



Proiect: Modele inovative de viori comparabile acustic și estetic cu viorile de patrimoniu – MINOVIS  
cod PN-III-P2-2.1-PED-2019-2148,  
contract nr. 568PED/2020  
Faza III/2021

# RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC

## Faza III/2022

### 01.01.2022 – 23.10.2022

#### Etapa 3. Demonstrarea calității acustice a viorilor (modele inovative) în comparație cu viorile de patrimoniu

#### Rezumatul etapei

Proiectul **Modele inovative de viori comparabile acustic și estetic cu viorile de patrimoniu – MINOVIS** a debutat la 01.01.2022 cu faza a III a a proiectului: Demonstrarea calității acustice a viorilor (modele inovative) în comparație cu viorile de patrimoniu

În cadrul acestei etape au fost stabilite următoarele activități principale:

*Act. 3.1. Elaborarea protocolului experimental privind testarea acustică in vitro (camera anecoică) și in vivo a viorilor inovative (demonstrative) și de patrimoniu, cu subactivitățile:* Act. 3.1.1. și 3.1.2.: Elaborarea protocolului experimental pentru testarea acustică in vivo (sala de spectacol) a viorilor de patrimoniu și demonstrative (stabilirea metodei și principiilor de măsurare, stabilirea mărimilor măsurate, pregătirea echipamentelor și lanțului de măsurare, elaborarea setului de parametri variabili) (CO-UNITBV, INCDFT Iasi – P1) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului); Act. 3.1.3.: Realizarea ca produs finit a modelelor de viori demonstrative (conform fișei tehnologice) și etichetarea probelor (Gliga Instrumente Muzicale – P2) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului).

*Act. 3.2. Elaborarea chestionarelor privind impresiile artistice produse de viorilor demonstrative și de patrimoniu cu subactivitățile:* Act. 3.2.1.: Elaborarea chestionarului pentru interpreți privind impresiile artistice/acustice produse de viorilor demonstrative și de patrimoniu; Elaborarea chestionarului pentru auditoriu specializat privind impresiile/acustice artistice produse de viorilor demonstrative și de patrimoniu (CO-UNITBV) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului); Act. 3.2.2.: Validarea chestionarelor propuse de către partenerul economic și identificarea potențialilor respondenți dintre beneficiari (clienți) (Gliga Instrumente Muzicale) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului). Act. 3.2.3.: Elaborarea matricei de corelare a parametrilor acustici cu parametrii artistici (INCDFT Iasi – P1) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului);

*Act. 3.3. Realizarea testelor acustice in camera anecoïda (in vitro) și intr-o sala de concerte (in vivo) a viorilor prin antrenarea unor specialiști din domeniul muzical care dețin viorile de patrimoniu cu subactivitățile:* Act. 3.3.1. Testarea viorilor in camera anecoïda (in vitro) și intr-o sala de concerte (in vivo) a viorilor prin antrenarea unor specialiști din domeniul muzical care dețin viorile de patrimoniu. Colectarea chestionarelor și interpretarea lor statistică (CO-UNITBV) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului); Act. 3.3.2.: Testarea viorilor, prelucrarea chestionarelor și interpretarea lor statistică (INCDFT Iasi și CO-UNITBV) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului); Act. 3.3.3. Monitorizarea testelor și asigurarea asistenței tehnice pentru modelele demonstrative (S.C. Gliga Instrumente Muzicale S.A. Reghin) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului);

*Act. 3.4. Activități support - Diseminarea activităților din proiect, prin intermediul cărora au fost valorificate partial rezultatele cercetărilor, au fost create premisele vizibilității proiectului în mediul virtual; s-a realizat ședința de proiect și workshop-urile aferente proiectului.*

Rezultatele preconizate și realizate în procent de 100% în cadrul proiectului, faza III/2022, au fost:

- Protocol experimental cu instalația experimentală in vitro;
- Protocol experimental cu configurare experimentală in vivo;

- Set de date comparative privind spectrul acustic al viorilor demonstrative și de patrimoniu, obținut prin înregistrare și procesare a semnalului;
- 2 modele de chestionare (pentru interpreți; pentru auditoriu) Modele inovatoare de viori în fiecare categorie (maestro, profesional, student, școală);
- Sondaje de opinie finalizate;
- Raport final etapă;
- Raportul științific și tehnic final al proiectului;
- minim 2 participări la conferințe internaționale,
- minim 2 articole ISI în zona galbenă sau roșie;
- Capitole din teza de doctorat;
- 2 workshop-uri;
- Materiale pentru promovarea și vizibilitatea proiectului;
- Site actualizat;
- O propunere de brevet

## **DESCRIEREA ȘTIINȚIFICĂ ȘI TEHNICĂ**

### **Act. 3.1. Elaborarea protocolului experimental privind testarea acustică in vitro (cameră anecoică) și in vivo a viorilor inovative (demonstrative) și de patrimoniu**

**Act. 3.1.1. și 3.1.2: Elaborarea protocolului experimental pentru testarea acustică in vivo (sala de spectacol) și in vitro (camera anecoică) a viorilor de patrimoniu și demonstrative (stabilirea metodei și principiilor de măsurare, stabilirea mărimilor măsurate, pregătirea echipamentelor și lanțului de măsurare, elaborarea setului de parametri variabili) (CO-UNITBV, INCDFT Iasi – P1) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului);**

Protocolul experimental a presupus stabilirea condițiilor de testare, a procedurilor și constrângerilor, mărimilor măsurate și a modului de prelucrare a rezultatelor experimentale.

Principiul protocolului experimental pentru cele două variante de teste este prezentat schematic în Fig. 1a. Precondițiile experimentale vizează pregătirea viorilor și a interpretului (organizarea seturilor de viori, acordarea viorilor, pregătirea a arcușului, stabilirea secvențelor muzicale) (A), precum și pregătirea echipamentelor de înregistrare, achiziție a datelor și măsurare a parametrilor (B). În etapa de testare propriu-zisă (C) sunt prevăzute aspecte legate de rutina testului (pornirea înregistrărilor; verbalizarea codului viorii pentru asocierea viorii testate cu semnalul înregistrat; asigurarea condițiilor ambientale pentru înregistrare; finalizarea înregistrării. În cazul în care înregistrarea eșuează sau apar evenimente neprevăzute, se reia testul, urmând etapele prevăzute în protocolul experimental. După înregistrarea fiecărei viorii, interpretul va completa chestionarul de impresii elaborat în prealabil și gestionat de un membru al echipei (D). Prelucrarea primară a înregistrărilor (E) vizează eșantionarea semnalului acustic prin tăierea semnalelor redundante și calibrarea lor ca timp, astfel încât să fie facilitate etapele următoare (prelucrarea acustică (H) și completarea chestionarelor (I)). Fiecare din etapele prefinale prevăd etapa de elaborare a programului de prelucrare a datelor în programul MATLAB (F) și elaborarea chestionarului de impresii artistice bazat pe audițiile muzicale a secvențelor înregistrate (G).

În final, toate rezultatele sunt prelucrate și interpretate pe baza matricei de corelare a parametrilor măsurați (J). În Fig. 1b și c sunt reprezentate schemele de poziționare a dispozitivelor de înregistrare raportate la poziția interpretului (viorii), cu mențiunea că distanțele prezentate în schemă nu sunt standardizate ci stabilite în funcție de dimensiunile interpretului (înălțime, lungimea brațelor) și de distanța proximă pentru evitarea apariției zgomotelor/microfoniei. În sala de concerte s-a optat pentru poziționarea microfonului conform procedurilor din timpul concertelor, în fața viorii I din ansamblul orchestral, iar în camera anecoică s-a ținut cont de dimensiunea incintei (4mx4mx4m), urmărindu-se atât înregistrarea și analiza semnalelor acustice similar sălii de concerte cât și radiația acustică în jurul interpretului.

În cadrul acestei activități, au fost realizate subactivități pe trei planuri ce au constat în elaborarea protocolului experimental pentru testarea viorilor în camera anecoică și în sala de concerte a viorilor noi și istorice; precum și realizarea ca produs finit a modelelor demonstrative astfel încât să poată fi interpretat un fragment muzical.

Fragmentele muzicale alese pentru testarea viorilor au constat din trei părți, durata totală a semnalelor emise fiind de aproximativ 1 minut.

În prima parte a testului, au fost excitate corzile libere cu arcușul (Sol (196 Hz), Re (293.7 Hz), La (440 Hz), Mi (659.3 Hz)); în a doua parte, s-au excitat corzilor libere în stil Pizzicato constând în ciupirea corzilor; în a treia parte, s-a interpretat un fragment din Max Bruch – Concertul nr.1 în sol minor op. 26, PI (prima Cadență a vioarei soliste) și un fragment din Jules Massenet – Méditation pentru vioară și orchestra din Opera Thais. Toate cele trei părți au fost executate cursiv pe fiecare vioară în parte. Astfel, au fost realizate peste 60 de înregistrări.

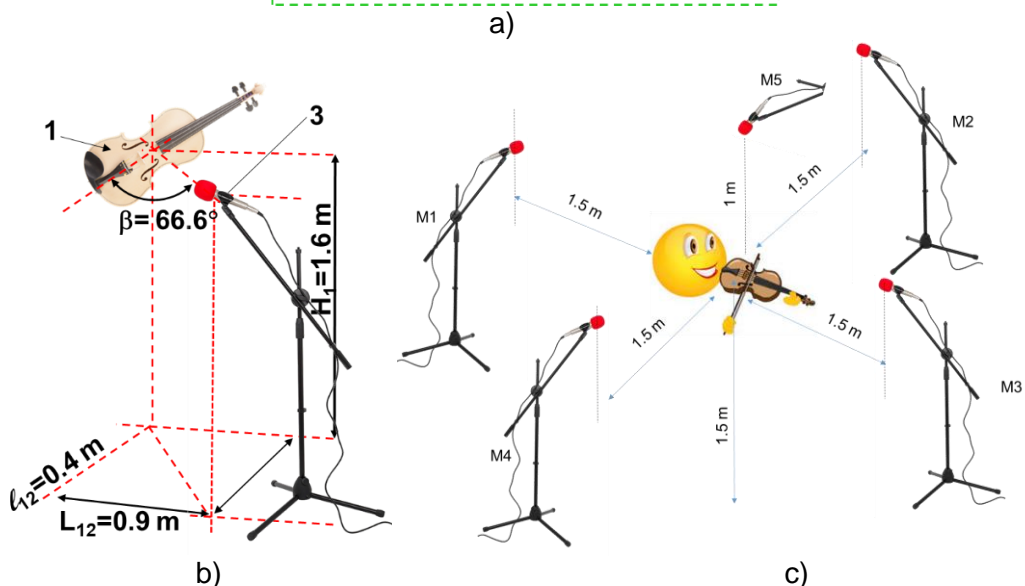
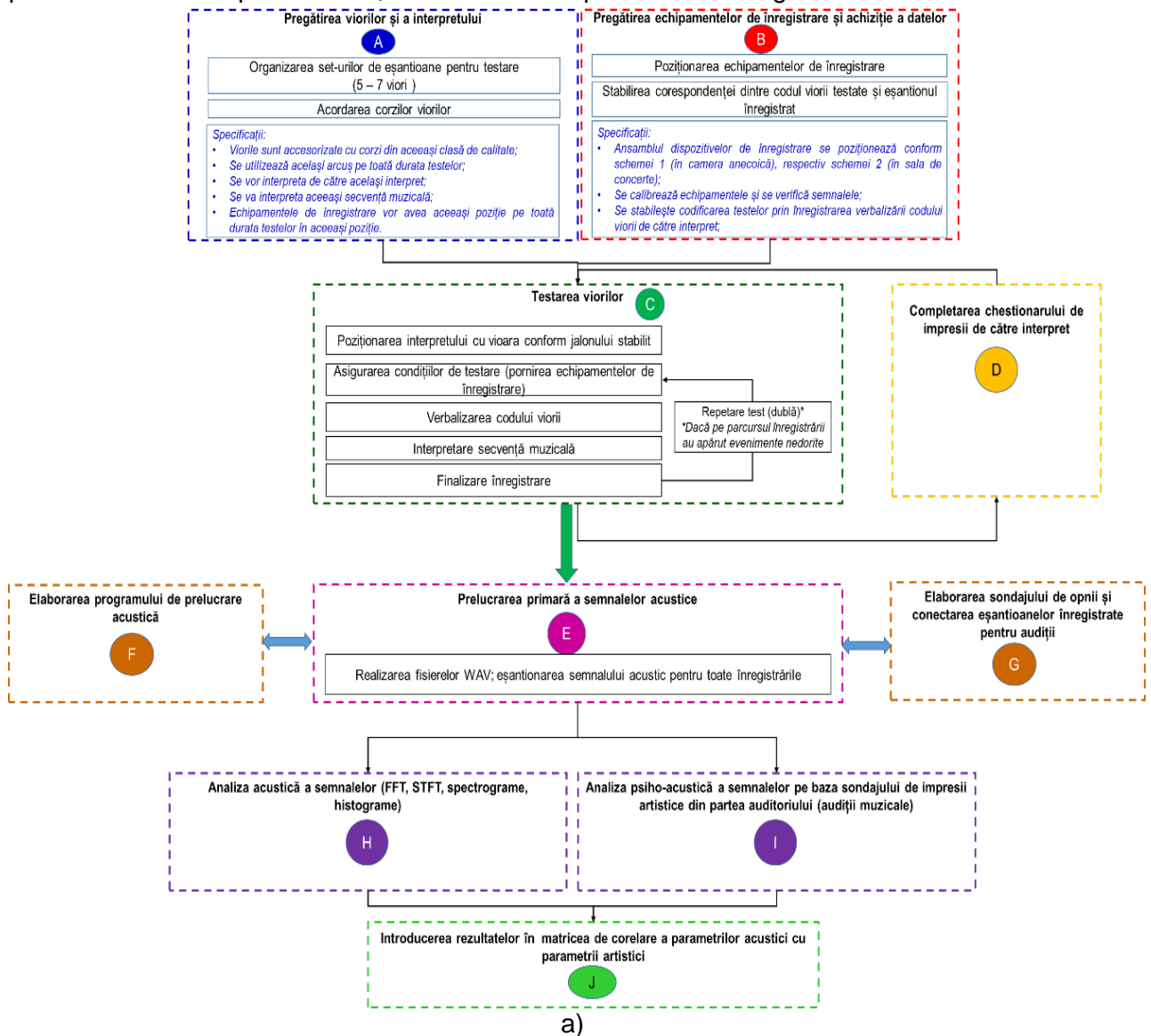


Fig. 1. Sintetizarea conceptului protocolului experimental: a) Schema logică a protocolului experimental pentru testarea in vitro și in vivo a violoncelor; b) modul de poziționare a echipamentelor de înregistrare

Alegerea fragmentelor muzicale s-a făcut de către violonistul interpret, Nauncef Alina, violonist vioara I la Filarmonica Braşov și cadru didactic la Facultatea de Muzică, Universitatea Transilvania din Braşov (membru în echipa proiectului), pe baza experienței sale artistice și a înțelegerii obiectivelor cercetării.

Fragmentul din Max Bruch – Concertul nr.1 în sol minor op. 26, PI (prima Cadență a viorii soliste care este introdusă de un preludiu de 5 măsuri interpretate de: timpani, 2 flauți, 2 clarineți și 2 fagoți) a fost ales întrucât cadența viorii este liberă, fără a fi încadrată în măsură, ceea ce dă și mai multă libertate solistului în privința ritmului și a expresivității (Fig. 2). Alegerea acestui fragment s-a datorat faptului că, pe lângă melodia seducătoare și sinuoasă, prima cadență cuprinde un ambitus larg, începând cu cel mai grav sunet al viorii, trecând treptat de pe coarda SOL pe coarda RE, unde poposește pe octava primului sunet de început, pentru a continua pe coarda LA și mai apoi finalizând discursul muzical pe coroana de pe sunetul RE din poziția a treia, de pe coarda MI. Așadar, compozitorul alege chiar de la început ca melodia cadenței viorii să treacă prin toate cele 4 timbruri specifice fiecărei corzi ale viorii. În acest sens, prin înregistrarea acestei prime cadențe, se poate ajunge la concluzii mult mai clare privitoare la egalitatea sunetelor corzilor, sonoritățile, dinamica și timbrul fiecărei viori care este înregistrată. Reprezentant al curentului muzical romantic, Max Bruch (1838-1920) a fost profesor de vioară, dirijor și reputat compozitor german, care a compus nu mai puțin de 200 de lucrări și a dedicat viorii 3 concerte, care fac parte din repertoriul universal al tuturor violoniștilor. Concertul pentru vioară nr. 1 în sol minor, op.26, compus în anul 1866, este unul dintre cele mai cunoscute și interpretate concerte ale romantismului, abordat deopotrivă de elevi, studenți și soliști renumiți.

The image contains two musical staves. The top staff, labeled 'I. Vorspiel', is for strings and woodwinds. It starts with a bass clef and a key signature of one flat. The tempo is 'Allegro moderato'. Dynamics include 'pp' (pianissimo) and 'p' (piano). The bottom staff is for the solo violin, labeled 'Solo Viol.', with a treble clef and the same key signature. It starts with a forte 'f' dynamic and ends with a 'rit.' (ritardando) marking.

**Fig. 2.** Fragmentul muzical din Max Bruch – Concertul nr.1 în sol minor op. 26: a) Preludiul Concertului pentru vioară și orchestra nr.1 în sol minor, op.26 (măsurile 1–5); b) Prima Cadența a Concertului pentru vioară și orchestră nr.1 în sol minor, op.26 (Înregistrarea I)

Următorul fragment muzical din Meditația de Thaïs a fost ales datorită caracterului liric, ce presupune un sunet cald, pătrunzător și dulce, care potențează orice vioară, fie ea nouă, de maestru sau de patrimoniu. Nu este de mirare că această delicată și superbă melodie se regăsește în repertoriul tuturor violoniștilor, dar și al aproape tuturor instrumentelor muzicale, pentru care s-au realizat transcrieri și aranjamente. Fragmentul de început al înregistrării cuprinde primele 8 măsuri ale viorii, măsuri care se interpretează, conform indicațiilor de expresie ale compozitorului doar pe cele două corzi LA și MI. S-a ales acest scurt fragment al meditației, tocmai pentru a putea urmări diferențele dintre sunetele viorior înregistrate pe aceste două corzi din registrul mediu și acut al viorii. Jules Massenet (1842-1912), compozitor francez, reprezentant al romantismului târziu, care a avut foarte mult succes atât în timpul vieții, iar după moartea sa, abia după anul 1970 a fost redescoperit și i-a fost recunoscută și interpretată creația muzicală. S-a dedicat în întregime genului operei, unde stilul pasional, lirismul, drama, sunt caracteristici foarte importante. Opera Thaïs, compusă în anul 1894 este una din operele reprezentative ale compozitorului, operă care cuprinde și faimoasa „Meditație” pentru vioară și orchestră, o lucrare foarte importantă în repertoriul pentru vioară. Amplasarea violonistului în raport cu echipamentul de înregistrare a sunetelor s-a făcut conform Fig. 1, fiind menținute aceleași poziții pe toată durata testelor. Echipamentul profesional de înregistrare 24 biti, 48000Hz, și microfonul AKG speciale pentru sunete emise de corzi, au fost asigurate de firma A.P. Studio Brasov. Fragmentul muzical compus din cele 4 părți are o durată de aproximativ 1 minut, astfel încât să poată fi evaluat eșantionul de viori, în condiții psihoacustice optime.



Fig. 3. Fragmentul muzical din Meditatie – Opera Thaïs de J. Massenet, măsurile 1-10 –

**Activitatea 3.1.3.: Realizarea ca produs finit a modelelor de viori demonstrative (conform fișei tehnologice) și etichetarea probelor (Gliga Instrumente Muzicale – P2) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului).**

Modelele realizate în cadrul proiectului au fost diferite de cele realizate în mod current în fabrică prin varierea grosimii plăcilor (micșorate cu 0.2; 0.4; 0.6 mm, respective majorate cu 0.2; 0.4; 0.6 mm, față de grosimile nominale). Tipurile de viori demonstrative în număr de 56 viori, luate în studiu sunt prezentate în Tabelul 1, iar în Tabelul 2 sunt evidențiate viorile istorice/patrimoniu valorificate ca bază de comparație calitativă. Succesiunea operațiilor tehnologice necesare pentru realizarea unei viori este prezentată schematic în Tabelul 3. Având ca bază conturul exterior, se execută găuri de ghidaj pentru realizarea profilului de grosime, urmărindu-se ca între vârful burghiului și conturul exterior să fie o distanță egală cu grosimea pe care dorim să o obținem (Fig. 4a). Pentru această operație se folosește un burghiu elicoidal cu diametru de 2mm. La interior se folosesc rindeledegetar mari și cuțitul englez, cu tăișul bombat. De menționat faptul că în această etapă, corpurile testate în Etapa II/2021 a proiectului, au fost asamblate până la produsul finit, fără a fi lăcuite. Pentru gestionarea corectă a probelor (viiorilor), acestea au fost etichetate, păstrându-se codurile corpurilor de vioară testate în fazele anterioare (Fig. 4b). În timpul înregistrărilor, fiecare vioară a avut atașată eticheta în conținutul căreia este trecut atât codul probei cât și informațiile despre proiect, așa cum se observă în Fig. 5.

Tabelul 1. Tipuri de viori luate în studiu în cadrul proiectului

Clasa/Cod	Modele inovative						
Maestro A	AM6C1	AM4C1	AM2C1	A00C1	AP2C1	AP4C1	AP6C1
Maestro A	AM6C2	AM4C2	AM2C2	A00C2	AP2C2	AP4C2	AP6C2
Profesional B	BM6C1	BM4C1	BM2C1	B00C1	BP2C1	BP4C1	BP6C1
Profesional B	BM6C2	BM4C2	BM2C2	B00C2	BP2C2	BP4C2	BP6C2
Student C	CM6C1	CM4C1	CM2C1	C00C1	CP2C1	CP4C1	CP6C1
Student C	CM6C2	CM4C2	CM2C2	C00C2	CP2C2	CP4C2	CP6C2
Școlar D	DM6C1	DM4C1	DM2C1	D00C1	DP2C1	DP4C1	DP6C1
Școlar D	DM6C2	DM4C2	DM2C2	D00C2	DP2C2	DP4C2	DP6C2

Tabelul 2. Tipuri de viori istorice/de patrimoniu luate în studiu în cadrul proiectului

Stradivarius 1702	Stainer 1716	Leeb 1742	Klotz 1747	Babos 1920	Copia Stainer	Fără marcă	Gliga 1, 2020	Gliga 2, 2020	Gliga 3, 2020
Patrimoniu Național	Colecție privată P2	Colecție Privată voluntari	Colecție Privată P1	Colecție Privată P1	Colecție Privată P1	Colecție Privată P1	Colecție partener P2	Colecție partener P2	Colecție partener P2



Fig. 4. Obținerea modelelor de viori inovative: a) verificarea grosimii în etapa de fabricație a plăcilor; b) set de viori noi etichetate

Tabelul 3. Tehnologia fabricării unei viori

PRELUCRARE SEMIFABRICATE			
Plăci față/spate (molid/paltin)	Eclise/contraecise (paltin)	Gât (paltin)	Alte elemente constructive și accesorii
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spintecare semifabricate-pereche</li> <li>- Îndreptare față și cant</li> <li>- Încleiere și presare</li> <li>- Însemnare contur după șablon și decupare contur</li> <li>- Îndreptare</li> <li>- Frezare grosime contur</li> <li>- Frezare prin copiere la exterior</li> <li>- Frezare prin copiere la interior</li> <li>- Prelucrare manuală suprafețe</li> <li>- Însemnare zone acustice și realizarea profilului de grosime</li> <li>- Însemnare și decupare F-uri</li> <li>- Debitare și aplicare bară de rezonanță</li> <li>- Teșire cant și șlefuire bară de rezonanță</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Îndreptare față și cant</li> <li>- Debitare în lamele</li> <li>- Calibrare</li> <li>- Umezire (sau tratare termică)</li> <li>- Curbare</li> <li>- Împerechere</li> <li>- Elemente eclisă</li> <li>- Confecționare butuci și colțare</li> <li>- Asamblare</li> <li>- Calibrare</li> <li>- Frezare</li> <li>- Șlefuire contraecise la exterior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Îndreptare față și cant</li> <li>- Frezare prin copiere</li> <li>- Găurire pentru chei</li> <li>- Sculptare melc</li> <li>- Șlefuire melc</li> <li>- Teșire cant</li> <li>- Șlefuire</li> <li>- Fixare provizorie limbă și prăguș superior</li> <li>- Prelucrare butuc gât</li> <li>- Prelucrare mâner gât</li> <li>- Șlefuire</li> </ul>	<p><b>Limba (abanos)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Confecționare semifabricat</li> <li>- Debitare la lățime, grosime și lungime</li> <li>- Frezare interior-exterior</li> <li>- Șlefuire</li> </ul> <p><b>Prăgușe (abanos)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Debitare baghete la lățime și grosime</li> <li>- Frezare muchii</li> <li>- Secționare la lungime</li> </ul> <p><b>Butonul din spatele viorii (abanos)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Confecționare semifabricat</li> <li>- Debitare la lungime, lățime și grosime</li> <li>- Strunjire</li> <li>- Șlefuire+lustruire</li> </ul> <p><b>Cheile (abanos)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strunjire</li> <li>- Șlefuire+lustruire</li> </ul> <p><b>Cordarul (abanos)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Secționare (multiplu în plăci)</li> <li>- Însemnare contur</li> <li>- Decupare</li> <li>- Îndreptare cant, capete</li> <li>- Șlefuire</li> <li>- Dăltuire locaș pentru legătură cordar</li> <li>- Frezare locaș pentru prăgușul cordarului</li> <li>- Încleiere prăguș pe cordar</li> <li>- Găurire</li> <li>- Tăiere locașuri corzi</li> <li>- Șlefuire+lustruire</li> </ul> <p><b>Căluș (paltin)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prelucrare la grosime prin șlefuire (multiplu, în plăci)</li> <li>- Însemnare contur</li> <li>- Decupare</li> <li>- Șlefuire</li> </ul> <p><b>Popicul (paltin)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Debitare baghete</li> <li>- Strunjire</li> <li>- Șlefuire</li> <li>- Secționare la lungime</li> <li>- Prelucrare înclinație la capete</li> </ul> <p><b>Bârbie (abanos)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Însemnare contur</li> <li>- Decupare</li> <li>- Modelare profil prin șlefuire</li> <li>- Lăcuire+lustruire</li> <li>- Aplicare tălpi din plută</li> <li>- Aplicare montură picioare metalice</li> </ul>
↓			
<p><b>ASAMBLAREA CORPULUI VIORII</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Încleiere față+spate+eclise</li> <li>- Rotunjire cant prin frezare</li> <li>- Corectare colțuri și adâncime contur</li> <li>- Găurire pentru buton</li> <li>- Frezare locaș fileu; corectare locaș și aplicare fileu</li> <li>- Șlefuire</li> </ul>			
↓			
<p><b>ASAMBLARE CORP/GÂT</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Scobire locaș gât</li> <li>- Păsuire și încleiere gât în corp</li> <li>- Modelare talon</li> <li>- Umectare și șlefuire</li> </ul>			
↓			
<p><b>FINISARE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Băițuire</li> <li>- Lăcuire</li> <li>- Uscare și șlefuire între straturi</li> <li>- Aplicare strat final (lac incolor)</li> </ul>			
↓			
<p><b>MONTAJUL FINAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Păsuire și aplicare limbă</li> <li>- Montaj buton</li> <li>- Alezare găuri chei</li> <li>- Montaj chei</li> <li>- Montaj cordar</li> <li>- Montaj fix-uri</li> <li>- Montaj corzi</li> <li>- Montaj căluș</li> <li>- Montaj bârbie</li> <li>- Ajustare și montaj popic</li> </ul>			



Fig. 5. Elemente de identitate vizuală a violinelor demonstrative studiate în cadrul proiectului MINOVIS



## Act. 3.2. Elaborarea chestionarelor privind impresiile artistice produse de viorilor demonstrative și de patrimoniu

Act. 3.2.1. *Elaborarea chestionarului pentru interpreți privind impresiile artistice/acustice produse de viorilor demonstrative și de patrimoniu; Elaborarea chestionarului pentru auditoriu specializat privind impresiile/acustice artistice produse de viorilor demonstrative și de patrimoniu (CO-UNITBV) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului);*

Această activitate a presupus trei etape:

- Prima etapă – un chestionar preliminar (sondaj de opinie) în rândul artiștilor pentru stabilirea celor mai importante criterii acustice și estetice;
- A doua etapă – elaborarea unui chestionar de impresii artistice și ergonomice pentru violonistul – interpret (în cazul testelor realizate, chestionarul a fost completat de un singur respondent, violonistul implicat în realizarea testelor);
- A treia etapă – elaborarea unui chestionar de impresii artistice în rândul artiștilor muzicieni pe baza audițiilor muzicale și fără a cunoaște informații despre viorile investigate.

Elaborarea chestionarelor s-a bazat atât pe studiul în literatura de specialitate cât și pe experiența violonistului implicat în proiect (conf. univ. dr. Nauncef Alina Maria, vioara I la Filarmonica Brasov) și experiența partenerului economic în relația de marketing cu beneficiarii.

Din informațiile sintetizate a rezultat un set de criterii importante în alegerea unei viori de calitate. Astfel, **tonul strălucitor și puternic** se referă la calitatea sunetului produs de instrument, sunet care este foarte pătrunzător și deschis, putând acoperi cu armonicile produse, o sală mare de spectacol. **Claritatea sunetelor** este determinată de vibrația corzilor care produc sunete identificabile foarte clar, izolate, fără a se amesteca cu vibrațiile altor sunete. **Sunetul cald, mătăsoș** este acel sunet catifelat care mângâie auzul și care determină o relaxare și plăcere celui care ascultă. O vioară poate avea deopotrivă și sunete calde, mătăsoase și sunete strălucitoare, în funcție de modul în care se interpretează textul muzical. Există însă și instrumente care au sunete moi și calde, dar care au dezavantajul de a nu pătrunde în săli mari de concerte. **Amplitudinea sunetelor** se referă la modul în care sunetele viorii străbat sau nu foarte departe, putând acoperi săli mai mari sau mai mici. Totul depinde de amplitudinea unde și de distanța dintre punctele cu cea mai mare vibrație. Se măsoară în unități de măsură numite decibel (dB). **Sonoritatea egală pe toate cele 4 corzi** se referă la răspunsul viorii pe cele patru corzi. Pentru a determina faptul că o vioară este egală pe toate cele 4 corzi, se cântă pe rând pe fiecare coardă, cu aceeași presiune și viteză de arcuș și se ascultă foarte bine dacă toate corzile răspund la fel, cu aceeași culoare, același timbru și aceeași intensitate. De asemenea, se observă dacă fiecare dintre cele 4 corzi răspunde la fel de ușor, cu același minim de efort. **Culoarea timbrală** vizează bogăția și paleta de armonice (sunete) percepute de violonist, de obicei fiind asociat cu diverse culori care ar putea caracteriza sunetul fiecărei viori sau cu descriptori lingvistici precum: timbru strălucitor, moale, puternic, strident, sec, etc. **Obținerea ușoară a sunetelor** se referă la modul în care instrumentistul poate să realizeze interpretarea unei piese, cu minim de efort. Este vorba de ușurința cu care sunetul se produce fără o apăsare excesivă a degetelor sau a arcușului pe coardă și de modul în care se pot susține sunetele pentru realizarea unui crescendo sau a unei dinamici puternice. **Pasul mic** înseamnă că distanța dintre degete în cazul unui semiton de exemplu, este mai mică decât în cazul unei viori cu pasul mai mare. Acest pas mic poate fi un avantaj pentru cei care au mâna mai mică, cu degete mai scurte, însă poate fi un dezavantaj pentru persoanele care au degetele mai groase, mai ales în pozițiile înalte. **Mărimea viorii** depinde de lungimea mâinilor persoanei care cântă la instrument. Așadar, mărimile principale sunt: 4/4 – patru pătrimi, fiind cea mai mare vioară, corespunzătoare pentru cei mai mari elevi, respectiv adulți; 1/2 – o doime (jumătate), pentru copii de 9-10 ani și pentru cei mici care nu sunt prea înalți; 3/4 – trei pătrimi fiind o vioară de mijloc, între 1/2 și 4/4, pentru copii cu vârsta cuprinsă între 12-15 ani, însă nu este un criteriu obligatoriu; 1/4 – o pătrime, folosită cu precădere de copii cu vârstele de la 4 la 9 ani; 1/8 sau 1/16 – o optime sau o șaisprezecime - pentru cei mai mici; 7/8 – șapte optimi, model de vioară realizat de lutierii Amati și Stradivarius și folosit ca mărime pentru comenzi speciale. În general adulții folosesc mărimea 4/4. În alegerea comodității și ușurării cu care se cântă la vioară, se ia în calcul modul în care se poate așeza degetul 4 pe coarda sol, fără a se depune efort în întinderea lui și cu obținerea unei intonații corecte. **Distanța dintre corzi**, deși în mod normal, distanța dintre corzi este de aproximativ 1.1 cm, există persoane care preferă o distanță mai mare sau mai mică, în funcție de grosimea degetelor. O distanță mai mică între corzi favorizează obținerea acordurilor

de 3 și 4 sunete, în schimb poate determina atingerea accidentală a altor corzi, ceea ce necesită o mai mare atenție la planurile de coardă (poziționarea brațului mâinii drepte mai sus sau mai jos, în funcție de fiecare coardă). **Înălțimea călușului** se adaptează în funcție de calitatea corzilor (mai moi sau mai tari), și de preferința interpretului de a avea o distanță mai mare sau mai mică între corzi și tastieră. **Calitatea corzilor** este determinantă pentru obținerea sunetelor viorii. În acest moment există o mulțime de tipuri de corzi, care vin în întâmpinarea preferințelor artiștilor cu diferite niveluri de rezistență și calități de sunet. Există, spre exemplu, corzi flexibile din miez din fire de oțel răsucite (cablu), cu sunet elastic (Thomastik Superflexibile), corzi din intestin destinate soliștilor, care au un sunet foarte puternic și cristalin, un răspuns rapid și o stabilitate a acordajului (Pirastro Passione Solo), corzi cu miez din oțel, înveliș din oțel cromat care au sunet clar și strălucitor (Pirastro Piranito, Pirastro Chromecor etc.), corzi din miez din material sintetic multifilament, ce sunt special concepute pentru soliști, având un sunet complex, intens și puternic, un răspuns excelent, stabilitate a acordajului, insensibilitate la variațiile de umiditate și temperatură (Evah Pirazzi) etc. **Accesorile (fixurile, bărbia, contrabărbia)**, contează foarte mult pentru confortul interpretului și pentru sunetul viorii. Orice element metalic poate deteriora calitatea sunetului unei viori, în acest caz fiind recomandat a se folosi cel mult 2 fixuri pe vioară, iar contrabărbii și bărbiile să fie prevăzute cu cât mai puține elemente metalice, dar care să fie și adaptate conformației instrumentistului (lungimea și grosimea gâtului, structura osoasă a feței și a pieptului (unde se atinge cu contrabărbia). Elemente importante în alegerea contrabărbiei și bărbiei sunt: elasticitatea, mărimea, forma, înălțimea și materialul din care sunt confecționate (mai moale, mai rigid etc). **Poziționarea popicului** este și ea foarte importantă pentru sunetul unei viori. În acest sens, lutierii încearcă mai multe poziționări a acestuia, până se ajunge la cea finală, care să ducă la obținerea celui mai frumos sunet pe care vioara respectivă îl poate avea. În cazul popicului, responsabilitatea poziționării acestuia revine în exclusivitate lutierului. **Poziționarea călușului față de limbă; calitatea lemnului călușului, grosimea limbii viorii, înălțimea limbii viorii** reprezintă alte criterii fizice și funcționale pentru asigurarea calității viorii, fiind responsabilitatea lutierilor. Aceste detalii tehnice, produc diferențe în sunetul viorii, astfel încât se depune un efort maxim din partea lutierului pentru găsirea celei mai bune combinații între elementele de mai sus, pentru a se obține maximul calitativ al instrumentului. **Vechimea viorii** – cu cât lemnul viorii este mai vechi, cu atâta crește și calitatea sunetului instrumentului, însă conform studiilor și experienței violoniștilor, vechimea viorii (implicit a lemnului) trebuie corelată cu utilizarea ei, respectiv îmbătrânirea lemnului simultan cu expunerea lui la frecvențele și vibrațiile corzilor. **Apartenența la o școală de lutieri recunoscută pe plan internațional** poate constitui un criteriu de alegere a unei viori bazat pe calitatea viorii produse de lutierul respectiv sau brand-ul respectiv. Se cunoaște foarte bine faptul că viorile lutierilor vechi precum Amati, Stradivari, Klotz etc sunt emblematice, deoarece acești lutieri au investit timp, cercetare și știință în crearea unor viori de o foarte mare calitate acustică. Fiecare dintre aceștia a avut diferite măsurători, proporții, modalități de construcție, cleiuri speciale de lipire, lacuri etc, creând un model propriu, recognoscibil prin unicitate și calitate.

#### **Chestionarul preliminar – pentru stabilirea celor mai importante criterii acustice**

Respondenții au fost informați cu privire la scopul chestionarului, procedura de completare a răspunsurilor, anonimatul datelor și modul de prelucrare a datelor cu caracter personal, conform cerințelor Regulamentul (UE) 2016/79 privind protecția persoanelor fizice în ceea ce privește prelucrarea datelor cu caracter personal și privind libera circulație a acestor date și de abrogare a Directivei 95/46/CE și ale Legii nr.506/2004 privind prelucrarea datelor cu caracter personal și protecția vieții private. Prelucrările statistice ale datelor furnizate au fost analizate la nivel de eșantion și nu au fost prezentate individual în nici o publicație științifică, informațiile înregistrate fiind utilizate doar de către membrii echipei de cercetare, în scop științific. Pe durata desfășurării studiului, datele au fost colectate și stocate online pe platforma Google Drive. Nu au existat răspunsuri corecte sau greșite, fiind bazate pe onestitatea respondenților. Metoda s-a bazat pe stabilirea relevanței sau irelevanței criteriului respectiv de către respondent legată de calitatea unei viori. Fiecare criteriu a fost evaluat cu una din cele 4 opțiuni ("nu răspund"=0; "irelevant"=1; "relevant"=2; "foarte relevant"=3).

Criteriile au fost grupate în **criterii acustice** (tonul strălucitor și puternic; claritatea sunetelor; sunetul cald, mățos; amplitudinea sunetelor; sonoritatea egală pe toate cele 4 corzi; culoarea timbrală); **criterii constructive** (obținerea ușoară a sunetelor; pasul mic; mărimea viorii; distanța dintre corzi; înălțimea călușului; calitatea corzilor; accesoriile (fixurile, bărbia, contrabărbia); poziționarea popicului; poziționarea călușului față de limbă; calitatea lemnului călușului; grosimea limbii viorii; înălțimea limbii viorii; vechimea viorii; apartenența la o școală de lutieri recunoscută pe



plan internațional); **criterii estetice** (placa de față a vioarei să prezinte o regularitate mare a inelelor anuale ale lemnului de molid; placa de spate a vioarei să prezinte un desen deosebit al lemnului (oglinzi); finisajul să fie uniform pe toată suprafața vioarei; finisaj antichizat; mărimea vioarei; elementele decorative (modelele cuielor, melcului, bărbiei, călușului); culoarea lemnului vioarei; aspectul mat sau lăcuit al lemnului).

Sondajul de opinie a vizat diferite tipuri de întrebări ce pot fi accesate și pe pagina: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeLSASUpXaH3tnU7kJhh\\_vNH\\_2FmyqkQJY6H\\_xZOTeZ6Rcigw/viewform?vc=0&c=0&w=1&flr=0](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeLSASUpXaH3tnU7kJhh_vNH_2FmyqkQJY6H_xZOTeZ6Rcigw/viewform?vc=0&c=0&w=1&flr=0). La sondajul de opinie au participat 31 de persoane (din România), majoritatea femei (64,5%) (Fig. 6a), categoria de vârstă predominantă fiind 18–24 ani, existând doar 3 persoane în afara intervalului 18–44 ani (Fig. 6b). Toți participanții au avut o experiență de minim 5 ani de cântat la vioară, categoria predominantă fiind cei cu peste 25 de ani de experiență (38,7%) (Fig. 6c).

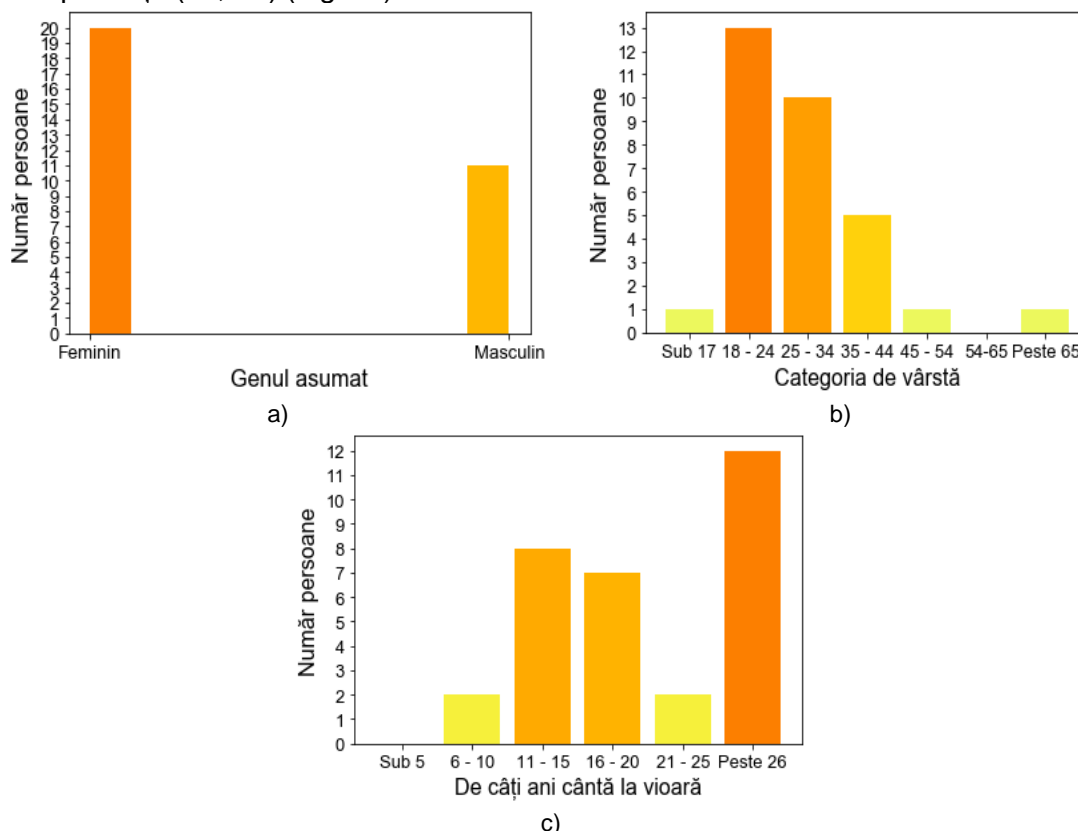


Fig. 6. Stratificarea categoriilor de respondenți participanți la studiu, în funcție de: a) genul asumat; b) categoria de vârstă; c) experiența

Din punct de vedere al preferințelor acustice, lista primilor patru parametri, calculați după importanță, fără a ține cont de opțiunea „Nu răspund”, este:

- Claritatea sunetelor (punctaj 2.8);
- Sunetul cald (punctaj 2.67);
- Poziționarea popicului (punctaj 2.61);
- Calitatea corzilor (punctaj 2.52).

Cu media de 2.5, la egalitate, au fost aleși ca și criterii foarte relevante privind calitatea acustică a vioarelor, următorii patru parametri:

- Tonul strălucitor și puternic;
- Amplitudinea sunetelor;
- Culoarea timbrală;
- Sonoritatea egală pe corzi

În ceea ce privește ceilalți parametri acustici și constructivi interogați în sondaj, s-a observat că ordinea alegerii unei vioare de calitate se bazează pe analiza obținerii ușoare a sunetelor (punctaj 2.43); poziționarea călușului (2.4); calitatea lemnului călușului (2.3); înălțimea călușului la egalitate criteriul privind cu vechimea vioarei (2.13). Sub 2 puncte se situează restul parametrilor, considerați cu relevanță redusă. În concluzie, pentru evaluarea artistică a vioarelor de către specialiști pe baza audiției muzicale, au rezultat următoarele criterii acustice: **tonul strălucitor și puternic; claritatea sunetelor; sunetul cald, mătăsoș; amplitudinea sunetelor; sonoritatea egală pe toate cele patru corzi.**

### Chestionarul de impresii artistice pentru interpret

Chestionarul pentru interpret a ținut cont de următorii parametri: tonul strălucitor și puternic; claritatea sunetelor; sunetul cald; amplitudinea sunetelor; sonoritatea egală pe toate cele 4 corzi; culoarea timbrală; obținerea ușoară a sunetelor.

În Fig. 7 este prezentat chestionarul.

**Proba testată:**

**Respondent:**

**Interpret:**

Evaluatți calitatea acustică a viozii, acordând o notă, pe o scală de la 1 la 5, unde 5 înseamnă **maxim** și 1 înseamnă **minim**:

	Criterii privind evaluarea calității unei viozi	Minim				Maxim
		1	2	3	4	5
1.	Tonul strălucitor și puternic	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Claritatea sunetelor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Sunetul cald, mătășos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Amplitudinea sunetelor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Sonoritatea egală pe toate cele 4 corzi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Culoarea timbrală	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	Obținerea ușoară a sunetelor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	Pasul mic	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	Mărimea viozii	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fig. 7 Chestionarul de impresii artistice pentru interpret

După completarea de către artistul interpret, datele au fost prelucrate statistic și realizate histograme pentru fiecare categorie, iar acestea au fost analizate comparativ, pentru fiecare parametru (Fig. 8). S-au însumat parametrii pentru fiecare vioară și au fost realizate clasamente pentru fiecare categorie. În urma analizei, au putut fi trase următoarele concluzii:

- Viori de patrimoniu – cele mai mari scoruri au fost obținute de viorile Stradivarius 1702; Klotz 1747; Leeb 1742; Fără marcă; Gliga sculptată 2020; Stainer 1716.
- Viori din clasa A – cel mai mare scor este obținut de vioara A00C2, urmat de AM6C2, A00C1, AP2C1 și AP4C2. Cele mai mici scoruri au fost obținute de viorile AP6C1 și AP2C2; În total, 11 viori din clasa A au obținut un scor peste 20.
- Viorile din clasa B – 8 viori cu scorul mai mare de 20 (viorile B00C1, BP6C1, B00C2, BP4C1, BP2C2, BM6C1, BP2C1, BM4C2).
- Viorile din clasa D au înregistrat majoritatea un scor sub 20.

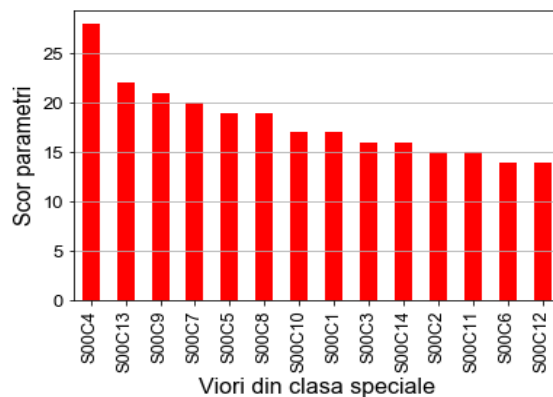
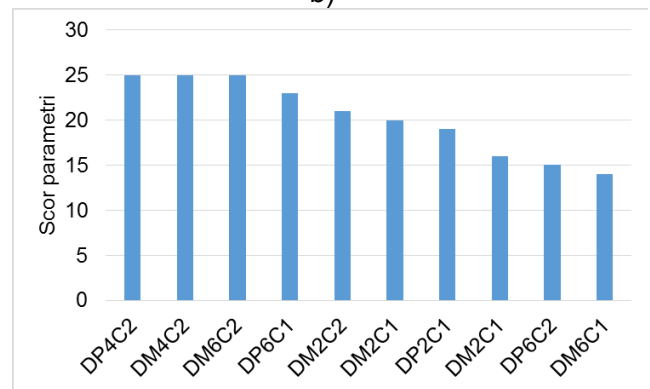
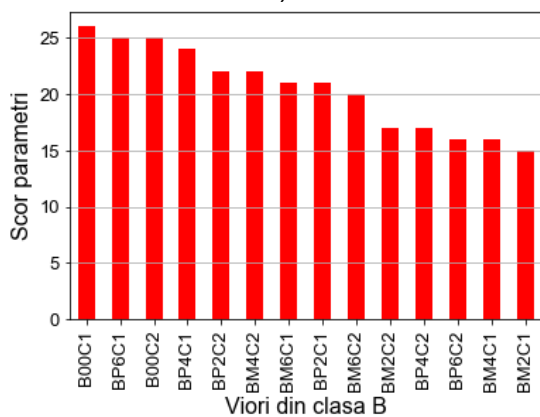
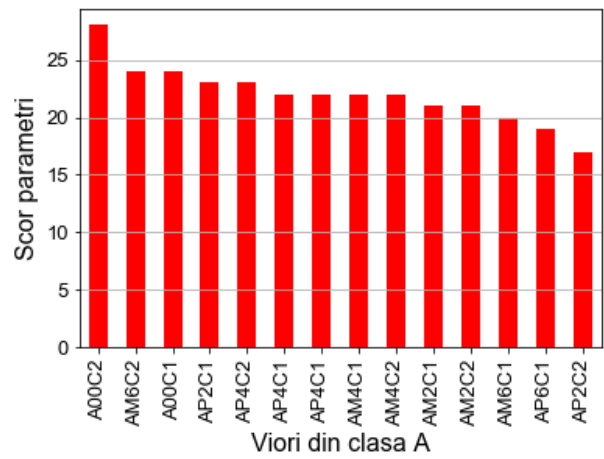
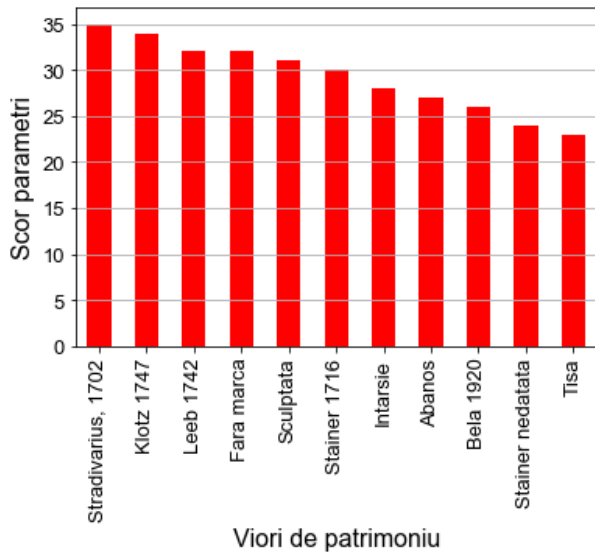


Fig. 8 Stratificarea viorilor testate în funcție de scorul total obținut: a) viori de patrimoniu; b) viori clasa A; c) viori clasa B; d) viori clasa C; e) viori clasa D

### Chestionar impresii artistice pentru evaluarea calității acustice a viorilor pe baza audițiilor muzicale

Criteriile selectate pentru a fi incluse chestionar au fost cinci la număr și anume: **claritatea sunetelor; sunet cald; ton strălucitor; amplitudinea sunetelor; sonoritatea egală pe toate corzile.**

Sondajul de opinie s-a realizat în mai multe etape ținând cont de capacitatea de concentrare a respondenților și modificările pragului de sensibilitate auditivă produse de stimuli acustici asemănători. Astfel, fiecare etapă a inclus un număr de 12 – 14 audiții muzicale de maxim 1 minut fiecare, chestionarul fiind completat online de către respondenți. Pe lângă evaluarea acustică pe baza criteriilor menționate, au fost colectate informații legate de experiență, gen, vârstă, respectând Legea nr. 363 din 28 decembrie 2018 privind protecția persoanelor fizice referitor la prelucrarea

datelor cu caracter personal. Chestionarele au fost transmise către violoniști, artiști instrumentiști de la filarmonice din țară, universități/facultăți de muzică (Brașov, Iași, Constanța, București, Cluj Napoca, Sibiu, Târgu Mureș), persoane private din domeniul muzical.

Chestionarul a fost elaborat pe o platformă tip <https://docs.google.com/forms/u/0/>, fiind structurat pe etape.

Chestionar etapa I

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfVXB5dOIUC0ajVmUq5z5HHySPQUfxcuMO8M1XOSsH1PakIJA/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfVXB5dOIUC0ajVmUq5z5HHySPQUfxcuMO8M1XOSsH1PakIJA/viewform?usp=sf_link)

Chestionar – etapa II

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScyUUyuEYotsXqVSZM6LZOTix14tV0AAij29coOeRBXwQIRHQ/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScyUUyuEYotsXqVSZM6LZOTix14tV0AAij29coOeRBXwQIRHQ/viewform?usp=sf_link)

Chestionar – etapa III

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScr\\_YMdM2EjmfVphSA2\\_gpVO8aFpBYv-WqLY-wBFuxaVvJshA/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScr_YMdM2EjmfVphSA2_gpVO8aFpBYv-WqLY-wBFuxaVvJshA/viewform?usp=sf_link)

*Act. 3.2.2.: Validarea chestionarelor propuse de către partenerul economic și identificarea potențialilor respondenți dintre beneficiari (clienți) (Gliga Instrumente Muzicale) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului).*

În cadrul acestei activități, partenerul P2 a fost implicat activ în validarea chestionarelor propuse, fiind consultat și oferind lista cu potențiali respondenți din rândul beneficiarilor viiorilor ce au achiziționat de-a lungul timpului instrumente muzicale de la fabrică. Mai mult decât atât, modelul de chestionar poate fi adaptat de către beneficiar sau alți factori implicați în fabricarea instrumentelor muzicale, prin utilizarea platformei și pașilor de lucru statuați în proiect.

În urma audierii secvenței muzicale înregistrate, respondenții au acordat pentru fiecare vioară câte o notă de la 1 (slab) la 5 (excellent). În prima etapă, pentru fiecare parametru notat și fiecare vioară, a fost calculată media notelor acordate de respondenți obținându-se câte un clasament din punct de vedere al experienței auditorului, genului, vârstei, dar și pentru fiecare vioară și criteriu acustic evaluat. Apoi, pentru realizarea clasamentului privind calitatea acustică a viiorilor, s-au analizat comparativ mediile obținute de fiecare vioară în parte în raport cu fiecare criteriu acustic

*Act. 3.2.3.: Elaborarea matricei de corelare a parametrilor acustici cu parametrii artistici (INCDFT Iasi – P1) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului);*

În cadrul act. 3.2.3, partenerul P1 a elaborat matricea de corelare a parametrilor bazată pe metoda de analiză multicriterială, scopul acesteia fiind de a structura și combina diferite analizele (rezultatele testelor acustice și ale celor psiho-acustice) care trebuie luate în considerare în procesul de fabricare a viiorilor (Tabelul 4). Completarea acestei matrici a presupus parcurgerea următoarelor etape:

- prelucrarea acustică a semnalelor înregistrate, determinând atât spectrele de frecvență, modulul frecvenței, frecvențele de rezonanță (armonici), frecvența dominantă, numărul de armonice, parametrul "spectral kurtosis" (SK) în domeniul frecvenței care indică modul în care impulsivitatea unui semnal variază în funcție de frecvență, toate aceste rezultate fiind convertite în valori de la 1 – 5 (1 – cel mai slab; 5 – maxim);
- prelucrarea statistică a răspunsurilor din chestionarele completate.

Tabelul 4. Matricei de corelare a parametrilor acustici cu parametrii artistici

	Vioara					Observații
	A.....	B.....	C.....	D.....	Istorice.....	
<b>Analiza psiho-acustică</b> (Scor chestionar interpret)						
claritatea sunetelor						
sunet cald						
ton strălucitor						
amplitudinea sunetelor;						
sonoritatea egală pe toate corzile.						
<b>Analiza acustică</b> (scor chestionar audiție)						
claritatea sunetelor						
sunet cald						
ton strălucitor						
amplitudinea sunetelor;						

sonoritatea egală pe toate corzile.						
<b>Analiza acustică</b>						
Analiza spectrală kurtosis (SK)						
Frecvența dominantă						
Modulul frecvenței						
Număr de armonice						
<b>Total</b>						

### Act. 3.3. Realizarea testelor acustice în camera anecoică (in vitro) și într-o sala de concerte (in vivo) a viorilor prin antrenarea unor specialiști din domeniul muzical care dețin viorile de patrimoniu

Act. 3.3.1. Testarea viorilor în camera anecoică (in vitro) și într-o sala de concerte (in vivo) a viorilor prin antrenarea unor specialiști din domeniul muzical care dețin viorile de patrimoniu. Colectarea chestionarelor și interpretarea lor statistică (CO-UNITBV) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului);

Act. 3.3.2. Testarea viorilor, prelucrarea chestionarelor și interpretarea lor statistică (INCDFT Iasi și CO-UNITBV) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului);

Act. 3.3.3. Monitorizarea testelor și asigurarea asistenței tehnice pentru modelele demonstrative (S.C. Gliga Instrumente Muzicale S.A. Reghin) (100% gradul de îndeplinire a obiectivului);

Deși activitatea 3.3 este împărțită pe subactivități specifice fiecărui partener din proiect, se poate aprecia faptul că a existat o bună coordonare, colaborare și emulație între activități și membrii consorțiului încât în prezentarea raportului de activitate se va face referire la activitatea 3.3. în ansamblul ei.

Astfel, înregistrările în camera anecoică din dotarea fabricii S.C. Hora S.A. Reghin, au respectat procedurile elaborate în cadrul protocolului experimental, fiind înregistrate serii de câte 14 viori. În Fig. 9 sunt prezentate fotografiile din timpul pregătirii echipamentelor și din timpul înregistrărilor în camera anecoică.

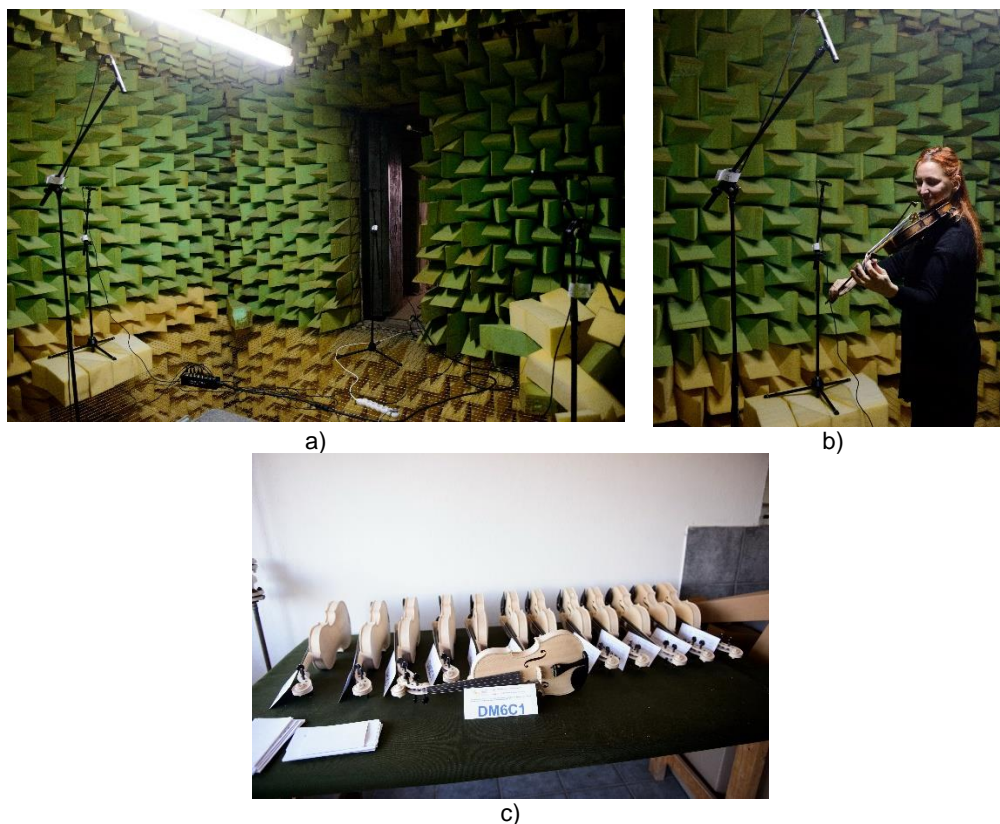


Fig. 9 Instantanee din timpul testelor în incinta anecoică: a) amplasamentul echipamentelor de amplificare/înregistrare; b) secvență din timpul înregistrării audio (conf. univ. dr. ing. Nauncef Alina Maria – Facultatea de Muzica, Universitatea Transilvania din Brașov); c) eșantion de viori pregătir pentru înregistrarea în incinta anecoică

Înregistrările în sala de concerte a Filarmonicii Brașov au respectat procedurile elaborate în cadrul protocolului experimental, fiind înregistrate serii de câte 28 viori, viorile fiind aduse la fabrica partenerului economic P2. În Fig. 10 sunt prezentate fotografiile din timpul pregătirii



echipamentelor și din timpul înregistrărilor în sala de concerte. Pentru derularea optimă a activităților, au participat atât membrii din echipa de cercetare a proiectului, cât și studenți voluntari de la Facultatea de Inginerie Mecanică și Facultatea de Design de Mobilier și Prelucrarea Lemnului.

Tot în această etapă, pe lângă achiziția semnalelor care s-a realizat într-un format de fișier audio de tip ".wav", parametrii specifici ai procedurii de înregistrare fiind de 24 de biți per probă, rata de eșantionare de 48 kHz, necomprimat, au fost realizate fotografiile profesionale ale viorilor istorice/de patrimoniu și ale modelelor inovative în vederea corelării geometriei acestora cu parametrii anatomici ai lemnului din structura plăcilor. Partenerul economic P2 a asigurat transportul etapizat al viorilor, de la Reghin – Brașov – Reghin, precum și asistența tehnică din punct de vedere al integrității și funcționalității acestora.



a)



b)



c)



d)

Fig. 10 Fotografii din timpul înregistrărilor în sala de concerte a Filarmonicii Brașov: a) secvență din timpul înregistrărilor; b) set de viori pregătite pentru teste; c) secvențe din timpul pregătirii viorilor/chestionarului pentru interpret; d) grupul de lucru din ziua înregistrării

Postprocesarea și analiza semnalelor înregistrate au fost efectuate în platforma matematică Matlab, folosind aplicații dezvoltate specifice pentru scalare, tăierea semnalului pe domenii semnificative, procesare Fast-Fourier-Transform (FFT) și Short-Time-Fourier-Transform (STFT) și analize stocastice, de către specialiștii din echipa de proiect (de la Facultatea de Inginerie Mecanică și Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor). În prelucrarea semnalelor, frecvențele specifice corzilor libere au fost assimilate cu notațiile din muzică pentru ca informația să fie accesibilă tuturor. Astfel, coarda Sol cu frecvența de 196 Hz este cunoscută ca și coarda G#; coarda Re (293.7 Hz) este echivalată cu simbolizarea literar D#; coarda La (440 Hz) cunoscută ca și coarda A#; iar coarda Mi (659.3 Hz), cu simbolul E#.

Semnalele muzicale înregistrate și prelucrate pe domenii de interes sunt prezentate în Fig. 11a, b și c. În această figură, se observă dinamica sunetelor muzicale caracterizată prin fenomene tranzitorii (perioada de atac și cea de extincție a emisiei sonore), variația continuă a emisiei sonore. În Fig. 12 sunt prezentate spectrogramele obținute pentru viorile de referință, din cele patru clase de calitate. Pentru fiecare vioară testată din cele peste 60 viori (modele noi și istorice/de patrimoniu) au fost generate grafice de variație a parametrilor menționați mai sus, în raport fiind exemplificate câteva dintre aceste prelucrări ale semnalelor. Astfel, spectrogramele din Fig. 12 (a – d) evidențiază puterea semnalului, sau „intensitatea” semnalului în timp, prin varierea intensității culorilor, la diferite frecvențe prezente într-o anumită formă de undă. Nu numai că se poate vedea dacă există mai multă sau mai puțină energie în funcție de frecvența emisă, dar se poate vedea și modul în care nivelurile de energie variază în timp.



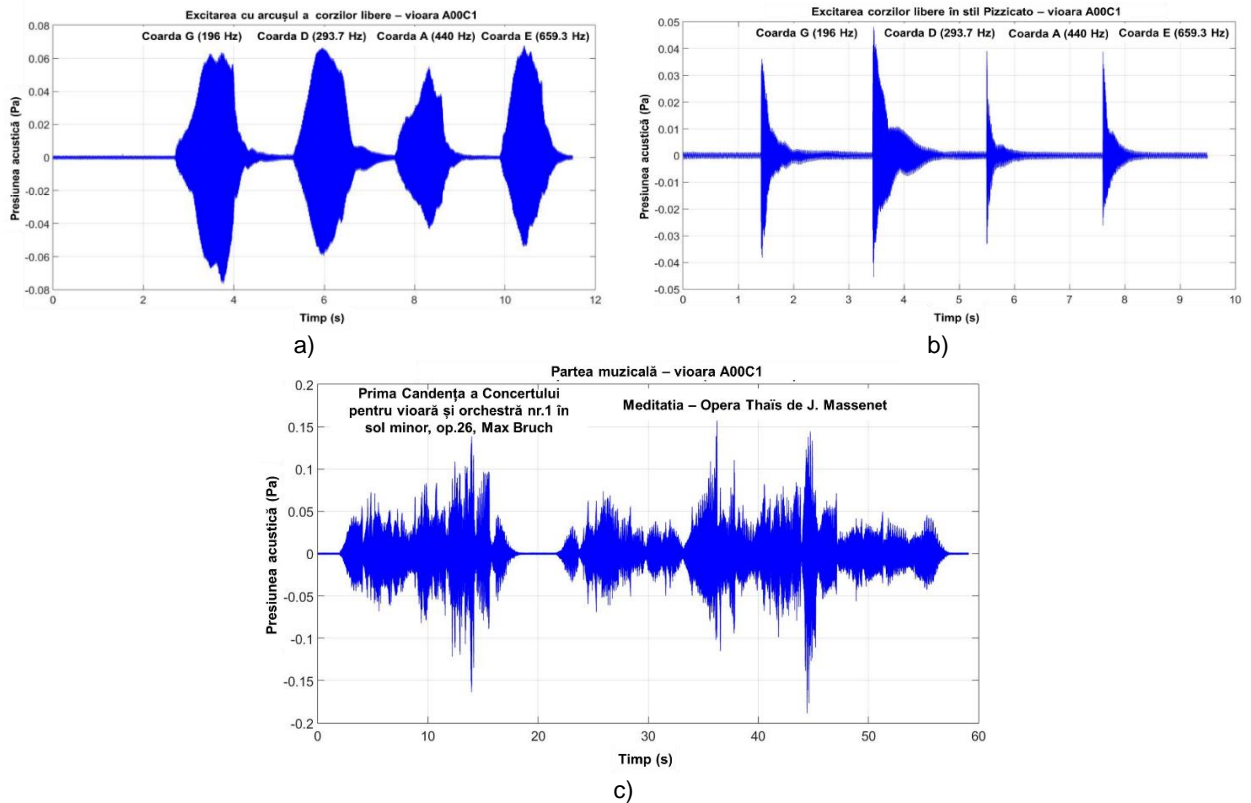


Fig. 11. Analiza în timp a semnalelor înregistrate: a) corzile libere excitate cu arcușul; b) corzile libere excitate în stil Pizzicato; c) fragmentele muzicale

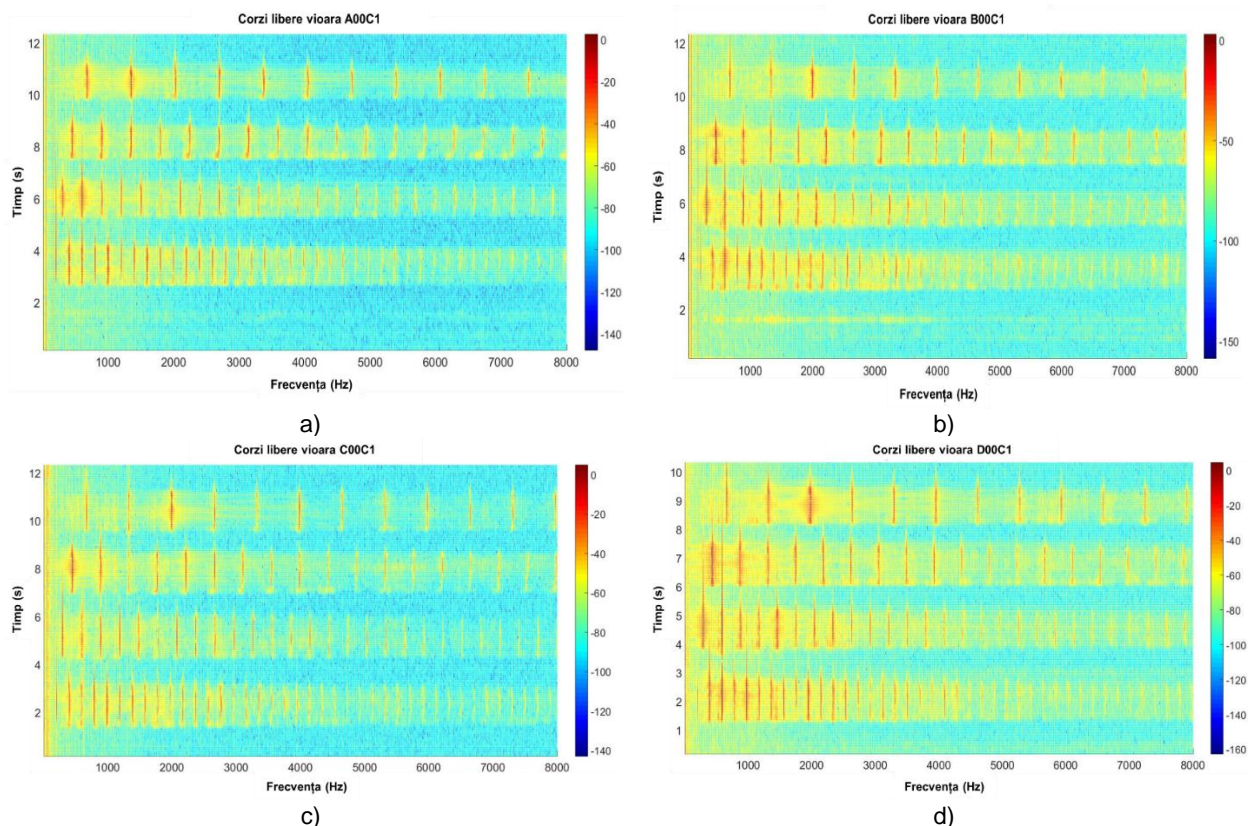


Fig. 12. Spectrogramele pentru semnalul obținut prin excitarea corzilor : a) vioara de refrință maestro (A00C1) ; b) vioara profesională (B00C1) ; c) vioara student (C00C1) ; d) vioara școală (D00C1)

În Fig. 13 (a – d) sunt prezentate spectrele de frecvență ale viorilor modificate geometric, folosind ca spectru de referință, spectrul viorilor cu grosimile nominale din fabrică din aceeași clasă de calitate. Pentru vizualizarea formei spectrului de frecvențe, s-a ales intervalul 50–1000 Hz, fiind legat de intervalul specific modurilor de vibrație a corpului de vioară (vezi cap. 5). După cum se

observă în Fig. 13 – 15, din cauza corpului de rezonanță al viorilor, la fiecare sunet parțial corespunde un ansamblu de frecvențe vecine continue care acoperă o bandă de frecvențe. Dintre aceste frecvențe, cea care posedă amplitudinea maximă (intensitatea maximă) este frecvența de maximă rezonanță. Lățimea benzilor de frecvențe rezonatoare este determinată de proprietățile materialului care oscilează (masa și elasticitatea sa), în acest caz - corzile, precum și de proprietățile fizico-geometrice ale corpului de rezonanță. Acest aspect explică frumusețea sunetelor muzicale dată de modul în care se descarcă energia de vibrație, aceasta distribuindu-se pe un număr mai mare sau mai mic de frecvențe ce formează o bandă continuă, în funcție de modul de atac al notei. În cadrul aceleiași clase, apar diferențe în spectrul frecvențelor, în funcție de grosimea plăcilor. Astfel, pentru viorile maestro (clasa A) se remarcă un răspuns în frecvență apropiat ca valori ale frecvențelor de rezonanță, în gama 150–1000 Hz, cu creșterea frecvenței apar diferențe între tipurile de vioară testate. La viorile din clasa B, comportarea este similară cu a viorilor maestro, diferențe sensibile apar în cazul vioarei BM2C1, cu plăcile subțiate cu 0.2 mm față de grosimea de referință. La viorile din clasa C, o variație diferită a valorilor frecvențelor se observă în cazul viorilor CM4 și CP4. În cazul clasei D, valorile se încadrează în aceeași gamă de frecvențe, diferențele apar începând cu valoarea de 2190 Hz, la vioara de tip DP4C2.

Detaliile privind rezultatele prelucrării acustice a semnalelor au fost evidențiate în cartea "Dinamica Viorii" (autori: Stanciu M.D., Mihalcica M., ș.a., Ed. Universității Transilvania din Brașov, 2022), rezultat al proiectului PED 568/20220.

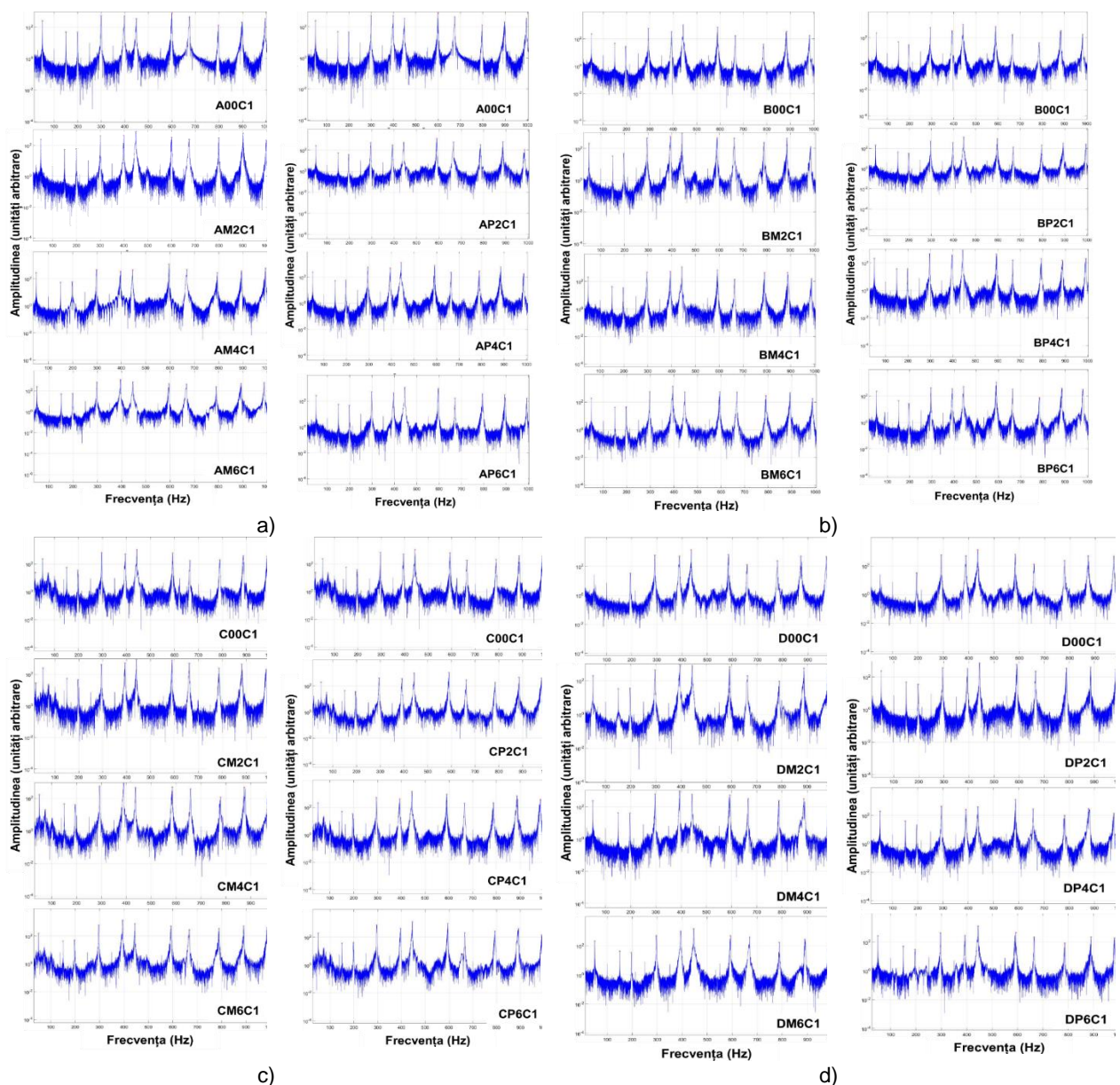


Fig. 12 Spectrele de frecvențe pentru o parte din viorile demonstrative analizate în proiect – analiza corzilor libere: a) vioară clasa A; b) vioară clasa B; c) vioară clasa C; d) vioară clasa D





Astfel, a rezultat că din punct de vedere al "clarității sunetelor", cele mai mari scoruri (cu media 4) sunt acordate viorilor AM2C2; S100C4; S100C13; DP4C2; AP6C1. Cele mai mici scoruri tot din perspectiva clarității sunetelor, dar peste medie (peste 2.5 din valoarea maximă 5) sunt obținute de viorile AM2C1F; C00C2; A00C1F; AM4C1F (interval scor 3.23 – 3.29) (Fig. 13a). Din punct de vedere al "sunetului cald", cele mai mari scoruri sunt obținute de viorile DP4C2 (scor 4.17) și S100C1 (scor 4), iar cele mai mici scoruri sunt la viorile A00C1F (scor 3); D00C2; AM6C1F; AP2C1F; AM6C1 (interval scor 3.23 – 3.29) (Fig. 13b). Tonul strălucitor este cel mai apreciat la viorile CM2C2; S100C1; AM2C2 (interval scoruri 4.00 – 4.17), iar cel mai puțin apreciat, la viorile AM4C1F, A00C1F (scoruri sub 3) (Fig. 13c). Evaluarea amplitudinii sunetelor a evidențiat o medie maximă de 4 pentru vioara CM4C2, cu punctaj apropiat aflându-se viorile CM2C2, BM2C2, CP4C2. Cel mai mic punctaj se obține pentru vioara AM4CF (Fig. 13d). Pentru criteriul "Sonoritatea egală pe toate corzile", scorul maxim obținut pe eșantioanele audiate este de 4.17 pentru vioara S100C4, urmat de viorile S100C1, DP4C2, BM2C2, DM2C2, BM4C2. Cel mai mic scor se obține pentru viorile AM4C1F și AM6C1F (Fig. 13e).

Clasamentul viorilor testate psiho-acustic este prezentat în Fig. 14 unde se observă că toate viorile au obținut un scor general peste medie, pe primele locuri clasându-se următoarele viori: DP4C2; CM2C2; AM2C2; BM4C2; CP4C2; CM4C2; AP6C1; DP2C2; BM2C2 (scor 19.00 – 20.00).

Se constată că majorarea sau micorarea grosimii cu 0.2 – 0.6 mm poate duce la o îmbunătățire a acusticii viorilor, față de modelul de referință practicat în fabrică, varierea grosimii ținând cont de densitatea materialului și mai puțin de regularitatea structurii anatomice a lemnului. De precizat că în evaluarea psiho-acustică, respondenții un au vizualizat instrumentul, deci scorurile acordate se bazează pe impresia acustică produsă de acestea.

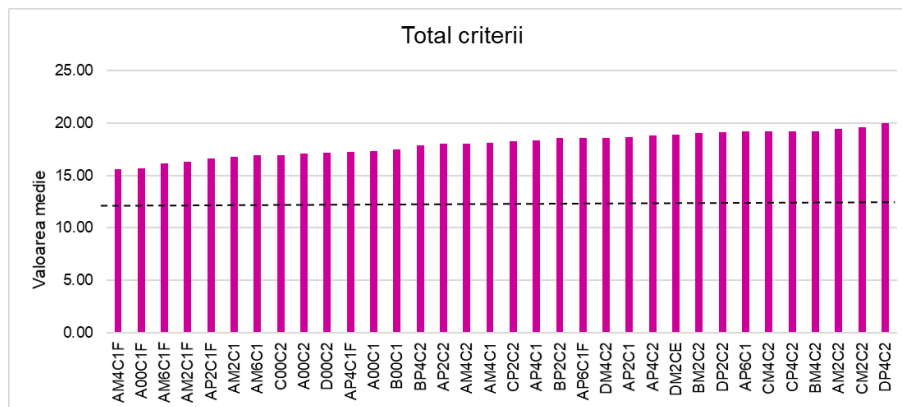


Fig. 14 Clasamentul viorilor analizate psiho-acustic

**Act. 3.4. Activități support - Diseminarea activităților din proiect, prin intermediul cărora au fost valorificate rezultatele cercetărilor, au fost create premisele vizibilității proiectului în mediul virtual; s-a realizat ședința de proiect și workshop-urile aferente proiectului.**

Rezultatele preconizate și realizate în procent de 100% în cadrul proiectului, faza III/2022, au fost:

- Protocol experimental cu instalația experimentală in vitro;
- Protocol experimental cu configurare experimentală in vivo;
- Set de date comparative privind spectrul acustic al viorilor demonstrative și de patrimoniu, obținut prin înregistrare și procesare a semnalului;
- 2 modele de chestionare (pentru interpreți; pentru auditoriu) Modele inovatoare de viori în fiecare categorie (maestro, profesional, student, școală);

*Chestionar etapa I (stabilire criterii acustice)*

- [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfVXB5dOIUc0ajVmUq5z5HHySPQUfxcuMO8M1XOSSh1PakIJA/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfVXB5dOIUc0ajVmUq5z5HHySPQUfxcuMO8M1XOSSh1PakIJA/viewform?usp=sf_link)

*Chestionar – etapa II (evaluare viori)*

- [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScyUUyuEYotsXgVSZM6LZOTix14tV0AAij29coOeRBXwQIRHQ/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScyUUyuEYotsXgVSZM6LZOTix14tV0AAij29coOeRBXwQIRHQ/viewform?usp=sf_link)
- [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScr\\_YMdm2EjmfVphSA2\\_gpVO8aFpBYv-WqLY-wBFuxaVvJshA/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScr_YMdm2EjmfVphSA2_gpVO8aFpBYv-WqLY-wBFuxaVvJshA/viewform?usp=sf_link)

- Sondaje de opinie finalizate;
- Raport final etapă;
- Raportul științific și tehnic final al proiectului;
- Rezultat propus: minim 2 participări la conferințe internaționale,

**Rezultat realizat: 7 participari**

Mihalcica, M., Stanciu M.D., Savin A., Dinulica F., Bucur V. THE EFFECT OF RESONANCE WOOD QUALITY ON VIOLINS VIBRATION, The 10th International Conference on Wave Mechanics and Vibrations (10th WMVC), Lisabona, Portugalia, 4–6 July 2022, BDI Springer Recent Trends in Wave Mechanics and Vibrations, 10.1007/978-3-031-15758-5\_90

Mihalcica, M., Nauncef A.M., Gliga V.G., Stanciu M.D., Nastac S., Campean M., Correlation between dynamic features of unvarnished and varnished new violins and their acoustic perceptual evaluation, The 10th International Conference on Wave Mechanics and Vibrations (10th WMVC), Lisabona, Portugalia, 4–6 July 2022, BDI Springer Recent Trends in Wave Mechanics and Vibrations, 10.1007/978-3-031-15758-5\_88.

Stanciu M.D., Nastac S., Trandafir M., Bucur V. Dynamic analysis of musical triangles, The 10th International Conference on Wave Mechanics and Vibrations (10th WMVC), Lisabona, Portugalia, 4–6 July 2022, BDI Springer Recent Trends in Wave Mechanics and Vibrations, 10.1007/978-3-031-15758-5\_89

Stanciu M.D., Savin A., Dobrescu G. Acoustic and Elastic Properties of Wood for Violin Sound Post, ModTech International Conference Modern Technologies in Industrial Engineering June 22rd-25th, 2022, Mamaia, Romania

Mihalcica, M., Stanciu M.D., Teodorescu Draghicescu H., Iftimie, N. Evaluation of Viscous-Elastic Properties of Resonance Maple Wood, ModTech International Conference Modern Technologies in Industrial Engineering June 22rd-25th, 2022, Mamaia, Romania

Mihalcica, M., Gliga V.G., Campean M., Cretu N., Nauncef A.M., Steigman R., Psycho-Acoustic Assessment of Violins with Different Anatomical Features of Wood, ModTech International Conference Modern Technologies in Industrial Engineering June 22rd-25th, 2022, Mamaia, Romania.

Stanciu M.D., Gall R., Orbok Z., Stan T. Acoustic and elastic properties of wood used for musical instruments, THE 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED CONCEPTS IN MECHANICAL ENGINEERING Iasi, Romania, 9 - 10 June 2022, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1262 012059, 1757-899X

- Rezultat propus: minim 2 articole ISI în zona galbenă sau roșie;

**Rezultat realizat: 5 articole**

Stanciu M.D.; Dinulica, F.; Bucur, V.; Gliga, G.V.; Nastac, S.M.; Campean, M. Changing the vibrational behavior of the wooden thin arched plates – the maestro violins experimental study case. Thin-Walled Structures. 2022, 109042, <https://doi.org/10.1016/j.tws.2022.109042> (FI=5.881; SRI=1.985)

Crețu, N., Roșca, I.C., Stanciu, M.D. et al. Evaluation of Wave Velocity in Orthotropic Media Based on Intrinsic Transfer Matrix. Exp Mech 62, 1595–1602 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11340-022-00889-9> (FI=2.794, SRI=2.01)

Stanciu, M.D.; Nastac, S.M.; Bucur, V.; Trandafir, M.; Dron, G.; Nauncef, A.M. Dynamic Analysis of the Musical Triangles—Experimental and Numerical Approaches. Appl. Sci. 2022, 12, 6275. <https://doi.org/10.3390/app12126275> (FI=2.838; SRI=0.885)

Nastac, S.M.; Gliga, V.G.; Mihalcica, M.; Nauncef, A.M.; Dinulica, F.; Campean, M. Correlation between Acoustic Analysis and Psycho-Acoustic Evaluation of Violins. Appl. Sci. 2022, 12, 8620. <https://doi.org/10.3390/app12178620> (FI=2.838; SRI=0.885)

Stanciu, M.D.; Cosnita, M.; Cretu, C.N.; Teodorescu, H.D.; Trandafir, M. Mechanical and Acoustic Properties of Alloys Used for Musical Instruments. Materials 2022, 15, 5192. <https://doi.org/10.3390/ma15155192> (FI=3.75; SRI=1.81)

- Capitole din teza de doctorat;

**Teza de doctorat susținută public 2022**

Dr. Ing. Gliga V.Gh. Cercetări privind influența unor factori specifici de material asupra calității sunetului viorilor din lemn, Universitatea Transilvania din Brasov, cond. științific prof. Univ. Dr. Ing. Cîmpean M., domeniul inginerie forestieră

**Teza de abilitare susținută public 2022**

Conf. Univ. Dr. Ing. Stanciu M.D. Comportamentul mecanic al structurilor complexe lignocelulozice de tip Helmholtz, Universitatea Transilvania din Brasov, domeniul inginerie mecanica

### Lucrare de disertație susținută public în 2022

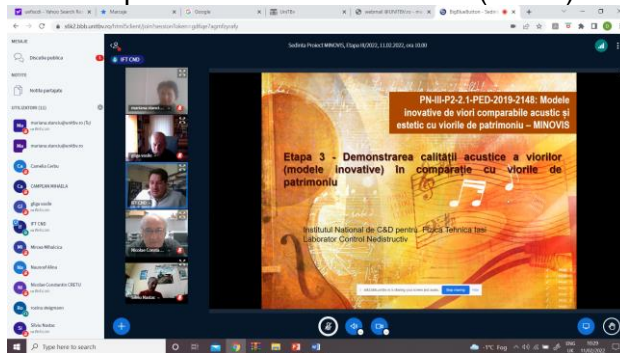
Ing. Guțăș Vlăduț Petru Studiul privind comportarea dinamică a violilor istorice și actuale, Universitatea Transilvania din Brasov, Facultatea de Inginerie Mecanică, Master: Simulare și Testare în Inginerie Mecanică, îndrumător Conf. Univ. Dr. Ing. Stanciu M.D.

### Carte CD

Stanciu M.D., Mihalca M., ș.a. Dinamica violii, Ed. Universității Transilvania din Brașov, 2022.



- 2 workshop-uri;  
Workshop nr. 1 – 11 februarie 2022 (online)



### Workshop nr. 2 – 29 iunie 2022 (fizic)



- Materiale pentru promovarea și vizibilitatea proiectului;
- Site actualizat: <https://minovis.unitbv.ro/>
- O propunere de brevet

Propunere nr. A06004/04.10.2022 STAND ȘI METODA DE TESTARE STATICĂ ȘI DINAMICĂ A VIORILOR, autori: Stanciu M.D., Gliga V.Gh., Mihalca M., Cherdivar A., Năstac S., Câmpean M., Dinulica F.

Director de proiect  
Conf. univ. dr. ing. Mariana Domnica STANCIU