavus
- Veeimavus ei ole probleem, kui seemed ei kasva



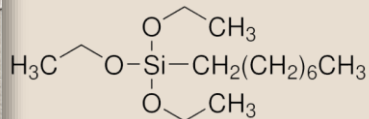
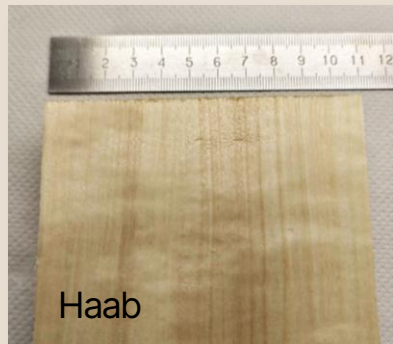


ZnO puidu poorides

Puidu pinna katmine hüdrofoobse ränioksiidiga

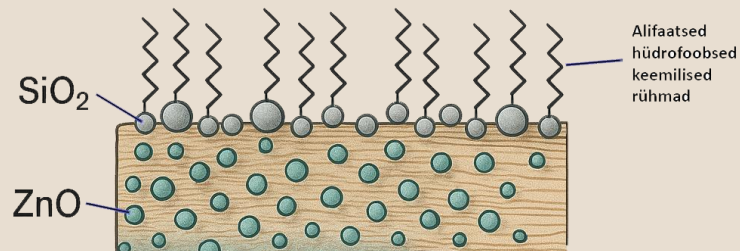
PUUSTER

1. Sool-geel meetodil pinna katmine keemiliselt funktsionaliseeritud **ränioksiidiga**:



- Aeglane veeimavus

2. **ZnO** ja hüdrofoobne **ränioksiid koos**:



Töödeldud puidu pinna skemaatiline ristlõige

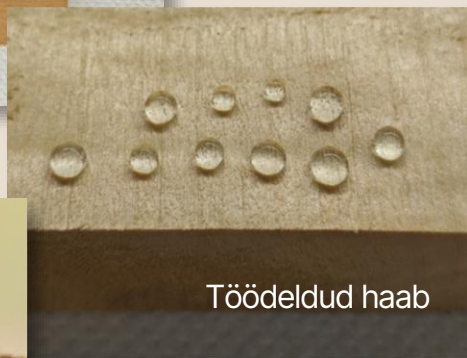
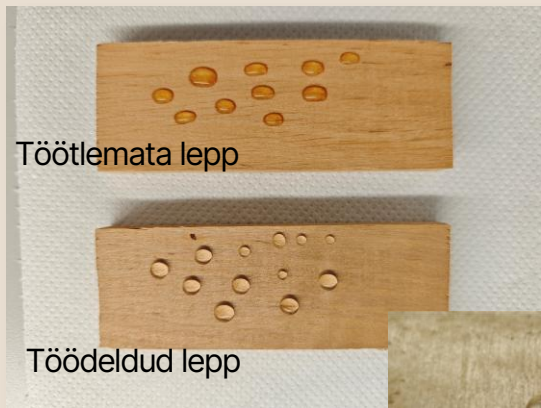
Vee kontaktnurk 124°



- Pinnal olev veetilk ei imendu ka kuue päevaga (kinnine anum)

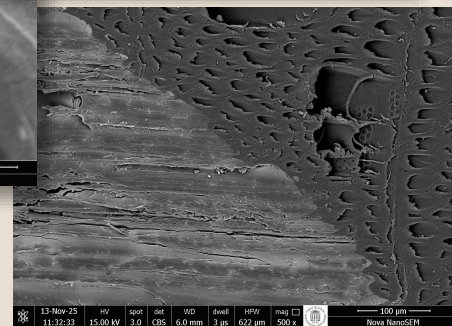
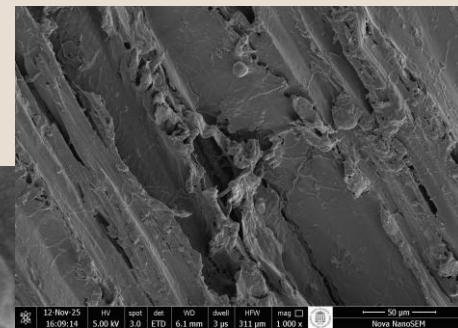
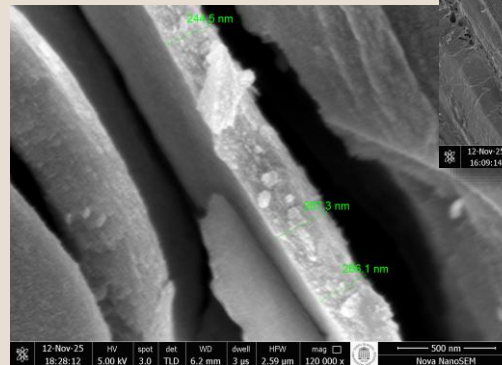
Puidu pinna katmine titaanoksiidiga

PUUSTER

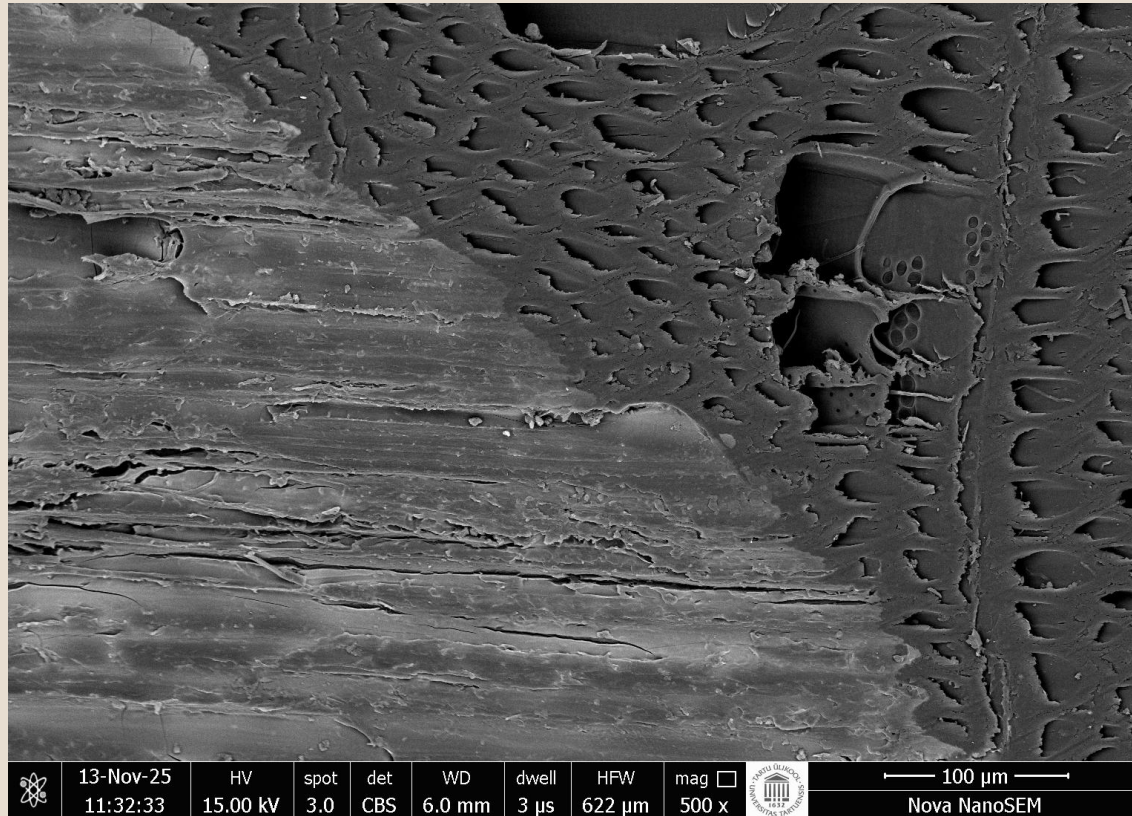


Vee kontaktnurk 132°

TiO₂ puidu pinnal



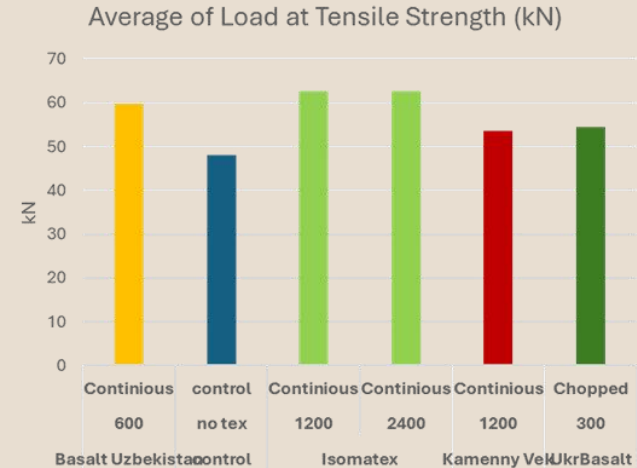
- Olematu veeimavus
- Tugev adhesioon
- Ühtlane oksiidikiht, sh. pindmiste pooride sees
- Võimalik valmistada erineva paksusega
- Parema tulekindluse
- Visuaalselt nähtamatu
- Potentsiaalselt isepuhastuv



TiO_2 puidu pinnal

Erinevate TEX väärtuste ja basaltkiu tootjate mõju vineerikomposiidi omadustele paigutatuna eri kihtidesse

Lamineerimisskeemid painde- ja tõmbekatse jaoks



Väga kriitiline on basaltfiibri katte sobivus kasutatava liimiga;

Suurem TEX väärtus annab paremad tulemused;

Joondatud fiibrid annavad parema efekti võrreldes tükeldatutega;

Tükeldatud basaltkiudude korral on keeruline tagada fiibrite omavahelist liimliidet.

PUUSTER



Täname!

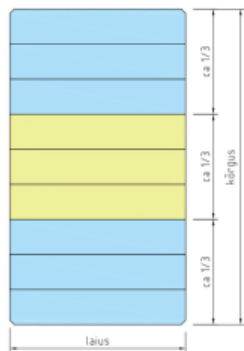


Use of production residues in glulam

PUUSTER



LIIMPUIDU RISTLÕIGE

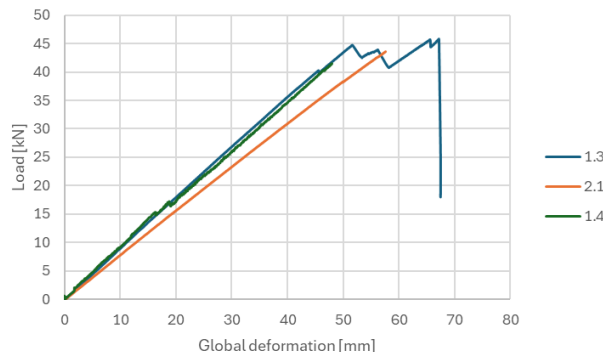


konstruktiivne sõrmjätatud lamell

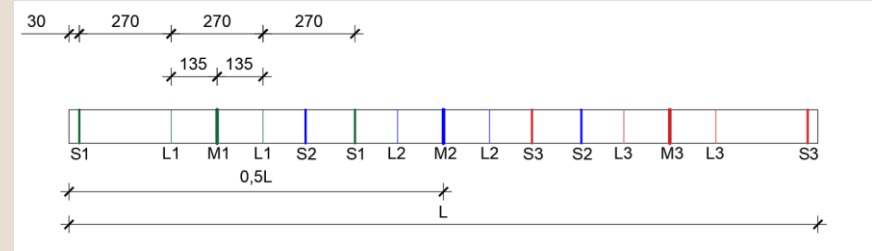
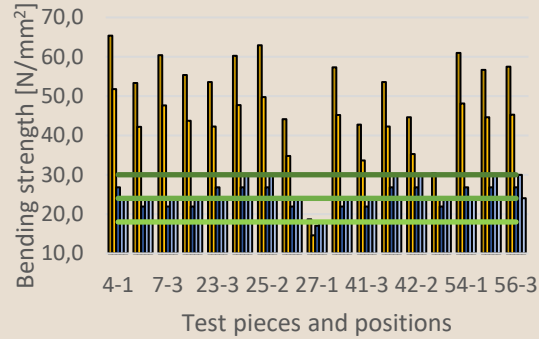
komponendi sõrmjätatud lamell

Võimalik lahendus.

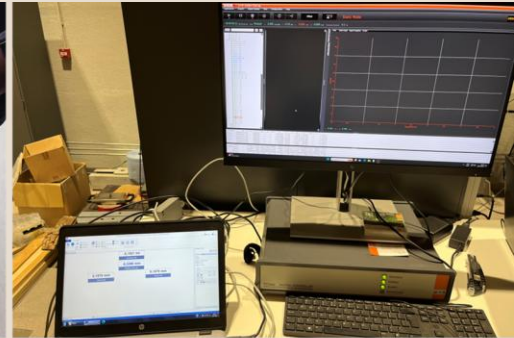
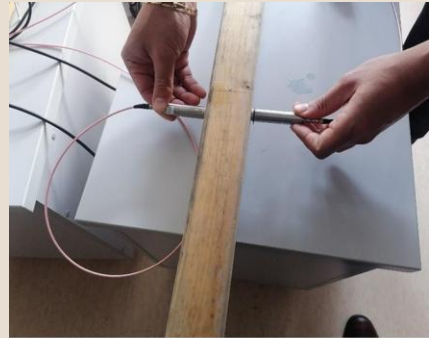
- Liimida klotsid omavahel lamelliiks, kasutades komponentitööstuste sõrmjätkamise tehnoloogiat.
- Kasutada tekkinud lamelle liimpuidu keskmises kolmandikus, kus talas tekkivad pinged on tunduvalt väiksemad võrreldes äärmiste kihtidega (vt joonist allpool). Oma olemuselt nagu I-tala!



Reclaimed Structural timber



Maarja Kauniste Francisco Tienda



Mechanical properties of wood before and after thermal treatment

PUUSTER

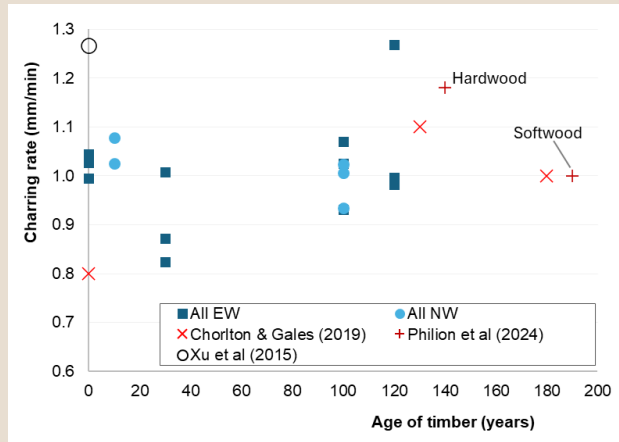
- Softwood from Estonia
- Assessment of properties before and after thermal treatment
- Charring properties before and after thermal treatment
- Sup: Maarja Kauniste
- MSc student Kaur Mihkel Kask



Charring of aged timber

PUUSTER

- Softwood with different ages (1-100 years)
- Estonia and Norway
- Fire tests – TalTech
- Sup: Johanna Liblik
- MSc student: Maria Pernits



Fire spread on wooden facades

PUUSTER

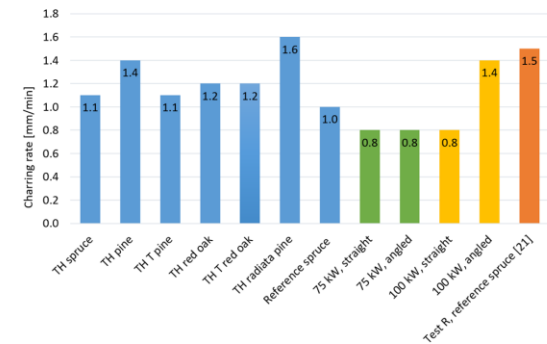
- Palonot fire impregnation
- Termowood
- Ignatability and charring before and after aging
- Aging – University of Tartu
- Fire tests – TalTech
- Sup: Alar Just
- MSc student Michell Birk (2024)
- MSC student Robert Saun (2025)



ANALÜÜS JA KOKKUVÕTE

Heat load:

50 kW/m², 8 min
75 kW fire, 7 min
100 kW fire, 7 min
2000 kW fire, 9:54 min



TAL
TECH

EKA

TAL
TECH

TARTU
ÜLIKOO

Development of wood-based hybrid layered materials

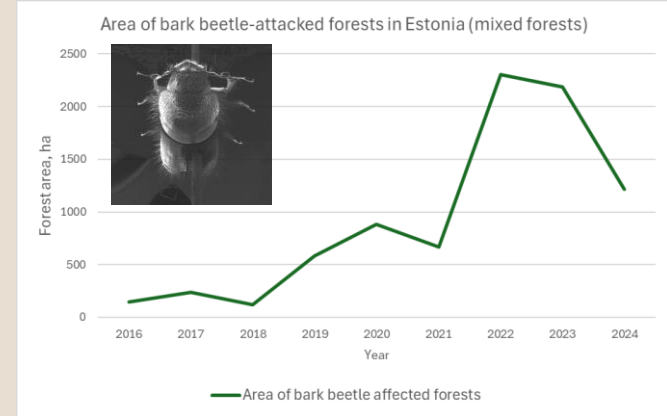


Laura Kaljula

Supervisors:
Triinu Poltimäe,
Alar Just

Development of a **high class** layered material using typically considered **low class raw materials** - bark beetle attacked softwood and/or underused hardwood.

- Problem of overstocking of beetle attacked wood materials
- Investigating mechanical and physical properties, glue line performance of damaged wood
- Finding a way to use uncommon types of hardwood - aspen and black alder



CLT panel made of beetle damaged wood (Photo: Mikk Põdra)

ELEMENTerial – Construction System Study for CLT Offcuts

PUUSTER

Project: ELEMENTary Bus Stop
Lead / Host: EKA Siim Tuksam, Sille Pihlak
Industry Partner: Arcwood/ Peetri Puit
Additional Funding: EAS, EKA
Type: Research & prototyping (public infrastructure / timber)
Outcomes (to date): Research article in Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering
Findings:
-mass-customizable clt offcut system
-algorithmic dfma workflow
-design for disassembly & durability
Status: in Paide city
Dates: 2021–
Keywords: CLT, modularity, bus stop, public infrastructure



EKA

TAL
TECH

TARTU
ÜLIKOO

ELEMENTerial Hut – Construction System Study for CLT Offcuts

Project: ELEMENTerial hut

Lead: EKA PAKK (+ TalTech)

Type: Research & experimental development (CLT offcut-based small buildings; DfMA/automation)

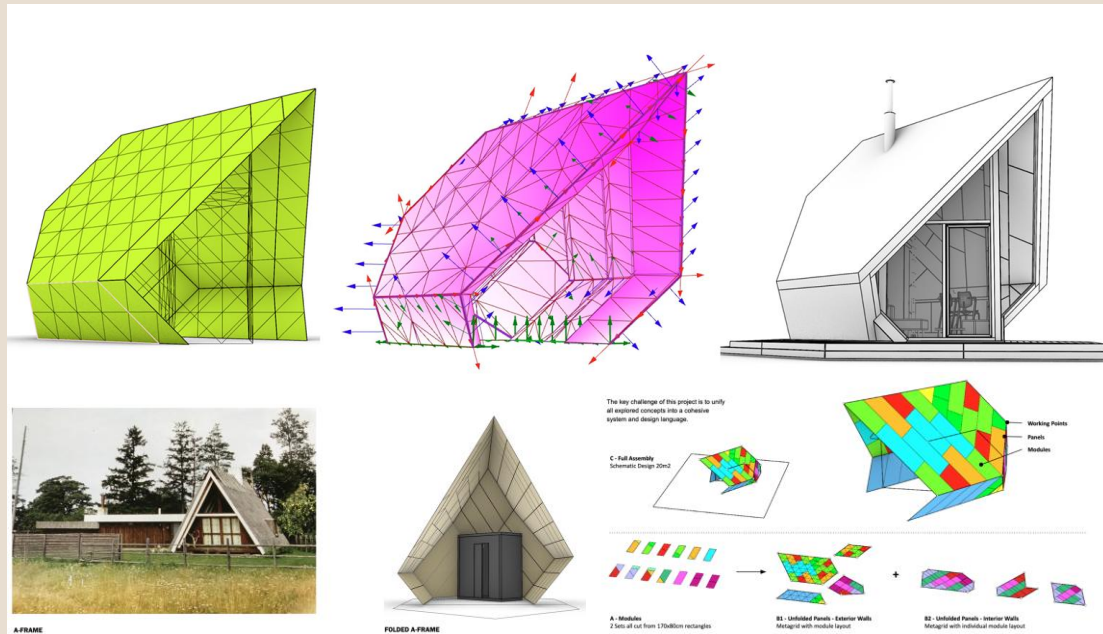
Period: 1st stage 2025

Funding / Support: Aatomik Majad OÜ; EIS arendusosak; co-funded by the European Union

Keywords: CLT offcuts, circularity, small houses, modular elements, DfMA, automation, joints, taxonomy

Outcomes (to date):

- Catalogue of small houses using $\geq 64\%$ industrial offcuts as structural material
- Experimental prototype for automated design & manufacturing workflow for CLT offcut construction
- Automated structural calculation model for small elements (stiffness simulations/visualizations)
- Taxonomy of CLT offcut joint solutions (forces and alternative details mapped)
- Concept validated via 3 building sketches in sizes S (20 m²), M (40 m²), L (60 m²)



ELEMENTerial Hut– Construction System Study for CLT Offcuts

PUUSTER

Project: ELEMENTerial hut

Lead: EKA PAKK (+ TalTech)

Type: Research & experimental development (CLT offcut-based small buildings; DfMA/automation)

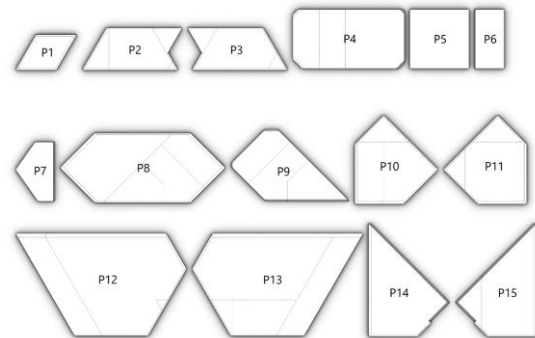
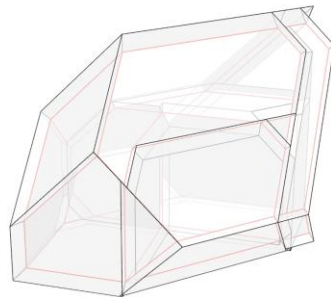
Period: 1st stage 2025

Funding / Support: Aatomik Majad OÜ; EIS arendusosak; co-funded by the European Union

Keywords: CLT offcuts, circularity, small houses, modular elements, DfMA, automation, joints, taxonomy

Outcomes (to date):

- Catalogue of small houses using $\geq 64\%$ industrial offcuts as structural material
- Experimental prototype for automated design & manufacturing workflow for CLT offcut construction
- Automated structural calculation model for small elements (stiffness simulations/visualizations)
- Taxonomy of CLT offcut joint solutions (forces and alternative details mapped)
- Concept validated via 3 building sketches in sizes S (20 m²), M (40 m²), L (60 m²)



Digitalising Spatial Configuration: Platform for Sustainable Modular Architecture.

Kaiko Kivi, PhD candidate, Early-Stage Researcher at PAKK & PUUSTER Supervisor: Renee Puusepp, PhD

PAKK pavilion – timber architecture research testhouse

PUUSTER

Project: PAKK Pavilion

Lead / Host: EKA Timber Architecture Research Center (PAKK)

Industry / Project Partners: Myceen OÜ

Funding: EU & Estonian Research Council (PUUSTER, grant TEM-TA80); EKA development grant; Estonian Academy of Arts; Myceen OÜ

Type: Experimental research building / testbed (timber, bio-based materials, envelope systems)

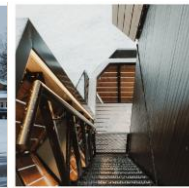
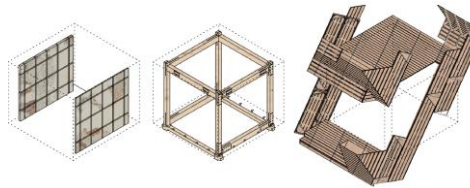
Period: opening 2025

Location: Tallinn city center

Outcomes (to date/expected): Full-scale prototyping & monitoring (mycelium insulation panels, facade modules); public showroom/exhibitions; dissemination via PAKK/ARTUN channels and research outputs

Status: Ongoing

Keywords: reused timber, mycelium insulation, volumetric modular facade, prefab elements, circularity, test house, monitoring



EKA

TAL
TECH



TARTU
ÜLIKOO

PAKK pavilion – timber architecture research testhouse

PUUSTER

Project: PAKK Pavilion

Lead / Host: EKA Timber Architecture Research Center (PAKK)

Industry / Project Partners: Myceen OÜ

Funding: EU & Estonian Research Council (PUUSTER, grant TEM-TA80); EKA development grant; Estonian Academy of Arts; Myceen OÜ

Type: Experimental research building / testbed (timber, bio-based materials, envelope systems)

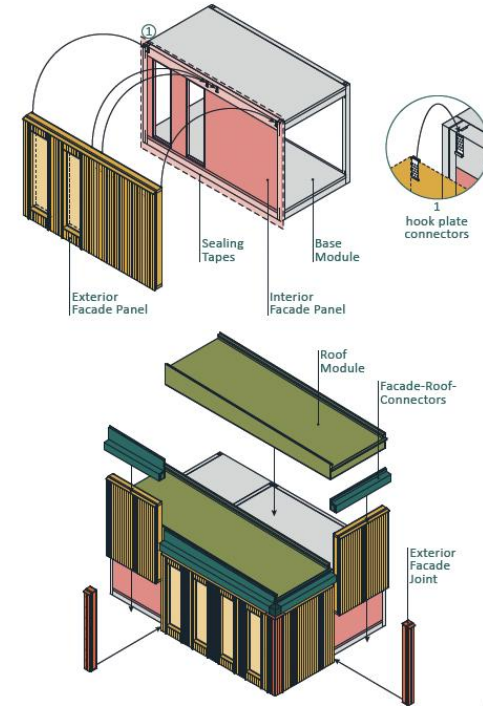
Period: opening 2025

Location: Tallinn city center

Outcomes (to date/expected): Full-scale prototyping & monitoring (mycelium insulation panels, facade modules); public showroom/exhibitions; dissemination via PAKK/ARTUN channels and research outputs

Status: Ongoing

Keywords: reused timber, mycelium insulation, volumetric modular facade, prefab elements, circularity, test house, monitoring



EKA

TAL
TECH

TARTU
ÜLIKOO

PAKK pavilion – timber architecture research testhouse

PUUSTER

Project: PAKK Pavilion

Lead / Host: EKA Timber Architecture Research Center (PAKK)

Industry / Project Partners: Myceen OÜ

Funding: EU & Estonian Research Council (PUUSTER, grant TEM-TA80); EKA development grant; Estonian Academy of Arts; Myceen OÜ

Type: Experimental research building / testbed (timber, bio-based materials, envelope systems)

Period: opening 2025

Location: Tallinn city center

Outcomes (to date/expected): Full-scale prototyping & monitoring (mycelium insulation panels, facade modules); public showroom/exhibitions; dissemination via PAKK/ARTUN channels and research outputs

Status: Ongoing

Keywords: reused timber, mycelium insulation, volumetric modular facade, prefab elements, circularity, test house, monitoring



PAKK pavilion – timber architecture research testhouse

PUUSTER

Project: PAKK Pavilion

Lead / Host: EKA Timber Architecture Research Center (PAKK)

Industry / Project Partners: Myceen OÜ

Funding: EU & Estonian Research Council (PUUSTER, grant TEM-TA80); EKA development grant; Estonian Academy of Arts; Myceen OÜ

Type: Experimental research building / testbed (timber, bio-based materials, envelope systems)

Period: opening 2025

Location: Tallinn city center

Outcomes (to date/expected): Full-scale prototyping & monitoring (mycelium insulation panels, facade modules); public showroom/exhibitions; dissemination via PAKK/ARTUN channels and research outputs

Status: Ongoing

Keywords: reused timber, mycelium insulation, volumetric modular facade, prefab elements, circularity, test house, monitoring



EKA

TAL
TECH



TARTU
ÜLIKOO

PUUSTER sessions, June 4th

PUUSTER

The image shows a YouTube video player interface. At the top, there is a dark header with the YouTube logo and a search bar. The video content area has a yellow background with the word "PUUSTER" in the top right corner. The main title of the video is "Developing ultrasound testing method for characterizing properties of structural timber". Below the title, the presenter's name "Francisco Tienda Resendez" is listed, along with his roles "Early Stage Researcher" and "TalTech". The video player includes a progress bar showing 0:02 / 9:05, a play button, and a volume icon. In the bottom right corner of the video area, there are logos for EKA, TAL TECH, and TARTU ÜLIKool. Below the video player, the video title "@PUUSTER Sessions Vol. 1 | Francisco Tienda Resendez (TalTech) – Ultrasound Testing for Timber" is displayed. At the bottom left, there is a channel profile for "PUUSTER" with 2 subscribers and buttons for "Analytics" and "Edit video". To the right of these are buttons for "Share", "Promote", "Download", "Save", and a menu icon.

YouTube

Search

PUUSTER

Developing ultrasound testing method for characterizing properties of structural timber

Francisco Tienda Resendez
Early Stage Researcher
TalTech

0:02 / 9:05

EKA TAL TECH TARTU ÜLIKool

@PUUSTER Sessions Vol. 1 | Francisco Tienda Resendez (TalTech) – Ultrasound Testing for Timber

PUUSTER
2 subscribers

Analytics Edit video

Share Promote Download Save

EKA

TAL
TECH

TARTU
ÜLIKool