

**RAPORT ȘTIINȚIFIC FINAL**  
**(2022 – 2024)**

Competiția:	Program 4 - Cercetare fundamentală și de frontieră Proiecte de cercetare exploratorie - PCE 2021
Nr. contract:	61PCE/2022
Cod proiect:	PN-III-P4-PCE-2021-0885
Domeniul de cercetare:	PE8 Științe ingineresti
Titlul :	Analiza calitativa, dinamică și acustică a sistemelor anizotrope cu interfețe modificate
Acronim:	ACADIA
Data începere proiect:	02.06.2022
Data finalizare proiect:	31.12.2024
Durata (luni):	31
Buget total:	1200000
Sursa 1 Bugetul de stat	1200000
Pagina web proiect:	<a href="https://acadia.unitbv.ro/">https://acadia.unitbv.ro/</a>
Instituția coordonatoare:	Universitatea Transilvania din Brașov
Director de proiect:	Prof. univ. dr. ing. Stanciu Mariana Domnica

**Raportul științific final (max. 25 pag.)** pentru întreaga perioadă de implementare a proiectului și trebuie să cuprindă următoarele aspecte:

**I. Prezentare generală a realizării obiectivelor proiectului, cu punerea în evidență a rezultatelor și gradul de realizare a obiectivelor. Prezentarea trebuie să includă explicații care să justifice diferențele (dacă există) dintre activitățile preconizate și cele realizate.**

**Obiectivul general** al proiectului 61PCE/2022 „Analiza calitativă, dinamică și acustică a sistemelor anizotrope cu interfețe modificate” (ACADIA) a fost acela de a explora, prin diferite metode de cercetare, proprietățile mecanice, dinamice și acustice ale lemnului din construcția instrumentelor muzicale cu corzi, atât ca sisteme anizotropice cu structuri și interfețe diferite datorită texturii și desenului lemnului, cât și ca sisteme multicorp a căror proprietăți macrostructurale conferă instrumentului muzical calitățile acustice deosebite, evidențiind contribuția tratării de suprafață a lemnului de rezonanță din construcția instrumentelor muzicale (viori).

**Noutatea proiectului** a constat în cercetarea de frontieră și interdisciplinară ale lemnului de rezonanță, precum și ale lemnului tratat prin tratamente de suprafață, modificatoare de proprietăți fizice elastice și acustice, pe probe de laborator și pe modele reale (viori).

**Obiectivele operaționale** ale proiectului au fost atinse prin investigațiile experimentale aplicative cu echipamente performante, cu echipa de cercetare interdisciplinară (domeniul științele pământului-forestier, chimie și știința materialelor, științe ingineresti, științe umaniste și artă (muzică), asigurându-se transferul de cunoștințe de la cercetătorii cu experiență la cei tineri.

**Obiectivele prevăzute/realizate;**

**Obiectivul 1. Investigații microscopice și spectroscopice (FTIR) privind modificările de suprafața ca urmare a tratamentelor aplicate lemnului (100% gradul de îndeplinire a obiectivului)**

Obiectivul 1 (Faza I/2022) a fost realizat în procent de 100%, principiul metodelor experimentale și etapelor realizate pentru atingerea acestui obiectiv fiind sintetizate în Fig. 1.

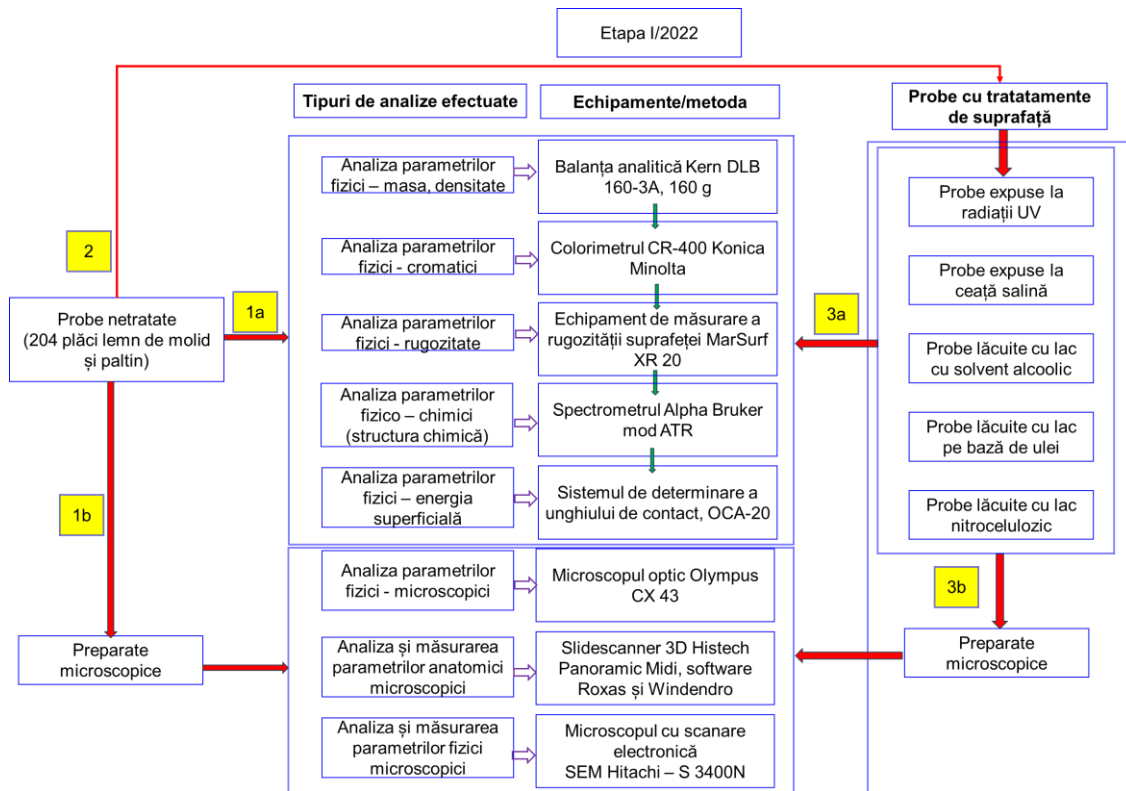
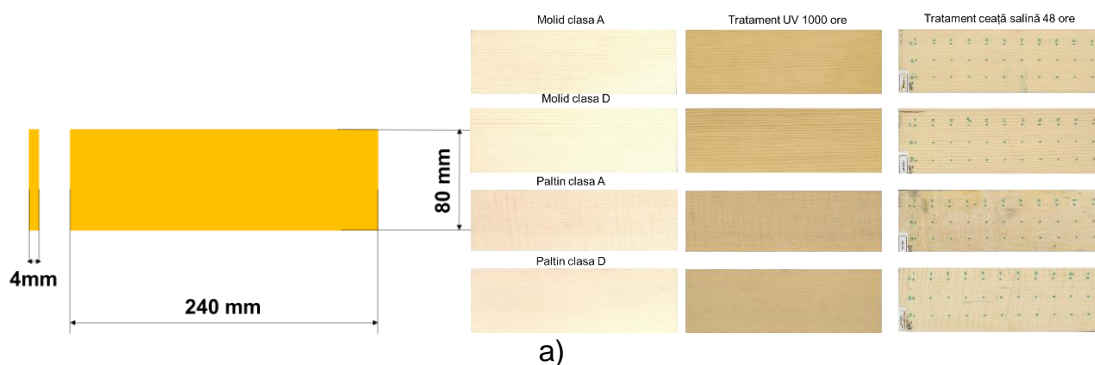


Fig. 1 Etapele atingerii obiectivului 1

Primul obiectiv al proiectului, corespunzător fazei I/2022 s-a materializat prin pregătirea celor 204 probe din lemn (atât probele de control, cât și pentru tratament) pentru toate tipurile de analize/teste (Act. 1.1), identificarea și stabilirea modelelor anatomice și proprietăților fizice ale speciilor de lemn: molid și paltin (act. 1.2) prin numeroase determinări calitative și cantitative dintre care: parametri de culoare ai lemnului înainte de aplicarea tratamentelor, viteze de propagare a sunetelor în lemn; profile de rugozitate a plăcilor; modele anatomice ale lemnului de rezonanță utilizând preparatele microscopice extrase din probe, amprenta chimică prin metoda FTIR a probelor în starea inițială. În Fig. 2 sunt prezentate tipurile de probe analizate în cadrul acestui obiectiv, probe rectangulare din lemn de molid și paltin, cu structura anatomică diferită din punct de vedere al parametrilor anatomici ai lemnului (lățimea inelelor anuale, proporția de lemn timpuriu/lemn târziu, pasul de ondulare a fibrei la lemnul de paltin). Tipurile de probe investigate au fost: probele martor, netratate (molid clasa A, molid clasa D, paltin clasa A, paltin clasa D); probe expuse la radiații UV; probe supuse tratamentului salin; probe lăcuite cu lac alcoolic, probe pe bază de ulei; probe cu lac nitrocelulozic.



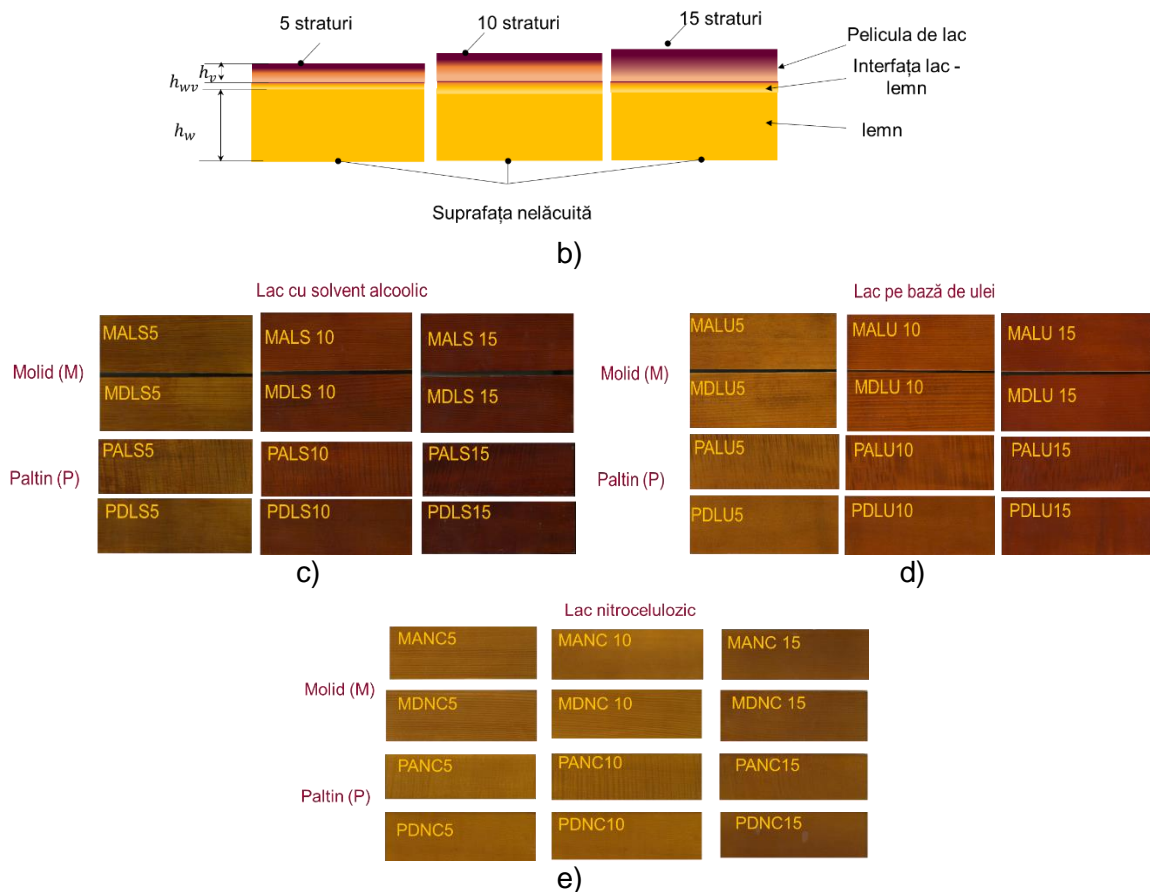


Fig. 2. Tipuri de probe analizate: a) probe maror, probe cu tratament de îmbătrânire artificială (UV) și probe cu tratatemetn salin; b) structura sistemului lăcuit; c) probe lăcuite cu lac alcoolic; d) probe lăcuite cu lac pe bază de ulei; e) probe lăcuite cu lac nitrocelulozic

Pentru studiile de anatomie cantitativă, imaginile microsecțiunilor au fost preluate cu dispozitivul slidescanner3D Histech Panoramic Midi și analizate cu Roxas (Fig. 3). Valorile cantitative ale structurii anatomice a lemnului de molid și paltin pe clase de calitate anatomică sunt prezentate în Tabelul 1.

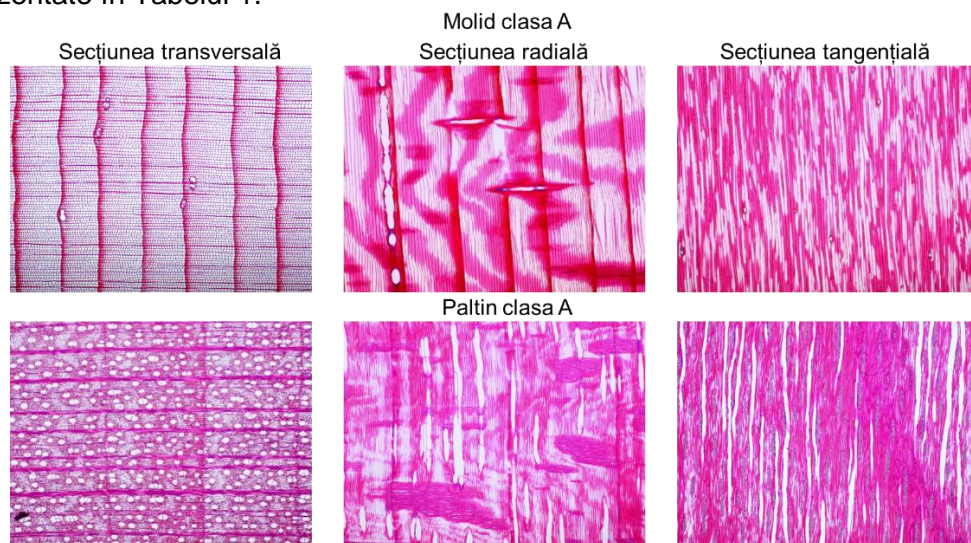
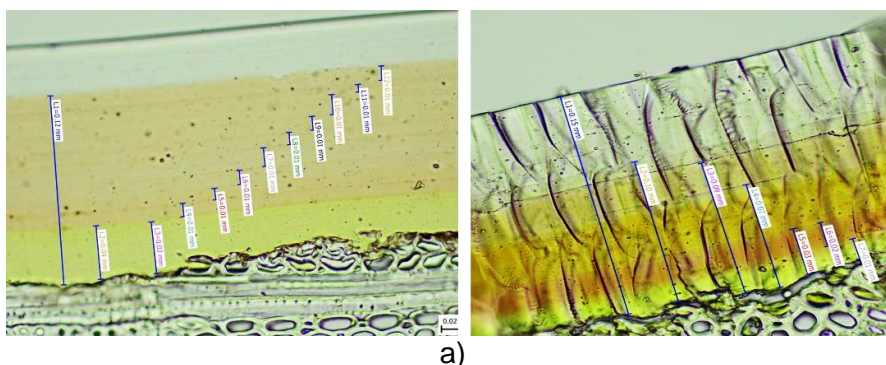


Fig. 3. Modele anatomice ale speciilor de lemn: molid și paltin

**Tabelul 1.** Indicatori cantitativi ai structurii microscopice a lemnului pentru instrumente muzicale (\*1px<sup>2</sup> = 0.26 mm)

Descriptori anatomici ai lemnului de rezonanță	Valori medii clase de calitate			
	A	B	C	D
Lemn de molid				
Lățimea inelelor anuale (mm)	0.71	1.38	1.69	2.28
Lățimea lemnului timpuriu (mm)	0.54	1.07	1.33	1.74
Lățimea lemnului târziu (mm)	0.18	0.30	0.36	0.54
Proporția de lemn timpuriu (%)	74.97	78.53	78.71	76.36
Proporția de lemn târziu (%)	25.03	21.47	21.29	23.64
Pereții celulari de pe suprafața lemnului (%)	51.9	57.63	52.9	50.2
Lumenul celulelor de pe suprafața lemnului (%)	48	42.3	47.03	49.6
Suprafața lumenului (px <sup>2</sup> )*	607.84	631.86	628.35	618.72
Totalul celulelor analizate digital	36531	30584	34403	37665
Lemn de paltin				
Lățimea inelului anual RW (mm)	1.249	1.218	0.844	0.987
Regularitatea inelelor anuale RRI (%)	76.574	80.028	82.932	83.462
Pasul de ondulație al fibrei FUP (mm)	5.448	6.2952	7.4182	NA
Unghiul ondulației fibrei (°)	23.528	13.016	4.07	2.69
Caracteristici anatomice ale vaselor din lemnul de paltin				
Pereții celulari de pe suprafața lemnului (%)	86.78	88.75	88.67	86.21
Lumenul celulelor de pe suprafața lemnului (%)	13.22	11.25	11.33	13.79
Suprafața lumenului (px <sup>2</sup> )*	4782.44	4390.25	4325.72	6131.19
Totalul celulelor analizate digital	409	375	390	335
Zonele de fibre și parenchim din lemnul de paltin				
Pereții celulari de pe suprafața lemnului (%)	66.62	68.28	66.00	68.91
Lumenul celulelor de pe suprafața lemnului (%)	33.37	31.71	33.99	31.08
Suprafața lumenului (px <sup>2</sup> )*	97.64	120.75	107.65	102.40
Totalul celulelor analizate digital	53158	41394	50288	46970

Pentru analiza microscopică a interfețelor lemn – pelicula de lac, s-a utilizat microscopul optic Olympus CX 43 (Fig. 4a) și microscopul cu scanare electronică SEM Hitachi – S 3400N (Fig. 4b,c). Imaginile microscopice ale mostrelor de lemn de molid și paltin, lăcuite cu lac pe bază de ulei și lac spirt, sunt prezentate în Fig. 4. Grosimea diferitelor straturi de lac sunt rezumate în Tabelul 2.



a)



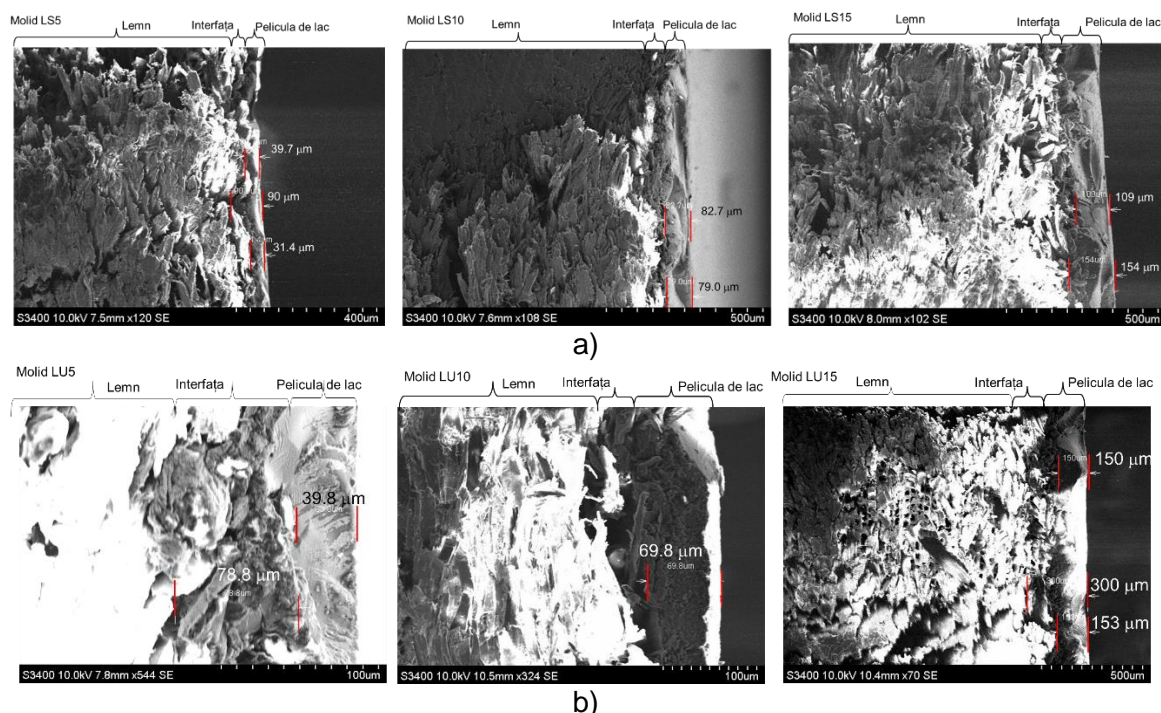


Fig. 4. Vedere microscopică a sistemelor lăcuite analizate: a) cu microscopul optic Olympus CX 43; b) cu SEM, probe cu lac alcoolice; c) cu SEM, probe cu lac pe bază de ulei

Tabelul 2. Grosimile peliculelor de lac aplicate pe lemnul de rezonanță

Specia de lemn	Tip de finisaj	Nr. de straturi	Grosimea peliculei (μm)	
			SEM	OM
Molid	Lac alcoolice	5	30 – 40	-
		10	70 – 80	50...70
		15	110 – 150	-
	Lac pe bază de ulei	5	40 – 45	-
		10	70 – 75	60...90
		15	130 – 150	-
Paltin	Lac alcoolice	5	30 - 35	-
		10	70 - 80	90...100
		15	115 - 140	150
	Lac pe bază de ulei	5	45 - 50	-
		10	70 - 80	-
		15	128 - 150	120

Pentru analiza FTIR, probele au fost investigate cu spectrometrul Alpha Bruker cu modul ATR (Attenuated Total Reflectance) (Fig. 5). Spectrele s-au înregistrat în domeniul 4000-600  $\text{cm}^{-1}$ , la o rezoluție de 4  $\text{cm}^{-1}$ , 24 scanări pe probă, minimum 3 înregistrări spectre / probă. Au fost analizate probe din lemn netratate, probe de lac lichid și pelicologen (aplicate pe suportul lemnos), probe de lemn îmbătrânit artificial și probe tratate cu tratament salin. Spectrele comparative pentru molid și paltin ilustrează caracteristici chimice comune celor două specii de lemn, dar și unele elemente de diferențiere. Aceste diferențieri constau în principal în:

- intensitatea mărită a absorbției la 1730  $\text{cm}^{-1}$  pentru lemnul de paltin față de molid datorită unui conținut mai mare de grupări acetyl, prezente cu precădere în hemiceluloze de tip pentozane (xilan), ce sunt caracteristice foioaselor;
- diferențieri în privința absorbțiilor caracteristice ligninelor, care se diferențiază structural pentru rășinoase și foioase: pentru molid se identifică absorbție la 1261  $\text{cm}^{-1}$  (inel guaiacil-lignine de tip GL), iar pentru paltin absorbție la 1235  $\text{cm}^{-1}$  (inel siringil – lignine de tip SL); de asemenea absorbția scheletului aromatic al ligninei se situează la 1507  $\text{cm}^{-1}$  pentru molid, respectiv 1504  $\text{cm}^{-1}$  pentru paltin, din cauza aceluiași diferențieri structurale;

- absorbția nucleului aromatic la aproximativ 1593 cm<sup>-1</sup> apare doar ca un umăr în spectrul molidului, fiind clar distinctă în spectrul paltinului.

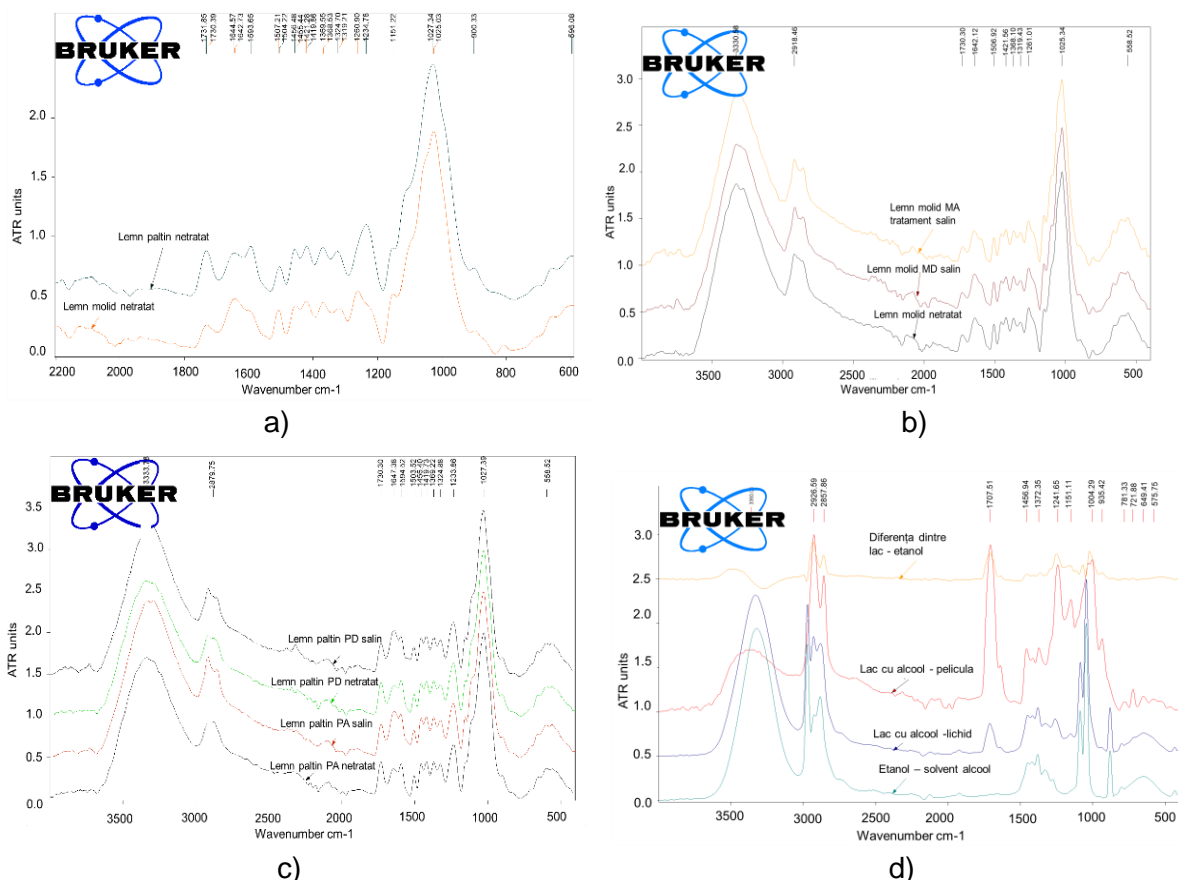


Fig. 5. Analiza FTIR a tipurilor de bio-interfețe analizate în cadrul proiectului: a) probe din lemn de rezonanță netratate; b) probe din lemn tratate cu tratament salin; c) probe tratate cu lac cu solvent alcoolic; d) probe tratate cu lac pe bază de ulei;

Informațiile detaliate privind rezultatele științifice au fost prezentate în Raportul etapei I/2022 și a materialelor încărcate pe platformă.

### Rezultatele cuantificabile obținute în cadrul acestui obiectiv (O1) au fost:

În cadrul activității de diseminare și vizibilitatea a rezultatelor (faza I/2022), s-au desfășurat următoarele acțiuni soldate cu indicatori cuantificabili:

- Realizarea site-ului proiectului: <https://acadia.unitbv.ro/> și fotografierea/filmarea unor secvențe din activitățile de cercetare din cadrul proiectului
- Participarea la 4 conferințe internaționale cu 5 lucrări prezentate:
- 2 workshop-uri organizate cu membrii proiectului în datele de: 29.06.2022 și 18.11.2022.

### Obiectivul 2. Determinarea proprietăților elastice/acustice ale epruvetelor de lemn cu diferite tratamente de suprafață (100% gradul de îndeplinire a obiectivului)

A fost atins printr-un set de șase activități ce au vizat determinarea proprietăților dinamice/elastice și acustice ale probelor de lemn supuse la tracțiune statică și analize mecanice dinamice, în toate cazurile de tratamente a lemnului. Prima activitate, Determinarea proprietăților mecanice ale probelor supuse la tracțiune (act. 2.1), a constat în pregătirea

probelor din lemn masiv de molid și paltin, netratate, pentru solicitarea de tracțiune (probe de control și probe expuse la imbatranire artificiala), efectuarea testelor și prelucrarea datelor experimentale. Determinarea proprietăților vâsco-elastice supuse la analiza mecanică în regim dinamic (DMA) (act. 2.2) a presupus extragerea probelor la dimensiunile specifice testului din plăcile lăcuite și analizate în Etapa I/2022 a proiectului, fiind supuse analizei mecanice în regim dinamic, în condiții izoterme și de variație a frecvenței de solicitare. S-au obținut numeroase determinări calitative și cantitative dintre care: modulul elastic, modulul vascos, amortizarea, variația mărimilor vâsco-elastice în raport cu timpul de expunere, tipul de tratament de suprafață și grosimea peliculei de lac. Suplimentar, proprietățile de amortizare/absorbție au fost determinate și prin metoda tubului de impedanță. Determinarea vitezei de propagare a undelor longitudinale/ ultrasonice în specișenele de lemn (act. 2.3) a constat în analiza vitezelor de propagare a sunetelor în lemnul masiv cât și în plăcile lacuite, determinându-se gradul de anizotropie în raport cu direcția fibrelor. Rezultatele obținute au evidențiat o diminuare a vitezei de propagare a sunetelor în probele lăcuite, comparativ cu cele nelacuite, dar și cu modificarea direcției de măsurare față de axa longitudinală a fibrei lemnului. Elaborarea analizei critice a proprietăților elastice ale lemnului de rezonanță în corelație cu analiză microscopică și spectroscopică (act. 2.4) a constat în corelarea proprietăților anatomice studiate pe preparate microscopice ale lemnului de molid și paltin, cu proprietățile fizice și acustice ale lemnului. Obiectivul 2 (Faza II/2023) a fost realizat în procent de 100%, modul de implementare a activităților proiectului în această etapă, al metodelor experimentale fiind sintetizate în Fig. 6.

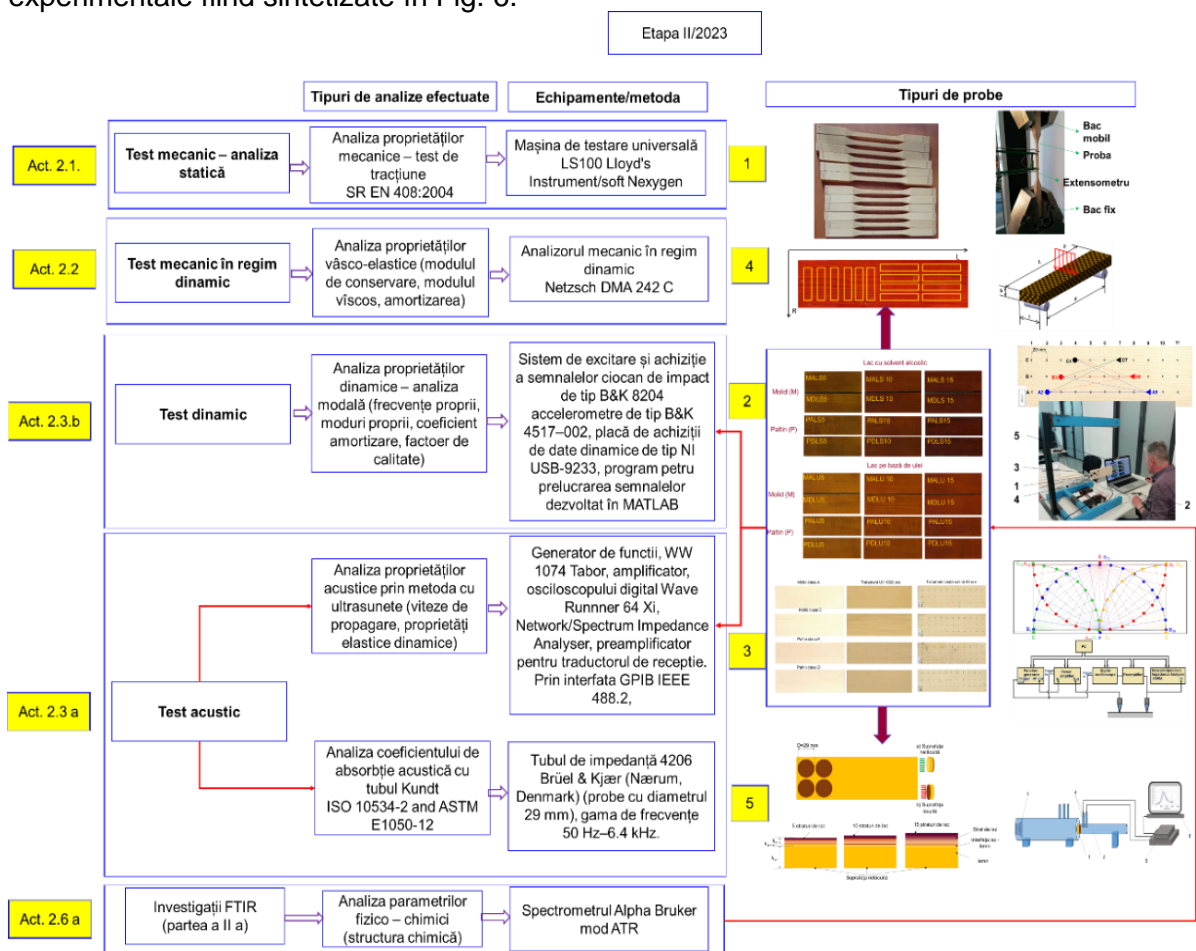


Fig. 6. Schema realizare a obiectivului 2, Determinarea proprietăților elastice/acustice ale epruvetelor de lemn cu diferite tratamente de suprafață

Activitatea de Diseminarea și vizibilitatea rezultatelor (act. 2.5) a constat în organizarea celor 2 workshop-uri cu echipa proiectului, participări la conferințe internaționale sub formă a 9 lucrări științifice, 2 articole BDI publicate, sub forma celor 6 articole înscrise la reviste ISI (Q1),

3 publicate și indexate, 3 aflate în evaluare, actualizarea site-ului și realizarea unui roll-up. Act. 2.6., constând în Analiza progresivă a modificării suprafeței și a componentelor chimice (partea a II a) a vizat determinarea modificărilor chimice ale lemnului neacoperit și acoperit cu pelicule de lac expuse îmbătrânirii artificiale prin intermediul metodelor de analiza FTIR și XRD, obținându-se amprente chimice și indicii de cristalinitate al probelor studiate.

Din punct de vedere al rezultatelor științifice de cercetare exploratorie asupra celor două specii lemnoase cu arhitectură anatomică diferită, se poate aprecia că:

- ✚ Valorile modulului de elasticitate longitudinal pentru lemnul de molid îmbătrânit 1000 ore sunt mai mari decât înainte de expunere la UV, cu 2,6% (clasa A) și 9,3% (clasa D). În cazul probelor de lemn de paltin se observa și o ușoară creștere a modulului de elasticitate cu 1,38% pentru clasa D, după îmbătrânire. Probele de paltin clasa A înregistrează o scădere ușoară a modulului de elasticitate după 1000h de expunere UV (3%) (Fig. 7).
- ✚ Procesul de îmbătrânire artificială duce la o creștere a rigidității probelor ca urmare a degradării principalelor compuși chimici ai lemnului.
- ✚ Modul în care se rupe lemnul este strâns legat de orientarea elementelor anatomice în raport cu axa tensiunii. Inițierea ruperii la tracțiune are loc fie în interiorul peretelui celular unde straturile sale sunt supuse la forfecare, iar ulterior, alungirea ireversibilă absoarbe energia de deformare disipând-o, sau între celule, când lemnul prezintă pereți subțiri.
- ✚ Modelul de fracturare a probelor martor de molid este de tip așchii, în timp ce în probele de molid îmbătrânit, modul de rupere este fragilă. La lemnul de paltin, atât înainte cât și după îmbătrânire, ruperea este fragilă.
- ✚ Datorită caracteristicilor anatomice ale paltinului, diferite de lemnul de molid, curbele de regresie diferă înainte și după fotodegradare și oxidare termică, în comparație cu lemnul de molid.

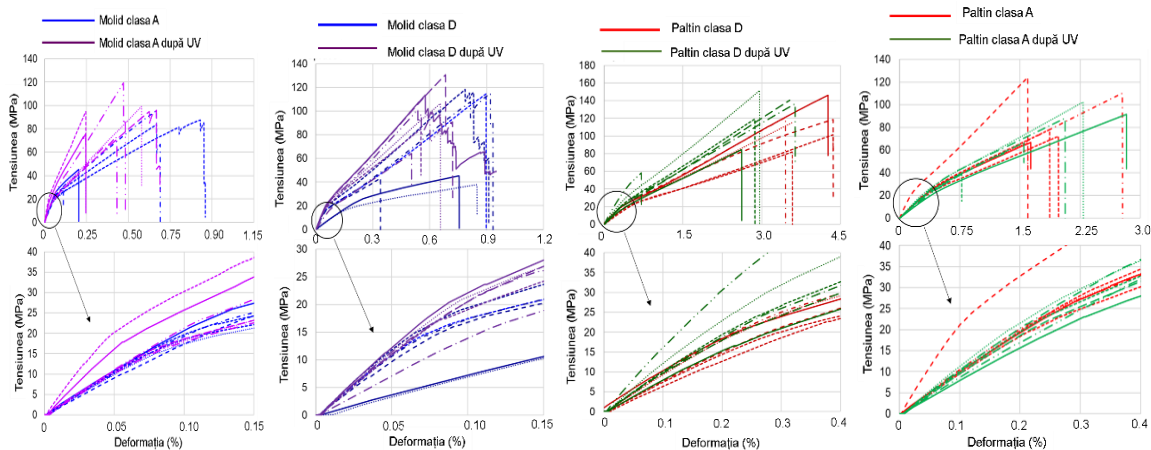


Fig. 7. Curbele caracteristice tensiune – deformație la solicitarea de tracțiune: a) probe lemn molid clasa A; b) probe lemn molid clasa D; c) probe lemn paltin clasa A; d) probe lemn paltin clasa D

În urma testelor de analiză mecanică în regim dinamic (DMA), au rezultat valorile modulelor vâsco elastice ( $E'$ ,  $E''$ ) și ale amortizării pentru fiecare probă în cele 6 cazuri de solicitare (frecvențe diferite de solicitare). Procedura de prelucrare a datelor a constat în utilizarea programului Excel pentru generarea graficelor de variație a  $E'$ ,  $E''$ ,  $\tan\delta$  în timp pentru toate tipurile de probe. Apoi au fost extrase valorile inițiale (la timpul  $t=0$ ) și finale (la timpul  $t=30\text{min}$ ) comparându-se cantitativ evoluția modulului dinamic și a amortizării. Rezultatele au evidențiat o comportare vâsco-elastică diferită în funcție de tipul de finisaj aplicat pe lemn (Fig. 8). Odată cu creșterea frecvenței de încărcare, amortizarea crește atât la probele lacuite cu lac ulei, cât



și la cele cu lac alcoolic. Se observă însă că la frecvențe joase (3.33; 5; 10 Hz), probele cu lac alcoolic prezintă o tendință de scădere a amortizării față de lacul pe bază de ulei (Fig. 8). În general, valorile de amortizare sunt mai mari la probele lăcuite cu lac pe bază de ulei ( $tand=0.06...0.11$ ), comparativ cu probele lăcuite cu lac alcoolic ( $tand=0.042...0.062$ ) la probele din lemn de paltin.

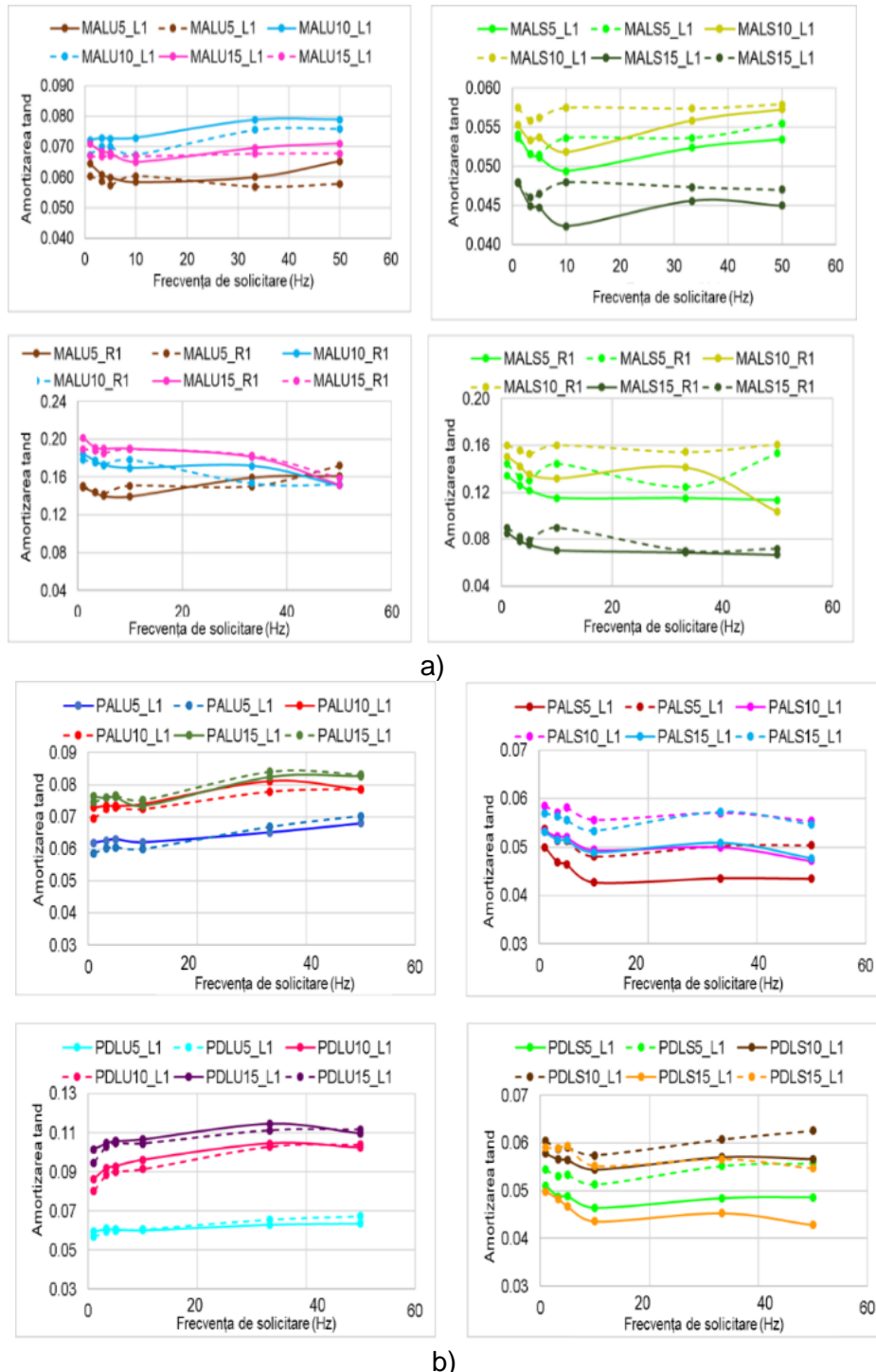


Fig. 8 Variația amortizării în funcție de frecvența de solcitare: a) probe din lemn de molid clasa A și D, lăcuite cu lac pe bază de ulei și lac cu solvent alcoolic; b) probe din lemn de paltin clasa A și D, lăcuite cu lac pe bază de ulei și lac cu solvent alcoolic

În urma analizei modale a probelor expuse la radiații cu ultraviolete s-a constatat că valorile frecvențelor proprii au crescut cu aproximativ 5–10% după expunerea la UV, creșterea fiind

mai mare cu creșterea frecvenței. Formele modale nu au fost influențate de expunerea la radiații UV. În Tabelul 3 sunt centralizate valorile frecvențelor proprii. În Fig. 9 și 10 sunt prezentate spectrele de frecvență pentru probe de molid lăcuite cu lac pe bază de ulei și lac alcoolic.

Tabelul 3. Valorile frecvenței de rezonanță

Probe	Frecvența (Hz)						
	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7
MALU5 înainte	270	<b>403</b>	685	1058	1332	2132	
MALU5 după	272	<b>398.3</b>	687	1044	1332	2110	2347
MALU10 înainte	270.1	<b>421.1</b>	682.1	1123	1359	2217	2466
MALU10 după	269.3	<b>408.9</b>	674.4	1093	1332	2152	2356
MALU15 înainte	280.8	<b>401.3</b>	695	1054	1347	2057	2359
MALU15 după	272.4	<b>380.7</b>	679	1003	1292	1967	2257
MDLU5 înainte	271.6	<b>447.1</b>	701.9	1183	1427	2309	2599
MDLU5 după	272.4	<b>440.2</b>	703	1171	1406	2278	2513
MDLU10 înainte	299.8	<b>387.6</b>	712.6	1037	1331	1977	2502
MDLU10 după	294.4	<b>374.6</b>	697.3	1000	1306	1899	2296
MDLU15 înainte	287.6	<b>412</b>	717.9	1084	1405	2098	2527
MDLU15 după	281.5	<b>386.8</b>	692	1032	1330	2001	2304

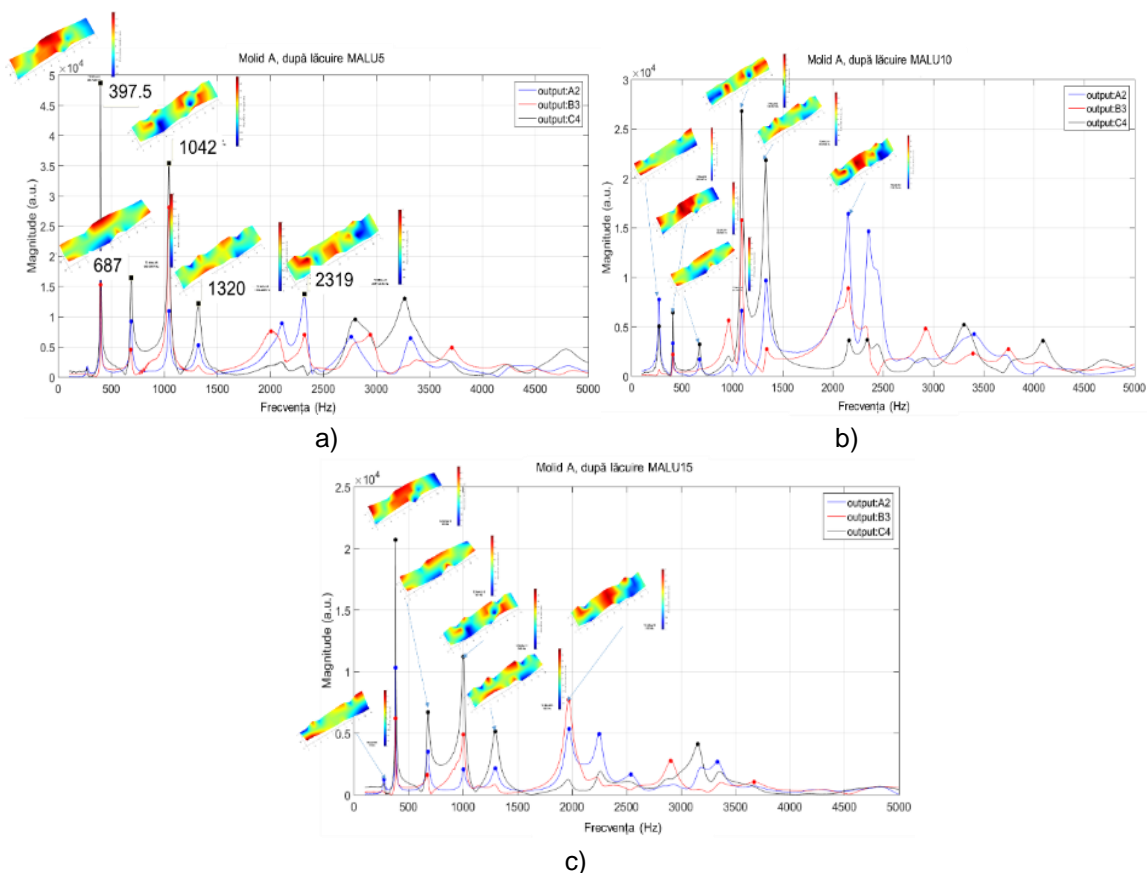


Fig. 9 Spectre de frecvență obținute prin analiza modală experimentală: a) plăci de molid clasa A, 5 straturi lac pe bază de ulei; b) plăci de molid clasa A, 10 straturi lac pe bază de ulei; c) plăci de molid clasa A, 15 straturi lac pe bază de ulei

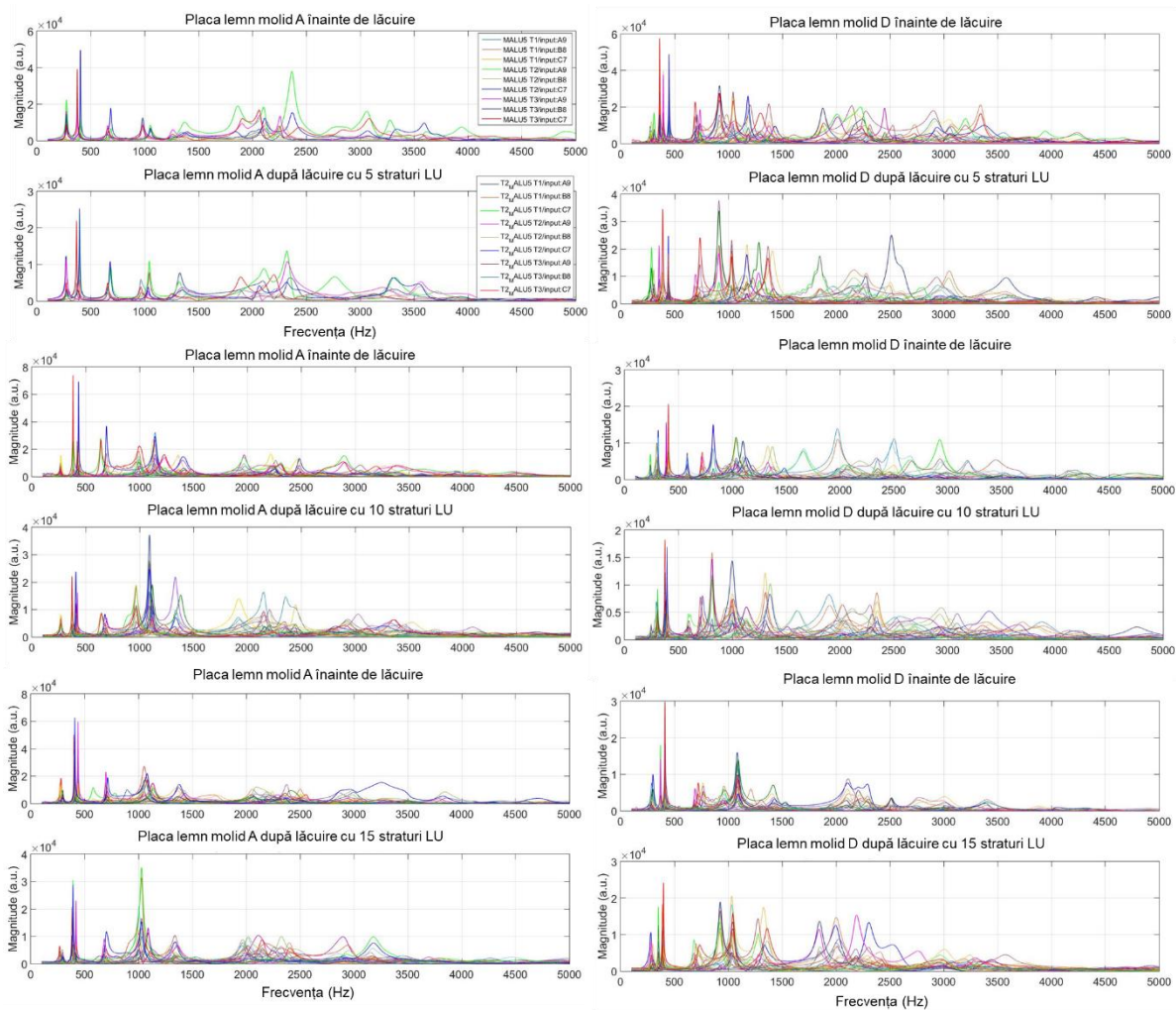


Fig. 10. Spectrele de frecvență ale plăcilor lăcuire cu lac pe bază de ulei și lac cu solvent alcoolic, 5, 10, 15 straturi, comparativ cu spectrele înainte de lăcuire

În Fig. 11 sunt prezentate variațiile coeficienților de absorbție acustică ale probelor analizate atât pe fața nelăcuită (indice "a") cât și pe cea lăcuită ("b,,"). Structura anatomică a substratului lemnos influențează curba absorbției în raport cu spectrul de frecvențe: se observă că probele din clasa de calitate A prezintă în general o distribuție tipic Gaussiană a coeficientului, cu valori între 0.4 – 0.6 (probele din grupul MALS), respectiv 0.2 – 0.4 (probele din grupul MALU) (Fig. 11a). Comparativ cu suprafața nelăcuită, suprafața lăcuită prezintă o comportare distinctă în funcție de sistemul de acoperire: pentru probele acoperite cu LS, absorbția maximă se produce între 4 – 5 kHz, cu o valoare maximă a coeficientului de 0.45 (MALS10), respectiv 0.25 (MDLS10), iar pentru probele acoperite cu sistemul LU, absorbția maximă se produce între 3 – 4 kHz, cu valorile maxime de 0.3 (MALU15); respectiv 2.0 – 3.5 kHz la probele MDLU, cu valori maxime ale coeficientului 0.3 – 0.4. În cazul substratului lemnos din clasa de calitate D, între variațiile coeficientului de absorbție acustică ale celor două suprafețe analizate (fără lac/cu lac) nu există diferențe notabile. Atât la probele acoperite cu LS cât și cu LU, se observă inflexiuni ale curbelor de variație a coeficientului de absorbție, în dreptul frecvențelor 2.3; 4.0 și 5.7 kHz.

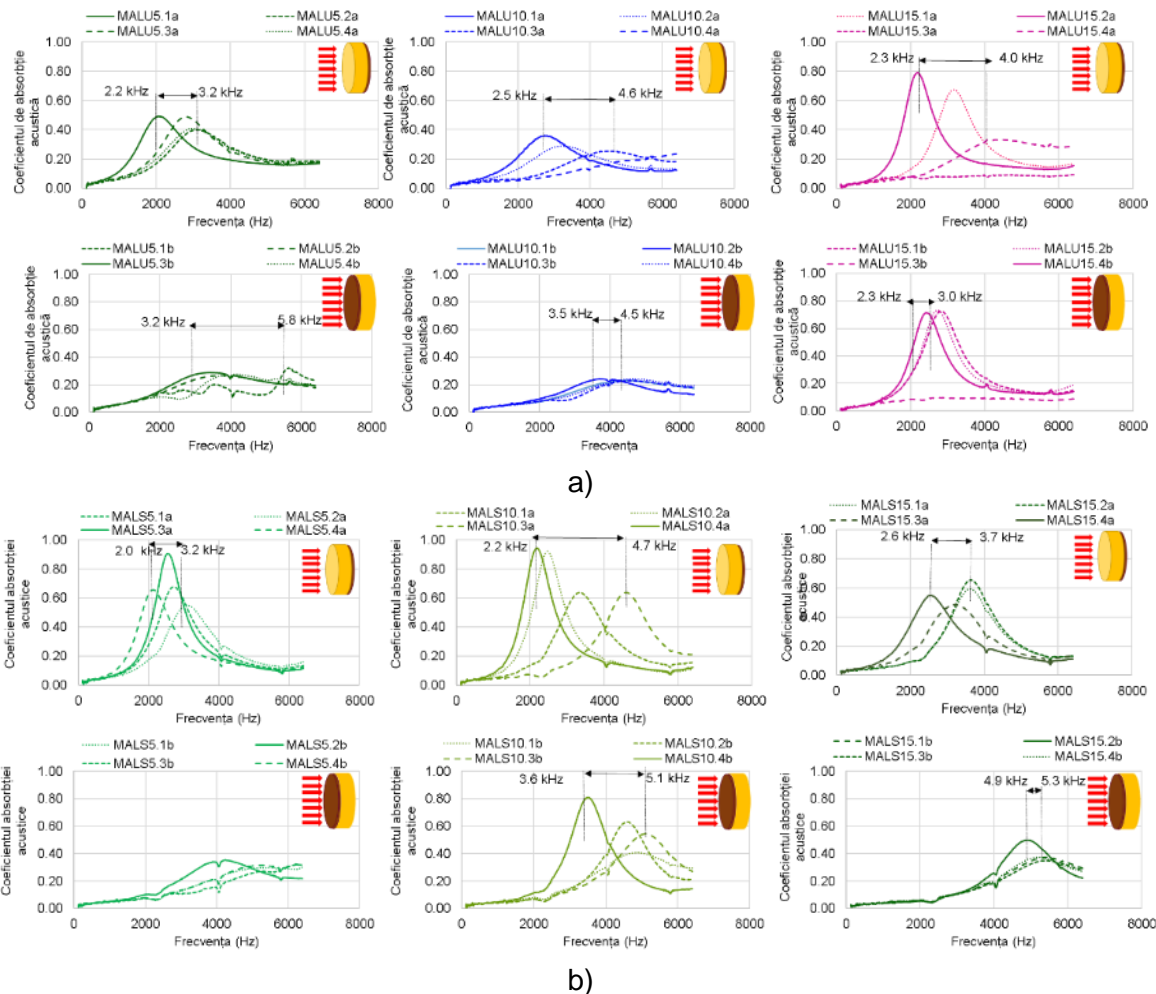


Fig.11. Variația coeficientului de absorbție acustică

În cadrul acestei etape, au fost determinate vitezele prin metoda ultrasunetelor în raport cu direcția de propagare în plăcile supuse tratamentelor de UV, SAL, LU, LS. Semnalele emise de emițătorul poziționat în punctul E (Fig. 12) au fost măsurate succesiv în punctele B1 – B19, respectiv A1 – A19 ca puncte pe semicerc, situate la un interval de 10 grade și o rază de 70 mm. Pentru a evita comportarea disipativă a undelor Lamb în speciunile de lemn, s-a ales o distribuție echidistantă a poziției traductoarelor astfel încât să poată fi evidențiat efectul anizotropiei structurii lemnului. Pe baza datelor experimentale obținute s-au tras următoarele concluzii:

- ✚ Tratamentul aplicat suprafeței plăcilor de rezonanță din lemn influențează viteza de propagare a sunetului atât pe direcția longitudinală, cât și pe cea radială. Comportamentul acustic al lemnului depinde atât de tipul de tratament, cât și de caracteristicile anatomice ale lemnului, înregistrându-se diferențe de viteze de propagare între probele din aceeași specie lemnoasă, dar cu structură anatomică diferită.
- ✚ La mostrele de lemn de molid, pelicula de lac alcool reduce viteza de propagare a sunetelor cu aproximativ 42 - 58% pe direcția longitudinală, iar pe direcția radială, lacul pe bază de ulei reduce viteza de propagare cu 60. %.
- ✚ La probele de lemn de arțar, raportul de anizotropie între direcția longitudinală și cea radială scade odată cu creșterea grosimii peliculei de lac.



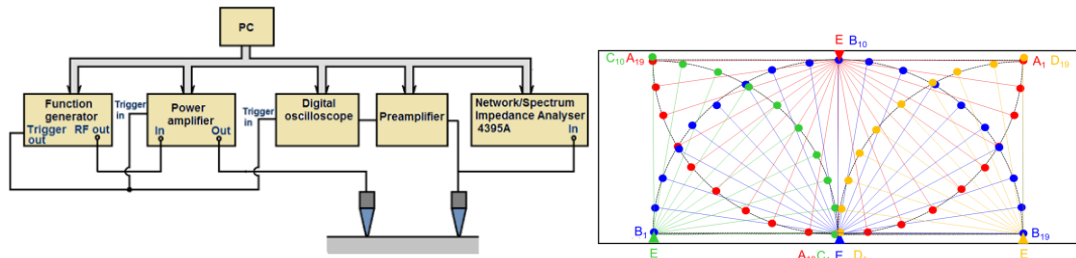


Fig. 12. Expunerea probelor la radiații UV: a) schema montajului experimental; b) schema punctelor de măsurare

În Fig. 13 este evidențiată variația vitezei undelor Lamb măsurate pe o traiectorie circulară aplicată pe placa de lemn. Unghiurile de 0 și 180 de grade corespund axei longitudinale a lemnului, iar unghiul de 90 de grade corespunde axei radiale. Astfel, se poate observa că între cele două direcții L și R, anizotropia structurală a lemnului este maximă, rezultate evidențiate în studii.

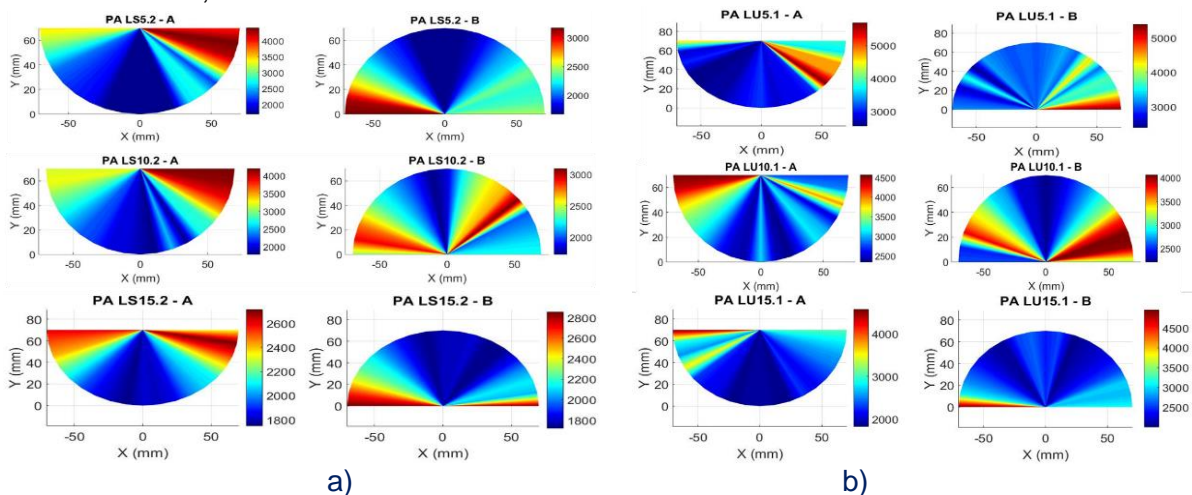


Fig. 13. Variația vitezelor undelor Lamb odată cu rotația poziției receptorului: (a) Probe de paltin acoperite cu lac de spirt; (b) Probe de paltin acoperite cu lac pe bază de ulei;

Informațiile detaliate privind rezultatele științifice au fost prezentate în Raportul etapei II/2023 și a materialelor încărcate pe platformă.

În cadrul activității de diseminare și vizibilitatea a rezultatelor, s-au desfășurat următoarele acțiuni soldate cu indicatori cuantificabili:

- ✚ Actualizarea site-ului proiectului: <https://acadia.unitbv.ro/> și fotografierea/filmarea documentară a unor secvențe din activitățile de cercetare din cadrul proiectului
- ✚ Participarea la **5 conferințe/simpozioane internaționale** cu 11 lucrări prezentate:
- ✚ **3 articole publicate in jurnale ISI (Cu FI>1.5, SRI>1) si indexate WOS**
- ✚ **2 Articole publicate Scopus - BDI:**
- ✚ **3 capitole carte**
- ✚ **2 workshop-uri** organizate cu membrii proiectului în datele de: 23.06.2023 și 17.11.2023.
- ✚ Implicarea studenților masteranzi voluntari în cercetare în cadrul proiectelor de disertație (2), proiecte de diplomă (3) cu tematică din domeniul proiectului

### **Obiectivul 3. Evaluarea proprietăților dinamice și acustice ale lemnului și viorilor din bio-interfețe nemodificate și modificate (100% gradul de îndeplinire a obiectivului)**

Acest obiectiv a fost proiectat pentru perioada 01.01 – 31.12.2024, în corespondență cu faza III/2024. Prima activitate, *Act 3.1 - Realizarea plăcilor de vioară* a constat în pregătirea plăcilor de față (din lemn de molid) și spate (din lemn de paltin), din cele patru categorii de calitate anatomică a lemnului (A, B, C, D), cu grosimi nominale, completând setul de viori necesare evaluării proprietăților dinamice și acustice. În cadrul celor două activități, interconectate din punct de vedere tehnologic, *Act 3.2 - Expunerea plăcilor de vioară la tratamentul optim al suprafeței și Act 3.3 - Realizarea de viori ca sisteme complexe multicorp*, au fost obținute 80 de viori din clasele maestro, profesional, student, școală, lăcuite cu trei tipuri de lacuri (lac cu solvent alcoolic, lac pe bază de ulei, lac nitrocelulozic), cu grosimi diferite ale peliculei de lac (5, 10, 15 straturi), conform procesului tehnologic din fabrica de instrumente muzicale de la Reghin. Toate viorile au fost apoi montate cu toate accesoriile necesare interpretării și testării în condiții similare utilizării reale ale acestora. *Act 3.4 - Măsurătorile acustice ale viorilor în cameră anecoică cu echipamente de înaltă tehnologie* – a constat în înregistrarea secvențelor muzicale utilizate astfel încât semnalele acustice ale viorilor cu interfețe modificate să poată fi comparate cu cele ale viorilor nelăcuite utilizate ca probe acustice martor. Au fost înregistrate viori atât în camera anecoică dar și în sala de concerte a Filarmonicii din Brașov, având în vedere utilizarea viorilor ca viori pentru orchestră. *Act 3.5 - Analiza în timp și în frecvențe a tuturor tipurilor de vioară (control și tratate)* – a vizat prelucrarea eșantioanelor muzicale, obținându-se seturile de date (set de frecvențe de rezonanță, spectrograme, spectre de frecvență) pentru fiecare vioară testată, înainte și după lăcuire. *Act 3.6 - Testarea prototipurilor de viori de către violonisti pentru a stabili calitatea acustică* – a constat în sondarea impresiilor psiho-acustice a eșantioanelor muzicale înregistrate pe viorile din proiect, de către instrumentiști profesioniști. Pe baza rezultatelor obținute, s-a realizat *analiza critică a rezultatelor și elaborarea raportului științific final*. În Fig. 14 este prezentat schematic designul etapei III/2024 pentru realizarea obiectivului acestei faze.

Activitatea de *Diseminarea și vizibilitatea rezultatelor (act. 3.7)* a constat în organizarea celor 2 workshop-uri cu echipa proiectului, 5 participări la conferințe internaționale, publicarea și indexarea WOS a 3 articole în reviste Q1, actualizarea site-ului, apariții în media și organizarea unei conferințe internaționale. În cadrul *Act. 3.8. Elaborarea unei monografii publicate într-o editură internațională (Elsevier/Springer)* a fost înscris la editura Springer Nature, manuscrisul monografiei: *Interdisciplinary Approach to the Violin From the Forest Ecosystem, Manufacturing Technology, Quality Control, to The Design of New Instruments* (452 pagini), iar în cadrul *Act. 3.9. Elaborarea unei propuneri de brevet* a fost depusă la OSIM cererea de brevet nr. A00638/28.10.2024, Stand și metoda de îmbătrânire acustică a instrumentelor muzicale noi.

Rezultatele preconizate au fost realizate în procent de 100% în cadrul proiectului, faza III/2024.

În Fig. 15 este prezentată matricea viorilor ca sisteme multicorp studiate în această etapă a proiectului, în funcție de clasa de calitate, tipurile de lacuri aplicate și grosimea peliculei de lac, cu grosimea nominală a plăcilor. Pentru fiecare clasă de calitate A, B, C, D au fost analizate și modelele demonstrative (variantele cu grosimi ale plăcilor) din proiectul anterior PED568/2020, în proiectul actual, acestea fiind lăcuite conform cerințelor specifice fabricării viorilor din cele 4 clase de calitate.



constat din: microfoane AKG Cardioid Condenser Small Diaphragm P170, Recorder audio Zoom h6, 4 camere mirrorless GH5: 3 camere de înregistrare full HD (1920x1080 pixeli), 180 fps (cadre pe secunda) ; 1 camera de înregistrare 4k (3840x2160 pixeli), 50 fps (cadre pe secunda) ; 3 lumini nanlite forza 60 + softbox diffuser; 1 lumina nanlite forza 300 + softbox diffuser; colorama fundal alb Arctic White 2.72 x 3 , fiind asigurate prin achiziția unui serviciu de înregistrare audio și video profesionale.

Pentru analiza evoluției acustice a viorilor în funcție de tratamentul de suprafață aplicat, s-a utilizat aceleași tipuri de secvențe muzicale ca în etapa din proiectul anterior, conform *Protocolului experimental cu instalația experimentală in vitro și in vivo stabilit în proiectul 568PED/2020*, și anume: excitarea coardelor libere; excitație de coarde în stil Pizzicato și excitare de coarde cu două secvențe muzicale - un fragment din Max Bruch - Concertul nr.1 în sol minor op. 26, PI (prima cadență a viorii solo) și un fragment din Jules Massenet - Meditație pentru vioară și orchestră de la Opera Thaïs. Prelucrarea semnalelor a constat în două etape: pregătirea probelor acustice înregistrate, înregistrările redundante fiind eliminate, iar cele corecte au fost calibrate ca timp. A doua etapă a constat în analiza în timp și frecvență a semnalelor aplicând Transformata Fourier Rapidă (FFT). Această analiză a fost aplicată atât global, întregului eșantion acustic, cât și celor trei secvențe înregistrate. Aplicând analiza STFT (Scurt Time Fourier Transform) s-au obținut histogramele frecvențelor de apariție a frecvențelor acustice în benzi de 1/1 și 1/3 de octava. Analizele semnalelor ca relație între magnitudine – timp și frecvență au fost evidențiate prin intermediul spectrogramelor. Valorile frecvențelor fundamentale și ale modurilor de semnătură specifice au fost extrase din analiza frecvenței și comparate. Analiza frecvenței pentru semnalele emise de corzile libere a evidențiat faptul că spectrul frecvențelor de rezonanță este similar în toate cele trei etape de studiu ale viorii. Există diferențe de 3 - 6 Hz între valorile modurilor specifice, dar conform poate fi acceptată o toleranță de 4-5 Hz. Totuși, între cele trei etape se remarcă apariția sau dispariția unor moduri de vibrație, mai ales în domeniul de frecvență joasă (sub 700 Hz). Ca tendință, se observă că după o lună de la aplicarea lacului, majoritatea frecvențelor de rezonanță tind să scadă față de cele înregistrate cu vioara nelăcuită. După un an de la lăcuire se observă o ușoară creștere de 2 – 4 Hz față de semnalele înregistrate după o lună de la lăcuirea viorii, dar valorile acestor frecvențe sunt mai mici decât în cazul viorii în alb. În cazul semnalelor acustice generate de ciupirea corzilor în stil Pizzicato, acestea prezintă o anvelopă aspectului de frecvențe similară pentru viorile nelacuite și lăcuite după o lună, comparativ cu semnalele înregistrate după un an de lăcuire. Vioara nelăcuită și lăcuită, înregistrate după un an, prezintă frecvențe de rezonanță bine definite, distincte, spre deosebire de semnalele înregistrate după o lună de lăcuire ceea ce dovedește faptul că tratamentul de suprafață aplicat necesită o perioadă de minim un an de stabilizare.

Rezultatele obținute după prelucrarea semnalelor determinate prin metoda de excitare cu ciocanul de impact, au evidențiat numeroase diferențe privind influența tipului de lac, a clasei de calitate anatomică a lemnului, a grosimii peliculei de lac. Pentru analiza comparativă a modurilor specifice, analiza FFT a fost aplicată pentru domeniul de frecvență 0 – 2000 Hz. Viorile acoperite cu lac pe bază de ulei prezintă o frecvență dominantă, cu amplitudinea cea mai mare (Amax), celelalte frecvențe de rezonanță având amplitudini reduce (la jumătate din Amax). La viorile lăcuite cu lac alcool și lac nitrocelulozic, se disting frecvențe de rezonanță cu amplitudini apropiate de cele ale frecvenței dominante. Cu creșterea numărului de straturi, frecvența dominantă este mai mult evidențiată în spectrul de frecvențe, iar celelalte frecvențe de rezonanță se estompează. Între tipurile de lac, se constată diferențe majore privind anvelopa spectrului de frecvențe – lacul de bază de ulei amortizează într-o măsură mai mare frecvențele de rezonanță, comparativ cu lacul alcoolic și cel nitrocelulozic, unde se obțin numeroase vârfuri de frecvență, unele dintre acestea putând da sunetului un timbru ascuțit și neclar.

Testarea prototipurilor de viori de către violoniști pentru a stabili calitatea acustică. S-a realizat prin intermediul chestionarelor de impresii care au fost elaborate pe o platformă tip <https://docs.google.com/forms/u/0/>, fiind structurate pe mai multe părți ca urmare a numărului mare de eșantioane înregistrate. S-au utilizat aceleași criterii de apreciere stabilite în proiectul anterior PED 568/2020 cu scopul de a compara scorurile obținute pentru viorile nelăcuite și



lăcuite. Astfel, cele 5 criterii de evaluare au fost: claritatea sunetului, sunetul cald, ton strălucitor, amplitudinea sunetelor și sonoritate egală pe toate corzile, pentru care respondenții au acordat puncte de la 1 – 5, unde 1 reprezintă cel mai slab, iar 5 excelent. S-au calculat scorul mediu pentru fiecare eșantion muzical audiat din fiecare etapă. La momentul elaborării raportului, situația numărului de respondenți este prezentată mai jos, respectându-se egalitatea de șansă și gen, vârsta și experiența respondenților.

Chestionar Analiza acustică a violinelor nelăcuite/lăcuite (partea I) 27 respondenți (la data de 31.10.2024)

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeKxwl\\_TkOvwnLsJnpQtWQj\\_1\\_wmtali8x6rahidyHN9evHWQ/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeKxwl_TkOvwnLsJnpQtWQj_1_wmtali8x6rahidyHN9evHWQ/viewform?usp=sf_link)

Chestionar Analiza acustică a violinelor nelăcuite/lăcuite (partea a II a) 18 respondenți (la data de 31.10.2024)

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfYCNjKC477kcB8tQ6xQ09GjHvQBybN94suEVcl\\_ayRU-78EQ/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfYCNjKC477kcB8tQ6xQ09GjHvQBybN94suEVcl_ayRU-78EQ/viewform?usp=sf_link)

Chestionar Analiza acustică a violinelor nelăcuite/lăcuite (partea a III a) 14 respondenți (la data de 31.10.2024)

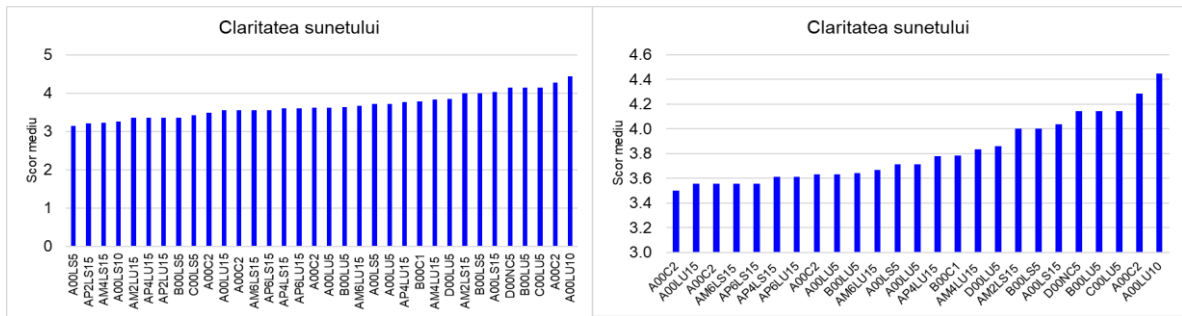
[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfzaSoQIoMcYL\\_9ow2zMikVvwig9tRiVmXLJoALxaUcO8neMQ/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfzaSoQIoMcYL_9ow2zMikVvwig9tRiVmXLJoALxaUcO8neMQ/viewform?usp=sf_link)

Chestionar Analiza acustică a violinelor nelăcuite/lăcuite (partea a IV a) 7 respondenți (la data de 31.10.2024)

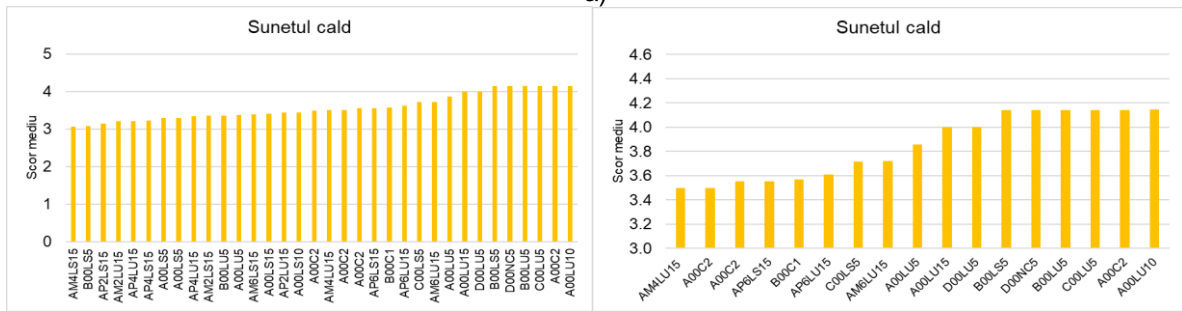
[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScCCyx\\_ORvGhH2NE1CKOAxddxBn\\_DBMrL0JRP-DgXpCYdGLQ/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScCCyx_ORvGhH2NE1CKOAxddxBn_DBMrL0JRP-DgXpCYdGLQ/viewform?usp=sf_link)

Rezultatele sunt prezentate sub formă de grafice comparative conform Fig. 16, unde în partea stângă este prezentat clasamentul total al eșantioanelor evaluate, iar în partea dreaptă sunt reprezentate clasamentele cu scorul mediu peste mai mare de 3.5 puncte. Astfel, s-a constatat că:

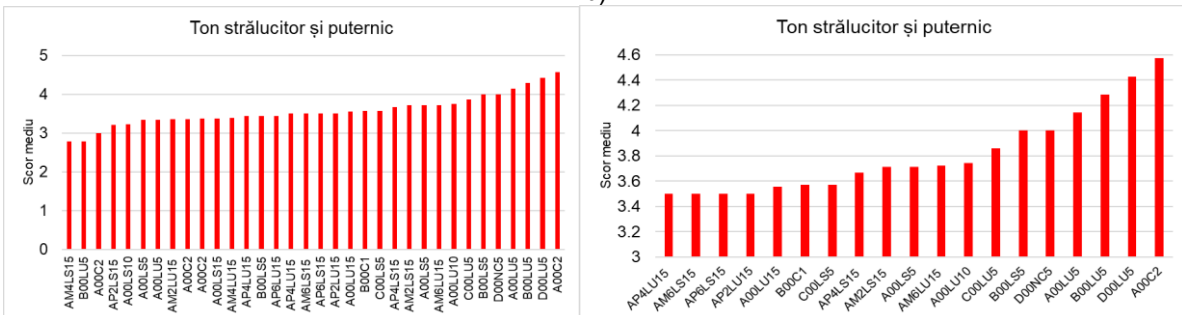
- Cele mai mari scoruri sunt obținute de violinele lăcuite cu lac pe bază de ulei cu 5 sau 10 straturi;
- Scorurile cele mai mari pentru *claritatea sunetelor* le-au obținut violinele: A00LU10, C00LU5, B00LU5;
- Scorurile cele mai mari pentru *sunetul cald* le-au obținut violinele: A00LU10, C00LU5, B00LU5;
- Scorurile cele mai mari pentru *ton strălucitor și puternic* le-au obținut violinele: D00LU5, B00LU5; A00LU5;
- Scorurile cele mai mari pentru *amplitudinea sunetelor* le-au obținut violinele: B00LU5; D00LU5; A00LU5;
- Scorurile cele mai mari pentru *sonoritate egală pe toate corzile* le-au obținut violinele: D00LU5; B00LU5; A00LU10;
- Violina nelăcuită din clasa A a fost introdusă în fiecare parte a chestionarului, observându-se că factorul subiectiv influențează aprecierea acesteia (s-au obținut scoruri medii diferite pentru etape diferite, când a variat numărul de respondenți dar și poziția eșantionului în chestionar) (Fig. 16).



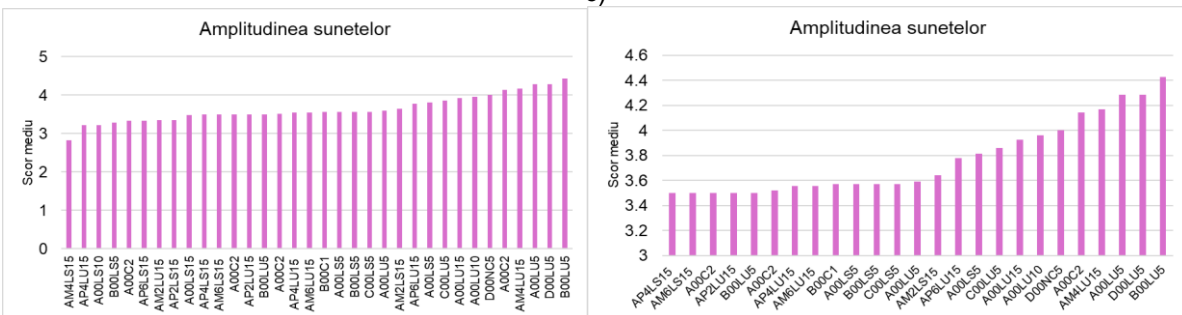
a)



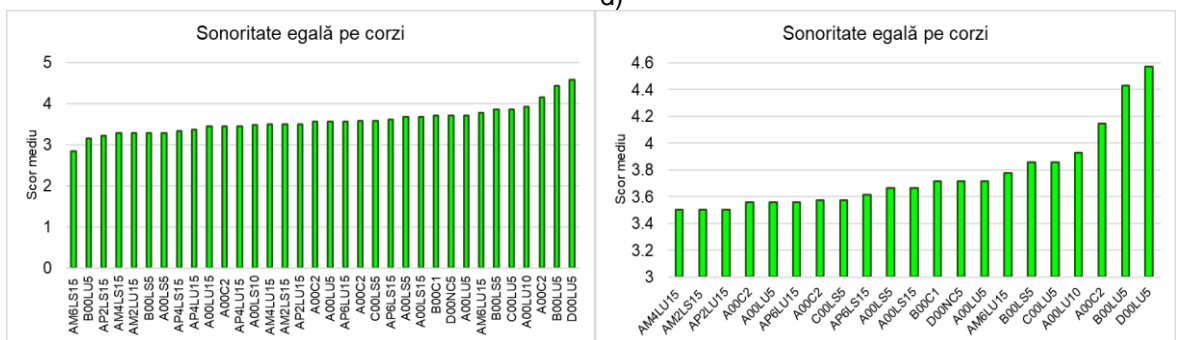
b)



c)



d)



e)

Fig. 16. Clasamentul violilor analizate psiho-acustic în funcție de criteriile de evaluare: a) claritatea sunetului; b) sunetul cald; c) ton strălucitor; d) amplitudinea sunetelor; e) sonoritate egală pe toate corzile

Se poate aprecia faptul că există un grad mare de subiectivism în evaluarea calității acustice a viorilor, în urma implementării acestei etape și pe baza sugestiilor oferite de unii respondenți, în etapele viitoare se va ține cont de dezvoltarea chestionarelor astfel încât acestea să aprofundeze și să sondeze mai mult aspectele psiho-acustice. Rezultatele proiectului atestă faptul că biomaterialele utilizate cu structuri anatomice diferite, clasificate riguros după criteriile anatomice ale lemnului în corelație cu interfața peliculogenă aplicată cu diferite tipuri de lacuri, în tip-grosimi ale peliculei, produce o stratificare acustică și dinamică a viorilor în care cele mai apreciate sunete sunt cele emise de viorile acoperite cu lac pe bază de ulei. În același timp, acoperirile ar trebui adecvate calității anatomice și proprietăților fizice ale lemnului, precum și preferințelor acustice ale utilizatorilor, astfel încât putem aprecia că vioara ca sistem multicorm cu interfețe modificate are personalitatea ei muzicală.

Informațiile detaliate privind rezultatele științifice au fost prezentate în Raportul etapei III/2024 și a materialelor încărcate pe platformă.

În cadrul activității de diseminare și vizibilitatea a rezultatelor aferente etapei III/2024, s-au desfășurat următoarele acțiuni soldate cu indicatori cuantificabili:

- ✚ Actualizarea site-ului proiectului: <https://acadia.unitbv.ro/> și fotografierea/filmarea documentară a unor secvențe din activitățile de cercetare din cadrul proiectului
- ✚ **5 participări la conferințe internaționale** (Ungaria – Sopron (2 lucrări prezentate), Romania – Brasov (1 lucrare tip prelegere workshop international), Romania – Iasi (1 lucrare tip poster) Estonia – Tallin (1 lucrare prezentată); România – Tg Mureș (2 lucrări prezentate); România – Brașov (2 lucrări prezentate);
- ✚ 3 articole în reviste Q1, cu FI>1.5 și SRI>1; 1 articol în curs de evaluare.
- ✚ Set de date (spectru de frecvențe, factori de amortizare) pentru modele inovatoare de vioară de control și tratate;
- ✚ 2 ateliere cu echipa de proiect (organizate în data de: 10.05.2024; 15.11.2024)
- ✚ 1 raport științific despre studiul comparativ între viori de control și viori inovatoare
- ✚ 1 raport științific de fază;
- ✚ 1 raport final al proiectului.
- ✚ organizarea conferinței internaționale **"Interdisciplinary approach of musical instruments – from design and testing, to audience"** în perioada de 18 - 20 iulie 2024, la Brașov, în Aula Magna a Universității Transilvania din Brașov. <https://acadia.unitbv.ro/index.php/conferinta-internationala>.
- ✚ În cadrul Act. 3.8. Elaborarea unei monografii publicate într-o editura internațională (Elsevier/Springer)  
Contract de publicare (Publish Agreement) și manuscris înscris la editura Springer Nature: ***Interdisciplinary Approach to the Violin From the Forest Ecosystem, Manufacturing Technology, Quality Control, to The Design of New Instruments*** (452 pagini), iar în cadrul
- ✚ Act. 3.9. Elaborarea unei propuneri de brevet a fost depusă la OSIM cererea de brevet nr. **A00638/28.10.2024, Stand și metoda de îmbătrânire acustică a instrumentelor muzicale**

**II. Prezentarea rezultatelor obținute, a indicatorilor de rezultat realizați; a nerealizărilor înregistrate față de rezultatele estimate prin cererea de finanțare (dacă este cazul), cu justificarea acestora**

**Sumar al indicatorilor propuși și realizați proiect ACADIA, 61PCE/2022**

Livrabile propuse	Livrabile realizate	Diferențe
Seturi de probe din lemn cu forme și dimensiuni conform determinărilor	204 probe din lemn (7 seturi de probe) 72 probe (2 seturi) lăcuite cu lac pe bază de ulei, respectiv cu lac pe bază de alcool	Nu este cazul
Set de date de caracterizare structurală a lemnului de rezonanță înainte de tratament	Set-uri de date cu caracteristici fizice, acustice, modale, morfologice și chimice, înainte de tratamente	Nu este cazul
Protocol experimental privind expunerea progresivă la UV	1 Protocol experimental privind expunerea progresivă la UV a probelor (etapa I)	Nu este cazul
Protocol experimental privind expunerea progresivă la mediu salin	1 Protocol experimental privind expunerea progresivă la mediu salin	Nu este cazul
Set de date – analiza FTIR al molidului și paltinului înainte și după tratamente;	Set de date – analiza FTIR al molidului și paltinului după tratamentul UV și salin	Nu este cazul
Set de date (imagini) cu morfologia suprafeței molidului și paltinului înainte și după tratamente	Set de date cu morfologia suprafeței molidului și paltinului după tratamentul UV și salin	Nu este cazul
Set de date cu proprietățile mecanice ale lemnului de rezonanță determinate prin încercări mecanice.	Set de date cu proprietățile mecanice ale lemnului de rezonanță determinate prin încercări mecanice.	Nu este cazul
Set de date cu proprietăți vâscoase -elastice ale lemnului de rezonanță cu suprafețe modificate determinate prin DMA	Set de date cu proprietăți vâscoase -elastice ale lemnului de rezonanță cu suprafețe modificate determinate prin DMA	Nu este cazul
Set de date cu proprietăți acustice ale lemnului de rezonanță cu suprafețe modificate, determinate cu US	Set de date cu proprietăți acustice ale lemnului de rezonanță cu suprafețe modificate, determinate cu US	Nu este cazul
Set de date – analiza FTIR al molidului și paltinului înainte și după tratamente	Set de date – analiza FTIR al molidului și paltinului înainte și după tratamente (partea a II a)	Nu este cazul
Set de date și raport de analiză a caracteristicilor fizice și acustice ale molidului și paltinului;	Set de date și raport de analiză a caracteristicilor fizice și acustice ale molidului și paltinului;	Nu este cazul
Set de preparate microscopice și set de date (imagini) cu microscopia lemnului de molid și paltin	Set de preparate microscopice și set de date (imagini) cu microscopia lemnului de molid și paltin	Nu este cazul
Min. 35 plăci de vioară din molid, respectiv din lemn de paltin pentru diferite tratamente (min 5 plăci/tratament)	80 viori (160 plăci; 2 plăci/vioară)	Depășit cu 128%
Set de date (spectru de frecvențe, factori de amortizare) pentru modele inovatoare de vioară de control și tratate;	1) Set de date spectre de frecvențe de rezonanță (metoda ciocanului de impact, metoda dinamică întreținută) 2) set de fișiere wav.	Depășit cu 128%
1 raport științific despre studiul comparativ între viori de control și viori inovatoare,	1 raport științific despre studiul comparativ între viori de control și viori inovatoare	Nu este cazul
Alte rezultate	2 Aplicații electronice pentru analiza modală a plăcilor și pentru analiza comparativă a semnalelor Lucrări de disertație (3), proiecte de diplomă (2)	Nu este cazul
6 Articole publicate în reviste indexate ISI (FI>1.5 și SRI>1)	6 Articole publicate (total FI 26.8 (2023); total SRI 11.8 (2022); total AIS 4.172 (2022)) 1 articol în evaluare	Nu este cazul
6 Participări conferințe	15 participări la conferințe internaționale/simpozioane/expoziții	Depășit cu 150%
3 rapoarte științifice (câte unul/faza)	3 rapoarte științifice	Nu este cazul
6 ateliere ateliere cu echipa de proiect	6 workshop-uri	
Site-ul web al proiectului (creat și actualizat)	<a href="https://acadia.unitbv.ro/">https://acadia.unitbv.ro/</a>	Nu este cazul
organizarea unei conferințe internaționale	"Interdisciplinary approach of musical instruments – from design and testing, to audience" <a href="https://acadia.unitbv.ro/index.php/conferinta-internationala">https://acadia.unitbv.ro/index.php/conferinta-internationala</a>	Nu este cazul
Elaborarea unei monografii publicate într-o editură internațională (Elsevier/Springer)	Interdisciplinary Approach to the Violin. From the Forest Ecosystem, Manufacturing Technology, Quality Control, to The Design of New Instruments (452 pagini), Ed. Springer Nature	Nu este cazul



Elaborarea unei propuneri de brevet	1 propunere de brevet A00638/28.10.2024, Stand și metoda de îmbătrânire acustică a instrumentelor muzicale noi	Nu este cazul
-------------------------------------	--	---------------

### Rezultate estimate conform pachetului de finanțare:

Prin finanțarea acestui proiect, conform pachetului de informații, se poate aprecia că au fost atinse obiectivele programului de finanțare prin:

### 1) Obținerea rezultatelor științifice de excelență reflectate prin creșterea numărului de publicații cu înalt impact internațional, de tipul:

#### Articole ISI publicate în reviste Q1

- ✚ Dinulica, F.; Savin, A.; Stanciu, M.D. Physical and Acoustical Properties of Wavy Grain Sycamore Maple (*Acer pseudoplatanus* L.) Used for Musical Instruments. *Forests* 2023, 14, 197. <https://doi.org/10.3390/f14020197> (FI<sub>2023</sub>=2.9, SRI<sub>2022</sub>=1.318);
- ✚ Gurău, L.; Timar, M.C.; Coșoreanu, C.; Cosnita, M.; Stanciu, M.D. Aging of Wood for Musical Instruments: Analysis of Changes in Color, Surface Morphology, Chemical, and Physical-Acoustical Properties during UV and Thermal Exposure. *Polymers* 2023, 15, 1794. <https://doi.org/10.3390/polym15071794> (FI<sub>2023</sub>=5.0; SRI<sub>2022</sub> = 1.787);
- ✚ Guiman, M.V.; Stanciu, M.D.; Roșca, I.C.; Georgescu, S.V.; Năstac, S.M.; Câmpean, M. Influence of the Grain Orientation of Wood upon Its Sound Absorption Properties. *Materials* 16, 5998 (2023) <https://doi.org/10.3390/ma16175998> (FI<sub>2023</sub>=3.4, SRI<sub>2022</sub> =1.659)
- ✚ Stanciu, M.D.; Cosnita, M.; Gliga, G.V.; Gurau, L.; Timar, C.M.; Guiman, M.V.; Năstac, S.M.; Roșca, I.C.; Bucur, V.; Dinulică, F. Tunable Acoustic Properties Using Different Coating Systems on Resonance Spruce Wood. *Adv. Mat. Interfaces* 2024, 1, 2300781, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/admi.202300781> (FI<sub>2024</sub>=4.3, SRI<sub>2022</sub>=2.121, Q1)
- ✚ Faktorová, D.; Stanciu, M.D.; Krbata, M.; Savin, A.; Kohutiar, M.; Chlada, M.; Năstac, S.M. Analysis of the Anisotropy of Sound Propagation Velocity in Thin Wooden Plates Using Lamb Waves. *Polymers* 2024, 16, 753. <https://doi.org/10.3390/polym16060753> (FI<sub>2024</sub>=4.7, SRI<sub>2022</sub> = 1.961)
- ✚ Stanciu M.D., Teodorescu HD., Vlase S., Mihalcica M., Cosnită M., Savin A, Multiscale assessment of artificial aging treatment of polysaccharides from tonewood species, *Int. J. Biol. Macromol.*, Volume 274, Part 1, 2024, 133310, <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.133310>. (FI<sub>2024</sub>=7.7, SRI<sub>2022</sub> = 2.754) (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813024041151>)

#### Publicarea unei monografii la edituri internaționale de prestigiu:

- ✚ Stanciu M.D, Bucur V. (Editors), **Interdisciplinary Approach to the Violin From the Forest Ecosystem, Manufacturing Technology, Quality Control, to The Design of New Instruments**, *Springer Nature*, p. 452

**Organizarea conferinței internaționale** cu participare internațională din USA, Australia, Germania, Taiwan, Romania

- ✚ "Interdisciplinary approach of musical instruments – from design and testing, to audience" <https://acadia.unitbv.ro/index.php/conferinta-internationala>, în perioada de 18 - 20 iulie 2024, la Brașov, în Aula Magna a Universității Transilvania din Brașov

#### Înscrierea propunerii de brevet:

- ✚ A00638/28.10.2024, *Stand și metoda de îmbătrânire acustică a instrumentelor muzicale noi*

## **2) Creșterea capacității de cercetare, inclusiv prin creșterea numărului de cercetători cu normă întreagă, încurajând formarea cercetătorilor într-un mediu de înaltă calitate științifică;**

În cadrul proiectului, au fost angajați **4 studenți masteranzi și doctoranzi**, respectând egalitatea de șanse și gen), și au fost implicați **7 studenți voluntari în activitățile de cercetare**: 2 studenți licență (Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere – Unitbv); 1 studentă (Facultatea de Design de Mobilier și Ingineria Lemnului); 3 studenți masteranzi (Facultatea de Inginerie Mecanică – master STIM); 1 student (Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor).

## **3) Atragerea și implicarea cercetătorilor din străinătate în proiecte cu impact asupra creșterii vizibilității internaționale a cercetării științifice românești;**

În cadrul proiectului au fost extinse colaborările naționale și internaționale:

- Colaborare cu Laboratorul de Biometrie Forestieră, Universitatea Ștefan cel Mare din Suceava;
- Colaborare cu universitatea National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan (stagii de cercetare pentru 4 studenți masteranzi)
- Colaborare cu personalități științifice de prestigiu internațional: prof. Joseph Nagyvary, Texas A&M University; prof. Voichita Bucur RMIT University, School of Science Melbourne, Australia; drd. Özge Akar, Institute of Applied Mechanics (LTM); prof. Way Long, National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan.

## **4) Creșterea capacității de a candida cu succes la instrumente de finanțare europene și internaționale de cercetare.**

Prin implementarea proiectului, rezultatele științifice obținute și diseminate, considerăm că s-au creat premisele accesării instrumentelor de finanțare europene și internaționale de cercetare, dar și atingerea obiectivelor asumate prin programul de finanțare de tip PCE și anume:

- ✚ afirmarea prestigiului cercetării științifice din România în domeniul științe inginerești cu impact interdisciplinar, cuantificat prin rezultate științifice de nivel internațional;
- ✚ identificarea, susținerea și dezvoltarea echipelor de cercetare pentru a le permite să atingă, să mențină și să consolideze masa critică necesară competitivității acestora pe plan internațional;
- ✚ atragerea resurselor umane naționale și internaționale de calitate pentru dezvoltarea cercetării științifice din România;
- ✚ implementarea principiului “finanțarea urmează performanța” în cercetare.

## **III. Impactul estimat al rezultatelor obținute, cu sublinierea celui mai semnificativ rezultat obținut**

### **1) Impactul științific**

Impactul științific al proiectului a vizat cercetarea de frontieră și interdisciplinară a lemnului de rezonanță de la caracteristicile silvo-culturale specifice Munților Carpați, la proprietăți fizice, chimice, mecanice și acustice, atât pe probe de laborator cât și integrat în structuri reale de instrumente muzicale, asigurând o bază de date sinoptică despre lemnul de molid și paltin utilizat în construcția instrumentelor muzicale

Cel mai semnificativ rezultat ce integrează aceste cercetări, este monografia în limba engleză, **Interdisciplinary Approach to the Violin from the Forest Ecosystem, Manufacturing Technology, Quality Control, to the Design of New Instruments**, 452 pagini, aflată în curs de publicare la editura Springer Nature, structurată pe patru părți:

**SPRINGER NATURE**

## Cuprins

### Part I WOOD

Chapter 1. Tonewood as a resource of Romanian Carpathians forests

Chapter 2. Quality classes of blanks for violins and some relevant physical parameters of wood

Chapter 3. Mechanical characterization of spruce resonance wood and curly maple for violins

### Part II VARNISH

Chapter 4. From the chemistry of the Renaissance to the renaissance of violin making

Chapter 5. Effect of varnishing on the surface morphology of tonewood for violins

Chapter 6. Effects of violin varnish on some physical, mechanical and acoustical properties of resonance spruce and curly maple samples

### Part III VIOLIN MANUFACTURING AND QUALITY CONTROL

Chapter 7. Violin manufacturing technology

Chapter 7. Violin manufacturing technology

### Part IV VIOLIN IN ORGANOLOGIC CONTEXT

Chapter 9. The Epic of the Violin

Chapter 10. The Violin in Romanian Folk Music

Chapter 11. Vioda family of bowed string instruments invented by Professor Ion Delu

**2) Impactul socio-cultural** a fost atins prin dezvoltarea colaborărilor cu Filarmonica Braşov, cu Centrul Muzical al Universităţii Transilvania din Braşov, prin atragerea publicului atât din punct de vedere muzical, instrumental, cât şi al cercetării.

Astfel, cel mai semnificativ rezultat a fost organizarea conferinţei internaţionale: **"Interdisciplinary approach of musical instruments – from design and testing, to audience"**, în perioada 18 – 20 iulie 2024, la Braşov, al cărui obiectiv cu impact socio-cultural s-a materializat prin:

- ✚ atragerea unui număr de minim 60 participanţi din Germania, SUA, Australia, Taiwan, China, Romania, din institute de cercetare si universitati Cluj Napoca, Timișoara, Constanta, Galati, Iasi, Craiova, Brasov, Târgu- Mureş.
- ✚ amenajarea standului expozițional cu instrumente muzicale cu corzi (viori și violonceli), din colecția "Gliga Instrumente Muzicale" și din colecțiile artiștilor lutieri din "Asociația Artiștilor Lutieri din România" (Alin Stoica, Claudiu Mare, Virgil Bândilă, Paul Bândilă, Aurelian Mare, Călin Vultur).
- ✚ organizarea Concertului extraordinar "ROMANIA UNIVERSALIS" susținut de violonista Diana Jipa și pianistul Ștefan Doniga, sub egida "Centrului Muzical al Universității Transilvania din Braşov", coordonat de prof. dr. Stela Drăgulin, integrând câteva dintre cele mai valoroase și mai cunoscute creații aparținând compozitorilor români în contextul mării muzici de pe bătrânul continent, concert impresionant prin virtuozitate și rafinament.
- ✚ Organizarea unei vizite tehnice la fabrica de instrumente muzicale din Reghin și explorări culturale și geografice în cetatea Sighișoara, cetatea Rupea și rezervația naturală de la Racoș.



Poster conferință



Poster concert



Fotografie de grup cu participanții la conferință



Cuvânt de deschidere

**3) Impactul economic și tehnologic** s-a materializat prin transferul tehnologic și de cercetare către producătorii de vioi din România. Astfel, pe lângă fabrica de instrumente muzicale S.C. Gliga Instrumente Muzicale S.A, care a furnizat probele din lemn și viorile ca structuri multicorp cu bio-interfețe modificate, proiectul a atras colaborări naționale și internaționale (Colaborare cu universitatea National Pingtung University of Science and Technology, Taiwan (stagii de cercetare pentru 4 studenți masteranzi), colaborare cu lutierul Joseph Nagyvary, Texas A&M University; premisele colaborărilor cu artiștii lutieri.

**4) Impactul educațional** al proiectului a fost atins prin implicarea studenților de la programe de licență, master și doctorat în studiile realizate în cadrul proiectului, acestea finalizându-se cu 3 lucrări de disertație, proiecte de diplomă, transfer de cunoaștere către tineri cercetători, prin participări la evenimentele științifice studențești din universitate și țară, la expoziții de invenție.

#### Cel mai important rezultat:

- ✚ Stanciu M.D., Nastac S.M., Dinulica F., Savin A., Gliga V.Gh., Timar C., et al. Qualitative, dynamic and acoustic analysis of anisotropic systems with modified interfaces (ACADIA) The 28th International Exhibition of Inventions "INVENTICA 2024" Iasi, Romania (
- ✚ Stanciu MD, Guiman MV, Dinulică F., Nastac S.M., Rosca I.C., Savin A., Câmpean M., Gliga V.Gh., Aplicații ale screening-ului acustic pentru determinarea reflexiei și absorbției



sonore în cazul materialelor anizotrope cu interfețe modificate, Salonul Inovării și Cercetării UGAL INVENT, 9-10 Noiembrie 2023, Premiu - Medalia de Aur.



## 5) Impact și vizibilitate în media și societatea civilă

Pe site-ul proiectului, facebook și mass media, au fost mediatizate rezultatele proiectului:

### **Radiobrasovfm.ro**

La Brașov, discuții despre cercetarea, proiectarea, execuția și testarea viorilor. Expoziție de instrumente muzicale cu corzi, la Aula Universității

<https://www.radiobrasovfm.ro/stiri-din-brasov/la-brasov-discutii-despre-cercetarea-proiectarea-executia-si-testarea-viorilor-expozitie-de-instrumente-muzicale-cu-corzi-la-aula-universitatii-id200421.html>

Bună ziua Brașov

Viorile sunt ca oamenii, niciuna nu seamănă cu alta

<https://www.bzb.ro/stire/viorile-sunt-ca-oamenii-niciuna-nu-seamana-cu-alta-a200156>

Glasulvailor.ro

Viori românești, imagine internațională:

<https://glasulvailor.ro/2024/07/19/dumitrita-gliga-viori-romanesti-imagine-internationala/>

Newsletter Unitbv: Nr. 149 septembrie 2024

[https://www.unitbv.ro/images/newsletter/2024/NL\\_septembrie\\_2024\\_RO.pdf](https://www.unitbv.ro/images/newsletter/2024/NL_septembrie_2024_RO.pdf)

Agerpress

<https://www.agerpres.ro/educatie-stiinta/2024/07/15/brasov-unitbv-vrea-sa-aduca-in-atiunea-cercetatorilor-productia-de-viori-printr-o-conferinta-internationala--1327717>

Punctul.ro

<https://www.punctul.ro/cercetare-in-premiera-dedicata-viorilor-in-proiectul-minovis/>

Biz Brasov

<https://www.bizbrasov.ro/2024/07/17/prima-conferinta-viori-universitatea-transilvania-brasov-expozitii-concert/>

Monitorul Express

<https://www.monitorulexpres.ro/2024/07/17/conferinta-interdisciplinara-internationala-despre-viori-la-universitatea-transilvania-din-brasov/>

Film de prezentare al proiectului

<https://www.youtube.com/watch?v=mPCUBjyzS8I>

Site proiect: <https://acadia.unitbv.ro/index.php>

*Notă: Pe lângă cele menționate mai sus, raportul final conține și link-ul către pagina web a proiectului unde sunt prezentate succint rezultatele obținute (un text pe înțelesul publicului), astfel încât Autoritatea Contractantă să poată referenția proiectul în studii, rapoarte și comunicare publică.*

<https://acadia.unitbv.ro/index.php/rezultate>

**Director Proiect,**  
Prof. univ. dr. ing. Mariana Domnica STANCIU