



Universitatea
Transilvania
din Braşov



Materialle lignocelulozice

Caracterizare, proprietăți și aplicații

Teză de abilitare

Domeniul: Inginerie forestieră

FH-Prof. Dipl.Ing. Dipl.Ing. Eugenia Mariana Tudor, PhD

Universitatea Transilvania din Braşov

Salzburg University of Applied Sciences

Prezentare generală

➤ Realizări științifice

➤ Compozite pe bază de coajă de conifere

➤ Studiul 1: Studiu comparativ al tehnologiilor de mărunțire a cojii de conifere

➤ Studiul 2: Proprietățile termofizice ale panourilor compozite pe bază de coajă de larice

➤ Studiul 3: Proprietățile acustice ale panourilor termoizolatoare pe bază de coajă de larice

➤ Studiul 4: Proprietățile compozitelor pe bază de ciment și coajă de molid și larice

➤ Studiul 5: PAL pe bază de reziduuri din malț

➤ Adezivi alternativi pentru materiale lignocelulozice

➤ Studiul 6: Influența adezivului pe bază de tanin asupra conținutului de formaldehidă al plăcilor decorative pe bază de coajă de larice

➤ Studiul 7: Adezivi pe bază de cazeină pentru încleierea furnirelor

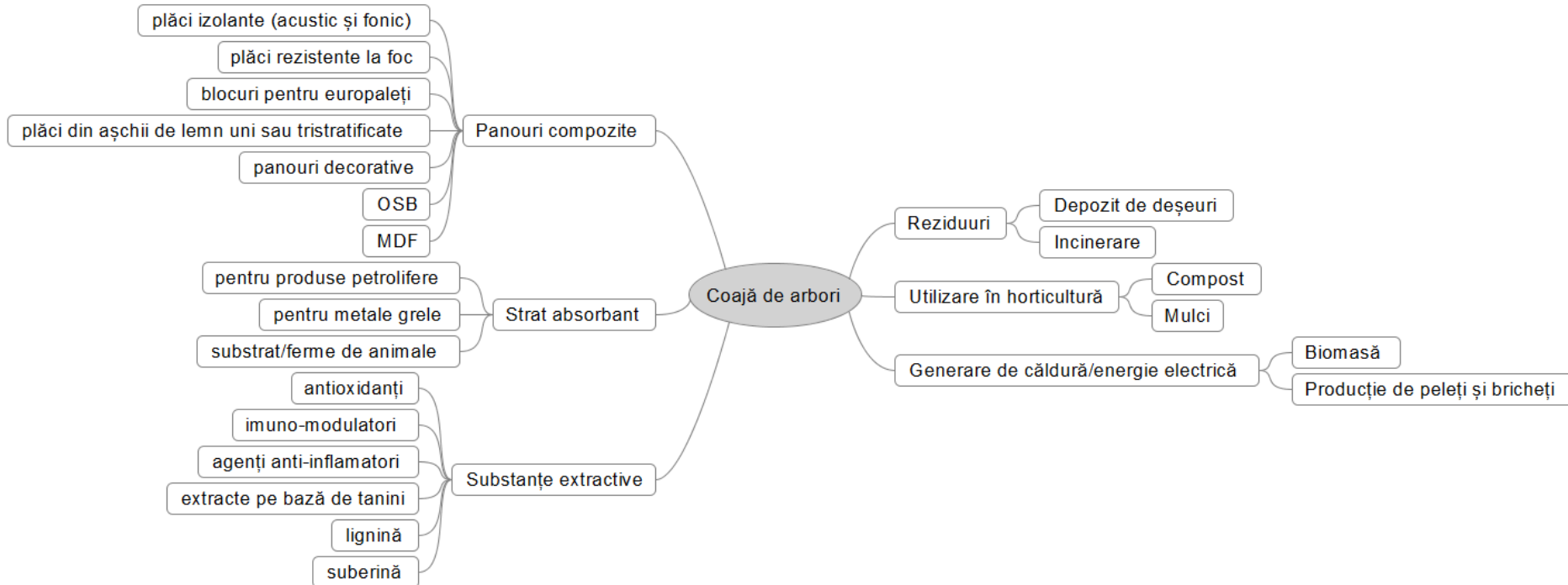
➤ Studiul 8: Eficiența presării cu curenți de înaltă frecvență a lemnului laminat de molid încleiat cu adezivi pe bază de cazeină

➤ Studiul 9: Proprietățile fizico-mecanice ale lemnului de Paulownia din plantații

➤ Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei



Compozite pe bază de coajă de conifere





Studiul nr. 1: Studiu comparativ al tehnologiilor de mărunțire a cojii de conifere



Material:

- trei tipuri de coajă: larice (*Larix decidua* Mill.), pin (*Pinus sylvestris*), molid (*Picea abies*)

Metode:

- patru tipuri de sisteme de mărunțire, nespecifice industriei lemnului:
 - sistem cu unde sonore (EcoPulser, Krause-Maschinenbau),
 - moară cu plăci de fricțiune (RPM 150, Rematec),
 - tocător cu patru axe (RS40, Untha)
 - tocător cu tambur (FKTH 200-500, Fleisnner-Karé)



Coajă masivă



Particule de coajă (10-30 mm)



Fracțiuni diferite de coajă de larice, rezultate în urma mărunțirii cu tocător cu patru axe (RS40): >4 mm, 4-2 mm, 2-1 mm, 1-0,5 mm, <0,5 mm

(Tudor et al., 2020a) 4



Universitatea
Transilvania
din Braşov

Studiul nr. 1: Dispozitive industriale de mărunţire



Sistem de mărunţire
cu unde sonore
EcoPulser (Krause
Maschinenbau)



Moară cu plăci de fricţiune
RPM 150 (Rematec)



Tocător cu patru axe
RS40 (Untha)



Tocător cu tambur
FKTH 250- 500 (Fleissner-Karrè)



Universitatea
Transilvania
din Braşov

Studiul nr. 1: Evaluarea sistemelor de mărunţire



Sisteme de mărunţire	prin impulsuri (unde sonore) (EcoPulser)	Prin plăci de frecare (RPM 150)	Tocător cu patru axe (RS40)	Tocător cu tambur (FKTH 250–500)
Producător utilaj	Krause Maschinenbau	Rematec	Untha	Fleissner-Karré
Materie primă				
Dimensiune inițială scoarță (mm)	25-60*	10–100	10–100	40–80
Specificațiile produsului final și ale procesului (larice/pin/ molid)**				
Coajă măcinată	7/7/7	8/9/8	10/9/10	9/9/10
Proces	9/9/10	8/8/8	9/8/9	8/8/8
Dimensiunea particulelor după mărunţire (mm)	5–45	1–4	5–15	25–50
Aspectul particulelor	Particule neuniforme, fibre	Particule neuniforme	Particule neuniforme, fibre	Particule neuniforme
Generare de praf	scăzută	medie	scăzută	–
Aplicații	Plăci decorative, mulci	Generare de energie	Compozite pe bază de coajă, generarea de energie	Plăci decorative, panouri de izolație, mulci



Studiul nr. 1: Concluzii



Dimensiunea particulelor:

- 0,0-0,5 mm: fracţiune ultra-fină pentru plăci aglomerate, WPC, extracte din coajă
- 0,5-5,0 mm: straturi de bază pardoseli, PAL, absorbant
- 6-10 mm: panouri termoizolatoare, fonoabsorbante
- 8-30 mm: strat termoizolator în vrac
- 15-35 mm: blocuri pentru europaleţi

Sisteme de mărunţire:

- Sistem de mărunţire cu impulsuri sonore: mulci, panouri decorative (cu mărunţire prealabilă)
- Moară cu plăci de fricţiune: biomasă pentru energie (particule din coajă de larice)
- Tocător cu 4 axe: cel mai mare spectru de compozite pe bază de coajă
- Tocător cu tambur: plăci decorative, panouri termoizolante

Detalii suplimentare:

Eliminarea impurităţilor (piatră, metal, sticlă) este esenţială pentru a asigura calitatea produsului final şi a evita uzura sculelor.



Universitatea
Transilvania
din Braşov

Studiul nr. 2: Proprietățile termo-fizice ale plăcilor compozite pe bază de coajă de larice



Material:

- Coajă larice (*Larix decidua* Mill.)
- Dimensiuni particule: 4-11 mm, 10-30 mm
- Orientarea particulelor: paralelă și perpendiculară pe planul plăcii termoizolante
- Densitate plăci: 350-700 kg/m³
- Grosime plăci: 30 mm
- Încleiere: 10% și 20% UF
(Dynea Prefere 10F102, Metadynea, AT)

Metode:

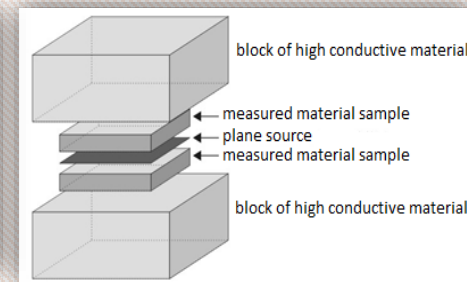
- Presare panouri: sistem hidraulic Höfer HLOP 280, factor de presare 20 s/mm, temperatura de presare 180°C
- Măsurare conductivitate termică
- Măsurare capacitate calorică specifică
- Măsurare difuzivitate termică



Particule de coajă orientate paralel cu planul plăcii



Particule de coajă orientate perpendicular pe planul plăcii



Măsurarea prin metoda EDPS a proprietăților termofizice

UF = rășină ureo-formaldehidică









(Kristak et al., 2021) 8



Universitatea
Transilvania
din Braşov

Studiul nr. 2: Design experimental



Material	1	2	3	4
				
Densitatea [kg.m ⁻³]	688 ± 14	345 ± 7	47 ± 25	537 ± 11
Procentul de adeziv [%]	10	10	10	10
Dimensiunea particulelor [mm]	4–11	4–11	10–30	4–11
Orientarea particulelor	paralel	perpendicular	paralel	paralel
Material	5	6	7	8
				
Densitatea [kg.m ⁻³]	369 ± 12	362 ± 9	471 ± 6	355 ± 8
Procentul de adeziv [%]	20	10	10	20
Dimensiunea particulelor [mm]	10–30	4–11	10–30	10–30
Orientarea particulelor	paralel	paralel	perpendicular	perpendicular



Studiul nr. 2: Rezultate: Proprietăți termice



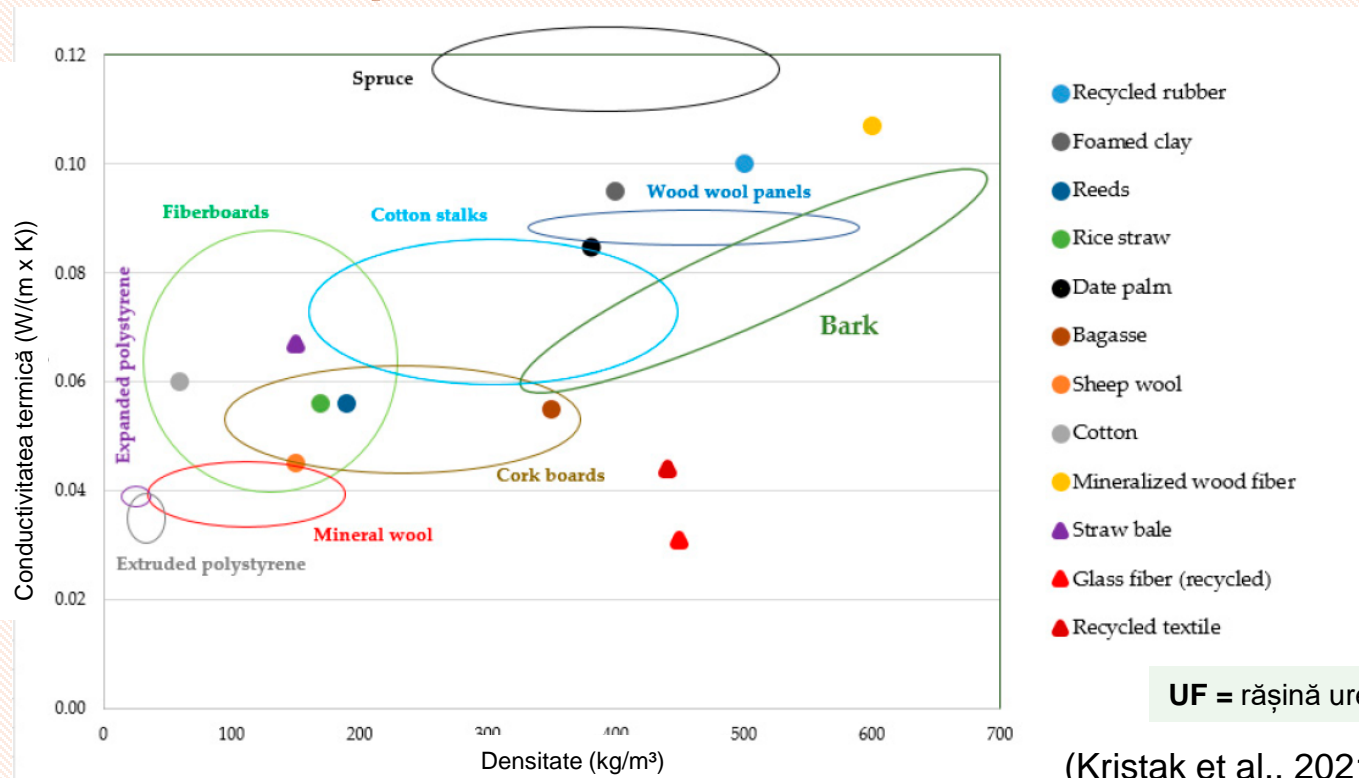
Valorile medii ale parametrilor termici pentru plăcile cu particule orientate paralel cu planul panoului

Epruveta	Adeziv (%)	Densitate (kg/m ³)	Dimensiuni particule (mm)	Conductivitate termică (W/(mxK))	Capacitate calorică specifică (J/kg K)	Difuzivitate termică (mm ² /s)
1	10	688	4 - 11	0.107	1400	0.111
3	10	477	10 - 30	0.067	1392	0.101
4	10	537	4 - 11	0.071	1321	0.100
5	20	369	10 - 30	0.071	1380	0.139
6	10	362	4 - 11	0.065	1395	0.129

Valorile medii ale parametrilor termici pentru plăcile cu particule orientate perpendicular pe planul panoului

Epruveta	Adeziv (%)	Densitate (kg/m ³)	Dimensiuni particule (mm)	Conductivitate termică (W/(mxK))	Capacitate calorică specifică (J/ kg.K)	Difuzivitate termică (mm ² /s)
2	10	345	4 - 11	0.078	1373	0.165
7	10	471	10 - 30	0.104	1382	0.160
8	20	355	10 - 30	0.081	1418	0.161

Studiul nr. 2: Rezultate: Conductivitatea termică a plăcilor termoizolatoare



UF = răşină ureo-formaldehidică



Studiul nr. 2: Concluzii



- Densitatea influențează semnificativ conductivitatea termică a panourilor pe bază de coajă.
- Creșterea dimensiunii particulelor duce la o creștere corespunzătoare a conductivității termice.
- În cazul particule orientate perpendicular pe planul panoului, conductivitatea termică este cu aproximativ 20% mai mare decât în cazul plăcilor cu particule orientate paralel.
- Difuzivitatea termică scade odată cu creșterea dimensiunii particulelor, mai ales în orientare paralelă.
- Difuzivitatea termică este mai mare în cazul plăcilor cu particule orientate perpendicular pe planul panoului
- Capacitatea termică specifică nu este afectată semnificativ de parametrii analizați.

Detalii suplimentare:

- Structura porilor influențează difuzivitatea termică.
- Particulele orientate perpendicular au o influență mai mare asupra difuzivității termice.
- Panourile cu particule perpendiculare pe planul panoului au o conductivitate termică și o difuzivitate termică mai mari.



Universitatea
Transilvania
din Braşov

Studiul nr. 3: Proprietățile acustice ale plăcilor termoizolatoare pe bază de coajă de larice



Material:

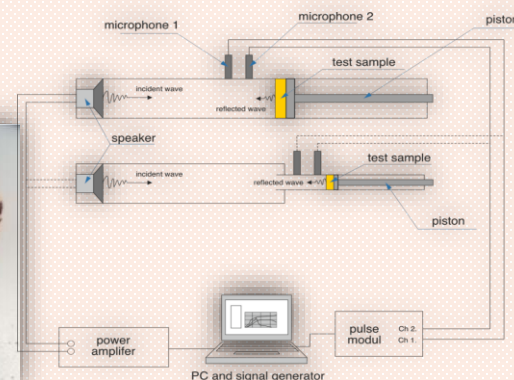
- Coajă larice (*Larix decidua* Mill.)
- Dimensiuni particule: 4-11 mm, 10-30 mm
- Orientarea particulelor: paralelă și perpendiculară pe planul plăcii termoizolante
- Densitate plăci: 350-700 kg/m³
- Grosime plăci: 30 mm, 60 mm
- Încleiere: 10% și 20% UF (Dynea Prefere 10F102, Metadynea, AT)

Metode:

- Presare panouri: sistem hidraulic Höfer HLOP 280, factor de presare 20 s/mm, temperatura de presare 180°C
- Măsurare coeficient de absorbție acustică
- Măsurare coeficient de reducere a zgomotului



Epruvetă din coajă de larice pentru testarea proprietăților acustice












Schema aparatului pentru măsurarea coeficientului de absorbție acustică (cu tub de impedanță Kundt)

UF = rășină ureo-formaldehidică

Studiul nr. 3: Design experimental



Panou nr.	1	2	3	4	5
					
Dimensiunea particulei (mm)	4 – 11	4 – 11	10 – 45 (with popcorn)	10 – 30	4 – 11
Orientarea	paralel	perpendicular	paralel	paralel	paralel
Densitate (kg/m ³)	688 ± 14	344 ± 7	308 ± 8	477 ± 25	536 ± 11
Adeziv (%)	10	10	20	10	10

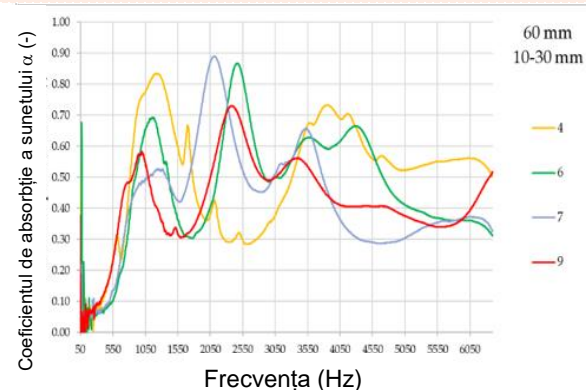
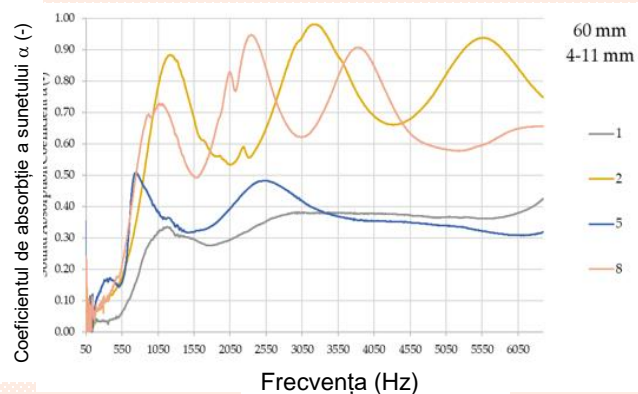
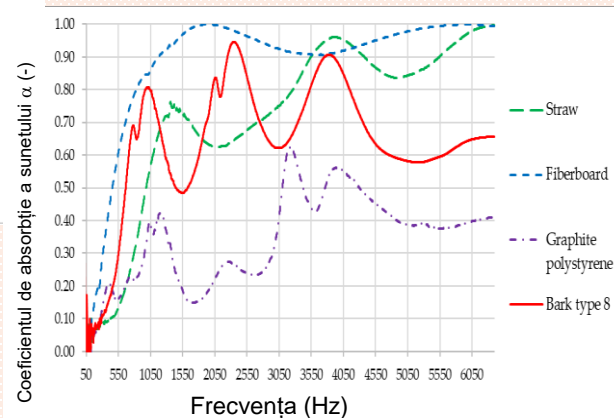
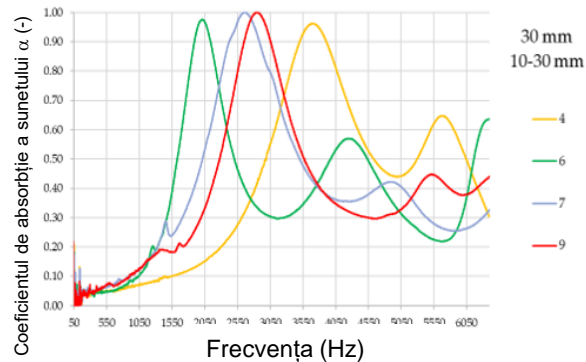
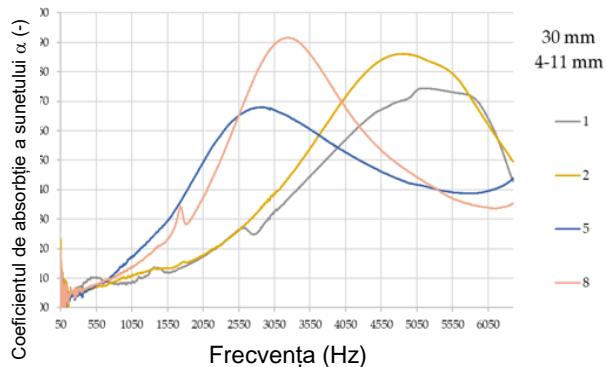
Panou nr.	6	7	8	9
Image				
Dimensiunea particulei (mm)	10 – 30	10 – 30	4 – 11	10 – 30
Orientarea	perpendicular	paralel	paralel	perpendicular
Densitate (kg/m ³)	354 ± 8	369 ± 12	362 ± 9	470 ± 6
Adeziv (%)	20	20	10	10

(Tudor et al., 2021) ¹⁴



Universitatea
Transilvania
din Braşov

Studiul nr. 3: Rezultate: Coeficientul de absorbție a sunetului



Studiul nr. 3: Concluzii



- Densitatea optimă pentru panourile fonoizolante din coajă este de aproximativ 350 kg/m³.
- La densități > 500 kg/m³, panourile reflectă undele sonore.
- Absorbția acustică este mai bună pentru:
 - Particule fine (4-11 mm)
 - Densități mai mici
- Panourile cu grosimea de 60 mm prezintă mai multe vârfuri de absorbție.
- Panourile 2 și 8 prezintă cea mai bună absorbție a sunetului.
- Seria 7 are cel mai bun coeficient de reducere a zgomotului (clasa D, 60 mm).
- Performanța acustică a acestor compozite este relativ bună, dar nu depășește fibrele de lemn ușoare sau materialele textile.
- Panourile sub 50 mm nu au o absorbție acustică eficientă.
- Panourile din coajă pot contribui la o viziune modernă asupra materialelor de construcții sustenabile.

Detalii suplimentare:

- Structura și porozitatea panoului influențează fonoizolația.
- Grosimea panoului influențează absorbția acustică.
- Panourile din coajă de larice pot fi o alternativă sustenabilă la alte materiale fonoizolante.



Universitatea
Transilvania
din Braşov

Studiul nr. 4: Proprietățile compozitelor pe bază de ciment și coajă de larice și molid



Material:

- Coajă larice (*Larix decidua* Mill.), molid (*Picea abies*)
- CEM II A-LL 42,5 N "PROFI-CEM" (Leube, AT)
- Dimensiuni particule coajă: 3-12 mm, 3-7 mm
- Densitate cuburi compozite: 600-750 kg/m³
- Dimensiune cub compozit 10 x 10 x 10 cm
- W/B=0,5

Metode:

- Presare panouri:
 - cleme cu șurub (20°C, 24 h)
 - sistem hidraulic Höfer HLOP 280 (20°C, 24 h)
- Analiza comportamentului termic în timpul hidratării
- Măsurarea rezistenței la compresiune



Epruvete de 10 x 10 x 10 cm realizate într-o forma compartimentată din placaj



Compactare cu cleme de strângere cu șurub



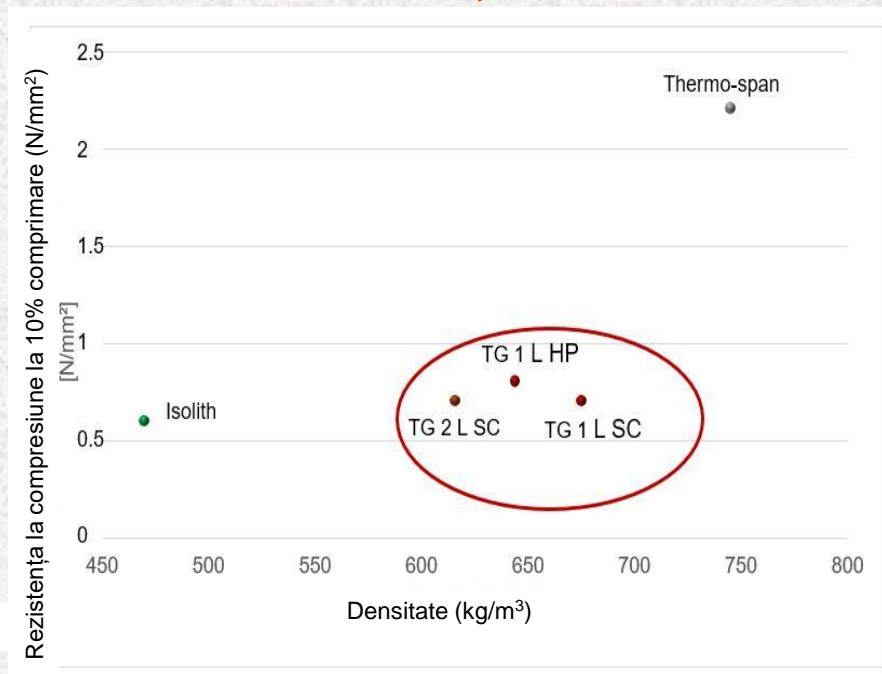
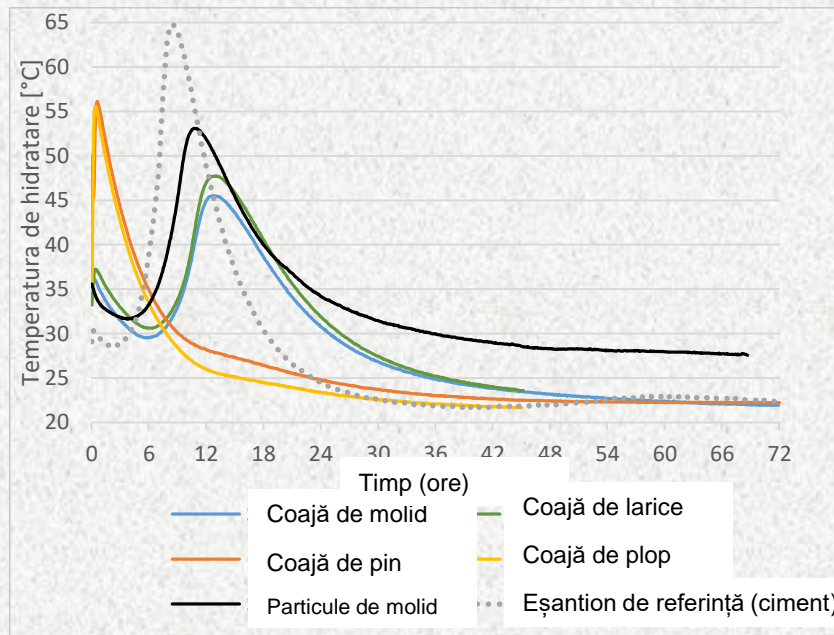
Testarea rezistenței la compresiune

W/B = Water – binder ratio
raportul apă-ciment



Universitatea
Transilvania
din Braşov

Studiul nr. 4: Rezultate: Temperatura de hidratare și rezistența la compresiune a compozitelor din coajă și ciment





Studiul nr. 4: Concluzii



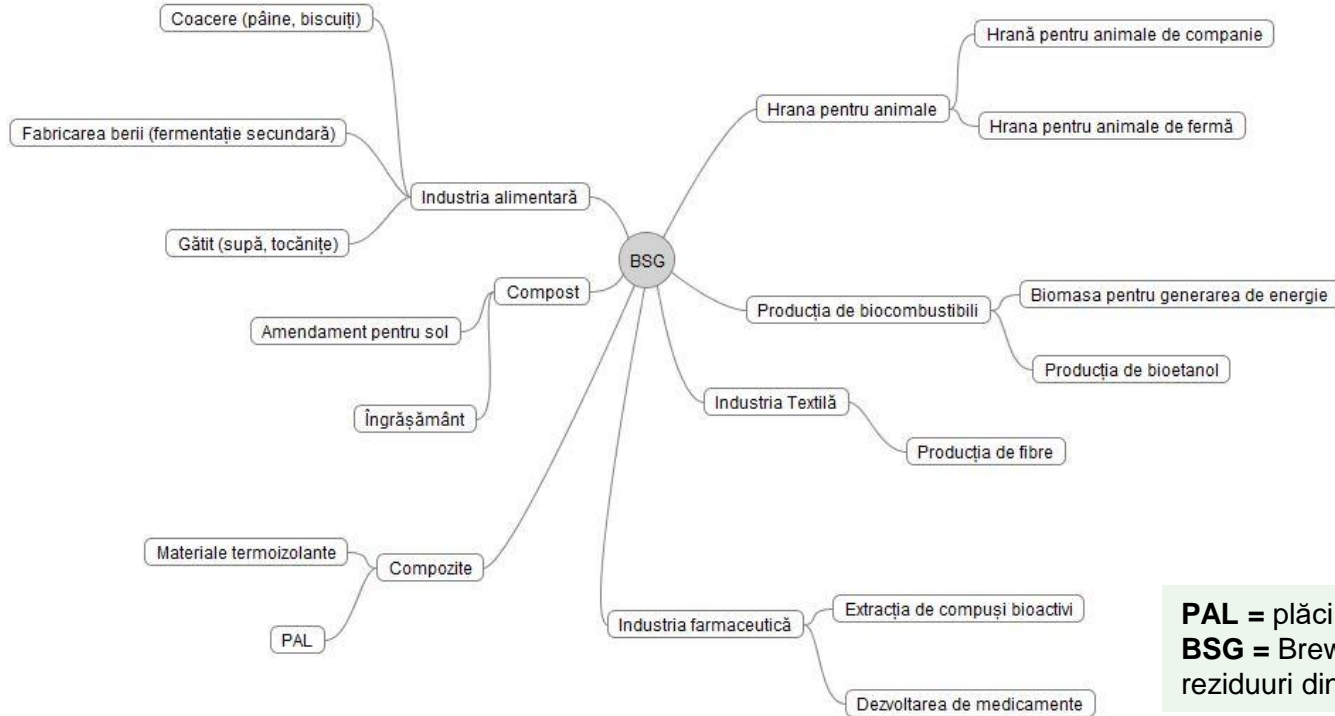
- Rezistența la compresiune este mai mică pentru compozitul din coajă de molid decât pentru cel din coajă de larice.
- Compactarea cu ajutorul presării hidraulice determină cele mai mici valori ale rezistenței la compresiune (cu o excepție).
- Cercetările viitoare ar trebui să se concentreze pe:
 - Proporția de aditivi (sulfat de aluminiu, clorură de magneziu, silicat de sodiu)
 - Analiza temperaturii de hidratare pentru diverse specii de coajă și ciment
 - Analiza chimică a cojii pentru a evalua influența substanțelor asupra compatibilității celor două materiale

Detalii suplimentare:

- Compatibilitatea coajă-ciment este esențială pentru proprietățile compozitului.
- Aditivii pot fi utilizați pentru a modifica pH-ul și a îmbunătăți compatibilitatea coajă-ciment.
- Sunt necesare studii suplimentare pentru a optimiza producția și performanța compozitelor.



PAL pe bază de reziduuri din malț



PAL = plăci din aşchii de lemn
BSG = Brewer's spent grain
reziduuri din malț



Universitatea
Transilvania
din Braşov

Studiul nr. 5: PAL pe bază de reziduuri din malț



Material:

- Reziduuri de malț (BSG):
 - Flötzing Bräu (Rosenheim, DE)
 - Egger Co. (Unterradlberg, AT)
 - Stiegel (Salzburg, AT)
- $u = 250-300\%$ (inițial), 3% (după uscare)
- Dimensiuni particule BSG: 2-4 mm și >4 mm
- Adezivi:
 - ✓ 4 % pMDI, ONGRONAT WO 2750, BorsodChem, (Kazincbarcika, HU),
 - ✓ 13 % MUF, PRIMERE 10H119, Metadynea, (Krems, AT),
 - ✓ 14 % UF, Preferé 10F102, Metadynea (Krems, AT).
- Densitate panouri: $550-850 \text{ kg/m}^3$
- Grosime panouri: 15 mm (cu 0% BSG, 10% BSG, 30% BSG și 50% BSG)

Metode:

- Presare panouri:
 - UF, MUF: sistem hidraulic Höfer HLOP 280, temperatura de presare 180°C ,
 - pMDI: în condiții speciale de evacuare a aerului, în centrul de cercetare TechCenter al Egger Co. din Unterradlberg, AT;
- Măsurare MOR, MOE, IB, TS, WA

MOR: rezistența la încovoiere (N/mm^2)

MOE: modulul de elasticitate (N/mm^2)

TS: umflarea în grosime după 24 ore imersie în apă (%)

WA: absorbția de apă după 24 ore imersie în apă (%)

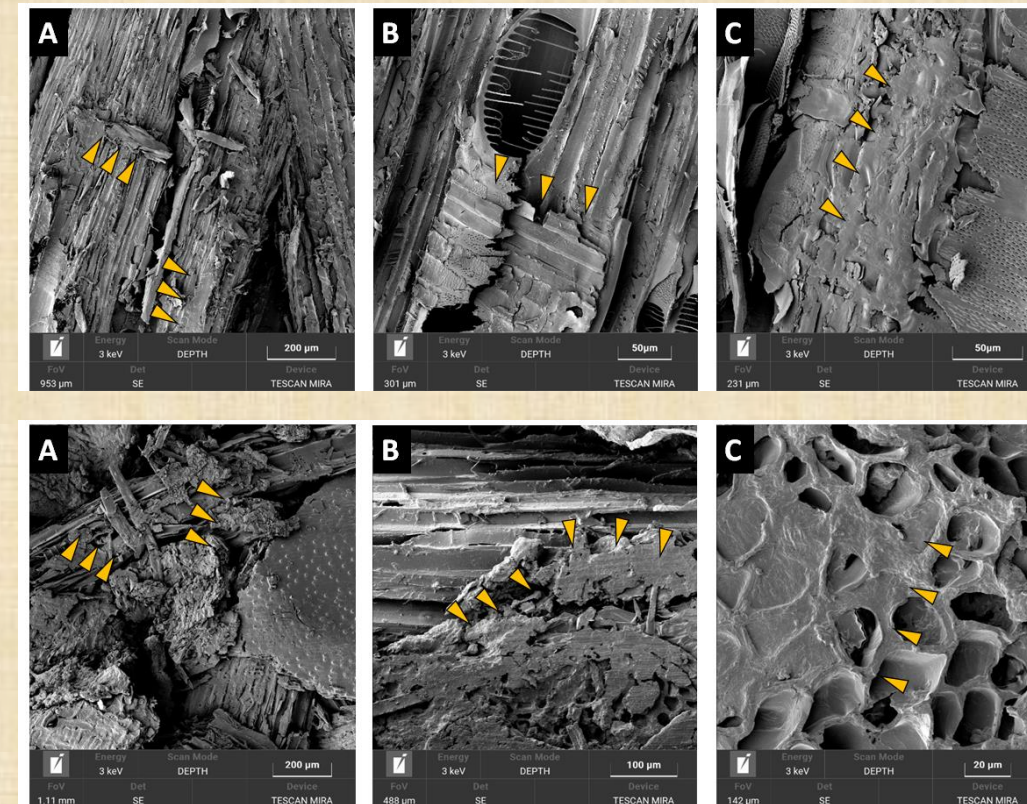
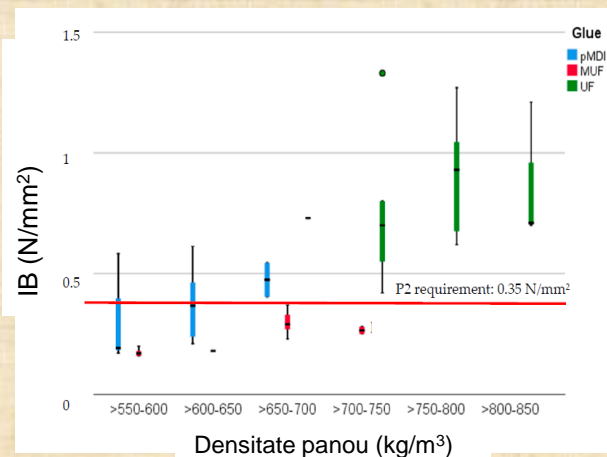


Reziduuri din malț de bere

u: umiditatea materiei prime (%)
pMDI = poli-metilen-difenil-diizocianat
MUF = formaldehidă-uree-melamină

(Barbu et al., 2021) 21

Studiul nr. 5: Rezultate: IB, SEM

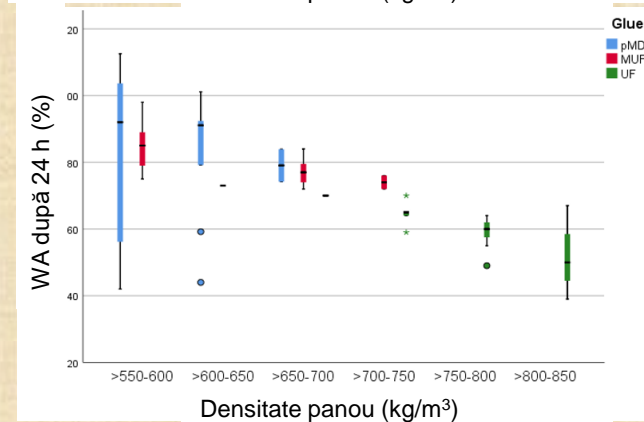
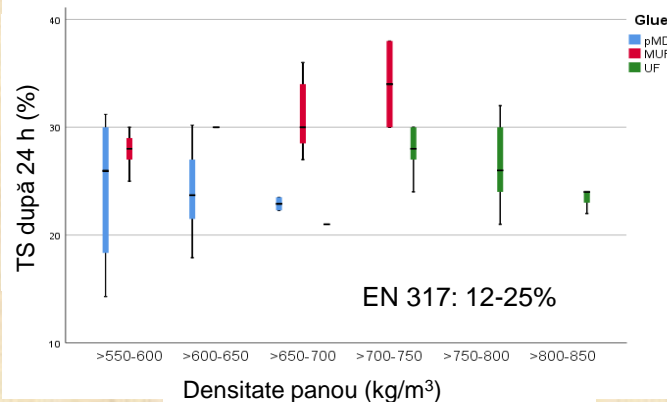
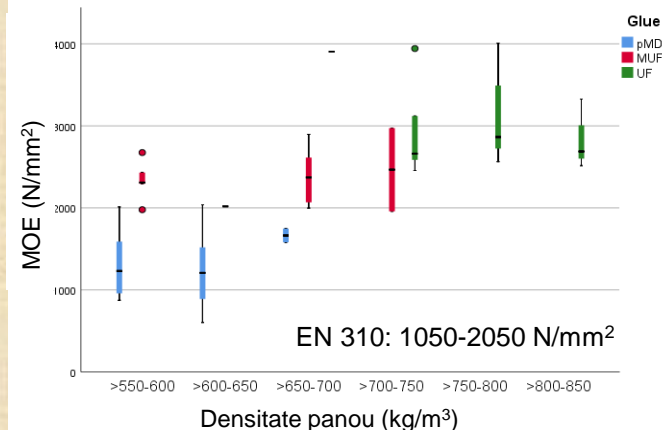
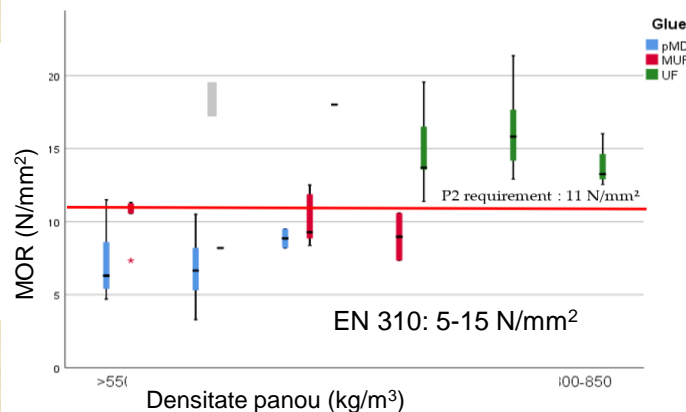


IB:
coeziunea
internă
(N/mm²)
SEM:
microscopie
electronică
cu scanare



Universitatea
Transilvania
din Braşov

Studiul nr. 5: Rezultate: Proprietăți mecanice și fizice selectate ale BSG



MOR: rezistența la încovoiere (N/mm²)
MOE: modulul de elasticitate (N/mm²)
TS: umflarea în grosime după 24 ore imersie în apă (%)
WA: absorbția de apă după 24 ore imersie în apă (%)



Studiul nr. 5: Concluzii



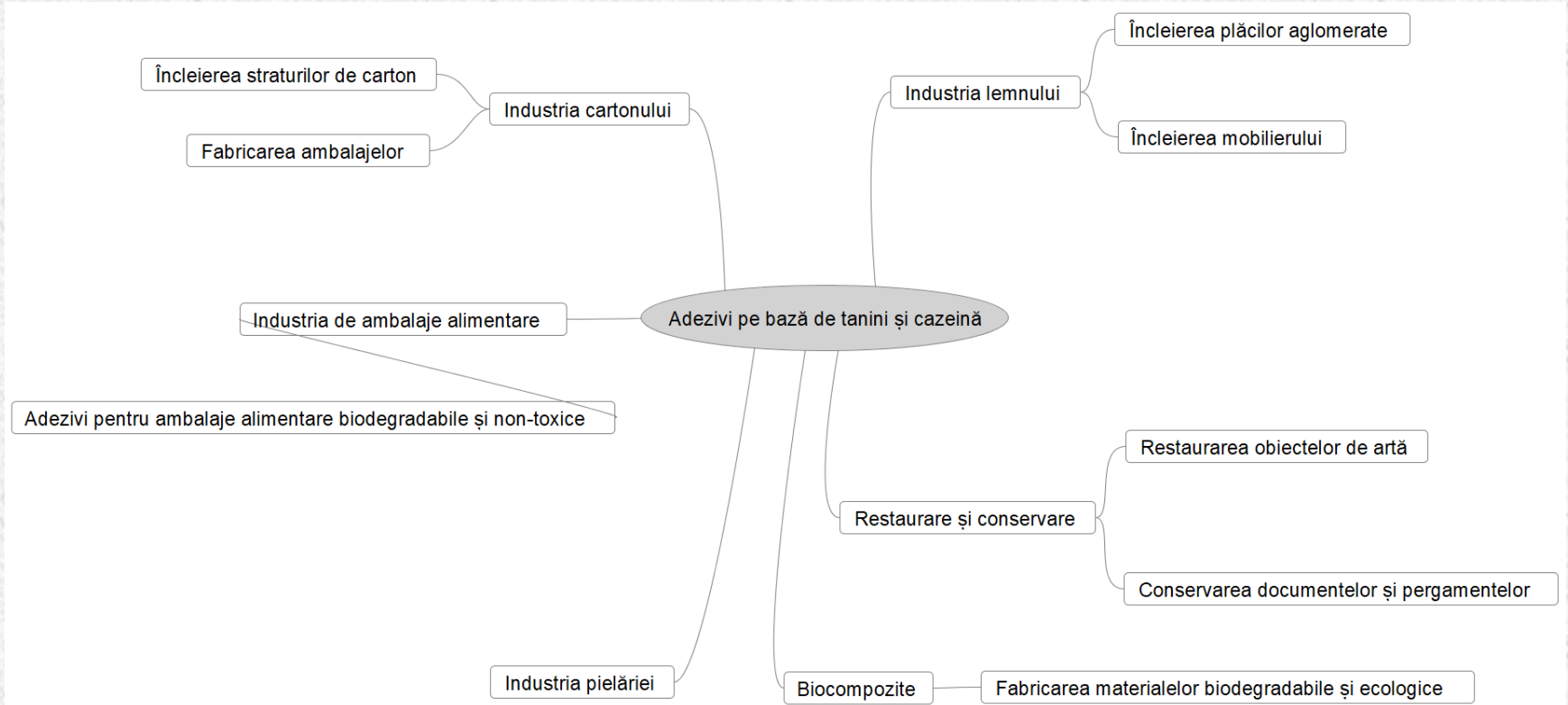
- Panourile cu 10% BSG și adezivi pMDI, UF și MUF au proprietăți mecanice și fizice adecvate pentru PAL tip P2 (interior uscat, rezistență ridicată).
- IB, MOR și MOE îndeplinesc cerințele EN 312:2010 pentru majoritatea panourilor.
- O proporție de BSG > 20% duce la scăderea semnificativă a proprietăților plăcilor.
- pMDI nu influențează semnificativ stabilitatea dimensională sau proprietățile mecanice.
- Panourile cu UF au cea mai bună performanță datorită densității mai mari (850 kg/m³).
- Analiza SEM arată o reducere a legăturii particulă-particulă la plăcile cu BSG, determinând performanță mecanică mai redusă.

Detalii suplimentare:

- BSG poate fi un material valoros pentru fabricarea PAL tip P2, dar este necesară o optimizare atentă a cantităților de materii prime utilizate.
- Alegerea adezivului influențează semnificativ performanța panourilor.
- Pentru cercetări viitoare se vor considera și alte variabile, cum ar fi tipul de lemn, temperatura de presare și durata de presare.



Adezivi alternativi pentru compozite din materiale ligno-celulozice



Studiul nr. 6: Influenţa adevizivului pe bază de tanin asupra conţinutului de formaldehidă al plăcilor decorative pe bază de coajă de larice



Material:

- Coajă de larice, u = 100% (inițial), 9% (după uscare)
- Dimensiuni particule 2,5 – 4 mm, 4 – 11 mm
- Adevizi:
 - ✓ 10 % UF, Preferé 10F102, Metadynea (Krems, AT),
 - ✓ PVAc Kleiberit 303.3 D3 (Klebchemie M.G. Becker Co., Weingarten (DE)
 - ✓ PUR Kleiberit 501 (Klebchemie M.G. Becker Co., Weingarten (DE)
 - ✓ adeviziv pe bază de tanin (din pulbere de extract de tanin de mimosă Phenotan (Tanac SA, BRA), la care se adaugă hexa-metilen-tetramină (hexamină), Merck Schuchardt OHG (Hohenbrunn, DE, C99%); soluție de hidroxid de sodiu (C32%) Carl Roth Co. (Karlsruhe, DE)
- Densitate panouri: 600 kg/m³
- Grosime panouri: 10 mm

Metode:

- Presare panouri:
 - pt UF sistem hidraulic Höfer HLOP 280, temperatura de presare 180°C,
 - pt restul adevizivilor 80° C
- Determinare conținut formaldehidă prin metoda perforatorului la firma Kaindl Co., Wals (Salzburg, AT)



Epruvete de 2,5 x 2,5 mm din coajă de larice pentru determinarea conținutului de formaldehidă

PVAc: acetat de polivinil
PUR: poliuretan



Studiul nr. 6: Design experimental



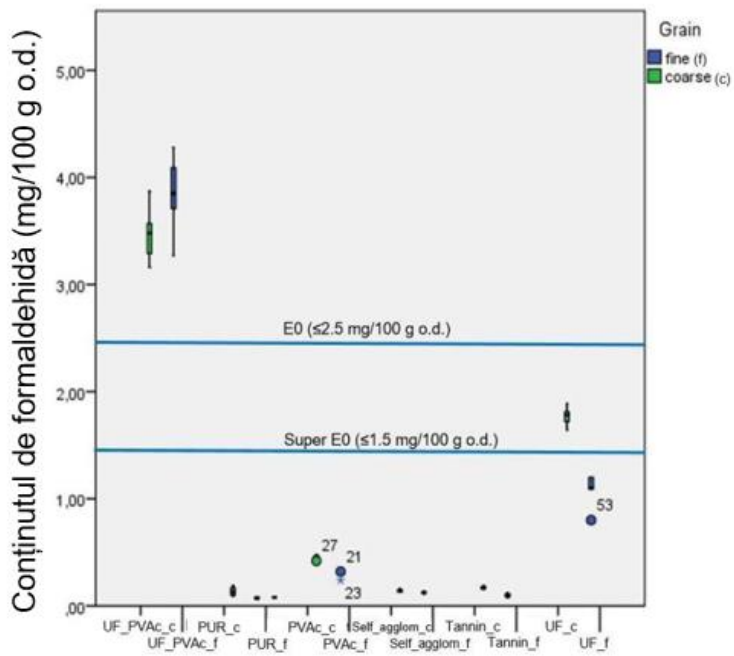
Panou	Densitate (kg/m ³)	Tip adeziv	Cantitate adeziv %	m.c. %	Grosime (mm)	Dimensiuni particule coajă (mm)
M1_f	600	70%UF+30%PVAc	10	7,65	10	2.5-4
M2_g	600	70%UF+30%PVAc	10	8,42	10	4-11
PUR_f	600	PUR	10	5,97	10	2.5-4
PUR_g	600	PUR	10	4,21	10	4-11
PVAc_f	600	PVAc	10	4,43	10	2.5-4
PVAc_g	600	PVAc	10	4,83	10	4-11
RW_f	600	- (autoaglomerat)	10	9,17	10	2.5-4
RW_g	600	- (autoaglomerat)	10	7,73	10	4-11
T1_f	600	Tanin	10	8,45	10	2.5-4
T1_g	600	Tanin	10	8,45	10	4-11
UF_f	600	UF	10	8,45	10	2.5-4
UF_g	600	UF	10	8,45	10	4-11

m.c.: umiditatea
materiei prime (%)

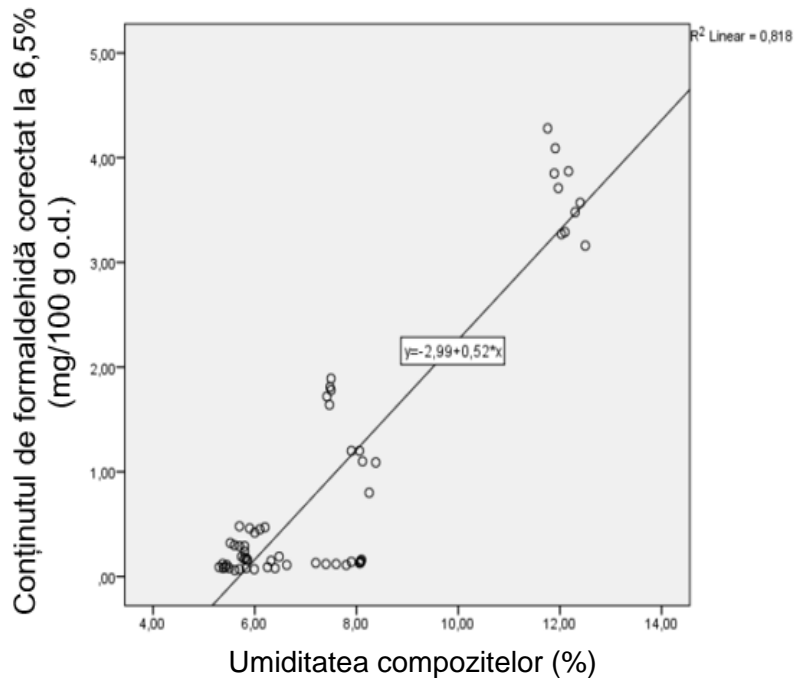


Universitatea
Transilvania
din Brașov

Studiul nr. 6: Rezultate: Conținutul de formaldehidă



Eșantioane





Studiul nr. 6: Concluzii

- Coaja de larice contribuie semnificativ la reducerea emisiilor de formaldehidă din panourile decorative.
- Majoritatea panourilor din coajă de larice au atins categoria E0 ($\leq 2,5$ mg/100 g o.d.), iar 75% dintre epruvetele cu adezivi pe bază de tanin și PUR au atins categoria super E0 ($\leq 1,5$ mg/100 g o.d.).
- Umiditatea materialului este un factor important care influențează emisiile de formaldehidă.
- Dimensiunea particulelor de coajă nu a avut un impact semnificativ asupra emisiilor de formaldehidă.

Detalii suplimentare:

- Utilizarea cojii de larice ca umplutură în panourile decorative reprezintă o soluție ecologică și durabilă pentru reducerea emisiilor de formaldehidă.
- Implementarea standardelor E0 și super E0 contribuie la îmbunătățirea calității aerului interior și la protejarea sănătății umane.
- Cercetările viitoare ar trebui să se concentreze pe optimizarea proceselor de producție și pe identificarea altor materiale naturale cu proprietăți similare și pe studiul altor specii de coajă.



Studiul nr. 7: Adezivi pe bază de cazeină pentru încleierea furnirelor



Material:

- Furnir de frasin (*Fraxinus spp.*), $u = 8,5 \%$ (după uscare), grosime 1,44 mm
- Adezivi:
 - ✓ PVAc D3 (Kleiberit 303, Weingarten, DE)
 - ✓ răşină epoxidică (Presto Epoxyharz), European Aerolsols (Haßmersheim, DE)
 - ✓ adeziv pe bază de cazeină, (precipitat cu acid lactic sub formă de pulbere), apă (pH 7) şi var stins (conţinut de substanţă uscată 60,9 %), ambele de la Kremer Pigmente (Aichstetten, DE).

Metode:

- Presare panouri: sistem hidraulic Höfer HLOP 280
 - Îmbinări cu cazeină: temperatura de presare 20° C, timp de presare: 16 ore,
 - Îmbinări cu răşină epoxidică: temperatura de presare 20° C, timp de presare 18 ore
 - Îmbinări cu PVAc D3: temperatura de presare 50°C, timp de presare 15 minute
- Măsurare: MOR, MOE; TS, WA



Placaj tristratificat din furnir de frasin încleiat cu cazeină

MOR: rezistenţa la încovoiere (N/mm²)

MOE: modulul de elasticitate (N/mm²)

TS: umflarea în grosime după 24 ore imersie în apă (%)

WA: absorbţia de apă după 24 ore imersie în apă (%)



Studiul nr. 7: Design experimental



Epruveta	Cazeină (%)	Apă (%)	Var stins (%)	Adeziv (g/m ²)
Epoxy	-	-	-	250
PVAc	-	-	-	150
Casein 1A	27.29	67.13	5.57	600
Casein 1B	27.29	67.13	5.57	600
Casein 1C	27.29	67.13	5.57	600
Casein 1D	27.29	67.13	5.57	900
Casein 1E	27.29	67.13	5.57	300
Casein 2	20.51	75.30	4.19	600
Casein 3	24.01	59.07	16.92	600



Studiul nr. 7: Rezultate: Proprietăți mecanice și fizice selectate

Epruveta	MOE [GPa]			MOR [MPa]		
	Valoarea medie	Minimum	Maximum	Valoarea medie	Minimum	Maximum
Casein 1A	7.60 ^{a,b} (1.12)	5.96	9.02	100.91 ^b (9.14)	89.25	114.78
Casein 1B	7.32 ^a (0.50)	6.74	8.19	101.73 ^b (5.40)	93.20	109.39
Casein 1C	8.41 ^{a,b} (1.18)	6.82	9.57	105.47 ^b (11.88)	86.48	121.95
Casein 1D	7.68 ^{a,b} (0.35)	7.07	8.03	96.17 ^b (5.54)	88.52	102.43
Casein 1E	7.19 ^a (0.89)	6.32	8.75	65.10 ^a (18.24)	40.81	96.32
Casein 2	8.10 ^{a,b} (0.74)	6.86	8.76	96.18 ^b (6.08)	87.96	105.43
Casein 3	8.57 ^{a,b} (1.84)	6.03	11.79	105.78 ^b (19.04)	75.11	134.62
Epoxy	8.50 ^{a,b} (1.06)	6.47	9.37	105.27 ^b (11.57)	82.56	114.86
PVAc D4	9.45 ^b (1.29)	8.00	11.22	99.25 ^b (20.58)	62.70	126.62

Epruveta	Absorbția de apă după 24 h [%]			Umflarea în grosime după 24 h [%]		
	Media arit. (deviația standard)	Min.	Max.	Media arit. (deviația standard)	Min.	Max.
Casein 1A	56.74 ^{b,c,d} (3.29)	50.68	60.62	6.01 ^a (0.77)	4.59	6.84
Casein 1B	50.71 ^b (2.70)	45.93	54.14	9.06 ^a (1.84)	5.53	10.68
Casein 1C	62.15 ^d (5.62)	51.89	68.94	9.49 ^a (2.49)	5.33	13.00
Casein 1D	53.18 ^{b,c} (1.60)	50.67	55.64	4.66 ^a (3.03)	0.21	8.67
Casein 1E	69.86 ^e (6.20)	61.13	79.72	10.93 ^{a,b} (1.49)	9.37	13.38
Casein 2	74.00 ^e (3.10)	70.25	78.48	4.77 ^a (3.91)	-1.72	9.91
Casein 3	53.50 ^{b,c} (0.85)	52.43	54.93	10.16 ^{a,b} (4.57)	2.98	17.43
Epoxy	40.24 ^a (3.33)	35.06	44.77	10.54 ^{a,b} (1.75)	8.52	13.63
PVAc D4	58.15 ^{c,d} (2.77)	54.74	61.45	16.46 ^b (7.41)	7.03	28.94

MOR: rezistența la încovoiere (N/mm²)

MOE: modulul de elasticitate (N/mm²)

TS: umflarea în grosime după 24 ore imersie în apă (%)

WA: absorbția de apă după 24 ore imersie în apă (%)



Studiul nr. 7: Concluzii

- Epruvetele cu un conţinut mai mare de var stins (peste 10%) au prezentat:
 - cea mai mare rezistenţă la forfecare,
 - cea mai mică umflare în grosime (după 24 de ore imersiune în apă),
 - rezistenţă la încovoiere și modulul de elasticitate mai ridicate
- Cantitatea optimă de adeziv a fost 600 g/m².
- Rețeta "Casein 3" a oferit cele mai bune rezultate, întrecând performanțele placajelor încleiate cu restul adezivilor pe bază de cazeină și chiar cu PVAc clasa D3.
- În cazul rezistenței la apă, placajele încleiate cu rășină epoxidică au fost cele mai performante

Detalii suplimentare:

- Adezivii pe bază de cazeină reprezintă o alternativă durabilă și ecologică la adezivii sintetici pentru incleierea furnirelor.
- Adezivii pe bază de cazeină pot fi utilizați cu succes pentru o varietate de aplicații, inclusiv producția de mobilă, construcții și echipamente sportive.
- Cercetări viitoare ar trebui să fie concentrate pe optimizarea modului de preparare a adezivului pe bază de cazeină (vâscozitate, durata de utilizare a amestecului adeziv etc.)



Universitatea
Transilvania
din Braşov

Studiul nr. 8: Eficiența presării cu curenți de înaltă frecvență a lemnului laminat de molid încleiat cu adezivi pe bază de cazeină



Material:

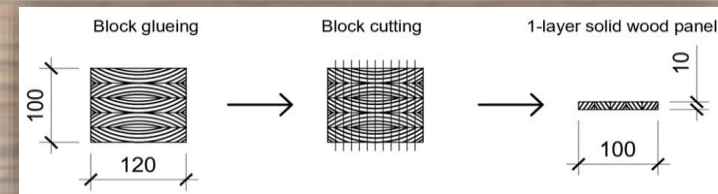
- Lamele de molid (Picea abies) $u = 12\%$ (după uscare)
- Dimensiuni: 120 mm \times 1500 mm \times 20 mm
- Grinda din 5 straturi
- Adezivi:
 - ✓ PVAc D3, Würth Co. (Böheimkirchen, DE)
 - ✓ adeziv pe bază de cazeină, (cazeină acidă și cheag), Kremer Pigmente (Aichstetten, Germania), Gebrüder Woerle (Salzburg, Austria) și cheag (rennet) furnizat de Gebrüder Woerle, (Salzburg, AT), apă (pH 7) și var stins (conținut de substanță uscată 60,9 %), Baumit Co. (Wopfing, AT).

Metode:

- Presare panouri:

Sistem CIF (Weinig), timp de presare 2 și 4 minute, cu cleme de fixare: temperatura de presare: 20°C, timp de presare: 24 h

- Măsurare: CSS, MOR, MOE, SWR



Reprezentarea schematică a producției de panouri din lemn masiv cu un singur strat debitate dintr-o grindă cu cinci straturi de lamele încleiate



Presă de înaltă frecvență utilizată de Weing Dimter Co. (Profipress L2 2500 HF, tip PPL2-2500) în centrul de cercetare din Illertissen, DE

CSS: rezistența la forfecare (N/mm²)

SWR: rezistența la smulgere a șuruburilor (N/mm)

(Herzog et al., 2021)³⁴



Studiul nr. 8: Design experimental



Epruveta	Sistem de presare	Timp de presare	Cazeină	Cazeină (ppv)	Apă (ppv)	Var stins (ppv)	Cantitate adeziv (g/m ²)
PVAc-D3	CP	24 h	-	-	-	-	200
HFPVAc-D3	HF	4 min	-	-	-	-	200
HF-AK1	HF	2 min	Acid (Kremer)	1.5	3.5	1.0	400
HF-AK2	HF	4 min	Acid (Kremer)	1.5	3.5	1.0	400
HF-AK3	HF	2 min	Acid (Kremer)	1.5	4.5	1.0	400
HF-AK4	HF	4 min	Acid (Kremer)	1.5	4.5	1.0	400
HF-AK5	HF	4 min	Acid (Kremer)	1.5	4.5	1.0	200
HF-RW	HF	4 min	Rennin (Woerle)	1.5	3.5	1.0	400
HF-AW	HF	4 min	Acid (Woerle)	1.5	3.5	1.0	400
CP-AK1	CP	24 h	Acid (Kremer)	1.5	3.5	1.0	400
CP-AK2	CP	24 h	Acid (Kremer)	1.5	4.5	1.0	400
CP-AK3 *	CP	24 h	Acid (Kremer)	1.5	3.5	1.0	400
CP-AK4 **	CP	24 h	Acid (Kremer)	1.5	4.5	1.0	400
CP-AK5 ***	CP	24 h	Acid (Kremer)	1.5	3.5	1.0	400
CP-RW6	CP	24 h	Rennin (Woerle)	1.5	3.5	1.0	400
CP-AW7	CP	24 h	Acid (Woerle)	1.5	3.5	1.0	400
CP-RW8	CP	24 h	Rennin (Woerle)	1.5	6.5	1.0	400
CP-AW9	CP	24 h	Acid (Woerle)	1.0	2.5	1.0	400

* Încălzirea adezivului pe bază de cazeină înainte de amestecare la aproximativ 30 °C.

** Aplicarea adezivului după 90 min și creșterea conținutului de apă.

*** Aplicarea adezivului după 45 min și utilizarea adezivului de referință din cazeină.



Studiul nr. 8: Rezultate: Rezistența la forfecare



Rezistența la forfecare (N/mm ²)				
Epruveta	Media aritm.	Minimum	Maximum	<i>p</i>
PVAc-D3	1.17 a (0.24)	0.84	1.60	
HFPVAc-D3	1.77 c (0.30)	1.38	2.21	.
HF-AK1	1.41 b (0.28)	0.97	1.87	.
HF-AK2	1.53 b (0.46)	0.70	2.19	.
HF-AK3	1.16 a (0.36)	0.65	1.69	
HF-AK4	1.88 c (0.21)	1.60	2.28	.
HF-AK5	2.07 d (0.40)	1.40	2.81	.
HF-RW	1.66 c (0.27)	1.23	2.07	.
HF-AW	1.32 b (0.29)	1.03	1.81	.
CP-AK1	2.18 d (0.18)	1.93	2.41	.
CP-AK2	2.28 d (0.39)	1.25	2.65	.
CP-AK3	1.74 c (0.21)	1.47	2.12	.
CP-AK4	2.10 d (0.16)	1.91	2.33	.
CP-AK5	1.69 c (0.15)	1.45	1.94	.
CP-RW6	1.52 b (0.22)	1.11	1.87	.
CP-AW7	1.54 b (0.25)	1.23	2.06	.
CP-RW8	1.45 b (0.22)	0.92	1.81	.
CP-AW9	1.47 b (0.27)	1.17	2.08	.

.Valorile sunt semnificativ diferite de cele ale controlului (ANOVA, $p < 0,05$).



Studiul nr. 8: Rezultate:

Rezistenţa la încovoiere şi modulul de elasticitate



Epruveta	MOR (N/mm ²)				MOE (N/mm ²)			
	Media aritm.	Min.	Max.	<i>p</i>	Media aritm.	Min.	Max.	<i>p</i>
PVAc-D3	98 ^d (7.7)	88	106	.	13,706 ^c (1441)	11,641	15,301	.
HFPVAc-D3	89 ^a (8.3)	80	104	.	12,177 ^b (2214)	10,363	15,302	.
HF-AK1	93 ^b (3.3)	87	97	.	13,265 ^c (369)	12,279	13,607	.
HF-AK2	91 ^b (2.8)	83	93	.	13,244 ^c (336)	12,543	13,732	.
HF-AK3	90 ^b (4.9)	84	100	.	13,187 ^c (790)	12,283	14,149	.
HF-AK4	86 ^a (2.6)	81	90	.	12,484 ^b (423)	11,842	13,205	.
HF-AK5	85 ^a (4.2)	77	91	.	10,614 ^a (1054)	9260	12,260	.
HF-RW	97 ^d (9.0)	83	110	.	13,830 ^c (1025)	12,521	15,121	.
HF-AW	94 ^b (3.9)	89	101	.	12,685 ^b (661)	11,185	13,352	.
CP-AK1	90 ^b (3.2)	86	96	.	12,237 ^b (340)	11,749	12,739	.
CP-AK2	89 ^a (5.6)	81	95	.	12,298 ^b (1180)	10,665	13,411	.
CP-AK3	97 ^d (4.4)	92	105	.	14,342 ^d (560)	13,635	15,293	.
CP-AK4	92 ^b (3.8)	88	101	.	12,961 ^b (520)	11,964	13,681	.
CP-AK5	93 ^b (3.5)	85	97	.	13,866 ^c (392)	13,019	14,341	.
CP-RW6	90 ^b (7.6)	78	104	.	12,131 ^b (1202)	9225	15,469	.
CP-AW7	95 ^c (6.2)	84	106	.	13,753 ^c (901)	11,824	14,905	.
CP-RW8	101 ^d (7.7)	89	110	.	14,238 ^d (1143)	12,338	15,395	.
CP-AW9	96 ^d (5.0)	88	102	.	14,137 ^d (482)	13,323	15,043	.

.Valorile sunt semnificativ diferite de cele ale controlului (ANOVA, $p < 0,05$).

MOR: rezistenţa la încovoiere (N/mm²)
MOE: modulul de elasticitate (N/mm²)



Studiul nr. 8: Rezultate: Rezistenţa la smulgerea şurubului



Epruveta	Rezistenţa la extragere a şuruburilor (N/mm)							
	În lemn				În linia de încleiere			
	Media aritm.	Min.	Max.	p	Media aritm.	Min.	Max.	p
PVAc-D3	98 ^b (8.7)	9127	117	.	114 ^d (13.4)	92	132	.
HFPVAc-D3	102 ^b (5)	93	108	.	109 ^c (9.5)	99	125	.
HF-AK1	115 ^d (10.5)	97	130	.	118 ^d (9)	104	128	.
HF-AK2	99 ^b (14)	90	133	.	108 ^c (17)	83	131	.
HF-AK3	92 ^a (5.3)	86	101	.	91 ^a (5)	85	99	.
HF-AK4	95 ^a (3.8)	87	100	.	103 ^b (9,4)	89	123	.
HF-AK5	114 ^d (23)	81	145	.	108 ^c (7)	98	122	.
HF-RW	108 ^c (23.4)	78	141	.	106 ^c (12)	86	121	.
HF-AW	101 ^b (8.1)	85	108	.	103 ^b (10)	90	117	.
CP-AK1	117 ^d (13.1)	103	141	.	112 ^d (5,3)	104	120	.
CP-AK2	104 ^b (2.7)	98	108	.	104 ^b (6)	98	114	.
CP-AK3	97 ^b (10.5)	85	110	.	112 ^d (6)	100	121	.
CP-AK4	110 ^c (16.3)	93	141	.	103 ^b (8,6)	96	125	.
CP-AK5	91 ^a (5.5)	80	100	.	99 ^b (3)	96	106	.
CP-RW6	94 ^a (6.4)	85	107	.	103 ^b (15)	84	129	.
CP-AW7	95 ^a (7.3)	83	107	.	96 ^a (6)	87	104	.
CP-RW8	90 ^a (9)	75	102	.	95 ^a (8,3)	84	108	.
CP-AW9	108 ^c (8.3)	98	120	.	96 ^a (11,2)	82	116	.

. Valorile sunt semnificativ diferite de cele ale controlului (ANOVA, $p < 0,05$).

SWR: rezistenţa
la smulgerea
şurubului
(N/mm)



Studiul nr. 8: Concluzii



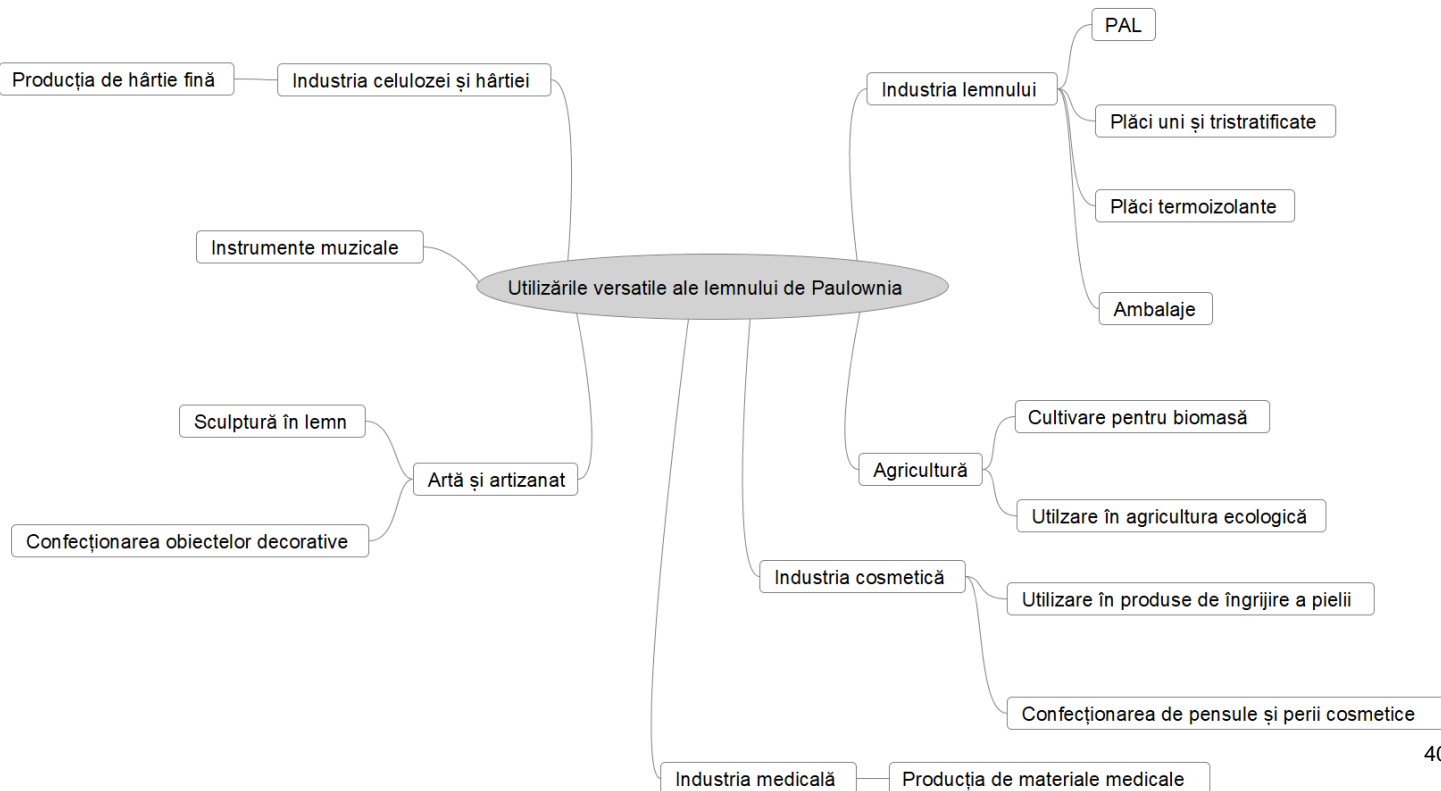
- Timp de presare semnificativ redus, de la 24 de ore (cu cleme de strângere) la 2-4 minute (CIF), o reducere cu 99% → optimizare semnificativă a timpului de producție și a consumului de energie.
- Polimerizare uniformă a rășinii, rezultând o calitate superioară a încleierii.
- Adezivii pe bază de cazeină, optimizați prin adăugarea de 5% apă, oferă proprietăți mecanice comparabile cu PVAc D3.
- Vâscozitatea redusă a adezivului pe bază de cazeină permite o distribuție mai uniformă cu echipamente industriale specializate.
- Timpul de presare și cantitatea de adeziv pot fi optimizate semnificativ.
- Lemnul stratificat de molid încleiat cu cazeină este un produs durabil și reciclabil, fără emisii de formaldehidă.
- Produsul oferă o alternativă ecologică la produsele pe bază de adezivi sintetici.

Concluzii suplimentare:

- Utilizarea adezivilor pe bază de cazeină în combinație cu presa CIF oferă o soluție sustenabilă pentru producția de lemn stratificat durabil, ecologic și eficient din punct de vedere al costurilor. Cercetările ulterioare vor contribui la optimizarea performanței și la extinderea domeniului de aplicare a acestei tehnologii.



Proprietățile fizice și mecanice ale lemnului de *Paulownia tomentosa x elongata* din plantații din Spania, Bulgaria și Serbia





Universitatea
Transilvania
din Braşov

Studiul nr. 9: Proprietățile fizice și mecanice ale lemnului de *Paulownia tomentosa x elongata* din plantații din Spania, Bulgaria și Serbia



Material:

- *Paulownia (Paulownia tomentosa x elongata)*, furnizat de Glendor Holding Co. (Kilb, Austria) și provine din **plantații agro-forestiere** din Spania, Bulgaria și Serbia.
- La testări s-au folosit epruvete provenind din arbori tineri de 5-7 ani.
- Dimensiuni cherestea 150 x 20-30 x 2-2,5 cm

Metode:

- Testări pentru caracterizarea proprietăților fizice și mecanice:
 - densitatea
 - duritatea Brinell
 - rezistența la încovoiere în 3-puncte
 - modulul de elasticitate în 3 puncte
 - rezistența la compresiune
 - rezistența la forfecare,
 - rezistența la smulgerea șuruburilor



Lemn de plantație Paulownia
(sursa: Spania)

(Barbu et al., 2022) ⁴¹



Universitatea
Transilvania
din Braşov

Studiul nr. 9: Rezultate: Densitatea



Specia/Proveniența lemnului	Valoare medie (kg/m ³)	Min/Max (kg/m ³)	Sursa
<i>Paulownia tomentosa x elongata</i> (Spania)	266 (22)	238/297	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia tomentosa x elongata</i> (Bulgaria)	250 (26)	198/307	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia tomentosa x elongata</i> (Serbia)	259 (31)		Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia tomentosa</i> (Ungaria)	246		Koman and Feher (2020)
<i>Paulownia tomentosa</i> (Ungaria)	300 (26.59)	201/313	Koman and Vityi (2017)
<i>Paulownia tomentosa</i> (Turcia)	272	152/237	Akyildiz and Kol (2010)
<i>Paulownia tomentosa</i> (Portugalia)	460	262/360	Estevez et al. (2022)
<i>Paulownia</i> COTE-2 (Spania)	216	178/270	Lachowiz et al. (2020)
<i>Paulownia</i> Sp. Siebold and Zucc. (Bulgaria)	220	179/270	Bardarov and Popovska (2017)
Balsa	160		Wiekiping and Doyle (1960)
Plop	440		Grosser (2007)
Molid	430		Grosser (2007)



Universitatea
Transilvania
din Braşov

Studiul nr. 9: Rezultate: Duritatea Brinell



Specia/Proveniența lemnului	Valoare medie Duritate Brinell (N/mm ²)			Sursa
	Axial	Radial	Tangential	
<i>Paulownia</i> (Spania)	20.6 (5.56)	5.6 (1.53)	4.8 (1.19)	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Bulgaria)	18.7 (3.1)	5.6 (1.35)	5.3 (1.35)	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Serbia)	21.22 (7,64)	6.1 (3.23)		Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Ungaria)	26.74 (3.22)	9.51 (2.17)		Koman and Vityi (2017)
<i>Paulownia</i> (Bulgaria)	20		5.81 (2.13) 9.13 (2.16)	Bardanov and Popovska (2017)
<i>Paulownia</i> (Turcia)	19.7 (0.37)	8.23 (0.09)		Akyildiz and Kol (2010)
Balsa	7		9.016 (0.23)	Finger (2015)
Plop negru	25–33	10–15		Richter and Ehmke (2017)
Molid	32	12		Richter and Ehmke (2017)



Studiul nr. 9: Rezultate: Rezistenţa la încovoiere



Specia/Provenienţa lemnului	Valoare medie MOR [N/mm ²]	Min./Max. [N/mm ²]	Sursa
<i>Paulownia</i> (Spania)	39.77 (6.98)	28.96/50.5	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Bulgaria)	35.53 (5.53)	24.57/43.99	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Serbia)	37.54 (8.54)	24.84/59.48	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Bulgaria)	35		Baranov and Popovska (2017)
<i>Paulownia</i> (Turcia)	43.56 (7.00)	33.36/60.37	Akyildiz and Kol (2010)
<i>Paulownia</i> (Ungaria)	32.3 (4.68)	28.65/48.65	Koman and Vityi (2017)
<i>Paulownia</i> (Portugalia)	53.5 (6)	-	Esteves et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Spania)	38.63	23.89/53.17	Lachowicz et al. (2020)
Balsa	16.63 (1.72)		Kotlarewski et al. (2016)
Molid	80		Richter and Ehmcke (2017)
Stejar	95		Richter and Ehmcke (2017)
Plop negru	55–65		Richter and Ehmcke (2017)



Studiul nr. 9: Rezultate: Modulul de elasticitate



Specia/Proveniența lemnului	Valoare medie MOE [N/mm ²]	Min./Max. [N/mm ²]	Sursa
<i>Paulownia</i> (Spania)	4866.49 (797.84)	3580/5941	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Bulgaria)	3714.14 (588.51)	2685/4899	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Serbia)	4532.49 (900.92)	2733/6492	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Spania)	1898.75	1167/2690	Lachowicz et al. (2020)
Balsa	2900	-	Sell (1997)
Plop negru	8800	-	Grosser (2007)
Molid	11,000	-	Richter and Ehmke (2017)
Larice	13,800	-	Grosser (2007)
Stejar	13,000	-	Grosser (2007)



Studiul nr. 9: Rezultate: Rezistența la compresiune

Specia/Proveniența lemnului	Valoare medie Rezistență la compresiune [N/mm ²]	Min./Max. [N/mm ²]	Sursa
<i>Paulownia</i> (Spania)	22.53 (3.17)	18.7/28.12	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Bulgaria)	18.77 (1.5)	16.25/21.71	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Serbia)	21.41 (4.55)	14.39/32.01	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Ungaria)	19.9 (1.78)	19.63/25.24	Koman and Vityi (2017)
<i>Paulownia</i> (Spain)	14.24 (1.52)		Lachowicz et al. (2020)
<i>Paulownia</i> (Turcia)	35.56 (6.95)	10.45/18.29	Kaymakci et al. (2013)
<i>Paulownia</i> (Turcia)	25.55 (2.25)		Akyildiz and Kol (2010)
Balsa	10	20.35/29.42	Wiekiping and Doyle (1960)
Molid	45		Richter and Ehmke (2017)
Plop negru	30		Grosser (2007)



Studiul nr. 9: Rezultate: Rezistenţa la întindere



Specia/Provenienţa lemnului	Valoare medie Rezistenţa la întindere [N/mm ²]	Min./Max. [N/mm ²]	Sursa
<i>Paulownia</i> (Spania)	44.12 (10.66)	28.1/64.59	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Bulgaria)	36.17 (6.69)	27.60/51.08	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Serbia)	40.14 (9.11)	25.62/62.27	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Ungaria)	33.25 (8.9)		Koman and Vityi (2017)
Balsa	14		Forest Products Laboratory (1999)
Molid	95	21.86/52.96	Richter and Ehmcke (2017)
Stejar	110		Richter and Ehmcke (2017)
Plop negru	77		Richter and Ehmcke (2017)



Studiul nr. 9: Rezultate Rezistența la smulgerea șuruburilor



Specia/Proveniența lemnului	Valoarea medie Rezistența la smulgerea șurubului (N/mm)	Min./Max. (N/mm)	Sursa
<i>Paulownia</i> (Spain)	55.56 (6.6)	41.48/63.47	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Bulgaria)	51.95 (13.66)	31.4/87.74	Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Serbia)	56.55		Barbu et al. (2022)
<i>Paulownia</i> (Turcia)	50.5 (7.87)		Akyildiz (2014)
Pin negru	152	34.24/91.72	Aytekin (2008)
Brad	108		Aytekin (2008)
Stejar	170		Aytekin (2008)



Concluzii Studiul nr. 9



- Amplasamentul plantațiilor de Paulownia din acest studiu (Peninsula Iberică și Balcani) și condițiile de mediu influențează proprietățile lemnului.
- Tipul de sol este un factor important în determinarea calităților lemnului de Paulownia.
- Densitatea scăzută a lemnului de Paulownia îl face ideal pentru izolație termică și în aplicații unde este necesară o densitate redusă a materialului
- Lemnul de Paulownia prezintă valori mai mici ale proprietăților fizico-mecanice în comparație cu alte specii de lemn.
- Lemnul de Paulownia are potențial pentru aplicații speciale, modelism și izolație termică datorită densității reduse.
- Paulownia poate înlocui specii tropicale, cum ar fi balsa, în structurile sandwich ușoare.

Detalii suplimentare

- Paulownia nu se recomandă pentru aplicații structurale care necesită rezistență mecanică și rigiditate ridicată



Concluzii generale



- ❖ Coaja de conifere, valorificată în compozite lignocelulozice pentru o soluție sustenabilă, are un impact redus asupra mediului, putând fi utilizată într-o multitudine de aplicații
- ❖ Reziduurile din malt de bere eficient integrate în PAL, combinate cu particulele de lemn, soluție eficientă și sustenabilă.
- ❖ Adezivii pe bază de tanini în panourile din coajă de larice, alternativă ecologică, determină reducerea emisiilor de formaldehidă, nocive pentru sănătate și mediu.
- ❖ Cazeina utilizată pentru încleierea lamelelor din molid în producția de GLT, opțiune durabilă și economică, datorită proprietăților naturale de lipire și compatibilității cu procesele de prelucrare a lemnului.
- ❖ Lemnul de Paulownia din plantațiile europene poate înlocui cu succes lemnul de balsa, datorită densității reduse, potrivit pentru diverse aplicații, precum modelismul sau izolația termică.




Eugenia Mariana Tudor 
(Tudor, Eugenia Mariana)
Fachhochschule Salzburg
Web of Science ResearcherID: AAG-7002-2020



Eugenia Mariana Tudor 
FH Salzburg
Bestätigte E-Mail-Adresse bei fh-salzburg.ac.at

Metrics

[← Open dashboard](#)

Profile summary

- 35 Total documents
- 29 Web of Science Core Collection publications
- 0 Preprints
- 0 Dissertations or Theses
- 39 Verified peer reviews
- 0 Verified editor records

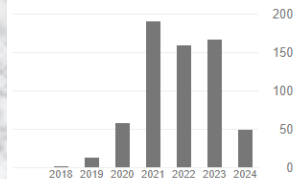
Web of Science Core Collection metrics

13	29
H-Index	Publications in Web of Science
440	275
Sum of Times Cited	Citing Articles

WOS: H-index + citări

Zitiert von

	Alle	Seit 2019
Zitate	643	636
h-index	16	16
i10-index	20	20



Google scholar: H-index + citări

H-index + nr.citări – la nivelul lunii aprilie 2024






Harta citărilor conform WOS



Scopus Preview

This author profile is generated by Scopus. [Learn more](#)

Tudor, Eugenia Mariana

 Fachhochschule Salzburg, Salzburg, Austria  57193128458 

455 Citations by 285 documents	32 Documents	14 h-index View h-graph
-----------------------------------	-----------------	----------------------------

Scopus: H-index + citări



Universitatea
Transilvania
din Braşov

Dezvoltarea carierei



1992



Dipl. ing.
Fine mechanics



1995



2003



Transilvania
University
of Braşov



2007



2011



2014



Dipl. ing.
Wood
technology and
wood economy



2018



Philosophiae
doctor



FH Salzburg



→ Habilitation...





Universitatea
Transilvania
din Braşov

Educație continuă



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI



MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS
OF DENMARK



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN



LAMK
Lahden ammattikorkeakoulu
Lahri University of Applied Sciences



FH Salzburg

1992

1999

2001

2009

2011

2016

2018

2019

2020

2021

2022



Gradul de îndeplinire a criteriilor minime

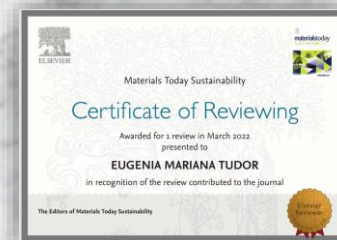
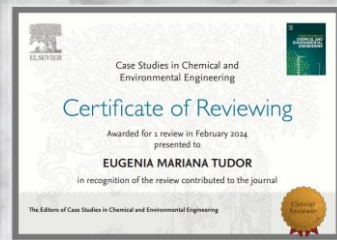
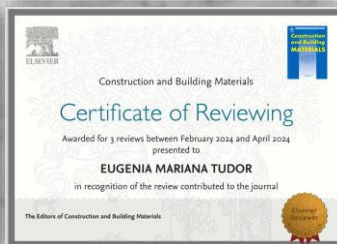


Denumire	Criterii minime	Realizat	Criteriu îndeplinit
A1 Activitatea didactică / profesională	100 puncte	12	DA
A2 Activitatea de cercetare	260 puncte	850	DA
A3 Recunoaşterea şi impactul activităţii	60 puncte	1088	DA
PUNCTAJ TOTAL	420	2068	DA
Punctaj ultimii 5 ani	420	2068	DA
A 1.1 Cărţi şi capitole în cărţi de specialitate după ultima promovare (2009) sau în ultimii 5 ani	2 cărţi/capitole	3	DA
A2.1 Articole în reviste cotate ISI şi volume indexate ISI ca prim autor	8 articole	17	DA
2.1 Articole în reviste cotate ISI	8 articole	17	DA
A2.1 Articole în reviste cotate ISI ca prim autor	4 articole	14	DA
A2.2 Articole în reviste şi volumele unor manifestări ştiinţifice indexate în alte baze de date internaţionale (inclusiv ISI)	15 articole	15 7 BDI 8 ISI	DA
A2.4. Granturi / proiecte (internaţionale) câştigate prin competiţie, inclusiv proiecte de cercetare / consultanţă (valoare de minim 10.000 Euro echivalent) ca director sau responsabil partener /	2	2	DA



Universitatea
Transilvania
din Braşov

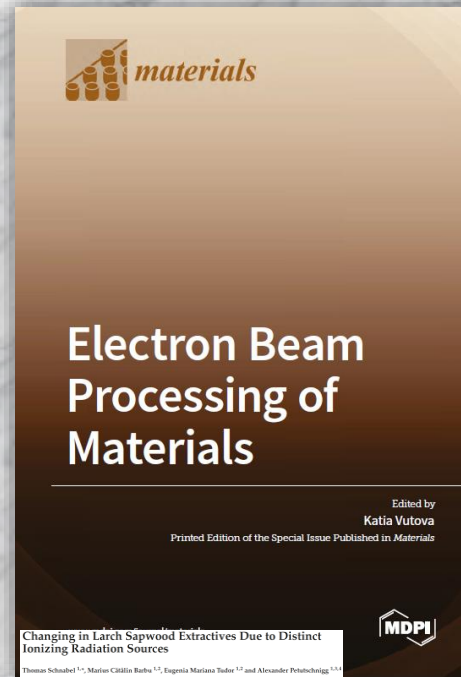
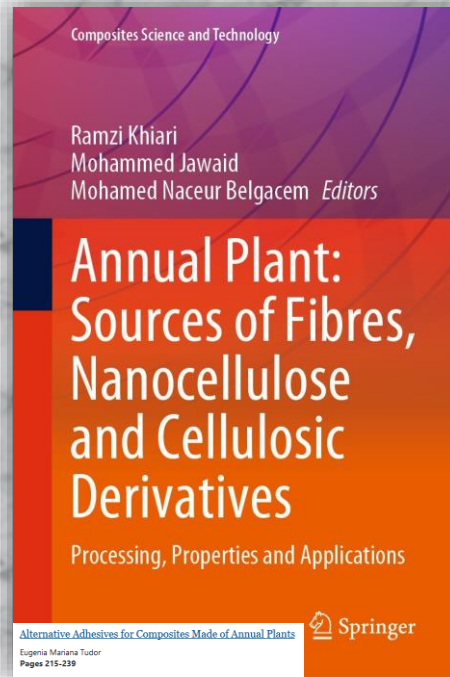
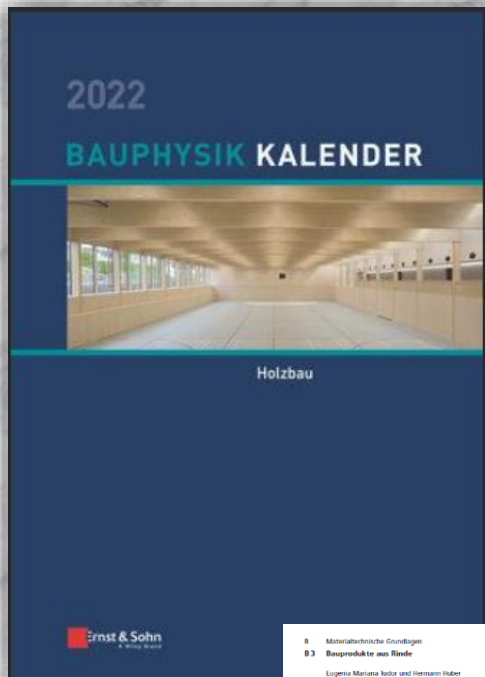
Certificate





Universitatea
Transilvania
din Braşov

Capitole în cărţi





Universitatea
Transilvania
din Braşov

Îndrumare de lucrări științifice la FH Salzburg, Campus Kuchl în perioada 2018-2023



Tip lucrare științifică	Nr.	Titlu lucrare științifică
BAC1	1	Cotainer transport lemn rotund
BAC1, 2	14	Panouri termoizolante pe bază de material lignocelulozic
BAC1, 2	9	Plăci decorative din reziduuri lignocelulozice
BAC1,2	5	Panouri rezistente la foc pe bază de scoarță și argilă
BAC1	1	Optimizarea rezistenței îmbinărilor pe bază de adezivi
BAC2	1	Optimizarea procesului de carbonizarea a lemnului prin metoda Yakisugi
BAC1	1	Reutilizarea lemnului vechi în produse decorative
BAC2	1	Granulat din plută de stejar pentru gazon artificial
BAC1	1	Plăci de surf din Paulownia tomentosa încleiate cu adeziv pe bază de cazeină
BAC1	1	Panouri izolante cu Possidonia oceanica
BAC1	1	Panouri termoizolante din lână de lemn
BAC1	1	Plăci aglomerate din deșeuri tip rumeguș
BAC2	1	Strat de egalizare pentru dușurile din compozit pe bază de scoarță
BAC2	1	Panouri termoizolante pe bază de fibre de scoarță obținute prin procedeu hidromecanic
BAC2	1	Caracterizarea proprietăților fizice și mecanice ale lemnului Paulownia din plantațiile europene
BAC1	2	Plăci termoizolante din Miscanthus
BAC2	1	Sustenabilitatea construcțiilor din lemn
BAC2	1	Optimizarea keycard pure cu materiale alternative
Master	1	Placaje din Paulownia
Master	1	Panouri ecologice pe bază de ace de molid
Master	1	Efectul recoltării și depozitării materiei prime asupra panourilor din fibre din scoarță de molid
Master	1	Presarea cu CIF a lamelelor de foioase și conifere pentru elemente structurale GLT
Master	1	Panouri aglomerate încleiate cu cazeină



Planuri de dezvoltare a activității didactice



- ❖ Adaptarea la predarea online și hibridă
- ❖ Conceptul de învățare mixtă, o abordare holistică ce combină componentele online și cele din sala de curs
- ❖ Integrarea și profesionalizarea sistemelor de învățare online, folosind instrumente precum MsTeams și platforma MOODLE
- ❖ Regândirea metodelor de predare pentru a obține feedback în timp real din partea studenților, facilitată de predarea online
- ❖ Facilitarea comunicării la distanță între tutori și studenți prin intermediul platformelor online și impactul pozitiv asupra procesului de învățământ superior și cercetare





Conceptul învățării mixte



- ❖ Utilizarea cursurilor de învățare mixtă pentru a transfera eficient cunoștințele.
- ❖ Interconectarea elementelor din cursul online pentru a facilita înțelegerea eficientă.
- ❖ Asigurarea accesului la resurse variate pentru studenți: videoclipuri, dicționar online, activități interactive.
- ❖ Utilizarea platformelor MsTeams și Moodle pentru comunicare și evaluare în timp real.
- ❖ Adaptarea continuă a metodelor de predare și combinarea tehnologiilor online pentru o experiență de învățare îmbunătățită.



Internaționalizarea la nivel academic



- ❖ Atragerea studenților pentru programul de masterat în tehnologia și economia lemnului (HTW) în semestrul III, cu participarea profesorilor invitați din SUA.
- ❖ Stimularea participării studenților de la FDMIL, Universitatea Transilvania, la programele de mobilitate Erasmus în colaborare cu FH Salzburg, Campus Kuchl, în noul Departament Green Engineering and Circular Design.
- ❖ Angajarea unui număr mai mare de cadre didactice din FH Salzburg și Facultatea de Design de Mobilier și Inginerie a Lemnului în stagii de pregătire didactică la alte universități și în schimburi de experiență STSM prin programe COST în centre de cercetare din străinătate.
- ❖ Organizarea de vizite de schimb pentru sprijinirea mobilității cercetătorilor, consolidarea rețelelor existente și încurajarea colaborării internaționale și interdisciplinare în cadrul programelor Erasmus și COST.



Planuri privind activitatea de cercetare



- ❖ Recenzarea voluntară, în continuare, a articolelor științifice pentru publicarea în reviste naționale și internaționale.
- ❖ Publicarea articolelor științifice în reviste cu factor de impact mare, evidențiind afilierea la Universitatea Transilvania din Braşov.
- ❖ Editarea proceeding-urilor conferințelor și edițiilor speciale în reviste de profil.
- ❖ Organizarea conferințelor științifice în parteneriat cu FH Salzburg și susținerea tinerilor specialiști în formarea echipelor de cercetare.
- ❖ Încurajarea studenților și doctoranzilor să valorifice studiile inovatoare în brevete și mărci naționale/internaționale.
- ❖ Atragerea de fonduri de cercetare din partea mediului de afaceri, agențiilor naționale și regionale, precum și proiecte finanțate de UE în colaborare cu FH Salzburg.
- ❖ Promovarea stagiilor de practică în fabricile de prelucrare a lemnului din Austria și România, finanțate prin burse de asociații de profil și fonduri europene tip Erasmus+.



Importanța proiectelor colaborative



- ❖ Maximizarea rezultatelor prin combinarea expertizei și resurselor pentru abordarea întrebărilor științifice complexe și extinderea cercetării interdisciplinare.
- ❖ Maximizarea impactului prin colaborare, evidențiată de numărul ridicat de citări în lucrările realizate în comun
- ❖ Atragerea finanțării prin generarea rezultatelor cu impact pozitiv în economia circulară și bioeconomie, crescând șansele de obținere a finanțării nerambursabile la nivel local, regional, național și european.
- ❖ Extinderea rețelei prin colaborarea între instituțiile de învățământ superior pentru identificarea potențialilor angajatori, mentori și colaboratori viitori.
- ❖ Deschiderea către inovație prin colaborare, oferind oportunități de dobândire de noi competențe, de participare la discuții stimulative cu experți din domenii conexe.



Vă mulțumesc pentru atenție!

**Universitatea de
științe aplicate
din Salzburg**

**Universitatea
Transilvania
din Brașov**

**Universitatea
tehnică
din Zvolen**