



Universitatea
Transilvania
din Braşov
FACULTATEA DE
INGINERIE MECANICĂ

Proiect: „**Analiza calitativa, dinamică şi acustică a sistemelor anizotrope cu interfeţe modificate – ACADIA**” cod PN-III-P4-PCE-2021-0885
contract nr. 61PCE/2022
Faza I/2022

RAPORT ŞTIINŢIFIC ŞI TEHNIC

Faza I/2022

03.06 – 31.12.2022

Etapă 1 - Investigaţii microscopice şi spectroscopice (FTIR) privind modificările de suprafaţă ca urmare a tratamentelor aplicate lemnului

Rezumatul etapei

Proiectul „**Analiza calitativa, dinamică şi acustică a sistemelor anizotrope cu interfeţe modificate – ACADIA**” a debutat la 03.06.2022 cu faza I/2022: *Investigaţii microscopice şi spectroscopice (FTIR) privind modificările de suprafaţă ca urmare a tratamentelor aplicate lemnului*. Prima activitate din proiect a constat din pregătirea celor 204 probe (atât probele de control, cât şi pentru tratament) pentru toate tipurile de tanaliză/teste (Act. 1.1). Identificarea şi stabilirea modelelor anatomice şi proprietăţilor fizice ale speciilor de lemn: molid şi paltin (act. 1.2) a presupus numeroase determinări calitative şi 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 rezonanţă utilizând preparatele microscopice extrase din probe, amprenta chimică prin metoda FTIR a probelor în starea iniţială. Expunerea probelor de lemn la radiaţiile UV (act. 1.3) a constat în analiza influenţei îmbătrânirii artificiale a lemnului asupra proprietăţilor fizice, chimice şi acustice, probele pregătite pentru această analiză fiind expuse la radiaţii UV în mai multe etape, după fiecare etapă măsurându-se parametrii fizici şi acustici, mărimi ce au fost comparate cu valorile probelor iniţiale. Expunerea probele de lemn la mediu salin (act 1.4) a presupus introducerea probelor în cabina de ceaţă salină şi măsurarea tuturor parametrilor după tratamentul salin, rezultatele sub formă de set-uri de date fiind comparate cu starea iniţială a probelor; simultan cu activităţile 1.3 şi 1.4, s-a derulat activitatea 1.5 ce a constat în aplicarea lacului pe bază de răşină pe interfeţele anizotrope, adică obţinerea probelor lăcuite cu lac pe bază de ulei, respectiv pe bază de spirt, în număr diferit de straturi (5, 10, 15 straturi), probe la care s-au măsurat parametrii iniţiali, înainte de lăcuire şi după uscarea lacului. Activităţile proiectului au fost prezentate în cadrul celor două workshop-uri organizate, la conferinţe internaţionale sub formă a 5 lucrări ştiinţifice, sub forma celor două articole înscrise la reviste ISI (Q1), aflate în evaluare, precum şi pregătirea altor articole, toate acestea făcând parte din Act 1.6 - Diseminarea şi vizibilitatea rezultatelor.

Rezultatele preconizate şi realizate în procent de 100% în cadrul proiectului, faza I/2022, s-au materializat sub formă de: Seturi de probe din lemn cu forme şi dimensiuni conform determinărilor propuse; Set de date de caracterizare structurală a lemnului de rezonanţă înainte de tratament; Protocol experimental privind expunerea progresivă la UV; Protocol experimental privind expunerea progresivă la mediu salin; Set de date – analiza FTIR al molidului şi paltinului înainte şi după tratamente; Set de date (imagini) cu morfologia suprafeţei molidului şi paltinului înainte şi după tratamente; 1 raport ştiinţific; 2 ateliere cu echipa de proiect; site-ul web al proiectului; diseminarea rezultatelor.

DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ

Act. 1.1. Pregătirea probelor (atât probele de control, cât și pentru tratament) pentru toate tipurile de teste

Rezultat obținut: Seturi de probe din lemn cu forme și dimensiuni conform determinărilor propuse

În cadrul acestei activități au fost realizate set-urile de probe din lemn de rezonanță (molid și paltin, din clasele de calitate anatomică A și D – Fig. 1,a), acestea având geometria prezentată în Fig. 1,b. Materialul lemnos a fost procurat din depozitul unei fabrici de instrumente musicale, având caracteristicile anatomice și fizice (umiditate) conform cerințelor pentru construcția instrumentelor musicale. Pregătirea probelor a presupus o serie de operații tehnologice necesare obținerii formei, dimensiunilor și calității suprafețelor în concordanță cu morfologia suprafețelor ce vor fi supuse finisării.

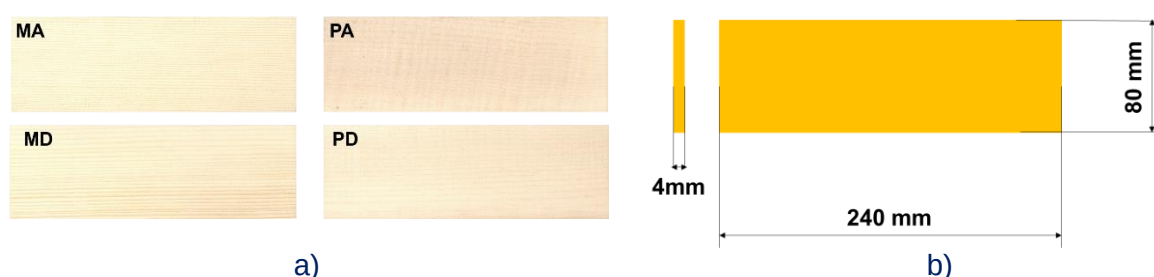


Fig. 1 Tipuri de probe din lemn: a) categoriile claselor de calitate anatomică și speciile (MA- molid clasa A; MD – molid clasa D; PA – paltin clasa A; PD – paltin clasa D); b) dimensiunile și geometria plăcilor

În Fig. 2 sunt prezentate operațiile tehnologice utilizate pentru debitarea probelor și prelucrarea lor la forma și cotele finale: spintecarea semifabricatului la ferăstrău panglică pentru obținerea grosimii de 6 mm (L=250, l=85 mm); calibrarea fețelor la mașina de calibrat cu tambur 4 treceri cu granulații diferite ale rolei de șlefuit (granulația de 100/120/150/180); îndreptarea cantului pentru bazare; îndreptarea celorlalte canturi; retezarea (secționarea) la lungime; șlefuire manuala în lungul fibrei, fără umezire, cu hârtie cu granulația 220, numai pe fața pe care se va aplica tratamentul de suprafață (lac, UV). Astfel, au fost pregătite 204 probe.



Fig. 2 Secvențe din timpul pregătirii probelor: a) spintecare; b) calibrare; c) retezare; d) verificare dimensiuni finale

O altă etapă importantă în pregătirea probelor a fost etichetarea acestora care a constat în stabilirea codului, aplicarea acestuia pe fiecare set de probe și introducerea în format digital a acestora. În Fig. 3 este explicat modul de codificare al probelor: codul speciei lemnoase (M – molid; P – paltin); codul clasei de calitate (A – clasa superioară; D – clasa inferioară); codul tratamentului

la care urmează să fie supusă proba (UV – expunere radiații UV; SAL – expunere ceață salină; LU – lac pe bază de ulei; LS – lac pe bază de spirt (alcool); SEL – șelac)

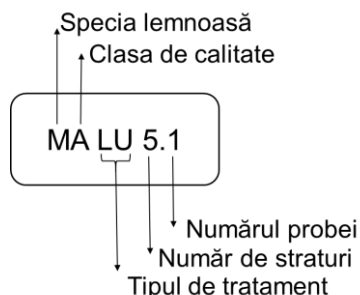


Fig. 3 Explicarea codului probelor

În Tabelul 1 sunt prezentate tipurile de probe pregătite în această etapă (96 probe luate în studiu).

Tabelul 1. Tipuri de plăci din lemn pregătite pentru investigații

Tratament salin (cod SAL)	Nr.	Radiații UV	Nr.	Lac pe bază de ulei (LU) Nr. straturi 5; 10; 15	Nr.	Lac pe bază de ulei (LS) Nr. straturi 5; 10; 15	Nr.
MA SAL	3	MA UV	3	MA LU 5	3	MA LS 5	3
MD SAL	3	MD UV	3	MA LU 10	3	MA LS 10	3
PA SAL	3	PA UV	3	MA LU 15	3	MA LS 15	3
PD SAL	3	PD UV	3	MD LU 5	3	MD LS 5	3
				MD LU 10	3	MD LS 10	3
				MD LU 15	3	MD LS 15	3
				PA LU 5	3	PA LS 5	3
				PA LU 10	3	PA LS 10	3
				PA LU 15	3	PA LS 15	3
				PD LU 5	3	PD LS 5	3
				PD LU 10	3	PD LS 10	3
				PD LU 15	3	PD LS 15	3
Total	12		12		36		36

Act 1.2 - Identificarea și stabilirea modelelor anatomice și proprietăților fizice ale speciilor de lemn: molid și paltin

Rezultate obținute:

- Set de date de caracterizare structurală a lemnului de rezonanță înainte de tratament (microscopie și morfologie);
- Set de date (imagini) cu morfologia suprafeței molidului și paltinului

Această activitate a constat în două subactivități: măsurarea caracteristicilor fizice și acustice: parametri de culoare; masă, conținut de umiditate; rugozitatea suprafețelor; vitezele de propagare a sunetelor în lemn (pe direcție longitudinală și radială); frecvențele proprii; respectiv analiza microscopică a lemnului extras din cele patru categorii de probe (molid clasa A, molid clasa D, paltin clasa A, paltin clasa D). În Figura 3 este prezentată schema tipurilor de investigații realizate în etapa inițială pe toate probele pregătite în cadrul Act. 1.1.

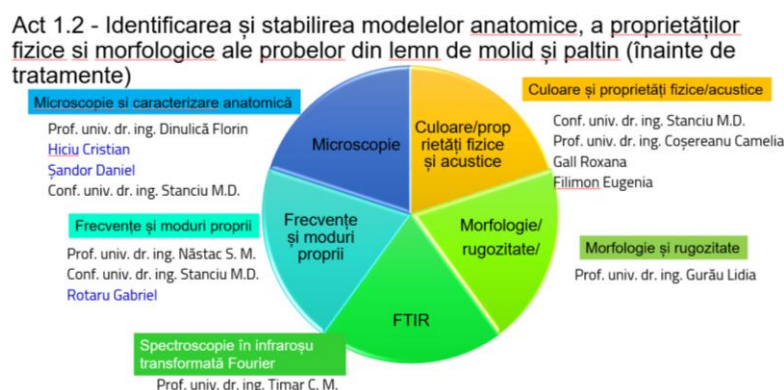
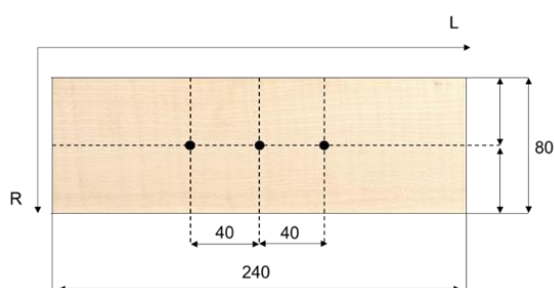


Fig. 3. Tipuri de investigații realizate pe probe, în faza inițială

Act. 1.2.a Măsurarea caracteristicilor fizice și acustice

- Pentru cuantificarea **culorii** s-a ales spațiul cromatic CIELab, descris de următoarele coordonate: L^* reprezintă luminozitatea măsurată în procente (%); a^* reprezintă gradul de roșu, dacă valoarea indicată este pozitivă (+) sau gradul de verde, dacă valoarea indicată este negativă (-); b^* reprezintă gradul de îngălbenire dacă valoarea indicată este pozitivă (+) sau gradul de albastru dacă valoarea indicată este negativă (-). Culoarea a fost măsurată pe fiecare probă în 3 puncte (centru și simetric față de centru la 40 mm) conform schemei din Fig. 4,a. A fost folosit cromometrul CR-400 Konica Minolta (Fig. 4,b). În Tabelul 3 sunt prezentate valorile caracteristicilor fizice ale plăcilor din lemn în faza inițială – fără tratament.
- Masa a fost determinată utilizând balanța analitică Kern (eroare 0.02g), iar conținutul de umiditate s-a prelevat cu umidometrul Merlin S1.5W.



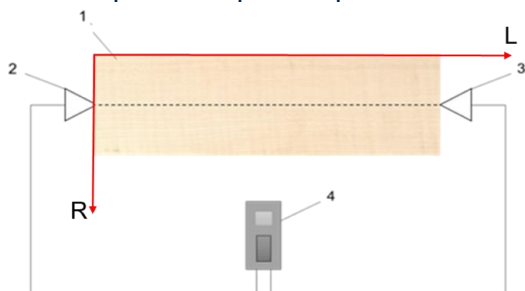
a)



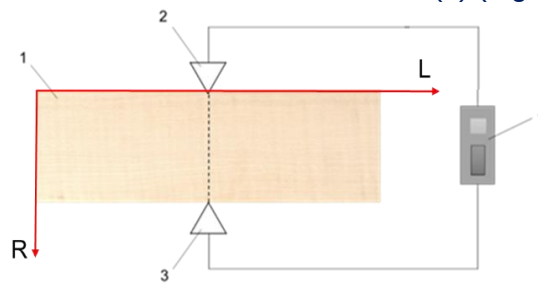
b)

Fig. 4. Principiul de măsurare a culorii probelor: a) punctele de măsură; b) secvență din timpul măsurătorilor

- Determinarea vitezelor de propagare a sunetului** în lemn pe direcția longitudinală și radială a fost efectuată conform schemei. Proba de lemn (1) se fixează între cele două traductoare (2-emisător și 3-receptor) ale aparatului cu ultrasunete care transmite fluxul de ultrasunete prin materialul investigat, iar prin receptor captează semnalul. Atât semnalele de intrare, cât și cele de ieșire sunt analizate și comparate în raport cu timpul prin intermediul microcontrolerului încorporat în aparatul portabil de ultrasunete LUCCHIMETTER, Cremona Italia (4) (Fig. 5).



a)



b)

Fig. 5. Principiul de măsurare a vitezelor de propagare a sunetelor în probele din lemn: a) măsurarea vitezei pe direcție longitudinală; b) măsurarea vitezei pe direcție radială

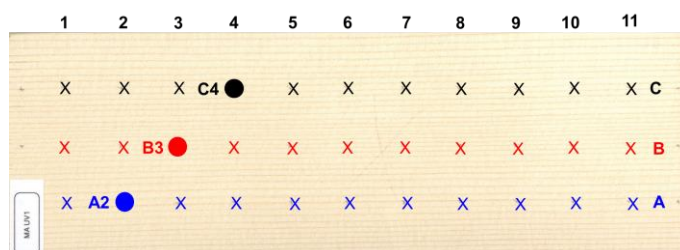
Tabelul 2. Valorile caracteristicilor fizice și acustice ale probelor în faza inițială (înaintea de tratamente)

Media /set	L^*	a^*	b^*	Umiditatea (%)	Masa (g)	Viteza de propagare	
						VLL (m/s)	VRR (m/s)
MA SAL	85.026	1.868	19.997	6.9	33.643	6034	1356
MD SAL	87.041	1.086	19.440	5.9	29.583	6056	1643
PA SAL	85.000	2.360	16.340	7.1	46.85	4494	1852
PD SAL	84.320	2.967	17.020	7.7	50.006	4785	1793
MAUV	85.633	1.671	20.344	7.6	33.113	6187	1538
MD UV	86.023	1.668	20.067	5.9	29.583	5776	1329
PA UV	81.368	3.776	17.226	7.0	53.360	4866	1947
PD UV	82.030	3.014	16.818	6.6	47.430	4557	1641
MA LU 5	85.490	2.064	19.466	6.4	31.440	5807	1188
MA LU 10	86.137	1.742	20.018	7.4	36.923	5987	1492
MA LU 15	87.118	1.291	19.538	6.6	34.083	6125	1409

MD LU 5	87.379	1.387	18.697	6.7	32.663	5809	1661
MD LU 10	86.337	1.678	26.852	7.7	35.520	5342	1763
MD LU 15	87.157	1.400	19.056	6.6	31.967	5752	1634
PA LU 5	84.504	2.661	16.553	7.0	49.400	4587	1857
PA LU 10	83.246	3.161	17.216	7.6	51.237	4653	1927
PA LU 15	83.430	3.259	17.183	7.0	52.797	4878	1971
PD LU 5	81.119	3.142	17.634	7.6	48.420	4693	1840
PD LU 10	82.571	2.937	17.214	7.1	45.083	4629	1780
PD LU 15	80.268	3.528	17.679	7.2	48.883	4518	1629
MA LS 10	86.660	1.568	19.108	7.0	33.870	6007	1012
MA LS 10	85.434	2.168	19.960	7.1	32.653	5929	1196
MA LS 15	85.951	1.857	19.553	7.4	36.170	6120	1524
MD LS 5	87.104	1.503	18.347	7.1	33.86	5474	1807
MD LS 10	87.257	1.490	18.662	6.9	32.700	5610	1631
MD LS 15	86.977	1.474	19.037	6.0	30.010	5790	1859
PA LS 5	82.851	3.232	17.410	7.7	52.247	4507	1923
PA LS 10	81.269	3.421	17.613	6.2	51.157	4747	1984
PA LS 15	84.250	2.501	16.177	6.9	47.137	4480	1934
PD LS 5	84.032	2.733	16.984	8.1	50.087	4862	1924
PD LS 10	79.237	3.669	17.678	7.2	44.313	4340	1729
PD LS 15	84.457	2.660	16.727	7.9	49.710	4851	1811

- **Determinarea frecvențelor proprii (analiza modală)**

Un alt tip de analiză la care au fost supuse probele atât înainte cât și după tratamente, a fost analiza modală experimentală care a constat în excitarea dinamică a plăcilor în toate punctele marcate pe ele, aflate la distanța de 20 mm, semnalele fiind achiziționate prin intermediul accelerometrelor poziționate în punctele A2; B3; C4 (Fig. 6,a). Standul experimental a constat din sistemul prezentat în Fig. 6,b: proba (1) este suspendată elastic, semnalele produse cu ajutorul ciocanului de impact (2) sunt recepționate de către accelerometrele uniaxiale (3) amplasate pe placă și transmise plăcii de achiziție (4). Vizualizarea semnalelor și procesarea lor a fost realizată într-un program dezvoltat în MatLab pe un PC (5). Semnalele au fost prelucrate cu un program personalizat în MatLab, fiind extrase: analizele în timp și în frecvență; spectrele de frecvență; distribuția frecvențelor în raport cu punctele excitate.



a)



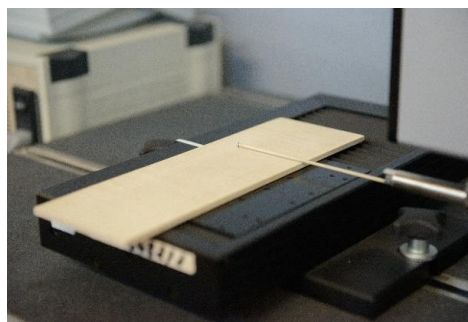
b)

Fig. 6. Analiza modală experimentală: a) rețeaua de puncte de pe suprafața plăcilor investigate; b) standul experimental

- Studii privind **morfologia suprafețelor** de molid (MA, MD) și paltin (PA, PD) a urmărit analiza variațiilor profilului rugozității produs de tratamentele de suprafață ale probelor. Investigațiilor s-au realizat cu ajutorul echipamentului pentru măsurarea a suprafeței tip MarSurf XR 20 CNC (compania MAHR Gottingen GMBH), datele fiind achiziționate prin intermediul Software XR 20- colectare date format ASCII și evaluare a datelor măsurate, iar prelucrarea lor s-a realizat cu un program dezvoltat în MathCAD Professional 2000 (Fig. 7).



a)



b)

Fig.7. Echipamentul și principiul de măsurare a rugozității: a) Poziționarea probei; b) secvență din timpul măsurării

Plăcile din lemn de molid și paltin au fost analizate în trei zone conform schemei din Fig. 4.a, palpatorul aparatului realizând o cursă de 30 mm pe direcția transversală a probei. Astfel, pentru fiecare placă investigate s-au făcut câte 3 măsurători: în centru și la 40 mm de o parte și de alta a centrului, la o distanță de 25 mm față de margine, fiind înregistrate 6000 puncte/profil. În urma investigațiilor și prelucrării datelor, au rezultat profilele de rugozitate a probelor analizate înainte și după tratamentele aplicate, cel mai relevant parametru de rugozitate fiind **rugozitatea centrală a profilului**, notată **Rk (μm)**, care exprimă mărimea zonei contrale a profilului de rugozitate, în care se concentrează majoritatea punctelor măsurate ale profilului, fiind asociat cu „rugozitatea de prelucrare” sau „rugozitatea centrală”. Fiind parametrul cel mai stabil (deviație standard mică) și cel mai puțin influențat de prezența proeminențelor sau vâilor izolate ale profilului, s-a analizat comparativ calitativ și cantitativ valoarea acestui parametru.

- Studii privind **spectroscopia în infraroșu transformată Fourier (FTIR)**

Această metodă fizico-chimică de analiză permite caracterizarea structurii chimice, respectiv identificarea compușilor chimici pe baza absorbțiilor caracteristice (la anumite numere de undă, $1/\lambda$, exprimate în cm^{-1}) ale diferitelor entități structurale ale moleculelor (legături chimice, grupe funcționale, substructuri) în contextul specific al structurii moleculare globale.

Spectrele prezintă 2 zone distincte din punct de vedere al informației: zona frecvențelor de grup ($4000\div1600\text{ cm}^{-1}$) și zona de amprentă digitală specifică fiecărei structuri organice (aprox $1500\div600\text{ cm}^{-1}$). Fiecare substanță are un spectru propriu – amprentă digitală. Astfel, probe necunoscute pot fi identificate prin comparare cu spectre etalon; modificările în structura chimică datorate anumitor tratamente, fenomene de îmbătrânire, degradare vor fi evidențiate prin modificări ale spectrului IR (apariție / dispariție benzi de absorbție, modificarea intensităților relative pentru anumite benzi de absorbție, deplasarea benzilor de absorbție). Spectroscopia FTIR poate fi aplicată în analiza compușilor organici (metodă specifică, toți compușii organici absorb în IR).

În cadrul acestei investigații s-a utilizat spectrometrul Alpha Bruker cu modul ATR (Attenuated Total Reflectance) din cadrul ICDT al Universității Transilvania din Brașov, laboratorul L5 (Fig. 8).



a)



b)

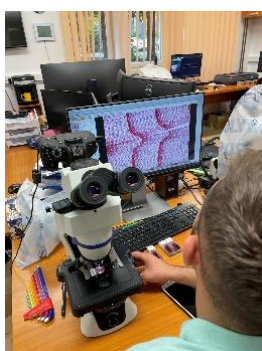
Fig. 8. Echipamentul și principiul de analiza FTIR: a) Poziționarea probei; b) secvență din timpul analizei

Spectrele s-au înregistrat în domeniul $4000\div600\text{ cm}^{-1}$, la o rezoluție de 4 cm^{-1} , 24 scanări pe probă, minimum 3 înregistrări spectre/probă. Spectrele individuale au fost prelucrate pentru corectarea liniei de bază (base line correction) și netezire (smooth), după care s-a calculat un

spectru mediu pentru fiecare probă. Spectrele medii au fost normalizate (Min-Max Normalisation). Toate prelucrările s-au realizat folosind softul OPUS 7.2. Atribuirea benzilor de absorbție s-a făcut în baza datelor din literatura de specialitate și baza de date proprie creată în cadrul laboratorului prin proiecte /cercetări anterioare. S-au analizat atât pelicule de lac pe lamele microscopice, lac în stare lichidă cât și probele înainte și după tratamentele aplicate.

- Studiul **anatomic și radiografic al lemnului pentru construcția instrumentelor muzicale**

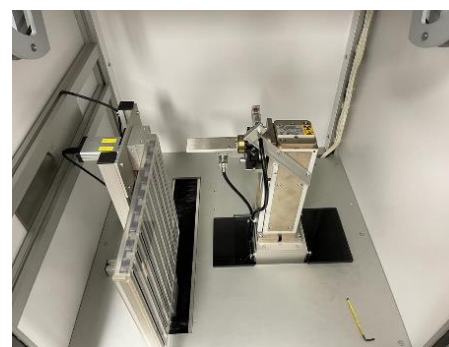
Analiza microscopică a lemnului de rezonanță din cele două specii s-a realizat în cadrul Laboratorului de biometrie forestieră, Universitatea "Ștefan cel Mare" din Suceava. Pentru analiza microscopică, probele au fost pregătite conform protocolului de preparare a probelor, fiind extrase din probe de lemn de rezonanță – paltin (*Acer pseudoplatanus*) și molid (*Picea abies*) pregătite în cadrul Act. 1.1. Pentru tăierea probelor, a fost utilizat Thermo scientific HM340E semi-automated microtome, iar prepararea lor a presupus mai multe etape: clătirea fiecărei probe cu apă distilată; clor; colorare cu safranină și astra blue (proporție 1:1); clătire apă distilată; etanol 75%; 96%; 100%; neutralizarea cu xilen (dimetilbenzenul) și în final sigilare cu balsam de Canada. După finalizarea preparatelor microscopice, acestea au fost analizate la microscopul Olympus CX43, cu o mărire de 40x (Fig. 9). Pentru studiile de anatomie cantitativă, imaginile microsecțiunilor au fost preluate cu dispozitivul slidescanner3D Histech Panoramic Midi și analizate cu Roxas.



a)



b)



c)

Fig. 9. Secvențe din timpul măsurătorilor: a) analiza microscopică; b) tipuri de probe pregătite pentru analiza densității cu raze X; c) standul cu probe în reactorul cu raze X

Molidul (*Picea abies* Karsten) este cea mai răspândită specie de rășinoase din țara noastră (circa 19 % din suprafața împădurită). Înălțimea molidului este în mod obișnuit de 50 m putând atinge uneori 60 m sau chiar și mai mult. Are un fus drept cilindric, cu diametrul, în unele cazuri, de peste 2 metri. Molidul cu lemn de rezonanță crește de obicei pe terenuri drepte, cu solul format din argilă pietroasă. Are trunchiul drept și perfect cilindric, fără defecte (noduri, umflături, caneluri), este curățat de crăci până aproape de vârf, coroana fiind foarte redusă. Scoarța este netedă, cu solzi mici, de aceeași mărime, rotunjiți la vârf, așezați foarte regulat, cu crăpăturile dintre ei drepte și aproape paralele cu axul arborelui. Lemnul de molid este fără duramen deci prezintă aceeași culoare peste tot, care, în cele mai multe cazuri, este alb gălbuie sau uneori albă roșatică. Inelele anuale sunt regulate și înguste la lemnul de clasă A (Fig. 10,a), respective cu trecere treptată de la lemnul timpuriu la lemnul târziu la lemnul de clasa D (Fig. 10,d). Canalele rezinifere apar în secțiunea transversală ca niște puncte albicioase, având o pondere mai mare în cazul clasei D. Razele medulare sunt mai fine la lemnul din clasa A (Fig. 10, b) comparative cu lemnul de clasa D (Fig. 10,f). În Fig. 10,c și g sunt prezentate caracteristicile lemnului în secțiunea tangențială. Lemnul are o structură omogenă, moale, ușor, elastic, durabil, se despică ușor și nu face așchii la despicare. Are miros de rășina, aceasta trădându-și prezența și prin atingere cu mana. Se usucă ușor și fără defecte, se prelucreează ușor se încheie se colorează și lăcuiește bine. Se selecționează

în 2 clase de calitate și 3 subclase: RS (sau clasa A) – rezonanță superioară, RI (sau clasa D) – rezonanță inferioară și CV- pentru claviatură și a doua clasă C pentru cherestea și alte produse. Molidul de rezonanță se recoltează în perioada de repaus vegetativ deoarece în sezonul de vegetație prezența sevei care conține și rășină depreciază caracteristicile acustice ale lemnului. Arborii trebuie să fie tăiați când temperatura exterioară este de 3–5°C, în condiții de zăpadă abundentă. În cazul în care sunt tăiați la temperaturi negative (ger), prin cădere pot căpăta defecte. Secționarea buștenilor trebuie să fie la lungimi de 2–4 m. Diametrul trebuie să fie cuprins între 400 și 600 mm, deoarece toate reperele utilizate la instrumentele muzicale sunt debitate radial. Pentru aceasta este necesar ca trunchiul să aibă diametrul corespunzător reperului dorit. Astfel, pentru obținerea unei eclise sau a gâtului se pot utiliza diametre mai mici, în schimb pentru fețe/spate care au lățimi semnificative de la 200 mm la 350 mm, diametrul bușteanului trebuie să asigure obținerea dimensiunilor specifice. Lemnul de molid este foarte mult apreciat pentru bogăția și complexitatea armonicilor precum și pentru claritatea puternică a sunetelor, fiind utilizat atât pentru fețele de chitară (clasice, acustice, flamenco, country) cât și pentru alte tipuri de instrumente cu corzi (vioara, viola, violoncelul, contrabasul). Textura fină, mătăsoasă, culoarea ușor argintie, desenul uniform al fibrelor sunt caracteristici pentru care molidul autohton este apreciat mult pe piața instrumentelor muzicale.

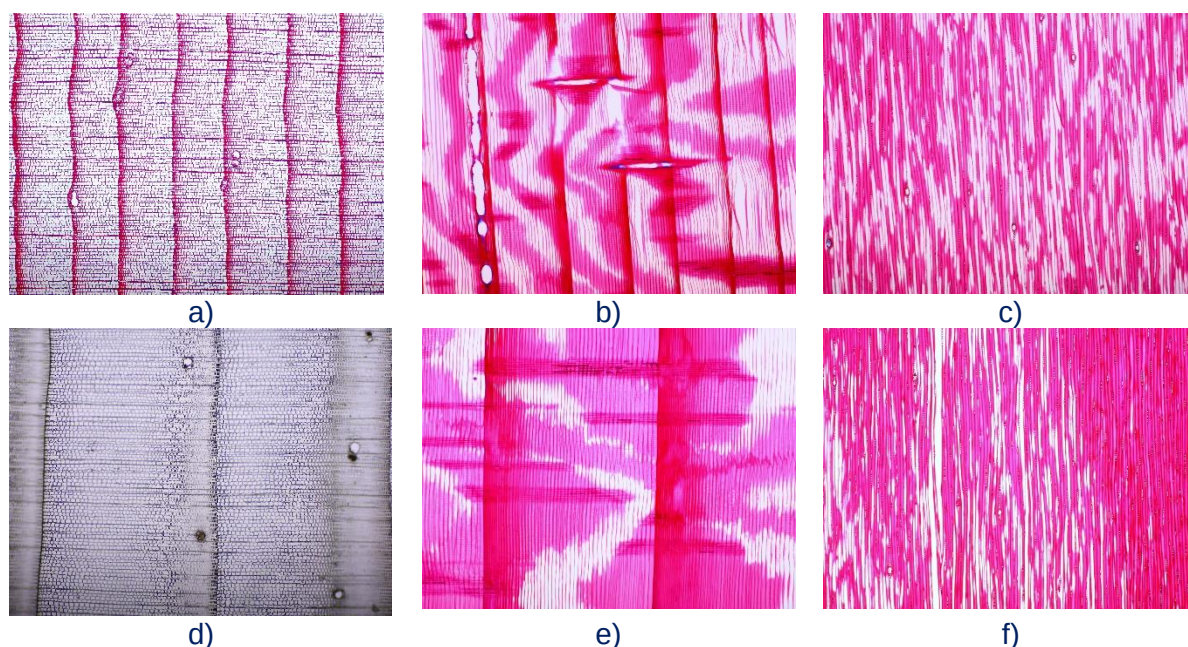


Fig. 10. Imagini microscopice ale probelor din lemn de molid de rezonanță, 40x: a) molid clasa A, secțiune transversală; b) molid clasa B, secțiune radială; c) molid clasa A, secțiune tangențială; d) molid clasa D, secțiune transversală; e) molid clasa D, secțiune radială; f) molid clasa D, secțiune tangențială;

Paltinul de munte (*Acer pseudoplatanus* L) este o specie de foioase care crește pe văile umede, întunecoase, pe versanți cu soluri bolovănoase cu conținut de calcar, ajungând până la înălțimi cuprinse între 15 – 30 de metri. De cele mai multe ori, crește diseminat în molidete, gorunete și fâgete din zona Maramureșului și Nordul Moldovei, la noi în țară. Trunchiul este înalt, cilindric, drept, cu ritidom gros brun – cenușiu care se desprinde în plăci mari neregulate. Lemnul de paltin prezintă o structură complexă, cu inele anuale distincte, cu contur regulat, fără diferență pronunțată între lemnul timpuriu și cel târziu. Este un lemn fără duramen, alb, uneori cu dungi negre – cenușii, evidente pe secțiunile longitudinale. Din punct de vedere al microstructurii, prezintă pori uniform împrăștiați, mici, nevizibili cu ochiul liber, vizibili cu lupa, relativ rari (30 – 50/mm²), unitari sau în șiruri radiale (2 – 5), cu deschiderea aproape egală pe toată lățimea inelului anual, iar

membranele lor (pereții longitudinali) prezintă îngroșări elicoidale și punctuații intervasculare mari, cu diametrul de cca 18μm și dispuse în fagure (Fig. 11).

Analiza lemnului de paltin din viorile vechi a evidențiat o predilecție pentru lemnul de paltin cu aspect estetic deosebit, respectiv lemn cu fibră ondulată sau noduri mici grupate care dau lemnului desene foarte apreciate. Dintre acestea se disting: fibre ondulate înguste; fibre ondulate late; fibre ondulate dispuse în flăcări late; fibre ondulate dispuse în flăcări înguste (Bucur, 1976, Beldeanu 2008). În termeni specifici lutieritului, aceste desene dau denumirea sortimentului lemnos ca paltin "creț", paltin "măzărat", paltin "coadă de păun", paltin "ochi de vultur", paltin "văpaie". Lemnul de paltin cu fibră ondulată reprezintă o anomalie de structură constând în dispunerea fibrelor și a altor elemente anatomice după linii ușor sinuoase, cu precădere în plan radial și tangențial conferind aspectul unui desen tridimensional. Există ipoteze privind formarea fibrei crețe: o ipoteză ce susține caracterul ereditar al acestui tip de paltin; o altă ipoteză se bazează pe aspectul mecanic din timpul vieții arborelui, când sub greutatea coroanei, fibrele din tulpina arborelui suferă un fenomen de instabilitate mecanică (flambaj) dând astfel naștere structurii cu fibră ondulată sau cauze de ordin stațional.

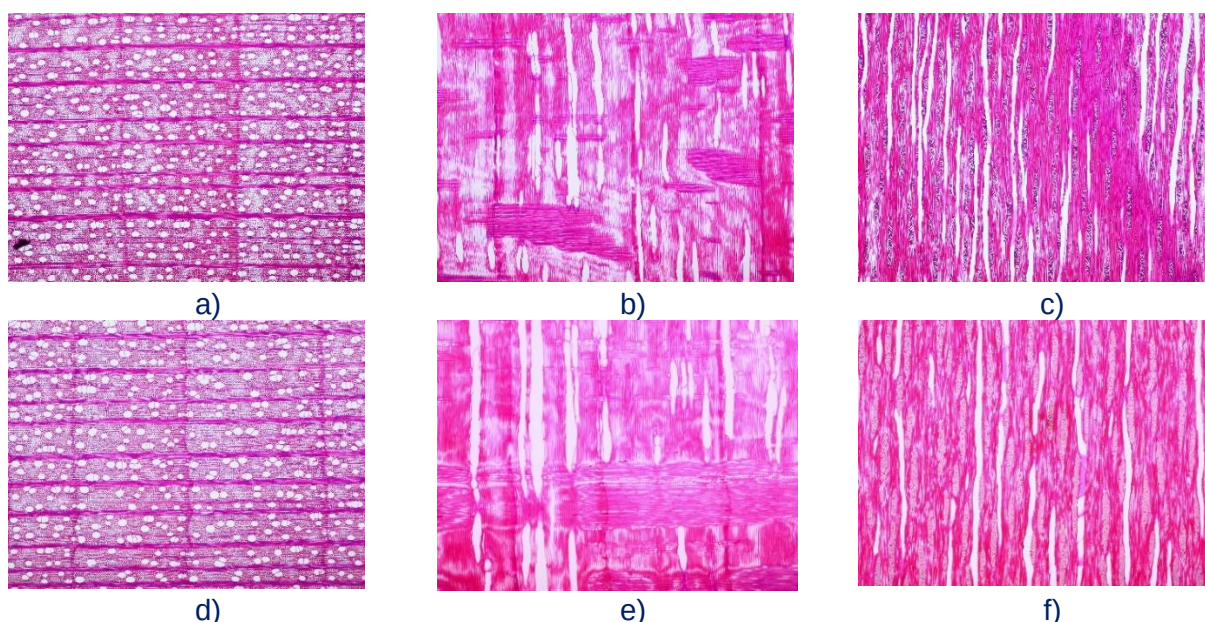


Fig. 11. Imagini microscopice ale probelor din lemn de paltin de rezonanță, 40x: a) paltin clasa A, secțiune transversală; b) paltin clasa B, secțiune radială; c) paltin clasa A, secțiune tangențială; d) paltin clasa D, secțiune transversală; e) paltin clasa D, secțiune radială; f) paltin clasa D, secțiune tangențială;

Act 1.3 - Expunerea probelor de lemn la radiațiile UV și controlul masei, dimensiunilor și caracteristicilor fizice

Rezultate livrabile:

Set de date – analiza caracteristicilor fizice și acustice ale molidului și paltinului înainte și după tratament; Set de date (imagini) cu morfologia suprafeței molidului și paltinului înainte și după tratament; Set de date – analiza FTIR al molidului și paltinului înainte și după tratament;

În această etapă, au fost expuse probe din lemn masiv, fără nici un alt tratament de suprafață, scopul expunerii fiind acela de a analiza modificările ce se produc ca urmare a îmbătrânirii artificiale. Echipament utilizat a constat într-un reactor fotocatalitic echipat cu 3 tuburi F18W/T8 (Philips) plasate circular în interiorul acestuia. Fiecare tub emite radiații în domeniul UV cu lungimi de undă cuprinse între 340-400 nm, cu $\lambda(\text{emisie}) = 365 \text{ nm}$, cu intensitatea $I=55\text{W/m}^2$ (52W/m² lumină vizibilă VIS și 3 W/m² radiație UV), temperatura $T=50^\circ\text{C}$ (Fig. 12).



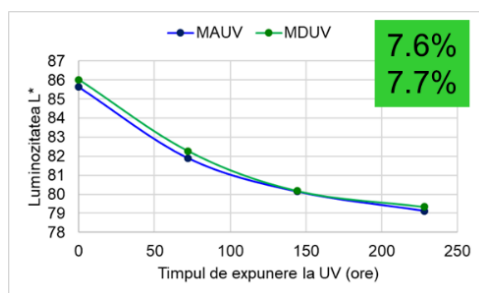
Fig. 12. Expunerea probelor la radiații UV

În această etapă a proiectului, probele au expuse la UV pe durata totală de 264 ore (11 zile), verificându-se toți parametrii (culoare/morfologia suprafețelor, viteze de propagare/analiza modală) după 72 ore, după 120 ore, și apoi după încă 72 ore, urmând ca cercetările să continue și în următoarele etape ale proiectului, chiar dacă sunt programate și alte investigații.

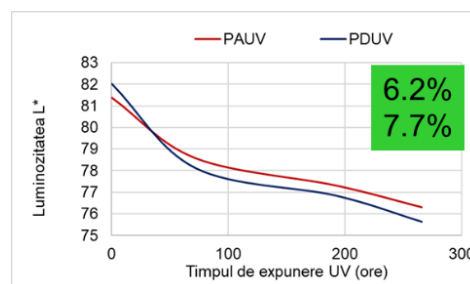
Rezultate științifice

În urma investigațiilor privind caracteristicile fizice și acustice ale probelor, au rezultat următoarele aspecte:

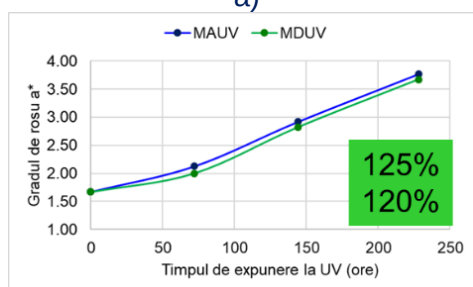
- După expunerea la radiații UV, s-a constatat o modificare progresivă a parametrilor de culoare: luminozitatea L^* a scăzut la ambele specii (molid și paltin) cu aproximativ 7%. Între cele două clase de calitate structurală, diferențele sunt mai pronunțate la probele din paltin în cazul cărora s-a constatat o diminuare a gradului de luminozitate cu 6.2% la probele din clasa A și de 7.7% la probele din clasa D (Fig. 13. a și b).
- Atât gradul de roșu a^* cât și gradul de galben b^* a crescut la ambele specii: în cazul probelor din molid, gradul de roșu a crescut cu aproximativ 120% după 264 ore, însă cea mai mare creștere este după 144 ore. La paltin, creșterea este de 18% la probele din clasa A și 56% la probele din clasa D, cu o viteză mai mare de degradare după 144 ore (Fig. 13. c și d). Gradul de galben a crescut cu 57% în cazul probelor din lemn de molid și doar cu 37–45% în cazul probelor din lemn de paltin (Fig. 13. e și f).



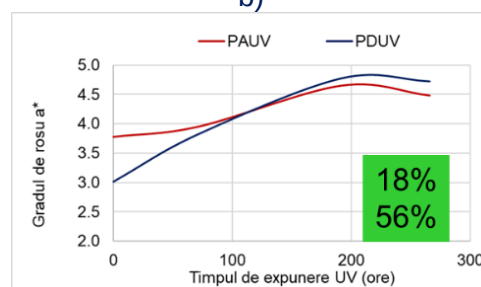
a)



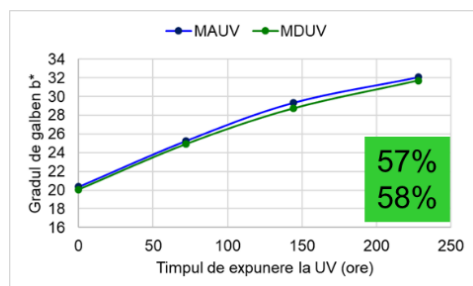
b)



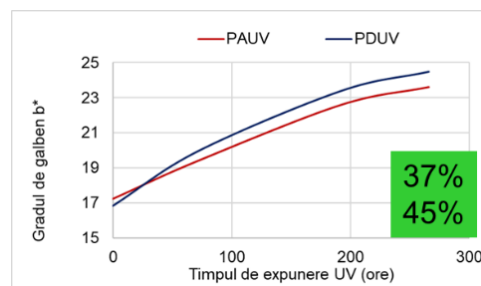
c)



d)



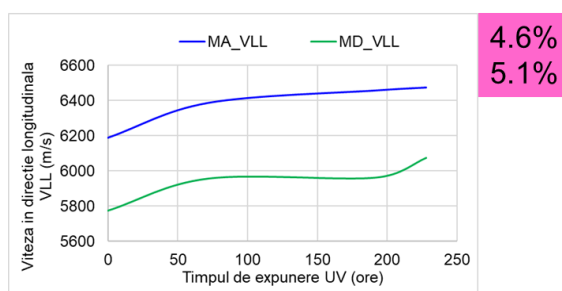
e)



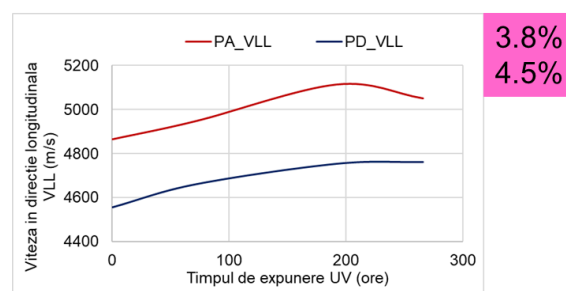
f)

Fig. 13. Modificările parametrilor de culoare cu creșterea timpului de expunere la UV: a) luminozitatea în cazul probelor din molid; b) luminozitatea în cazul probelor din paltin; c) gradul de rosu, în cazul probelor din molid; d) gradul de rosu, în cazul probelor din paltin; e) gradul de galben, în cazul probelor din molid; f) gradul de galben, în cazul probelor din paltin

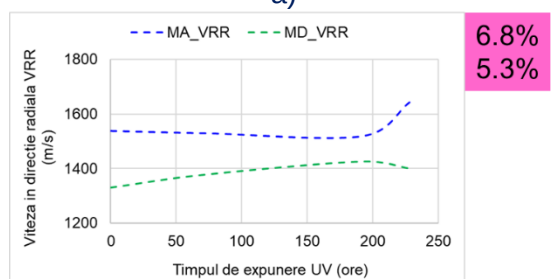
- Viteze de propagare pe direcție longitudinală a crescut cu 4.6–5% la probele din molid și cu 3.8 – 4.5% la probele din lemn de paltin. Vitezele de propagare sunt mai mari la clasa A decât la clasa D, iar modificările sunt mai reduse (Fig. 14 a, b).
- Vitezele de propagare a sunetelor pe direcție radială s-au modificat cu 5.3 – 6.8% în cazul probelor din lemn de molid și cu 3.6 – 8.6% la probele din lemn de paltin. Se remarcă faptul că modificările sunt mai mari la probele de clasa A (Fig. 14, c și d).
- După expunerea la îmbătrânire artificială, masa probelor a scăzut cu aproximativ 6.3 – 6.7% în cazul probelor de molid și cu 6.9 – 7.2 % în cazul probelor de paltin (Fig. 14, e și f).



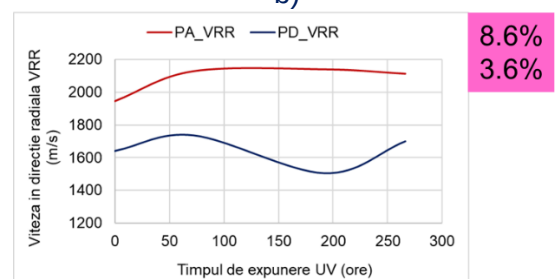
a)



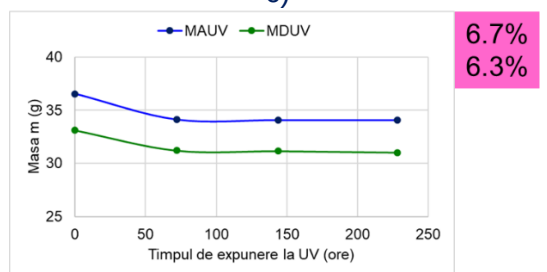
b)



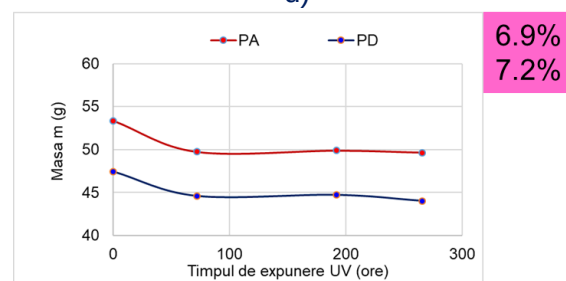
c)



d)



e)



f)

Fig. 14. Modificările parametrilor acustici cu creșterea timpului de expunere la UV: a) viteza pe direcție longitudinală în cazul probelor din molid; b) viteza pe direcție longitudinală în cazul probelor din paltin; c) viteza pe direcție radială, în cazul probelor din molid; d) viteza pe direcție radială, în cazul probelor din paltin; e) variația masei, în cazul probelor din molid; f) variația masei, în cazul probelor din paltin

În urma investigațiilor privind morfologia suprafețelor după expunerii la UV, s-a constatat următoarele aspecte:

- S-a remarcat o accentuare a undulațiilor anatomice produse de variațiile lemnului timpuriu (Itp) cu lemnul târziu (Itz), zonele de lemn timpuriu devenind mai proeminente în urma expunerii la UV. Acestea sunt percepute atât tactil, cât și vizual, prin comparații între profile de rugozitate înainte și după tratament. Fenomenul este mai pronunțat la molidul din clasa A (probe codificate MA) și mai atenuat în cazul probelor de molid clasa D (codificat MD), frecvența undulațiilor fiind corelată cu frecvența inelelor anatomice (Fig. 15). Astfel, valoarea undulațiilor anatomice exprimată prin parametrul W_a a crescut de peste 3 ori (3,35) în cazul lemnului MA tratat cu UV.

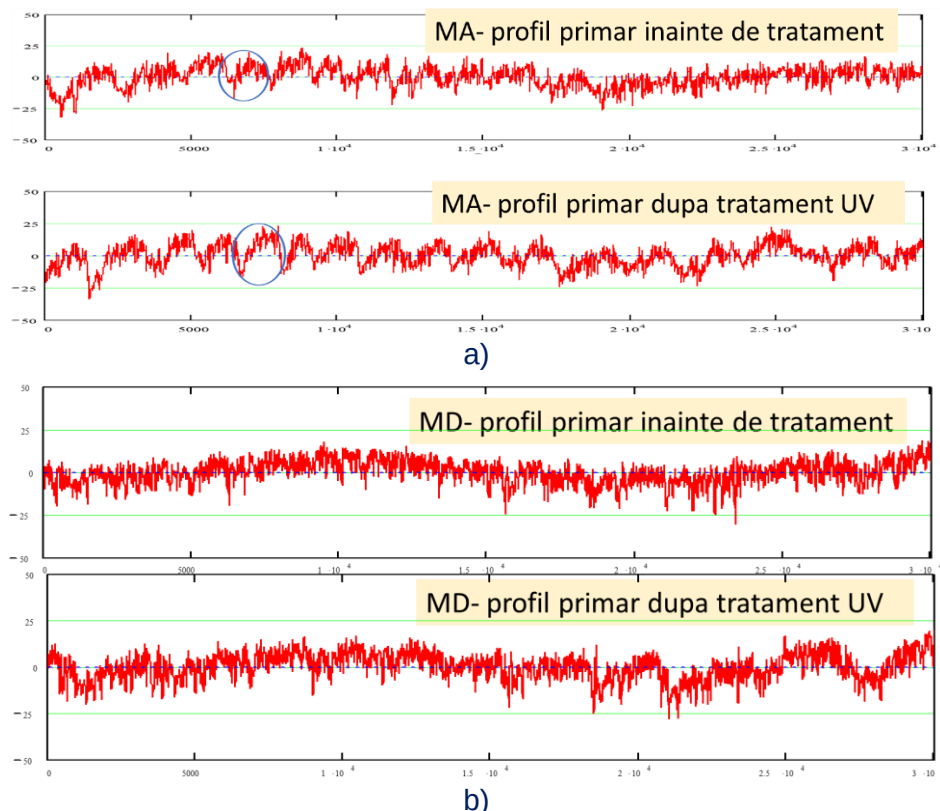


Fig. 15. Variația profilului morfologic al suprafețelor probelor: a) lemn de molid clasa A, înainte și după expunere la UV; b) lemn de molid clasa D, înainte și după expunere la UV

- rugozitatea centrală a profilului R_k , dar și rugozitatea medie R_a , au fost mai mari după tratare UV cu cca.22%
- Imaginile microscopice evidențiază detalii anatomice în lemnul timpuriu, traheidele fiind clar vizibile, cu punctuații areolate, în timp ce anatomia din zonele de lemn târziu și de tranziție nu este clară. Izolat, s-a mai observat fibră ridicată în zonele de lemn timpuriu, fenomen surprins și de profilele de rugozitate.
- În cazul lemnului de paltin, s-a observat faptul că atât înainte, cât și după tratament, rugozitatea R_k a probelor din lemn de paltin cu fibră creț (clasa A) a fost mai mică decât a paltinului cu fibră dreaptă (clasa D) (Fig. 16). Explicația constă în diferențele date de orientarea fibrei.
- Ca și în cazul probelor din lemn de molid, și în cazul probelor din lemn de paltin s-a observat o accentuare a undulației, în urma tratamentului, mai ales la paltinul creț.
- La paltinul clasa A (codificat PA) se observa o ușoară contragere care modifică ușor locația inițială a neregularităților ca urmare a apariției unor fisuri în unele vase din lemnul timpuriu (Fig. 17). De asemenea, s-a mai observat o ușoară scămoșare a suprafeței, semnalată de accentuarea vârfurilor profilului, fără o scădere semnificativă a rugozității centrale a profilului R_k .

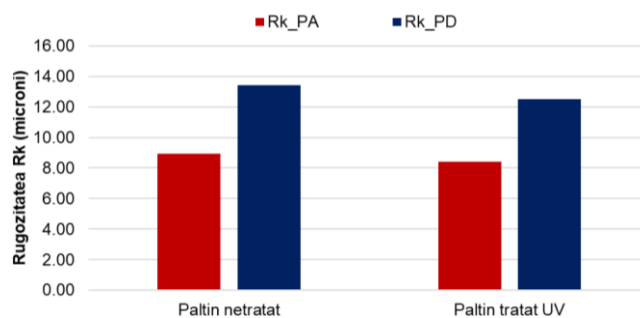


Fig. 16. Comparații privind valoarea rugozității în cazul probelor din lemn de paltin clasa A (roșu), clasa D (albastru), înainte și după UV

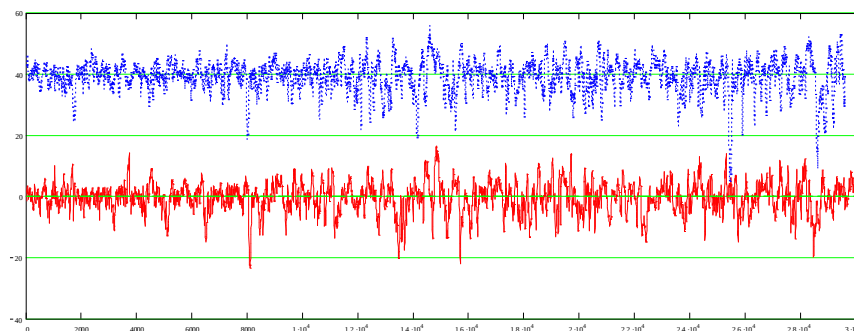


Fig. 17. Profilul de rugozitate la probele din lemn de paltin clasa A, înainte (roșu) și după tratament cu UV (albastru)

În urma investigațiilor privind spectroscopia în infraroșu transformată Fourier (FTIR), s-a constatat următoarele aspecte:

- intensitatea mărită a absorbției la 1730 cm^{-1} pentru lemnul de paltin față de molid datorită unui conținut mai mare de grupări acetil, prezente cu precădere în hemiceluloze de tip pentozane (xilan), ce sunt caracteristice foioaselor (Fig. 18, a);
- apar diferențieri în privința absorbțiilor caracteristice ligninelor, care se diferențiază structural pentru rășinoase și foioase: pentru molid se identifică absorbție la 1261 cm^{-1} (inel guaiacil-lignine de tip GL), iar pentru paltin absorbție la 1235 cm^{-1} (inel siringil – lignine de tip SL); de asemenea absorbția scheletului aromatic al ligninei se situează la 1507 cm^{-1} pentru molid, respectiv 1504 cm^{-1} pentru paltin, din cauza acelorași diferențieri structurale (Fig. 18, b);
- absorbția nucleului aromatic la aproximativ 1593 cm^{-1} apare doar ca un umăr în spectrul molidului, fiind clar distinctă în spectrul paltinului.
- Spectrele comparative înregistrate pentru paltin și molid înainte și după expunere la UV au indicat modificări chimice ce au afectat lignina, principalul absorbant UV din structura lemnului. S-a constatat o scădere a celei mai caracteristice benzi de absorbție a ligninei ($1504\text{--}1507\text{ cm}^{-1}$), precum și intensificarea benzii de absorbție de la 1730 cm^{-1} , caracteristică grupărilor carbonil neconjugate. Aceste modificări reliefează degradarea ligninei și formarea de compuși cromofori cu grupări carbonil (Fig. 18, c și d).
- se reliefează o degradare similară a ligninei la aproximativ 70 % din conținutul inițial (rapoarte relative 0.71-0.72) pentru cele două specii (deși duratele de expunere la UV au fost ușor diferite: 228 h molid și 266 h paltin);
- procesul oxidativ conducând la formarea de grupări carbonil este mai pronunțat pentru lemnul de molid față de paltin.

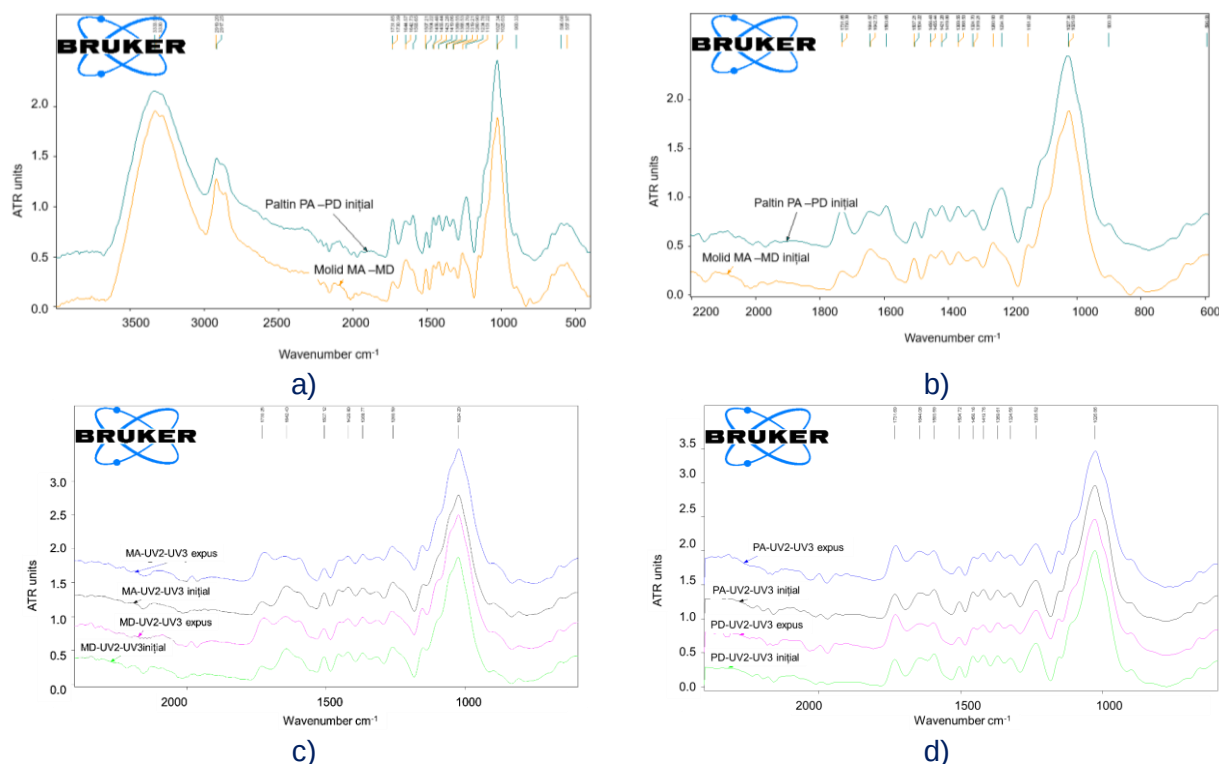
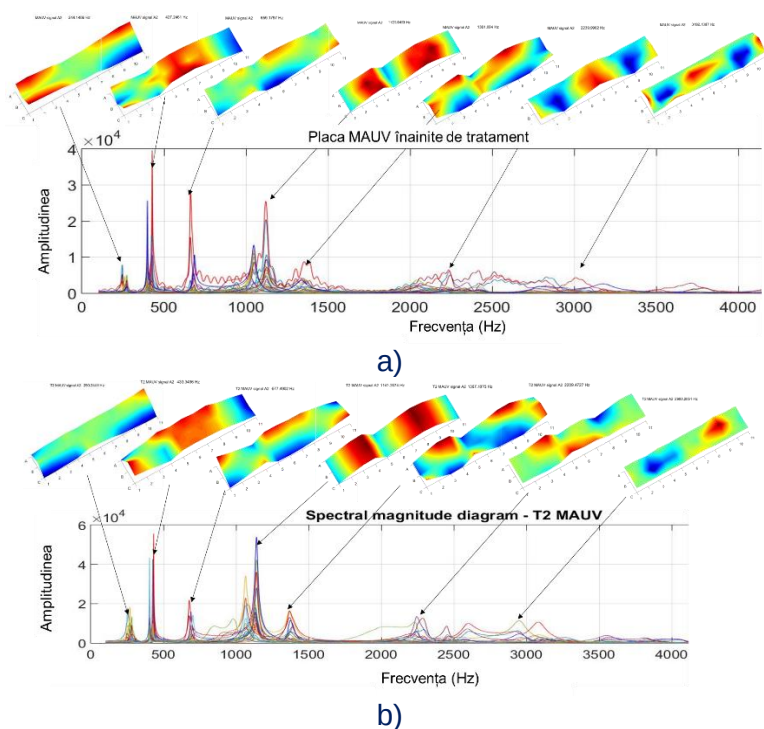


Fig. 18 Spectre FTIR comparative pentru speciile Molid și Paltin (spectre medii generale pe specie calculate anterior): a) domeniul 4000–400 cm⁻¹; b) domeniul restrâns cuprinzând zona de amprentă digitală (1800–600 cm⁻¹); c) Spectre FTIR comparative pentru epruvetele de molid (MA, MD) înainte și după expunere la radiații UV, pe domeniu restrâns 2000-600 cm⁻¹; d) Spectre FTIR comparative pentru epruvetele de paltin (PA, PD) înainte și după expunere la radiații UV, pe domeniu restrâns 2000-600 cm⁻¹;

În urma analizei modale a probelor expuse la radiații cu ultraviolete s-a constatat c[următoarele aspecte 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 Fig. 19 sunt prezentate spectrele de frecvență pentru probele de molid. Distribuția frecvențelor în cazul plăcilor din lemn de paltin este prezentată în Fig. 20.



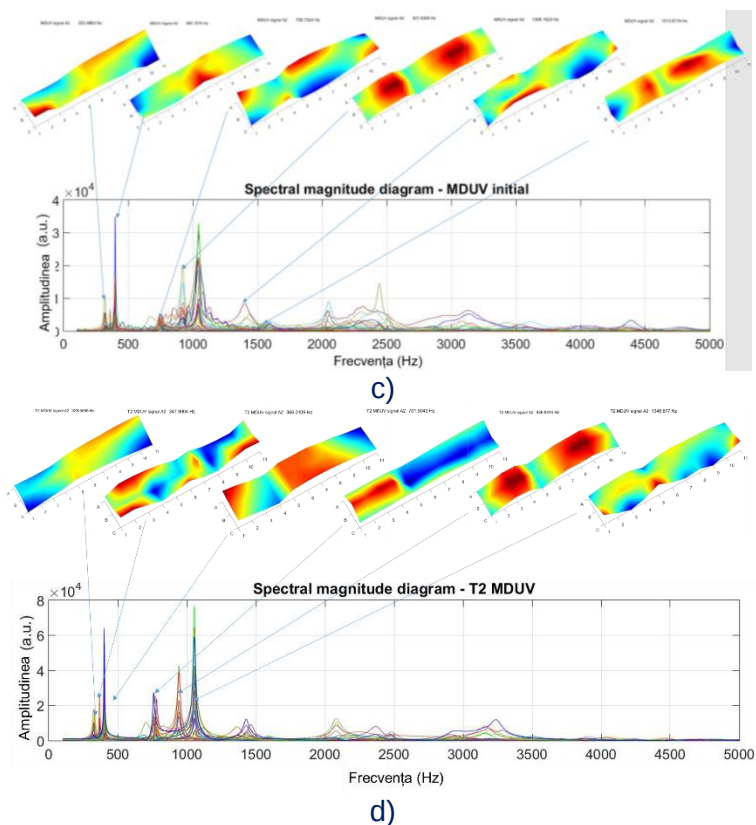


Fig. 19 Spectre de frecvență obținute prin analiza modală experimentală: a) plăci de molid clasa A înainte de UV; b) plăci de molid clasa A după de UV; c) plăci de molid clasa D înainte de UV; d) plăci de molid clasa D după de UV

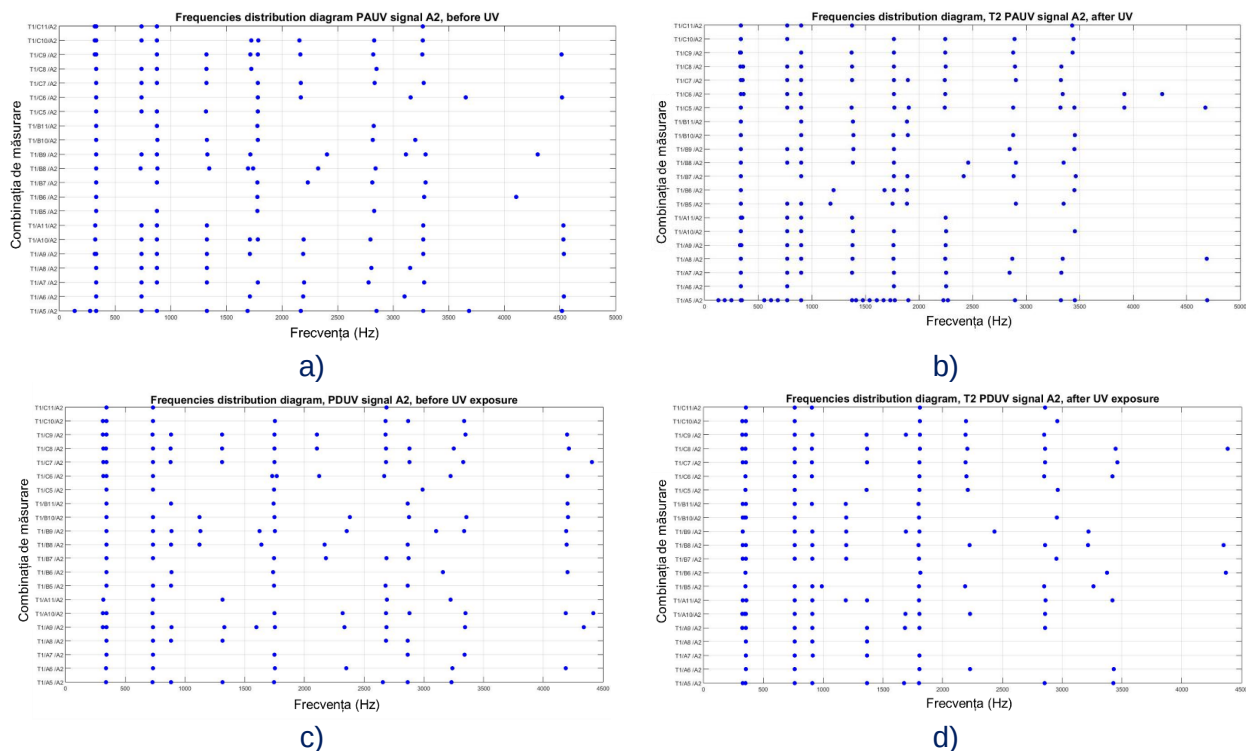


Fig. 20 Diagrama de distribuție a frecvențelor obținute prin analiza modală experimentală: a) plăci de paltin clasa A înainte de UV; b) plăci de paltin clasa A după de UV; c) plăci de paltin clasa D înainte de UV; d) plăci de paltin clasa D după de UV

Act 1.4 - Expunerea probele de lemn la mediu salin și controlul masei, dimensiunilor și caracteristicilor fizice;

Rezultate livrabile:

Set de date – analiza caracteristicilor fizice și acustice ale molidului și paltinului înainte și după tratamentul salin; Set de date (imagini) cu morfologia suprafeței molidului și paltinului înainte și după tratamentul salin; Set de date – analiza FTIR al molidului și paltinului înainte și după tratamentul salin;

Expunerea la ceață salină s-a realizat în camera de ceață salină VOTSCH, KVT 450 SN, din cadrul ICD al Universității Transilvania din Brașov, folosindu-se ca soluție de spreiere soluție de sare (NaCl) cu o concentrație de 3,5%, timp pulverizare: 2 ore și apoi menținerea probelor în atmosferă salină pe durata a 22 h, în două cicluri succesive (Fig. 21).



Fig. 21. Expunerea probelor în camera de ceață salină: a) poziționarea probelor în cuva echipamentului; b) verificarea probelor

Rezultate științifice

În urma investigațiilor privind caracteristicile fizice și acustice ale probelor, au rezultat următoarele aspecte:

- după tratamentul salin, vitezele de propagare au scăzut, indiferent de specie și clasa de calitate (Fig. 23): viteza de propagare longitudinală în plăcile de molid clasa A a scăzut cu 9,28% comparative cu plăcile de molid clasa D, unde scăderea este de 5,38%. La plăcile din paltin, diminuarea vitezei de propagare longitudinală este similară pentru cele două clase și anume între 8–9%. Pe direcție radială, diminuarea vitezei sunetelor este de numai 5,4% la molidul clasa A comparative cu 17% la molidul clasa D, iar la probele din paltin, diminuarea s-a produs cu 17% pentru ambele clase de calitate.

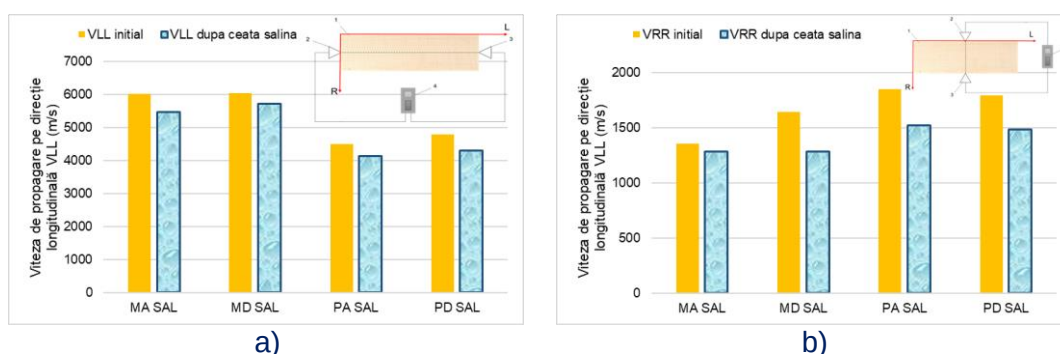
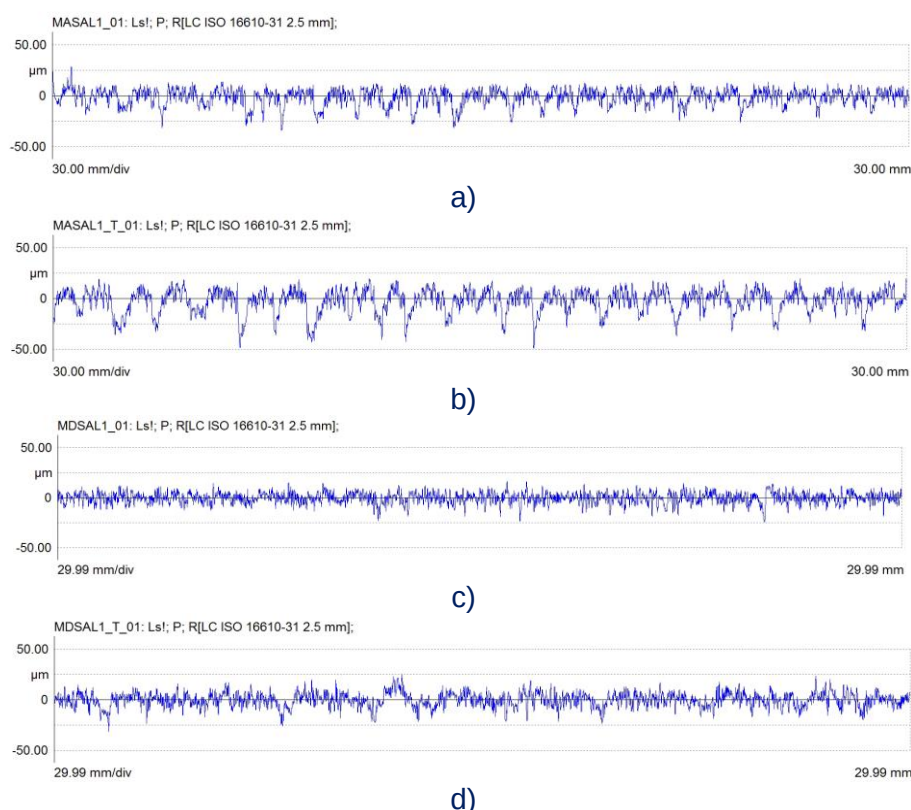


Fig. 23. Expunerea probelor în camera de ceață salină: a) poziționarea probelor în cuva echipamentului; b) verificarea probelor

Investigații privind morfologia suprafețelor:

- tratamentul salin a accentuat abaterile de la forma plană, în cazul epruvetelor de molid tratat salin. In afara de modificare a formei, au fost observate încă înainte de tratare, ondulații locale de natură anatomică lemn tarziu-lemn timpuriu, fiind o reacție tipică lemnului de molid în urma prelucrării. Astfel zonele de lemn timpuriu au o revenire elastica si apar mai bombate decat lemnul tarziu. Aceste ondulații „anatomice” pot fi sesizate si tactil, dar apar evidente in profilele

masurate din Fig. 24a, c (lemn netratat) si Fig. 24b,d (lemn tratat). După tratarea în ceață salină, undulațiile anatomice devin mai accentuate.



- Ondulația anatomică se corelează cu frecvența și lățimea inelelor anuale, clasa de calitate: MA având inele anuale înguste, a generat o suprafață cu undulații frecvente, cu lungime de undă mică (Fig. 24,b), în timp ce calitatea MD, cu inele anuale mai late, a produs undulații anatomice mai rare, cu lungime de undă mai mare decât MA (Fig. 24,d).
- Imaginile microscopice indică o depunere de sare în pereții celulari, în special în zonele de lemn timpuriu, precum și în punctuațiile areolate ale traheidelor din lemnul timpuriu și celule de parenchim radial (Figura 24). Sarea, de culoare albicioasă, formează cristaliți la nivelul peretilor celulari care au fost sesizate ca zone ridicate în profilele de rugozitate după tratament salin. Nu se evidențiază crăpături în suprafață, iar zonele de lemn tarziu par să fi primit o cantitate mai mică de sare, apar colorate mai intens. Acest lucru conduce la concluzia că vaile mai pronunțate în lemnul tratat salin sunt o consecință a accentuării valurii suprafeței și nu a unui fenomen de fisurare.

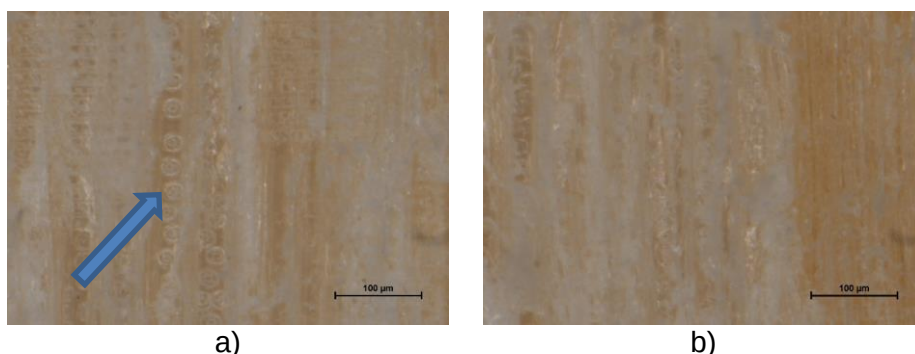


Fig. 25 Microscopie molid tratat salin magnificație x405: a) proba (MA); b) proba clasa D (MD),. Cu sgeata albastra, sunt evidentiata depunerile de sare in punctuații areolate

- Rugozitatea suprafeței măsurată prin R_k a crescut cu cca. 8% în cazul paltinului creț (PA) și cu aproximativ 16% în cazul paltinului cu fibră dreaptă.

- Atât înainte, cât și după tratament, rugozitatea paltinului cu fibră creastă a fost mai mică decât a paltinului cu fibra dreapta. Explicatia consta in diferentele date de orientarea fibrei.
- suprafata paltinului cret este brazdata de undulatii care urmaresc fidel zonele de variabilitate a sectionarii porilor, astfel ca zonele taiate transversal/oblic expun o suprafata mai neteda, in urma masurarii rugozitatii, iar aceste zone corespund varfurilor undulatiilor
- Efectul tratamentului salin asupra paltinului se observa prin creștere accentuată a parametrului Rpk, cauzată de depuneri de sare pe pereții celulari ai lemnului și posibil și de ridicarea fibrei lemnului. Rpk a crescut cu 89% în cazul paltinului clasa A (PA) și cu 73% la paltin clasa D (PD).
- Imaginile microscopice au indicat, în cazul ambelor clase de paltin, depuneri de sare de-a lungul pereților celulari, sub forma unor creste longitudinale, mai puțin în zonele razelor medulare.

Investigarea FTIR a probelor de molid și paltin înainte și după tratamentul salin aplicat **nu a evidențiat modificări chimice** în structura lemnului.

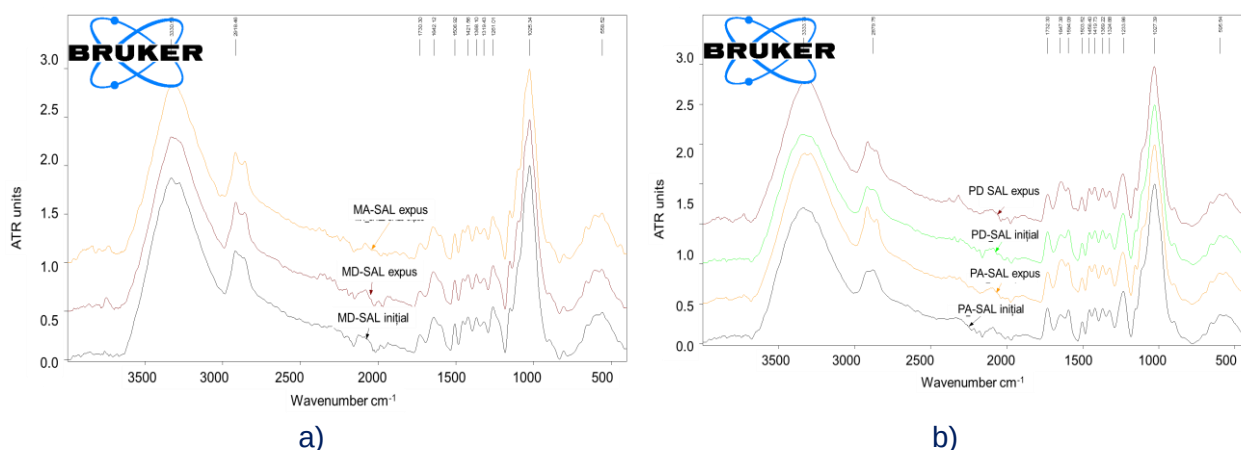


Fig. 25 Spectre FTIR comparative înainte și după tratament salin: a) molid; b) paltin

Act 1.5 - Aplicarea lacului pe bază de rășină naturală pe interfețele anizotrope;

După ce s-au investigat toate caracteristicile fizice, acustice și chimice ale probelor netratate, seturile de probe destinate finisării au fost supuse tratamentelor de lăcuire, cu lac pe bază de ulei, respective pe bază de alcool (spirt), cu 5, 10 și 15 straturi, conform tehnologiei utilizate pentru finisarea instrumentelor musicale (Fig. 4). În Tabelul 2 sunt sintetizate metodologia de lăcuire și rețeta aplicată.

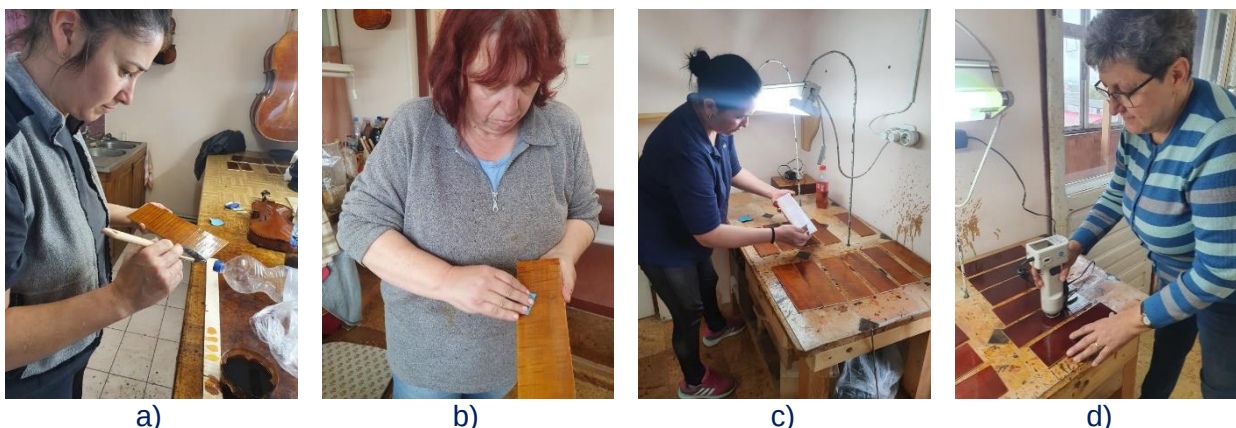


Fig. 4. Etape din timpul aplicării straturilor de lac (interfețelor): a) pensulare; b) șlefuire intermediară a stratului de lac (probe cu 5 straturi); c) șlefuire intermediară a stratului de lac (probe cu 10 straturi); d) măsurarea parametrilor de culoare după fiecare strat

Tabelul 2. Tipurile de straturi aplicate pe probe finisate

Nr. Strat	Finisare lac pe bază de ulei (LU)	Finisare lac pe bază de spirt (LS)	Operații de șlefuire
1	Bait	Bait - dicromat	hârtie abrazivă granulație 280
2	Lac incolor	Lac incolor + pigment galben	între straturile de lac a fost șlefuit cu hârtie abrazivă cu granulație de 320
3	Lac incolor + Pigment Galben	Lac incolor + Pigment Galben	
4	Lac incolor + Pigment Galben	Lac incolor Pigment Rosu	
5	Lac incolor Pigment Rosu	Lac incolor Pigment Rosu + Pigment Galben	
6	Lac incolor Pigment Rosu	Lac incolor Pigment Rosu + pigment Galben	
7	Lac incolor + Pigment Brun	Lac incolor Pigment Rosu + pigment Galben	
8	Lac incolor + Pigment Brun	Lac incolor + Pigment Brun	
9	Lac incolor + Pigment Brun	Lac incolor + Pigment Brun	
10	Lac incolor + Pigment Brun	Lac incolor + Pigment Brun	
11	Lac incolor + Pigment Brun	Lac incolor	
12	Lac incolor + Pigment Brun	Lac incolor	
13	Lac incolor	Lac incolor	
14	Lac incolor	Lac incolor	
15	Lac incolor	Lac incolor	

Această activitate a fost realizată în procent de 100%.

În cadrul cercetărilor din această fază au fost investigate cele 5 tipuri de materiale peliculogene, care se au în vedere în cadrul proiectului:

- Lac hidrodilubil –cod HD
- Lac pe bază de ulei – cod LU
- Lac de spirt – cod LS
- Șelac –cod SE
- Lac nitrocelulozic – cod NC

Mostrele de lacuri au fost puse la dispoziție de fabrica de instrumente muzicale S.C. Gliga Instrumenete Muzicale S.A., Reghin. Produsele au fost analizate FTIR în stare lichidă (picătură aplicată direct pe fereastra de diamant a dispozitivului ATR) și sub formă de peliculă întărită. În acest scop, materialele peliculogene au fost aplicate în strat subțire (dublă aplicare) pe lamele de microscop și lăsate să se întărească la aer în condiții normale de laborator. Investigarea FTIR s-a făcut după întărire completă și condiționare, la circa 30 de zile de la aplicare.

Act 1.6 - Diseminarea și vizibilitatea rezultatelor

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

1. Realizarea site-ului proiectului: <https://acadia.unitbv.ro/> și fotografierea/filmarea unor secvențe din activitățile de cercetare din cadrul proiectului

2) Diseminarea rezultatelor fazei I/2022 a proiectului la conferințe internaționale, participându-se cu 5 lucrări:

- Stanciu M.D., Gliga G.V., Lungu A., Ghereș E., Tismanar I. The Surface Energy of Coating Layers used for Violins Varnishing, The 10th edition of the ModTech2022 International Conference (Modern Technologies in Industrial Engineering), 22 – 26.06.2022; Constanța, Romania (prezentare orală);
- Gall, R., Stanciu M.D., Filimon E., Gliga V.Gh., Cosnita M. The influence of artificial aging on resonance wood on its physical characteristics; Proceedings of The 9th International Conference on Advanced Composite Materials Engineering (COMAT2022), 18 – 19.10.2022, Brașov, România
- Stanciu M.D., Nastac S.M., Dinulica F., Cosereanu C., Gall R., Gliga V.Gh., Filimon R, Identification of resonance frequencies of tone wood used for musical instruments, Proceedings of the 27th International Conference „Noise and Vibration, University of Niš, Faculty of Occupational Safety, 19 – 21.10.2022, Nis, Serbia, ISBN 978-86-6093-111-7.
- Stanciu M.D., Nastac S.M., Savin A., The spectral acoustic evolution of violins before and after varnishing, Proceedings of the 27th International Conference „Noise and Vibration,

University of Niš, Faculty of Occupational Safety, 19 – 21.10.2022, Nis, Serbia, ISBN 978-86-6093-111-7.

- Stanciu M.D., Nastac S.M., Savin A., Comparison between Acoustic Spectral Evolutions of Violins before and after Varnishing, International Conference INTER-ENG 2022 Interdisciplinarity in Engineering, 6 – 7.10.2022, Tg Mures, Romania, 978-3-031-22374-7 Springer International Publishing (Verlag).

3. Lucrări înscrise la jurnale ISI, aflate în evaluare:

- Crețu, C.N.; Nauncef A.M.; Stanciu M.D.; Niță M.G. Spectral Kurtosis as a method to explore the acoustic signatures of violin, Journal of the Acoustical Society of America, 2022 (în evaluare);
- Dinulică, F.; Stanciu M.D.; Savin A. Assessment of wavy grains maple wood properties by correlation its physical and acoustical properties, Forests, 2022 (în evaluare);
- Gurău L., Stanciu M.D., Timar C., Gliga G.V., Surface and acoustic properties of UV treated resonance wood – în lucru
- Stanciu M.D., Savin A., Coșniță M., Tismanar I., Guiman V.M. Surface energy of anisotropic plates treated with different varnishes
- Năstac S.M., Stanciu M.D., Roșca I.C., Mihalcica M. Assesment of modal parameters of resonance wood plates – în lucru

4. Alte rezultate:

- Aplicație electronică pentru analiza modală a plăcilor (Năstac S.M., Stanciu M.D.)
- Aplicație electronică pentru analiza comparativă a semnalelor înregistrate pe plăci diferite (Năstac S.M., Roșca I.C., Stanciu M.D.)

5. Organizarea a două workshop-uri online cu membrii proiectului în datele de: 29.06.2022 și 18.11.2022.



Foto ședința de proiect 29.06.2022

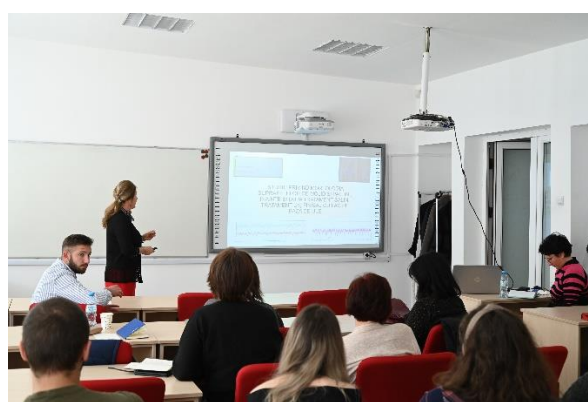


Foto ședința de proiect 18.11.2022

Director de proiect

Conf. univ. dr. ing. Mariana Domnica STANCIU

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Mariana Stanciu'.