



Universitatea
Transilvania
din Braşov

ŞCOALA DOCTORALĂ INTERDISCIPLINARĂ

Facultatea: Design de Mobilier și Inginerie a Lemnului

Ing. Antonela-Cristina PETRAȘCU (LUNGU)

Perspective ale valorizării în mobilier a unor motive tradiționale românești din patrimoniul textil din Țara Bârsei și împrejurimi

Perspectives on the development in furniture of some traditional Romanian motifs of textile heritage from Țara Bârsei and its surroundings

REZUMAT

Conducător științific

Prof. dr. ing. Camelia COȘEREANU

BRAȘOV, 2023

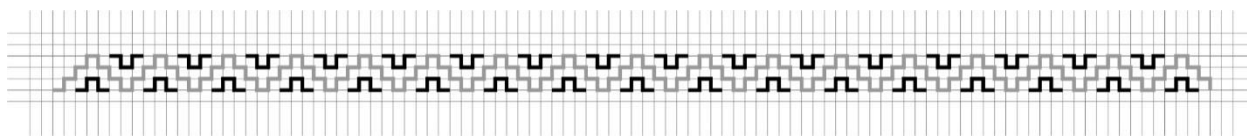
CUPRINS

	Pag. Rezumat	Pag. Teză
LISTĂ DE TABELE		1
LISTĂ DE FIGURI		3
LISTĂ DE NOTAȚII		10
LISTĂ DE ABREVIERI		12
REZUMAT		13
ABSTRACT		15
INTRODUCERE	5	17
CAPITOLUL 1. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR PRIVIND VALORIZAREA UNOR MOTIVE TRADIȚIONALE DIN PATRIMONIUL TEXTIL	7	20
1.1. Metode de valorizare-conservare a motivelor tradiționale din patrimoniul textil	7	20
1.1.1. Patrimoniul textil	7	20
1.1.2. Valorizare-conservare a patrimoniului textil	8	21
1.2. Digitizarea, digitalizarea, transformarea digitală – instrumente inovative aplicabile în valorizarea unor motive tradiționale din patrimoniul textil	8	23
1.2.1. Definiții	8	23
1.2.2. Softuri și echipamente utilizate	9	24
1.2.3. Cercetări privind utilizarea instrumentelor digitale în domeniul patrimonial	9	24
1.2.4. Motivația alegerii temei		25
1.3. Frezarea, pirogravarea și pictura – posibilități de valorizare a motivelor tradiționale din patrimoniul textil în ornamentarea mobilierului	10	25
1.3.1. Frezarea	10	26
1.3.2. Pirogravarea	12	31
1.3.3. Pictura	12	32
1.4. Concluzii referitoare la stadiul actual al cercetărilor privind valorizarea unor motive tradiționale din patrimoniul textil		34
CAPITOLUL 2. SCOPUL ȘI OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT	13	35
CAPITOLUL 3. DIGITIZAREA MOTIVELOR TRADIȚIONALE DIN PATRIMONIUL TEXTIL DIN ȚARA BÂRSEI ȘI ÎMPREJURIMI	14	38
3.1. Ornamentica tradițională	14	38
3.2. Metoda utilizată în cercetare	16	43
3.3. Bază de date cu motive tradiționale din patrimoniul textil din Țara Bârsei supuse digitizării	17	45
3.3.1. Modelele tradiționale digitizate	17	45

3.3.2. Semnificația și simbolistica motivelor tradiționale	23	96
CAPITOLUL 4. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND POSIBILITĂȚI DE TRANSPUNERE A MOTIVELOR TRADIȚIONALE PE SUPRAFAȚA MOBILIERULUI PRIN FREZARE PE CNC	24	101
4.1. Specii lemnoase utilizate în cercetare	24	101
4.2. Echipamente și metode utilizate în cercetare	24	105
4.3. Cercetări experimentale prelimiare pentru alegerea sculei și metodei de frezare potrivite pentru transpunerea pe suprafețele lemnoase a motivelor provenite din patrimoniul textil	25	107
4.3.1. Cercetări experimentale privind frezarea CNC a motivelor tradiționale pe lemn de stejar (<i>Quercus robur</i> L.) și MDF	27	111
4.3.2. Cercetări experimentale privind frezarea CNC a motivelor tradiționale pe lemn de paltin (<i>Acer pseudoplatanus</i> L.)	30	120
4.3.3. Concluzii referitoare la alegerea sculei și metodei de frezare		131
4.4. Influența unghiului de frezare în raport cu direcția fibrelor lemnului asupra calității suprafeței lemnului	36	132
4.4.1. Studiu privind calitatea suprafeței prelucrate la frezarea conturului curb	36	132
4.4.2. Studiu privind calitatea suprafeței prelucrate la frezarea în line dreaptă	38	139
4.4.3. Concluzii privind influența unghiului de frezare asupra calității suprafeței lemnului		149
4.5. Cercetări privind posibilitatea aplicării metodei combinate de frezare și colorare	41	149
4.5.1. Colorarea suprafeței de bază	41	150
4.5.2. Colorarea ornamentului	42	151
4.5.3. Concluzii referitoare la frezarea și colorarea ornamentului		160
4.6. Concluzii privind frezarea pe CNC a motivelor tradiționale		160
CAPITOLUL 5. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND POSIBILITĂȚI DE TRANSPUNERE A MOTIVELOR TRADIȚIONALE PE SUPRAFAȚA MOBILIERULUI PRIN GRAVARE CU LASER	44	162
5.1. Echipamente utilizate în cercetare	44	162
5.2. Studiu privind modificarea culorii prin gravare cu laser	46	164
5.3. Cercetări experimentale de aplicare a rezultatelor studiului de culoare ...	55	181
5.4. Investigații FTIR (Fourier Transformed Infra-Red Spectroscopy)	58	189
5.5. Exemple de motive tradiționale gravate pe suprafețe din lemn de paltin	60	200
5.6. Concluzii privind gravarea cu laser a motivelor tradiționale		204
CAPITOLUL 6. CONCLUZII GENERALE. CONTRIBUȚII ORIGINALE. DISEMINAREA REZULTATELOR. DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE	64	206
6.1. Concluzii generale	64	206



6.2. Contribuții originale	66	208
6.3. Diseminarea rezultatelor	68	211
6.4. Direcții viitoare de cercetare	70	213
BIBLIOGRAFIE	71	215
ANEXE		223
Anexa 1 – Simboluri tradiționale		223
Anexa 2 – Frezare pe CNC		227
Anexa 3 – Gravare cu laser		237
Lista lucrărilor publicate		292
Declarația de autenticitate		294



INTRODUCERE

Peste tot în lume, oamenii se întorc spre valorile tradiţionale care, însă, e posibil să fie adaptate la tendinţele actuale. Aşa se întâmplă şi cu „desenele” făcute cu acul sau cu suveica de bunicile sau mamele noastre, când eram copii, despre care atunci nu ştiam că se numesc „motive tradiţionale” dar acum ştim că trebuie readuse în atenţie.

Colectarea motivelor tradiţionale de pe obiecte aparţinând patrimoniului textil, desenarea lor în format digital şi transferarea lor către produse tangibile şi moderne reprezintă o metodă suplimentară de perpetuare pe lângă conservarea convenţională şi, împreună, servesc la transmiterea motivelor din generaţie în generaţie, îmbogăţite în timp.

O reciclare continuă a ideilor sau cunoştinţelor din trecut, ceea ce înseamnă un amestec de idei vechi şi noi, adică tradiţia şi inovaţia, poate fi concretizată în prezenţa simbolurilor şi motivelor în mobilier.

Structura tezei este următoarea:

Capitolul 1 intitulat „Stadiul actual al cercetărilor privind valorizarea unor motive tradiţionale din patrimoniul textil” reprezintă o cercetare bibliografică privind metodele de valorizare şi conservare a motivelor tradiţionale din patrimoniul textil, cu accent pe utilizarea digitizării ca instrument inovativ pentru obţinerea modelelor transferabile prin tehnologii actuale.

Capitolul 2 intitulat „Scopul şi obiectivele tezei de doctorat” prezintă scopul şi obiectivele specifice, pe baza cărora a decurs rezolvarea temei propuse în teza de doctorat.

Capitolul 3 intitulat „Digitizarea motivelor tradiţionale din patrimoniul textil din Ţara Bârsei şi împrejurimi” prezintă rezultatele unei activităţi de colectare şi cercetare teoretică referitoare la motivele tradiţionale din patrimoniul textil din Ţara Bârsei şi împrejurimi. Se descrie metoda şi software-urile utilizate pentru digitizarea acestor motive, precum şi caracteristicile cusăturilor şi metodele de coasere. De asemenea, este prezentată o bază de date cuprinzând 100 de modele digitizate, provenite din diferite colecţii muzeale şi particulare, împreună cu simbolistica atribuită de etnografi.

Capitolul 4 intitulat „Cercetări experimentale privind posibilităţi de transpunere a motivelor tradiţionale pe suprafaţa mobilierului prin frezare pe CNC” se concentrează pe cercetări experimentale privind posibilitatea de transpunere a motivelor tradiţionale pe suprafaţa mobilierului prin frezare pe maşini cu comandă numerică (CNC). Sunt prezentate cercetări fundamentale şi aplicative referitoare la calitatea suprafeţei prelucrate prin frezare în raport cu orientarea fibrei lemnului, precum şi cercetarea aplicativă care implică probarea tehnologiei de frezare şi colorare pentru evidenţierea ornamentului pe suprafeţele de lemn.

Capitolul 5 intitulat „Cercetări experimentale privind posibilități de transpunere a motivelor tradiționale pe suprafața mobilierului prin gravare cu laser” continuă cercetările experimentale din capitolul anterior, utilizând gravarea cu laser ca metodă de transpunere a motivelor tradiționale pe suprafața lemnului. Se realizează o cercetare experimentală bazată pe studiul diferențelor de culoare obținute prin gravarea cu laser în funcție de puterea fasciculului laser utilizat. Sunt prezentate rezultatele obținute prin investigație stereo-microscopică și se compară cele două tehnologii de ornamentare (frezare pe CNC și gravare cu laser) în funcție de caracteristicile estetice ale modelelor transpuse pe suprafața lemnoasă.

Capitolul 6 intitulat „Concluzii generale. Contribuții originale. Diseminarea rezultatelor. Direcții viitoare de cercetare” încheie teza de doctorat prin sintetizarea rezultatelor obținute în urma cercetărilor efectuate și indică posibilități de valorificare practică a acestora, precum și direcții viitoare de cercetare. Se menționează publicațiile științifice realizate din temă, în jurnale indexate ISI Web of Knowledge cu factor de impact mai mare decât 1 și la conferințe internaționale, prezentările la evenimente și un proiect de colaborare cu firma NORD ARIN din localitatea Preluca, județul Neamț, prin care s-a realizat ornamentarea unui set de mobilier (masa și banca RAM) prin frezare pe CNC și colorare și s-a prezentat la Salonul Internațional de Mobilă Milano 2022.

CAPITOLUL 1. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRILOR PRIVIND VALORIZAREA UNOR MOTIVE TRADIȚIONALE DIN PATRIMONIUL TEXTIL

1.1. Metode de valorizare-conservare a motivelor tradiționale din patrimoniul textil

1.1.1. Patrimoniul textil

Patrimoniul reprezintă moștenirea naturală, istorică și culturală a unei țări și este de mai multe tipuri, așa cum se observă în Fig. 1.1.

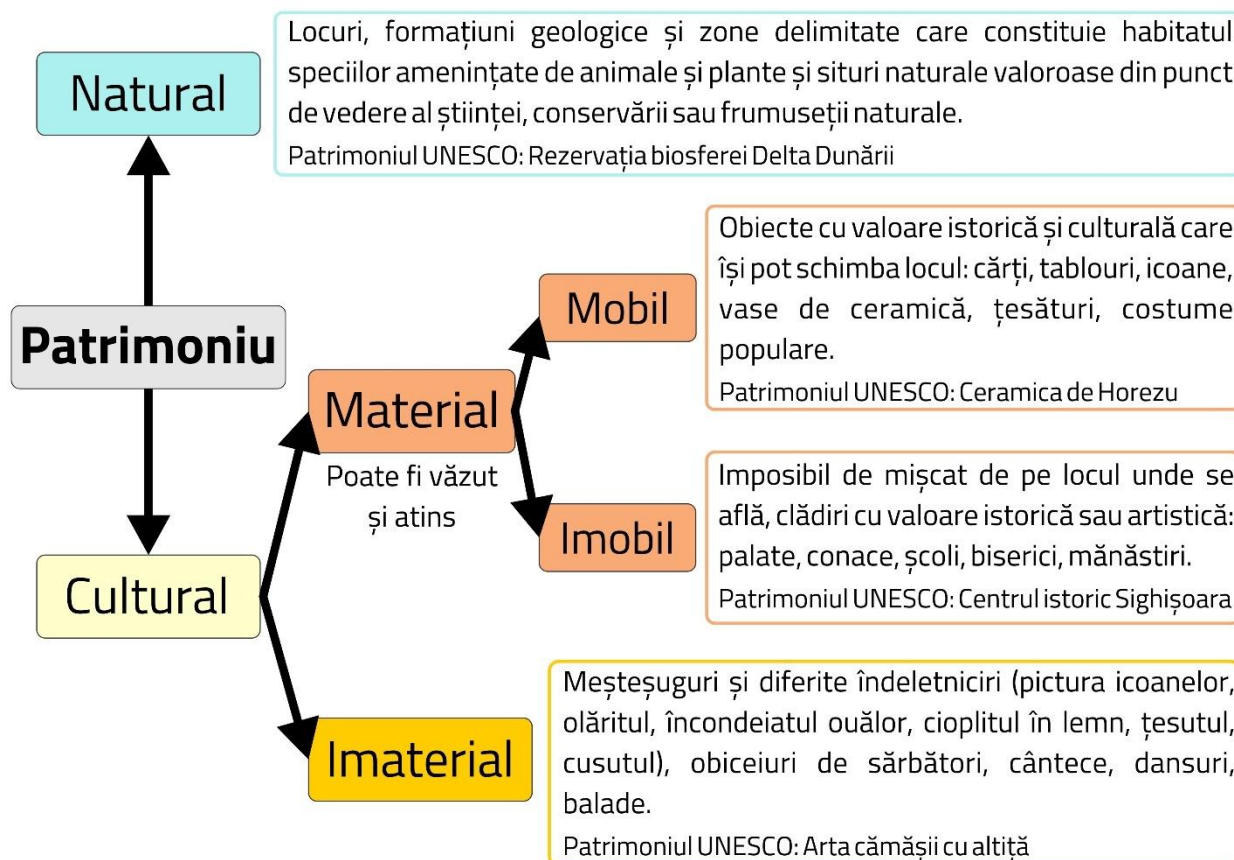


Fig. 1.1. Clasificarea patrimoniului

Textilele reprezintă o categorie specială a patrimoniului cultural, exprimând puterea și diversitatea țesăturilor. Acestea oferă o modalitate de comunicare și manifestare prin intermediul sensului, amplexării, motivelor și texturilor. Transmiterea cunoștințelor și gesturilor profesionale în acest domeniu se face de la o generație la alta, reflectând aspirația către perfecțiune artistică. Patrimoniul textil cuprinde o mare varietate de textile de înaltă calitate estetică, care au rezistat de-a lungul secolelor (Muzeul de Etnografie Braşov, 2019).

1.1.2. Valorizare-conservare a patrimoniului textil

Un studiu despre conservarea colecțiilor tradiționale de textile din România a evidențiat importanța factorului microclimatic în degradarea materialelor textile, în special din cauza dezvoltării bacteriilor pe suprafețele acestora (Ilieș *et al.*, 2020).

Metodele nedistructive de investigare și tratament, cum ar fi tehnologia de radiații și tehnici nucleare, au fost dezvoltate pentru conservarea textilelor (International Atomic Energy Agency, 2017). Nu doar motivele din textile sunt importante, ci și culorile naturale utilizate pentru acestea (Petrovičiu *et al.*, 2019).

Artefactele textile tradiționale sunt subiectele protecției drepturilor de autor și a designului industrial (World Intellectual Property Organization, 2003). Folclorul și tradițiile culturale trebuie să se adapteze la nevoile actuale, menținând în același timp legătura cu tradițiile ancestrale (Pozzo, 2020).

Poveștile femeilor române care țes și utilizarea tehnicilor și materialelor tradiționale în textile dezvoltă schimbările valorilor și practicilor în acest domeniu (Buchczyk, 2015a). Pentru țesătoare, designul textilelor reprezintă o combinație de alegeri tehnice, creativitate și pricepere experimentală (Buchczyk, 2015b).

Tradiția și inovația în meșteșuguri pot fi interconectate, iar diversificarea produselor tradiționale poate adăuga valoare estetică (Naji, 2008), (Nugraha *et al.*, 2022). Analiza designului și structurii textilelor, precum și identificarea semnelor de deteriorare, poate fi facilitată de tehnici de imagistică non-invazivă (Serrano *et al.*, 2021).

Politicile și practicile de promovare și conservare a patrimoniului meșteșugăresc pot fi caracterizate prin utilizarea tehnologiei și inovației (Yongzhong *et al.*, 2018). Patrimoniul este considerat un concept interconectat cu comunitatea, nostalgia, tradiția și autenticitatea, și este abordat dintr-o perspectivă multidisciplinară.

(Convenția Faro) promovează înțelegerea patrimoniului cultural și relația acestuia cu comunitatea și societatea (Fairclough, 2009). Conferința Națiunilor Unite pentru Comerț și Dezvoltare (UNCTAD) a încurajat țările în curs de dezvoltare să-și îmbunătățească industriile creative și economia creativă, care se află la intersecția dintre artizanat, servicii și sectorul industrial. Aceasta reprezintă un sector în creștere în comerțul mondial (United Nations, 2008).

1.2. Digitizarea, digitalizarea, transformarea digitală – instrumente inovative aplicabile în valorizarea unor motive tradiționale din patrimoniul textil

1.2.1. Definiții

Digitizarea constă în transformarea informațiilor analogice sau nedigitale (prezente în format fizic) într-un format digital, prin scanarea hârtiei fizice în fișiere digitale, conversia textului dactilografiat în

format digital, convertirea sunetului de pe casete în fişiere MP₃ sau a fotografiilor de pe peliculă în formate digitale .tiff sau .jpeg (www.ditrama.eu).

Digitalizarea se referă la folosirea tehnologiilor digitale şi a datelor digitale pentru a transforma modalitatea de lucru şi de interacţiune dintre companii/instituţii şi clienţi, cu scopul de a crea noi avantaje prin fluxuri digitale. Un exemplu ar fi automatizarea proceselor manuale prin înlocuirea completării manuale a formularelor pe hârtie cu introducerea directă a datelor într-un formular pe o pagină web sau o aplicaţie mobilă (www.ditrama.eu).

Gong şi Ribiere (2021) definesc transformarea digitală ca o schimbare esenţială într-o entitate (cum ar fi o organizaţie, o reţea de afaceri, o industrie sau societate), facilitată de tehnologiile digitale, care urmăresc să aducă inovare şi îmbunătăţiri radicale, valorificând strategic resursele şi capacităţile sale cheie pentru a crea valoare pentru părţile interesate.

1.2.2. Softuri şi echipamente utilizate

Programul *Sistem Informatic Geografic* (GIS) a fost utilizat pentru digitizarea a 90 de motive tradiţionale colectate din costume populare din judeţele Bihor, Arad şi Maramureş, obţinând rezultate similare celor obţinute cu ajutorul software-urilor specializate în grafică, cum ar fi *Inkscape*, *Adobe Illustrator* sau *Corel Draw*, şi o combinaţie de metode funcţionale Radius-Vector (RV) şi Analiză Componentă Principală (PCA) a fost utilizată pentru comparaţie (Ilieş *et al.*, 2020).

Motivele tradiţionale din zona etnografică a Transilvaniei au fost analizate şi stilizate, păstrând simbolismul şi culoarea caracteristică specifică zonei, cu ajutorul programului de grafică vectorială *CorelDraw* (Doble *et al.*, 2017).

Alţi cercetători (Wijnhoven şi Moskvina 2020) au combinat arheologia, istoria îmbrăcămintei şi tehnologiile digitale pentru a replica o armură în formă de inele folosind parametrizarea, designul asistat de calculator (CAD) şi simularea rigidă a corpurilor bazată pe principii fizice, demonstrând similitudinile dintre obiectul original datat în perioada 150-220 d.Hr. şi replica obţinută.

Pentru a veni în ajutorul designerilor, în procesul care are ca sursă de inspiraţie motive tradiţionale, (Hou *et al.*, 2023) au propus o metodă de reprezentare a caracteristicilor semantice ale motivelor tradiţionale şi astfel au construit o bază de date cu acestea cu un program cu interfaţă grafică (GUI) bazat pe software-ul *MATLAB*.

1.2.3. Cercetări privind utilizarea instrumentelor digitale în domeniul patrimonial

Tehnologiile digitale actuale susţinute de programe de grafică, proiectare asistată de computer (CAD) şi fabricaţie asistată de computer (CAM) permit replicarea motivelor găsite pe textile vechi şi transferarea acestora pe cele moderne (Doble *et al.*, 2017), contribuind astfel la conservarea lor.

În lumina Convenţiei-cadru privind valoarea patrimoniului cultural pentru societate (Convenţia de la Faro), o „nouă moştenire” este pe cale să se ridice şi este utilizarea trecutului în prezent şi reînnoirea

lui în viitor (Fairclough, 2012). Profitând de tehnologiile moderne, industriile creative sunt capabile să transpună vechile motive tradiţionale pe noi obiecte, păstrându-le în forme noi (Sütçü și Karagöz, 2013).

1.3. Frezarea, pirogravarea și pictura – posibilități de valorizare a motivelor tradiţionale din patrimoniul textil în ornamentarea mobilierului

1.3.1. Frezarea

Metodele de ornamentare folosite în trecut au evoluat odată cu tehnici și tehnologii noi pentru producția de mobilă în serie. Una dintre aceste tehnici este frezarea, realizată cu ajutorul mașinilor-unelte echipate cu freze, cuțite sau discuri circulare, la viteze mari și cu mișcări de avans (Hinescu, 1989).

Centrele de prelucrare cu comandă numerică (CNC) din industria mobilei permit frezarea decoraţiunilor pe suprafața lemnului. Aceasta se realizează prin importarea unui fișier vectorial creat cu ajutorul unui software grafic, care conține desenul motivului original, sau prin conversia imaginilor digitale 2D în reprezentări 3D utilizând aplicații specializate, cum ar fi software-ul *Visual C++* (Sood et al., 2018).

Procesul de sculptare pe CNC se bazează pe optimizarea parametrilor de frezare, alegerea sculei adecvate și a metodei de prelucrare. Pentru a evalua calitatea suprafețelor frezate, s-au efectuat studii care măsoară parametrii de rugozitate (Pinkowski et al., 2012), (Hazır și Koc, 2019), (Sütçü și Karagöz, 2012), (Supadarattanawong și Rodkwan, 2006), utilizează modele matematice pentru a ajusta viteza de avans în funcție de calitatea suprafeței și direcția de tăiere (Gawronski, 2013), sau aplică algoritmi genetici în software-ul CAM (Krimpenis et al., 2014).

Evaluarea calității suprafeței este extrem de importantă atât în procesul de finisare, cât și în obținerea unui produs final de calitate. Parametrii de rugozitate reprezintă indicatori cantitativi principali ai calității suprafeței lemnului și pot fi măsurați cu echipamente de măsurare a rugozității prin contact direct cu lemnul sau fără contact, utilizând rugozimetre cu raze laser sau optice (Koc et al., 2017), (Sedlecký et al., 2018), (Starikov et al., 2020), (Gürgen et al., 2022).

S-au efectuat numeroase studii pentru a evalua uzura sculei și impactul acesteia asupra procesului de prelucrare a diferitelor specii de lemn sau materiale pe bază de lemn (Ohuchi și Murase, 2006), (Aguilera et al., 2016), (Pinkowski et al., 2009), (Keturakis și Lisauskas, 2010), (Porankiewicz, 2006), (Aknouche et al., 2009).

(Pinkowski et al., 2009) a constatat că parametrii de rugozitate R_a și R_z , măsurați după frezarea CNC succesivă a lemnului de pin, au scăzut la valori mai mici decât cele inițiale după uzura sculei.

În Tabelul 1.1. sunt sintetizate rezultatele cercetărilor cuprinse în literatura de specialitate.

Tabelul 1.1. Rezultate din literatura științifică, privind frezarea

Autor	Specia lemnoasă	Parametrii tehnologici			Parametrii de rugozitate		Freza
		Viteza de avans, m/min	Adâncimea de frezare, mm	Turația, rot/min	Ra, μm	Rz, μm	
(Pinkowski <i>et al.</i> , 2012)	Mesteacăn Fag	2		14.500	Valori scăzute		
(Sütçü și Karagöz, 2013)	Castan	0,25;	2;	12.000;	5,0	Carburi de tungsten, cu $\varnothing 6$ mm și două tășuri	
	Fag	0,5;	4;	15.000;	4,3		
	Nuc	0,75; 1	6	18.000	3,4		
(Coşereanu și Cismaru, 2014)	Frasin	0,6; 1; 1,5; 3; 6; 8; 10	3 2	12.000; 18.000	Cele mai mici rupturi de fibre		Oțel aliat Carbură metalică
	Tei	1,5	1	18.000			
	Brad	mici	2; 3	12.000			
(Hazır și Koc, 2016)	Pin negru european	2	2,6	18.000	5,5		
(Işleyen și Karamanoglu, 2019)	Fag	2		18.000		Parametri optimi	
(Çakiroğlu <i>et al.</i> , 2019)	Molid Castan	5		10.000	Valori scăzute		
	Larice Iroko	7		18.000	Valori scăzute		
	Molid Castan Larice Iroko	9		10.000	Valori mari		
(Hazır și Koc, 2019)	Cedru libanez	2		17.000	Valori minime	Valori minime	
(Paiu <i>et al.</i> , 2019)	Molid	2	3	12.000	Parametrii nu sunt cei optimi		Ball nose
	Placaj plop	3					
	MDF	3,5		18.000			
(Gürgen <i>et al.</i> , 2022)	Pin	3		17.900	3,8		

1.3.2. Pirogravarea

Gravura cu laser utilizează un fascicul de lumină super-focalizat pentru a tăia sau sculpta un desen într-un material dur. Aceasta oferă avantaje precum durabilitate, precizie, versatilitate, protecție împotriva deteriorării obiectelor și eficiență în producție.

Tehnicile de prelucrare cu laser se bazează pe efectele termice (Pearsică *et al.*, 2006). Pentru a dezvolta o tehnologie optimă de prelucrare cu laser, este important să se stabilească parametrii corespunzători.

În arta populară românească, pirogravura și pictura sunt adesea combinate în decorarea obiectelor din lemn, rezultând ornamente distincte. Se utilizează specii de lemn cu structură și culoare omogenă, iar finisarea se realizează cu lacuri transparente, uleiuri sau ceruri (Cismaru și Coșereanu, 2016).

Evaluarea estetică a lucrărilor de gravare cu laser pe lemn s-a concentrat pe specii de lemn deschis la culoare, deoarece contrastul dintre model și fundal este mai pronunțat (Chernykh *et al.*, 2018). Au fost realizate studii privind nuanțele de culoare obținute prin pirogravare cu diferite intensități ale fascicului laser (Petru, 2015), calitatea suprafeței prelucrate, zona afectată de căldură și arderea suprafeței lemnului (Liu *et al.*, 2020). De asemenea, s-au investigat efectele parametrilor laserului, cum ar fi distanța focală, viteza de tăiere și puterea, asupra lemnului și materialelor pe bază de lemn (Gabdrakhmanov *et al.*, 2019).

Cercetările au evidențiat relații matematice între rugozitatea suprafeței lemnului și parametrii laser (Gurău și Petru, 2018), precum și schimbări în morfologia lemnului, structura chimică și proprietățile suprafeței în urma prelucrării cu laser (Kúdela *et al.*, 2022).

1.3.3. Pictura

Pictarea mobilierului este o tehnică răspândită în diferite regiuni ale lumii și are o istorie bogată în Egipt, China, Japonia, Bizanț, Italia Renașterii, Germania barocă și rococo, Elveția, Ungaria, România și Rusia (Bucătaru, 1991).

În Transilvania, mobilierul pictat era realizat manual folosind șabloane sau pictură directă și avea motive decorative specifice regiunii și perioadei de creație (Negoescu, 2011). Mobilierul pictat a fost întâlnit în diverse tipuri de piese, precum dulapuri, lăzi de zestre și cuiere (Stoica, 1973). Pictura și sculptura sunt legate de ornamentică și pot fi combinate în diferite moduri (Marc, 2009-2010).

În prezent, există un interes crescut pentru mobilierul pictat, atât în rândul creatorilor populari contemporani, cât și în creația designerilor și artiștilor plastici, iar adăugarea unei piese de mobilă pictate într-un interior modern combină utilitatea cu valoarea artistică tradițională adaptată la tendințele actuale (Pomponiu, 2007).

CAPITOLUL 2. SCOPUL ŞI OBIECTIVELE TEZEI DE DOCTORAT

Scopul tezei îl constituie perpetuarea motivelor din patrimoniul textil prin promovarea stilului tradiţional în dezvoltarea actuală a designului de mobilier, care să contribuie la păstrarea identităţii culturale.

Pornind de la scopul tezei, strategia cercetărilor experimentale şi teoretice presupune următoarele obiective specifice:

OS1. Identificarea specificului naţional prin studiul formei şi semnificaţiei motivelor tradiţionale autohtone din patrimoniul textil românesc.

OS2. Colectarea din colecţii muzeale şi particulare, selectarea şi transpunerea în format digital a unui număr de 100 de motive tradiţionale identificate în patrimoniul textil din Ţara Bârsei şi împrejurimi.

OS3. Cercetarea experimentală privind posibilităţile tehnologice de transpunere a motivelor tradiţionale din patrimoniul textil prin frezare pe centre cu comandă numerică (CNC), variind regimul de prelucrare şi materialele lemnoase utilizate.

OS4. Cercetarea experimentală privind posibilităţile de transpunere a motivelor tradiţionale din patrimoniul textil prin gravare cu laser, studiind variaţiile de culoare în funcţie de puterea fasciculului laserului şi adâncimea de gravare la nivel microscopic.

OS5. Implementarea metodei de ornamentare la nivelul unui operator economic.

CAPITOLUL 3. DIGITIZAREA MOTIVELOR TRADIȚIONALE DIN PATRIMONIUL TEXTIL DIN ȚARA BÂRSEI ȘI ÎMPREJURIMI

Țara Bârsei este un spațiu interetnic, regiune istorică și etnografică din sud-estul Transilvaniei (Fig. 3.1.), străbătută de râurile Bârsa, Ghimbășel și Vulcănița în partea sudică și centrală și Olt în nord. Numeroși istorici, etnografi, antropologi și geografi au studiat Țara Bârsei, dar nu există un consens între aceștia cu privire la granițele acesteia. Fiecare delimitare a fost fundamentată pe argumente diferite (Pop, 2011).



Fig. 3.1. Poziția zonei Țara Bârsei pe teritoriul României.

3.1. Ornamentica tradițională

La fel ca în toate colțurile lumii, femeile din spațiul românesc au cusut și țesut, transferând meșteșugurile de la o generație către următoarea. Au făcut acest lucru ca să își acopere corpul cu veșminte, pentru a îl feri de frig și soare, dar și ca să transmită celor din jur informații despre ele: din ce zonă sunt, ce vârstă au, dacă sunt fete, femei măritate sau văduve. Totodată, îndeletnicirile acestea au constituit și mijloc de subzistență și un act artistic, contribuind astfel la moștenirea culturală a fiecărei țări și la cea comună, universală.

Motivele tradiționale ne „vorbesc” despre înaintașii noștri, concepțiile lor asupra lumii și vieții, valorile și așteptările lor. Ornamentația tradițională a fost împărțită (Dunăre, 1979) în trei componente:

- ❑ element ornamental - cea mai simplă parte ornamentală, indivizibilă, care poate exista independent în decorație (frunză, petală, ramură, tulpină, fruct, stea) (Fig. 3.2.a);
- ❑ motiv ornamental alcătuit din două sau mai multe elemente ornamentale, divizibil în elemente ornamentale din aceeași grupă tematică (floare) (Fig. 3.2.b);
- ❑ compoziție ornamentală formată din două sau mai multe motive ornamentale, care pot să fie din grupe tematice și stilistice diferite (Fig. 3.2.c).

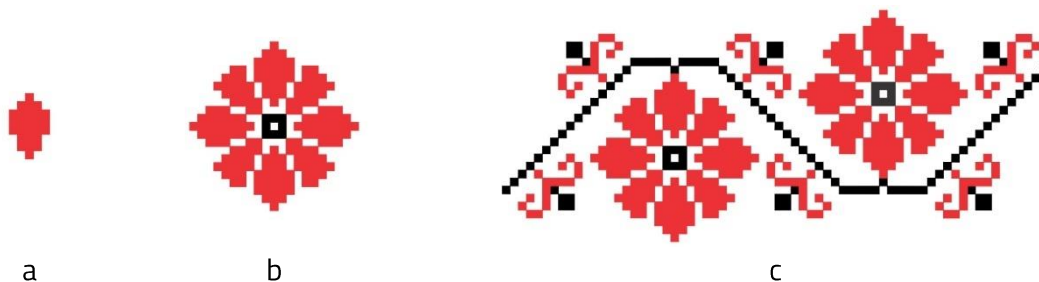


Fig. 3.2. Model cules de pe cămașă de June din Şcheii Braşovului, colecție particulară:
a - element ornamental; b - motiv ornamental; c - compoziție ornamentală.

Elementele, motivele și compozițiile ornamentale alcătuiesc semne cărora oamenii le-au atribuit anumite sensuri corelate cu reprezentări, înțelesuri, semnificații, simboluri sau mituri. Semnele utilizate sunt mai mult decât simple semne grafice, devenind ornamente atunci când agenții transmițători și receptorii - ca membri ai unei comunități regionale sau naționale - le atribuie și o funcție estetică și socio-culturală (Dunăre, 1979).

Modelele utilizate pentru ornamentare reflectă mediul în care creatorul popular trăiește, credințele sale spirituale și convingerile legate de construcția și funcționarea lumii. Prin înțelegerea semnificațiilor și originii modelelor și simbolurilor din ornamentica tradițională, putem să precuim abilitatea creatorilor ei.

La realizarea unei cusături este foarte important punctul de lucru, respectiv unitatea cusută, prin a cărei repetare se obțin elemente, motive și compoziții ornamentale. Modele originale care constituie baza de date din acest capitol au fost realizate prin cusătura în cruce, broderia plină pe fire sau broderia plină pe desen.

Cusătura în cruce este o tehnică străveche care a fost utilizată intens nu doar de români, ci și de alte naționalități din România, inclusiv de sașii și ceangăii din Țara Bârsei (Dunăre *et al.*, 1974). Punctul de cruce simplu (Fig. 3.3.a) se efectuează în lungime, pe două rânduri paralele. Pe față rezultă linii oblice suprapuse, una de la stânga la dreapta și cealaltă invers, de la dreapta la stânga, iar pe dos se formează linii verticale.

Broderia plină pe fire (Fig. 3.3.b) este o tehnică de cusut tradițională, care se efectuează pe lățime, cu împunsături alăturate, pentru a umple întregul model. Această tehnică se realizează pe fire numărate, prin trecerea alternativă deasupra și dedesubtul pânzei. Partea de pe dosul broderiei corespunde cu negativul ornamentului.

Broderia plină pe desen (Fig. 3.3.c) foloseşte acelaşi tip de cusătură ca şi broderia plină pe fir, dar diferă prin faptul că modelul este trasat direct cu mâna pe pânză sau copiat cu indigo. Această tehnică a devenit mai populară decât broderia plină pe fir şi a fost folosită ca tehnică principală în broderiile realizate după 1900.

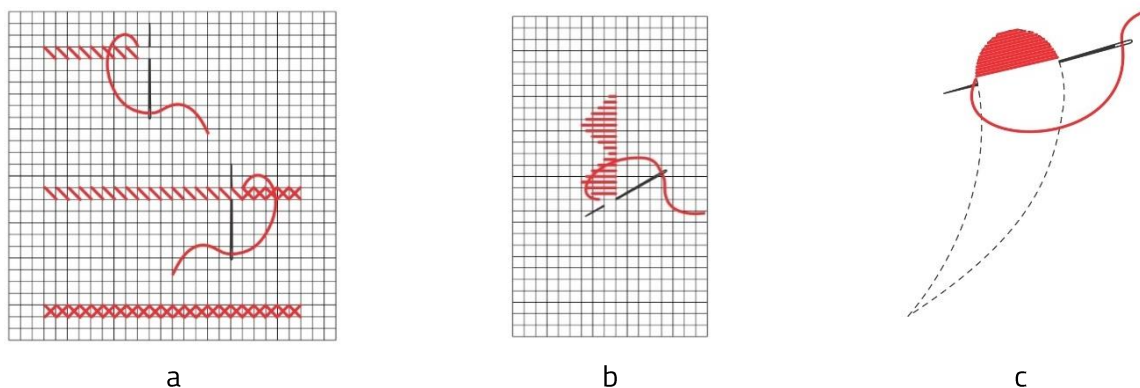


Fig. 3.3. Tehnici de cusut: a - Cusutul în cruci; b - Broderia plină pe fire; c - Broderia plină pe desen.

3.2. Metoda utilizată în cercetare

Metoda de lucru a constat în:

- ❑ executarea fotografiilor pentru fiecare model, sau colectarea de la proprietarii obiectelor textile;
- ❑ importarea fişierelor de tip JPG în programul *CorelDRAW*;
- ❑ desenarea modelului pe o reţea de pătrate pentru modelele executate prin tehnica cusăturii în cruci sau a broderiei pline pe fire (Fig. 3.4.) sau urmărind conturul imaginii, în cazul modelelor executate prin tehnica broderiei pline pe desen (Fig. 3.5.), cu contururi închise sau deschise;
- ❑ umplerea colorată a conturilor închise.

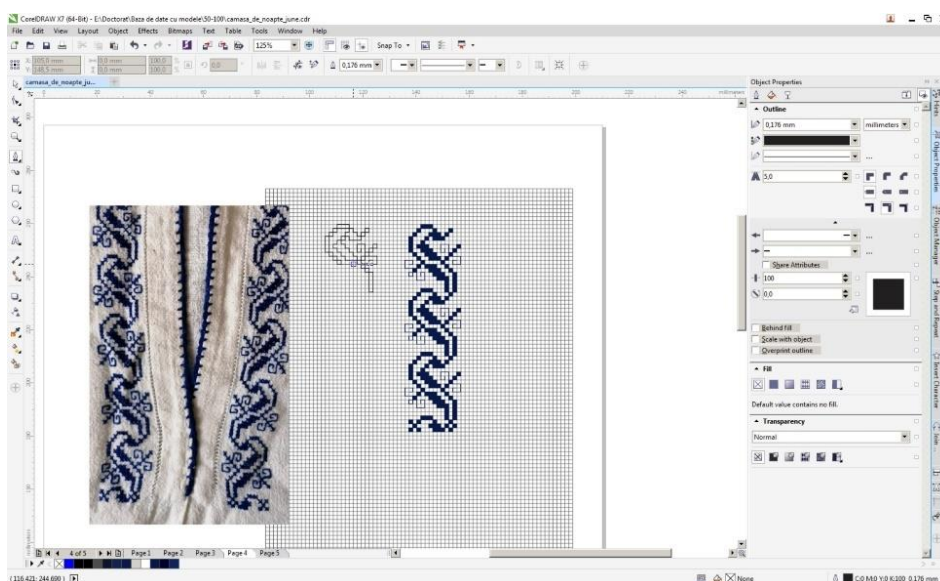


Fig. 3.4. Desenarea modelelor executate prin cusătu în cruce sau broderie plină pe fire.

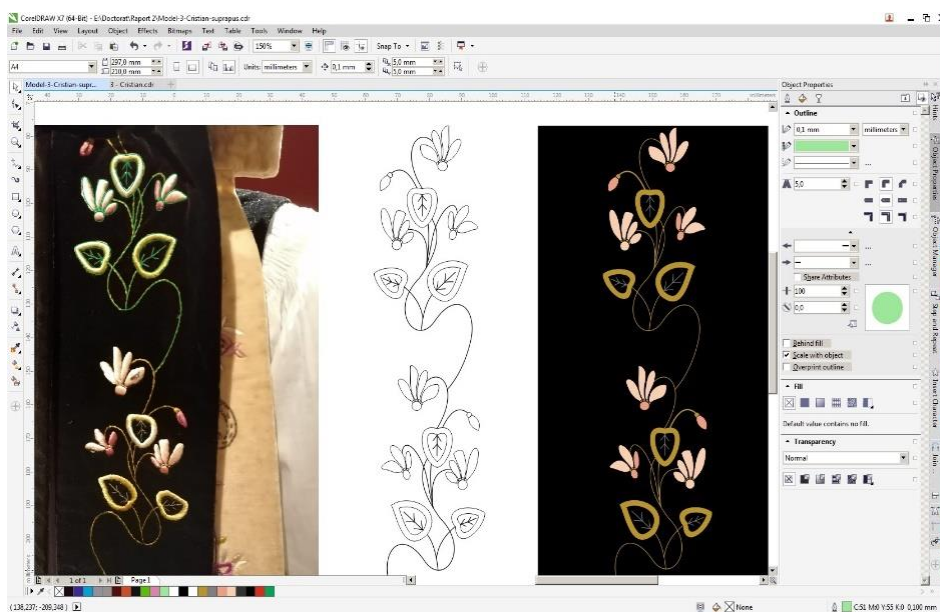




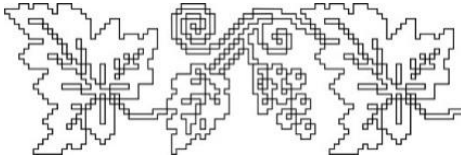
Fig. 3.5. Desenarea modelelor executate prin broderie plină pe desen.



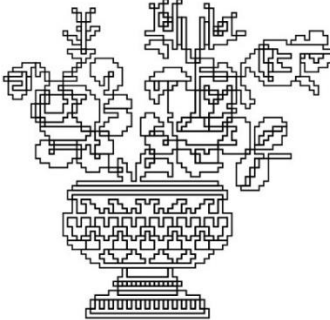
3.3. Bază de date cu motive tradiţionale din patrimoniul textil din Ţara Bârsei supuse digitizării



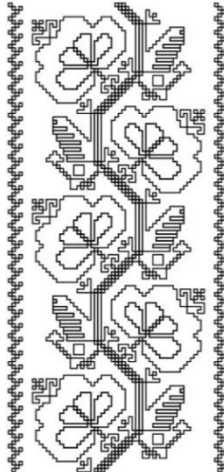
3.3.1. Modelele tradiţionale digitizate

Baza de date cuprinsă în teză este alcătuită din 100 de modele. În continuare este prezentată o selecţie a acestora, respectiv modelele care au transferate pe lemn prin frezare CNC sau gravare cu laser.




Tabel 3.1. Modele tradiţionale cusute în cruce




Model 2			
1	<i>Provenienţă</i>		
	Cămaşă de June din Şcheii Braşovului - Colecţie particulară		
2	<i>Modalitate de realizare</i>	3	<i>Motiv</i>
Cusătură în cruce		Viţa-de-vie	
4	<i>Fotografie</i>		
			
5	<i>Desen</i>	6	<i>Desen contur</i>
			
7	<i>Posibilităţi de valorizare în mobilier: Frezare CNC, Gravare laser</i>		




Model 8			
1	<i>Provenienţă</i>		
	Cămaşă de June din Şcheii Braşovului - Colecţie particulară		
2	<i>Modalitate de realizare</i>	3	<i>Motiv</i>
Cusătură în cruce		Vasul cu flori	
4	<i>Fotografie</i>	5	<i>Desen</i>
			
			
7	<i>Posibilităţi de valorizare în mobilier: Frezare CNC, Gravare laser</i>		

Model 33					
1	<i>Proveniență</i>				
	le din zona Bran - Colecția IE Vie				
2	<i>Modalitate de realizare</i>		3	<i>Motiv</i>	
Cusătură în cruci			Frunza de trifoi, Unda apei, Frunza de brad		
4	<i>Fotografie</i>		5	<i>Desen</i>	
			6	<i>Desen contur</i>	
					
7	<i>Posibilități de valorizare în mobilier: Frezare CNC, Gravare laser</i>				



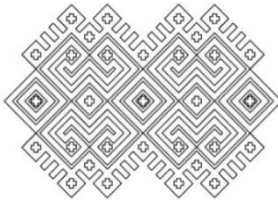
Tabelul 3.2. Modele tradiționale realizate în broderie plină pe desen



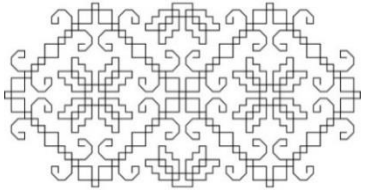
Model 64					
1	<i>Proveniență</i>				
	Fundă costum săsesc de femeie din Țara Bârsei - Muzeul de Etnografie Braşov				
2	<i>Modalitate de realizare</i>		3	<i>Motiv</i>	
Broderie plină pe desen			Fitomorf		
4	<i>Fotografie</i>		5	<i>Desen</i>	
			6	<i>Desen contur</i>	
					
7	<i>Posibilități de valorizare în mobilier: Frezare CNC, Gravare laser, Pictare</i>				

Model 65								
1	<i>Proveniență</i>							
Fundă costum săsesc de femeie din Țara Bârsei - Muzeul de Etnografie Braşov								
2	<i>Modalitate de realizare</i>			3	<i>Motiv</i>			
Broderie plină pe desen				Fitomorf				
4	<i>Fotografie</i>		5	<i>Desen</i>		6	<i>Desen contur</i>	
								
7	<i>Posibilități de valorizare în mobilier: Frezare CNC, Gravare laser, Pictare</i>							

Model 87								
1	<i>Proveniență</i>							
Fundă costum săsesc de femeie din localitatea Cristian - Muzeul de Etnografie Braşov								
2	<i>Modalitate de realizare</i>			3	<i>Motiv</i>			
Broderie plină pe desen				Fitomorf				
4	<i>Fotografie</i>		5	<i>Desen</i>		6	<i>Desen contur</i>	
								
7	<i>Posibilități de valorizare în mobilier: Frezare CNC, Gravare laser, Pictare</i>							

Tabelul 3.3. Modele tradiţionale realizate în broderie plină pe fire

Model 94			
1	<i>Provenienţă</i>		
	le din Veneţia de Sus, zona Făgăraş - Colecţie particulară		
2	<i>Modalitate de realizare</i>	3	<i>Motiv</i>
	Broderie plină pe fire		Coarnele berbecului
4	<i>Fotografie</i>		
			
5	<i>Desen</i>	6	<i>Desen contur</i>
			
7	<i>Posibilităţi de valorizare în mobilier: Frezare CNC, Gravare laser</i>		

Model 100			
1	<i>Provenienţă</i>		
	le din satul Dumbrăviţa - Colecţia IE Vie		
2	<i>Modalitate de realizare</i>	3	<i>Motiv</i>
	Broderie plină pe fire		Steaua
4	<i>Fotografie</i>		
			
5	<i>Desen</i>	6	<i>Desen contur</i>
			
7	<i>Posibilităţi de valorizare în mobilier: Frezare CNC, Gravare laser</i>		

În Tabelele 3.1., 3.2. și 3.3. sunt prezentate câteva din cele 100 de modele colectate, provenind din localități grupate în zece zone, după vecinătate (Fig. 3.6.), culese din Muzeul de Etnografie Braşov, Muzeul Civilizației Urbane a Braşovului, Muzeul Judeţean de Istorie din Braşov, Muzeul Tradițiilor Codlene, Muzeul din Odorheiul Secuiesc, din colecții particulare sau de la persoane fizice (Fig. 3.7.). Modelele au fost realizate prin tehnica cusăturii în cruce, a broderiei pline pe desen sau a broderiei pline pe fir (Fig. 3.8.).

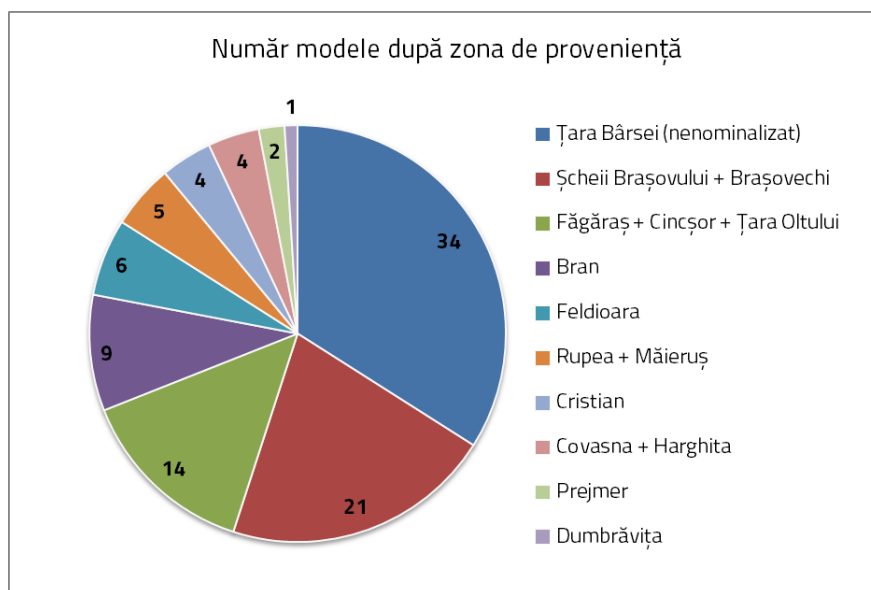


Fig. 3.6. Distribuția modelelor din baza de date după zona de proveniență a obiectului textil.

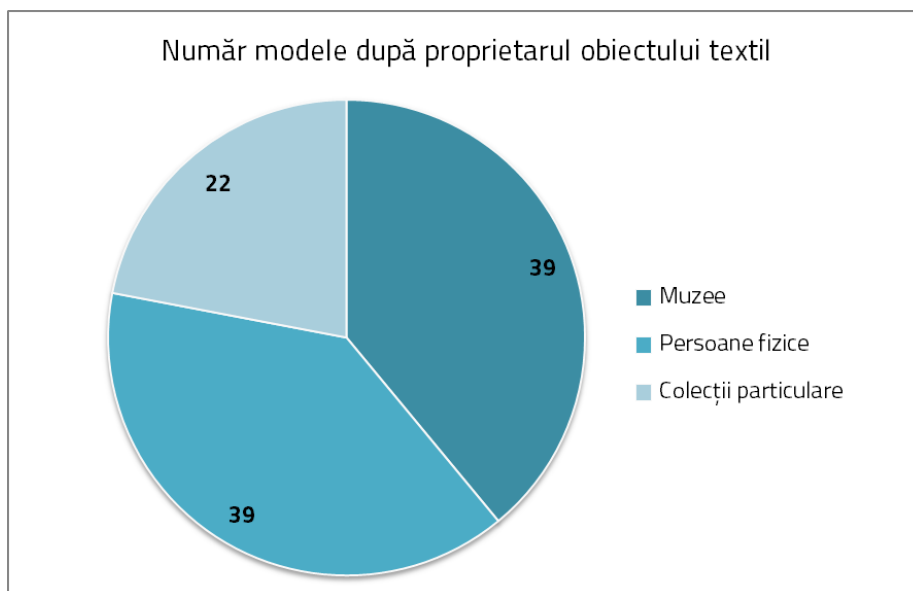


Fig. 3.7. Distribuția modelelor din baza de date după proprietarul obiectului textil.

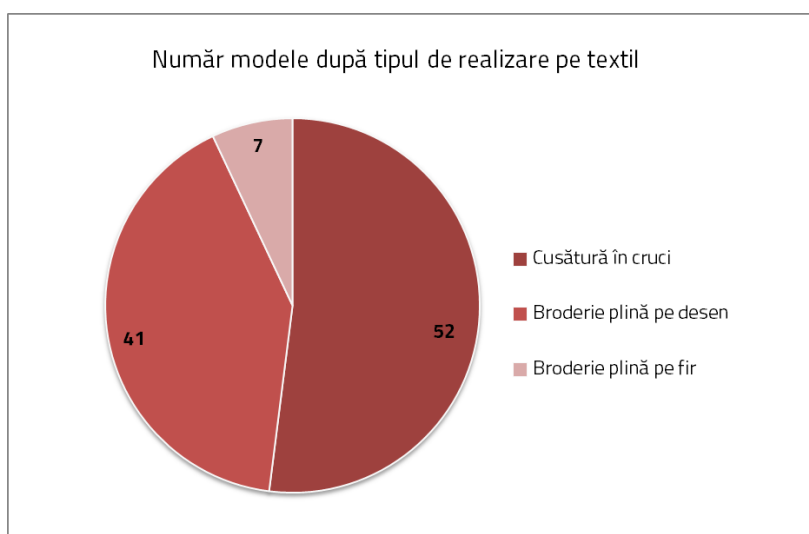


Fig. 3.8. Distribuția modelelor din baza de date după tipul de realizare pe obiectului textil.

3.3.2. Semnificația și simbolistica motivelor tradiționale

Motivul cusute aveau întâi rolul de a îi proteja pe cei care le foloseau și abia apoi cel de ornamentare a obiectului. Simbolistica motivelor regăsite în baza de date cu cele 100 de modele este prezentată în teză; în continuare se regăsește cea pentru motivele de mai sus.

Coarnele berbecului - Simbolizează puterea, forța și energia masculină, fiind asociate cu virilitatea și principiul fertilității (Semne cusute, 2021).

Frunza de brad - Bradul asociat cu arborele vieții este coloana vertebrală a lumii (Semne cusute, 2021).

Motivul fitomorf - Simbolismul florilor este caracterizat prin două aspecte: esența și forma lor. Floarea, prin natura sa, este considerată un simbol al tranziției, al primăverii și al frumuseții (Cirlot, 2001).

Steaua - Considerată ochii cerului, fiii lunii și ai soarelui, precum și simboluri ale destinului individual (Moisei, 2015).

Trifoiul - Sugerează numărul magic trei, care este prezent în multe practici rituale și care are rolul de a proteja viața umană. Cel cu patru foi este un simbol aducător de noroc (Antonescu, 2016).

Unda apei - Apele curgătoare simbolizează o trecere, un test prin care trebuie să trecem, reprezentând astfel fluxul vieții și al timpului care curge întruna (Semne cusute, 2021).

Vasul cu flori - Reprezintă o versiune stilizată a simbolului Pomul vieții, simbolizând dorința utopică a „tineretii fără bătrânețe și a vieții fără de moarte” (Antonescu, 2016).

Vița de vie - Simbol al femeii și o plantă cu puteri sacre (Antonescu, 2016). Simbolul nemuririi, a cărei esență este adăpostită în butucul care înverzește, înflorește și rodește vara, iar iarna în butoaie (Ghinoiu, 2013).

CAPITOLUL 4. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND POSIBILITĂȚI DE TRANSPUNERE A MOTIVELOR TRADIȚIONALE PE SUPRAFAȚA MOBILIERULUI PRIN FREZARE PE CNC

4.1. Specii lemnoase utilizate în cercetare

Pentru cercetare au fost selectate cinci specii de lemn cu proprietăți diferite, din specii de rășinoase și de foioase, pentru a acoperi gama de specii cu structură și culoare uniformă deschisă (molid și paltin) și mai închisă (fag), dar și pe cele care prezintă diferențe de culoare datorate inelelor anuale (Iarice) și specii cu pori mari dispuși tipic inelar (stejar). De asemenea, s-a ținut cont de unele studii bibliografice (Cismaru *et al.*, 1993), (Cismaru, 2003), (Petru, 2020) pentru caracterizarea speciilor luate în calcul.

În cercetarea preliminară s-a utilizat MDF de 18 mm, material omogen, versatil, ușor de prelucrat și posibil de finisat prin emailare, furniruire, înfoliere sau melaminare.

4.2. Echipamente și metode utilizate în cercetare

Echipamentele utilizate pentru cercetarea din cadrul prezentei teze de doctorat fac parte din dotarea *Facultății de Design de Mobilier și Inginerie a Lemnului (FDMIL)* respectiv *Laboratorul de Tehnica comenzii numerice în industria lemnului și a Institutului de Cercetare-Dezvoltare a Universității Transilvania din Braşov (ICDT)* și sunt prezentate în Tabelul 4.1.

Tabelul 4.1. Echipamente utilizate în cercetarea prelucrării ornamentelor prin frezare

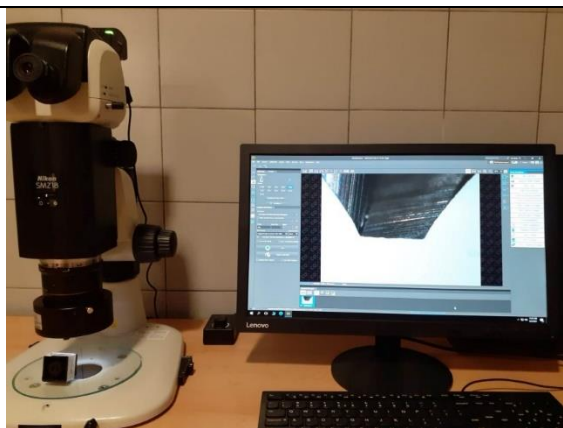
Operație	Echipament	Producător	Software
Frezare	CNC cu 3 axe ISEL tip GFV	Eiterfeld, Germania	CAM Aspire, Vectric



Operaţie	Echipament	Producător	Software
Măsurarea calităţii suprafeţei	MarSurf XT20, echipat cu un cap de scanare MFW 250 cu braţ de urmărire în intervalul $\pm 750 \mu\text{m}$ şi palpator cu raza vârfului $2 \mu\text{m}$ şi unghiul vârfului 90°	MAHR Göttingen GmbH, Göttingen Germania	MARWIN XR20, furnizat de producător



Investigare microscopică	Stereo-microscop NIKON SMZ 18, cu un raport de mărire de $18 : 1$ şi interval de mărire între $22,5 \times$ şi $405 \times$. Magnitudini utilizate în cercetare: $22,5 \times$, $120 \times$	Nikon Instrument s, Melville, USA	NIS-Elements Imaging, utilizat pentru înregistrarea imaginilor, măsurători şi analize.
--------------------------	--	-----------------------------------	--



4.3. Cercetări experimentale preliminare pentru alegerea sculei şi metodei de frezare potrivite pentru transpunerea pe suprafeţele lemnoase a motivelor provenite din patrimoniul textil

Metodologia utilizată în cercetare este prezentată în Fig. 4.1.

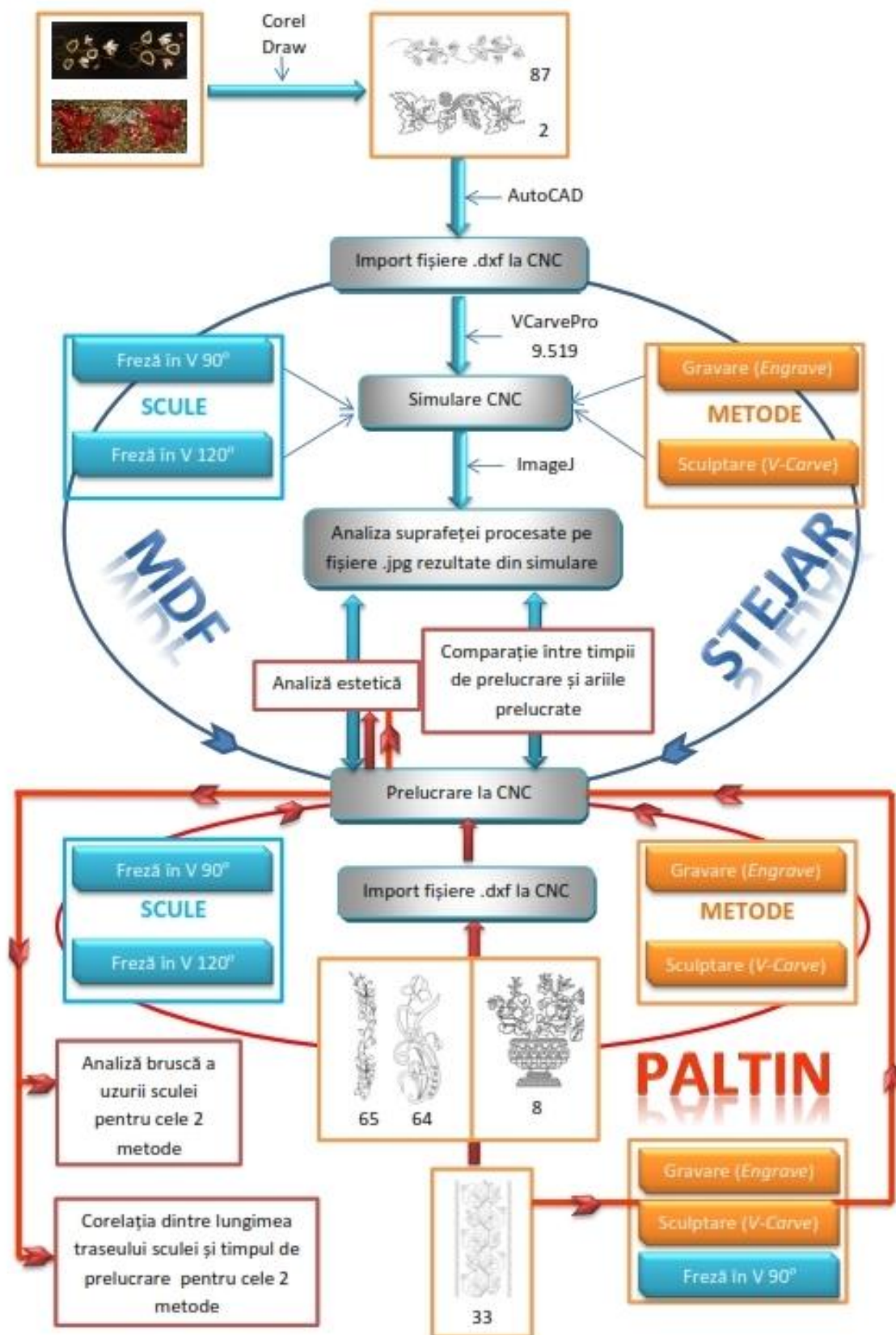


Fig. 4.1. Metodologia cercetării la frezarea pe CNC.

Software-ul de simulare permite două tipuri de metode de procesare. Gravarea (*Engrave*) este metoda de prelucrare cu o adâncime de tăiere constantă (2 sau 3 mm) pentru contururi și poate fi aplicată pe contururile închise sau deschise ale desenului. Sculptarea (*V-Carve*) este metoda de prelucrare cu adâncime de tăiere variabilă pentru suprafață (între 1 mm și 3 mm) și constantă pentru contur (2 sau 3 mm). A doua metodă poate fi aplicată numai pentru contururile închise ale desenelor. Cele două metode pot fi combinate în cazul unor forme (linii de contur) mici.

Frezele selectate au fost freze cu coadă pentru canal în V cu unghi de 90° și unghi de 120° , potrivite pentru suprafețe gravate, care lucrează cu viteză de avans mai mare, adâncime redusă de prelucrare și timpi de prelucrare mici.

Sculele selectate pentru frezarea pe CNC au fost CMT Orange Tools 915.817.11 cu unghi de 90° (Fig. 4.2.a) și CMT Orange Tools 663.120.11 cu unghi de 120° (Fig. 4.2.b).

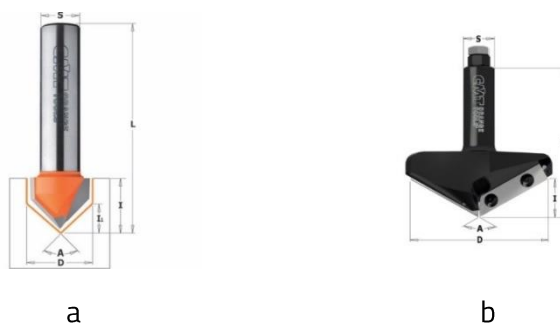


Fig. 4.2. Frezele utilizate la frezarea CNC: a - cu unghi de 90° ; b - cu unghi de 120° .

4.3.1. Cercetări experimentale privind frezarea CNC a motivelor tradiționale pe lemn de stejar (*Quercus robur L.*) și MDF

Pentru studiul de față au fost selectate două modele (Fig. 4.3), din cele două tipuri de realizare pe pânză (broderie și cusătură în cruci). Primul (Fig. 4.3.a) este un motiv floral brodat pe panglica de catifea neagră de la costumul unei femei săsoaice căsătorite din Cristian (un sat de lângă Braşov). Cel de-al doilea (Fig. 4.3.c) a fost realizat prin tehnica cusăturii în cruci și provine de pe o cămașă din Şcheii Braşovului.

Modelele au fost alese cu un grad de complexitate ridicat pentru a putea aplica cele două metode de frezare (gravare – *Engrave* și sculptare – *V-Carve*).

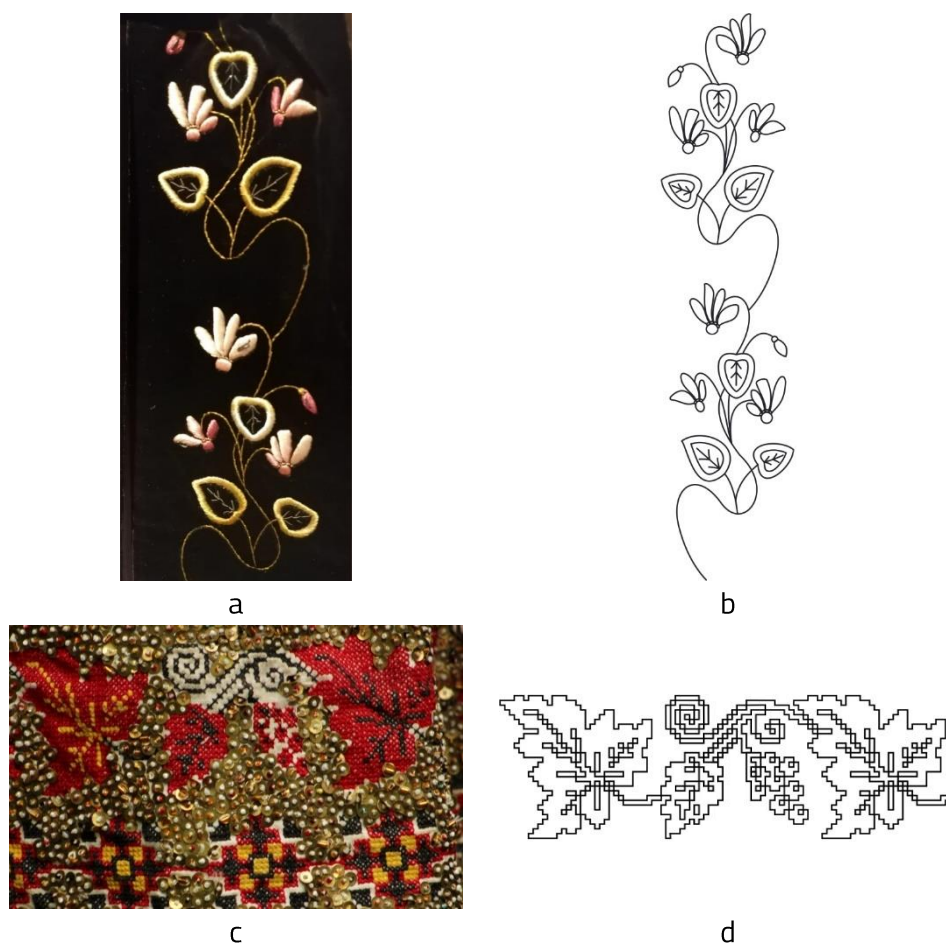


Fig. 4.3. Motive tradi ionale de pe obiecte textile din  ara Bârsei: a - modelul 87; b - digitizare model 87; c - model 2; d - digitizare model 2.

Motivele tradi ionale desenate în format digital (Fig. 4.3.b  i d) au fost frezate CNC pe stejar (*Quercus robur* L.)  i MDF, folosind frezele din Fig. 4.2.  i cele două metode de prelucrare (*Engrave*  i *V-Carve*), utilizând viteza de rota ie 12.000 rot/min, adâncimea de frezare 2 mm  i viteza de avans 3 m/min.

Planul experimental a fost proiectat cu software-ul *XLSTAT*, dezvoltat de Addinsoft, bazat pe designul experimentului Taguchi pentru 4 factori  i 2 niveluri. Posibilit  ile ob inute au fost cu 8, 12, 16 sau 32 de experimente. Pentru a putea compara toate variantele, a fost ales planul experimental cu 16 experimente, la care au fost adăugate  i 4 experimente suplimentare, rezultate din combinarea celor două metode.

 n scop estetic, s-a făcut o analiză vizuală a ornamentelor prelucrate. Imaginile ornamentelor frezate au fost ulterior analizate cu *ImageJ*, program open source de procesare a imaginilor (ImageJ.net, 2021), care identifică motivele ca obiecte, le selectează conturul  i returnează o imagine mască în care sunt păstrate doar obiectele de interes.  mpreun  cu imaginea măştii, software-ul furnizează date numerice într-o foaie de calcul despre obiectele măsurate, cum ar fi: suprafa a  i perimetrul fiecărui obiect, suprafa a totală  i medie a obiectelor, procentul  i numărul de obiecte detectate într-o imagine (Gurău *et al.*, 2010).

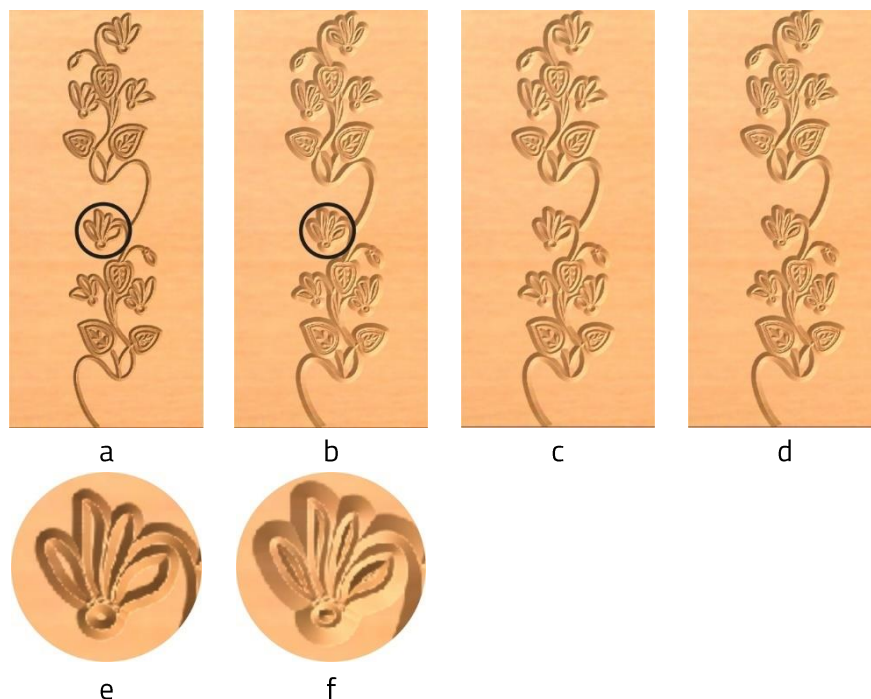


Fig. 4.4. Rezultate simulare pentru modelul 87: a - *Engrave* 90°; b - *V-Carve* 90°; c - *Engrave* 120°; d - *V-Carve* 120°; e - Detaliu pentru *Engrave* 90°; f - Detaliu pentru *V-Carve* 90°.

Simularea primului model cu metodele de procesare *Engrave* și *V-Carve* și cu cele două tipuri de scule V cu unghiul de 90° și respectiv 120° a avut ca rezultat imaginile din Fig. 4.4.

Rezultatele simulării au arătat mici diferențe între detaliile primului ornament (modelul 87) atunci când se utilizează metodele de procesare *Engrave* și *V-Carve*. Detaliile încercuite din Fig. 4.4. arată aceste diferențe pe floarea ornamentului, dar nu și pe frunze. Ornamentul gravat cu 90° arată mai curat și mai fin decât celelalte. La utilizarea metodei *Engrave*, rezultatele au arătat doar diferențe între lățimile zonelor de prelucrare, mai largi pentru cazul sculei V cu unghiul de vârf de 120°. Pentru metodele *V-Carve*, nu au fost observate diferențe vizibile pentru rezultatele simulării cu cele două freze diferite.

Similar s-a procedat și pentru ciorchinele de struguri și frunze (modelul 2).

La prima vedere, simularea oferă o idee bună despre cum ar arăta motivul de pe suprafața prelucrată cu fiecare metodă aplicată, dar o recomandare unică pentru o anumită metodă care să fie aplicată în procesarea a două motive diferite nu poate fi făcută în această fază.

Față de cazul MDF, ornamentele prelucrate pe lemn de stejar au prezentat arsuri, ruperea fibrelor de lemn și fisurare a lemnului, în special în cazul aplicării metodei *V-Carve* și metodei combinate aplicate pentru modelul 2, cu ciorchinele de strugure și frunza de viță de vie.

Materialul îndepărtat de pe suprafață și timpul de prelucrare sunt aspecte importante la prelucrarea materialelor lemnoase, deoarece sunt legate de uzura sculei și de productivitate.

Pentru a calcula suprafața de material prelucrată, s-a utilizat analiza cu programul *ImageJ* pe ornamentele prelucrate pe panourile de MDF, pentru toate variantele.

Corelația dintre suprafața prelucrată și timpul de procesare pentru fiecare model și variantă din planul experimental este prezentată prin diagrama din Fig. 4.5.: metoda de gravare *Engrave* a fost mai rapidă decât toate celelalte metode, indiferent de freza utilizată. Gravura cu freza cu unghi de 120°, în general, a îndepărtat mai mult material de suprafață în comparație cu celelalte metode de prelucrare și a necesitat timpi de procesare mai scurți decât metoda *V-Carve*.

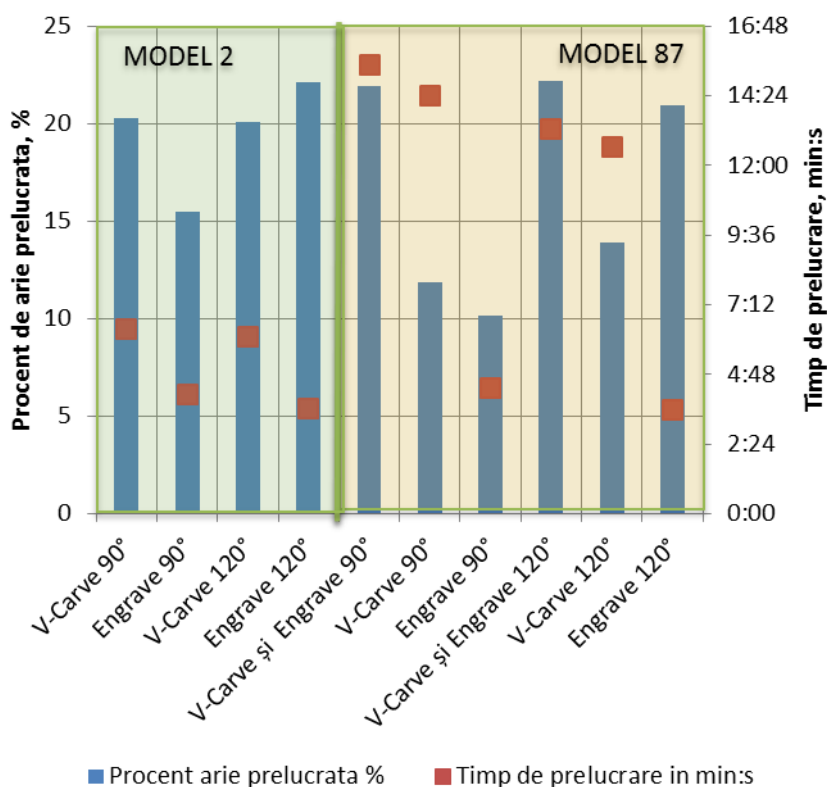


Fig. 4.5. Corelația dintre suprafața prelucrată și timpul de procesare pentru modelul 2 și modelul 87.

Concluzia generală a acestei cercetări este faptul că fiecare tip de ornament are nevoie de o analiză individuală pentru a determina cel mai potrivit tip de proces, material și sculă. MDF a arătat cea mai bună calitate a suprafeței și reproducerea exactă a ambelor tipuri de motive, în comparație cu lemnul masiv de stejar.

4.3.2. Cercetări experimentale privind frezarea CNC a motivelor tradiționale pe lemn de paltin (*Acer pseudoplatanus L.*)

Aplicând concluziile cercetărilor din Subcapitolul 4.3.1, s-a continuat cercetarea experimentală pe lemnul de paltin, o specie cu structură uniformă și densitate mai mică decât cea a lemnului de stejar, recomandată pentru lucrările de ornamentare prin sculptare, alegând de această dată un model mai complex, cusut în cruciulițe, care să conțină în desenul transpus zone mai extinse cu contur închis, destinate unei analize mai minuțioase asupra calității lemnului prelucrat prin metoda *V-Carve*.

De asemenea, s-a avut în vedere o analiză de evaluare suplimentară a uzurii sculei, influențată de traseul de procesare a sculei pentru aşchiera materialului lemnos, în funcție de metoda aplicată: gravare (*Engrave*), sau sculptare (*V-Carve*), utilizând freza cu unghi de 90°, care oferă, conform concluziilor de până acum, o transpunere mai corectă a modelului pe suprafața lemoasă.

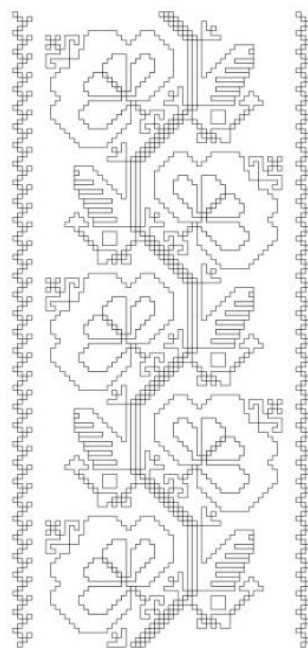
Pentru această analiză s-a selectat din baza de date a motivelor tradiționale din patrimoniul textil, prezentate în Tabelul 3.1., modelul cu numărul 33 (Fig. 4.6.), care oferă, pe lângă zone largi cuprinse în contur închis, un contrast bine vizibil între două culori, respectiv vișiniu și bej.

Conturul modelului 33 (Fig. 4.6.b) a fost prelucrat la CNC în două moduri: prin metoda de gravare (*Engrave*), cu o adâncime constantă de 3 mm, aplicată atât pentru liniile închise cât și pentru cele deschise și prin metoda de sculptare (*V-Carve*), aplicată numai pentru liniile închise, cu o adâncime variabilă, între 1 mm și 3 mm pentru suprafață și cu adâncimea de 3 mm pentru contur. Ceilalți parametri ai procesului de frezare au fost: viteza de rotație 15.000 rot/min și viteza de avans 6 m/min, regimul de frezare ales pe baza recomandărilor pentru specii lemnoase cu densități apropiate de cea a paltinului într-un studiu comprehensiv (Çakiroğlu *et al.*, 2019), acesta indicând o viteză de rotație de 14.000 rot/min și viteza de avans 7 m/min pentru un parametru de rugozitate Rz cu valoarea cea mai mică.

Pentru cercetarea experimentală au fost folosite 20 de panouri de paltin cu dimensiunile de 300 mm x 200 mm x 11 mm, umiditatea de 11% și densitatea medie de 615 kg/m³.



a



b

Fig 4.6. Modelul 33 din baza de date a motivelor digitizate: a - Fotografia obiectului textil; b - Conturul ornamentului, utilizat pentru frezarea pe lemn de paltin.

Tipul de sculă aleasă a fost CMT Orange Tools 915.817.11 cu unghi de 90° (Fig. 4.7., Fig. 4.8.). Aceste scule cu două muchii tăietoare oferă o gamă largă de posibilități de prelucrare a lemnului, realizând

tăieri curate. Sunt realizate din oţel super-rezistent Fatigue Proof® cu muchii de tăiere cu vârf din carbură de wolfram (CMT Orange Tools).



Fig. 4.7. Zona W de investigare a uzurii sculei (Lungu *et al.*, 2021c).

Pentru a studia uzura bruscă a sculei, s-au prelucrat cele 20 de panouri cu CNC-ul model ISEL GFV. Pentru fiecare panou a fost aplicată metoda *Engrave* pe o față și *V-Carve* pe cealaltă față, utilizându-se două freze noi, una pentru metoda *Engrave* și cealaltă pentru metoda *V-Carve*.



Fig. 4.8. Zona W rotită cu 90° de investigare a uzurii sculei (Lungu *et al.*, 2021c).

Traseul sculei a fost calculat automat de software-ul *Linux CNC* versiunea 2.7.0.

Investigarea ornamentelor obținute pe lemn s-a realizat prin compararea suprafețelor prelucrate prin cele două variante de frezare, *Engrave* și *V-Carve*, din două puncte de vedere: estetic și calitativ. Pierderea de masă a lemnului după prelucrarea CNC a ornamentelor cu cele două metode a fost, de asemenea, determinată.

Investigația stereomicroscopică a arătat faptul că după prelucrarea ornamentelor pe cele 20 de panouri a apărut uzura.

Distanța parcursă de freză pentru prelucrarea ornamentului, calculată de software-ul *Linux CNC* a fost de 19.165,4 mm când a fost aplicată metoda *Engrave* și de 49.741,4 mm când a fost aplicată metoda *V-Carve* pentru frezarea CNC. Calculând întreaga lungime a drumurilor pentru cele 20 de ornamente prelucrate, a rezultat un traseu de 383,3 m lungime pentru ornamentul obținut prin gravare și 994,8 m pentru varianta sculptată. Cercetări similare asupra pinului de Alep (*Pinus Halepensis* L.) au concluzionat că degradarea muchiiilor a avut loc la o lungime de tăiere de 850 m cu uzură bruscă la aproximativ 200 m (Aknouche *et al.*, 2009).

S-a observat că la frezarea prin metoda *Engrave*, uzura afectează mai mult zona muchiei de tăiere, în timp ce prin metoda *V-Carve* procentul de uzură a vârfului sculei este mai mare. Acest lucru se poate explica prin diferitele zone de contact dintre scule și lemn pentru cele două cazuri, diferența fiind pentru suprafața interioară a ornamentului, unde adâncimea de tăiere variază între 1 mm și 3 mm, iar vârful sculei este implicat în procesul de frezare.

Corelațiile dintre lungimile traseului sculei calculate pentru 20 de ornamente prelucrate, timpii de prelucrare corespunzători și masele lemnului îndepărtat sunt prezentate în Fig. 4.9.

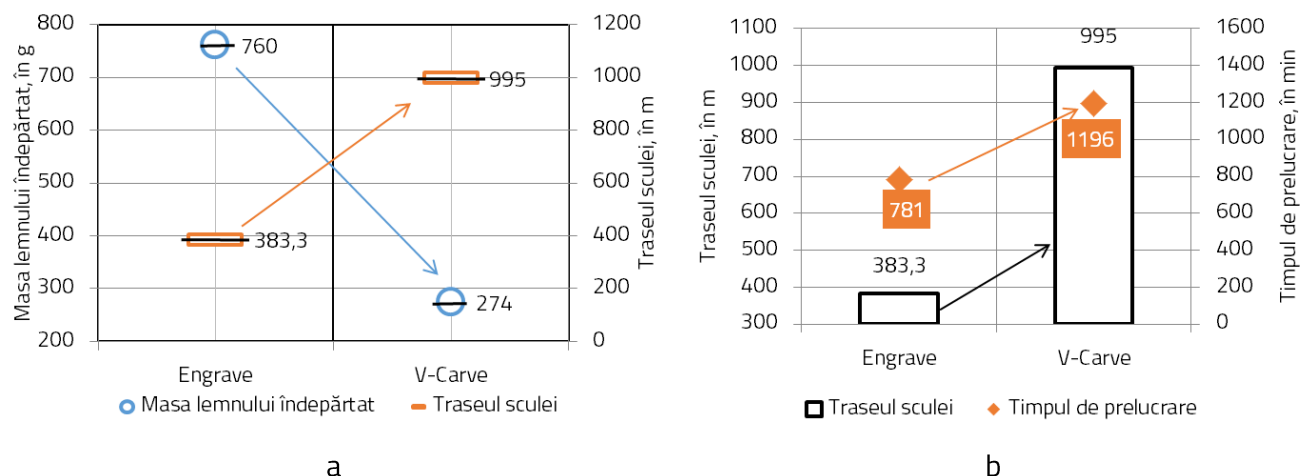


Fig. 4.9. Comparație între metodele *Engrave* și *V-Carve* aplicate la prelucrarea CNC a ornamentelor pe suprafața lemnului de paltin prin corelația dintre: a- masa lemnului îndepărtat și lungimea traseului sculei; b - lungimea traseului sculei și timpul de prelucrare.

La prelucrarea prin metoda *V-Carve* s-a observat că în zonele în care adâncimea de prelucrare este de doar 1 mm, apar prelucrări parțiale ale modelului, în cazul în care panoul nu este perfect plan. De aceea, o condiție obligatorie la frezarea CNC cu această metodă este aceea de calibrare a panoului din lemn masiv.

Ca și în experimentul pe lemn de stejar și panou de MDF, s-au ales pentru frezare pe lemn de paltin cu ajutorul CNC și două modele din patrimoniul textil cusute prin brodată pe plin, respectiv modelele 64 (Fig. 4.10.c și Fig. 4.11.c) și 65 (Fig. 4.10.b și Fig. 4.11.b). De asemenea, s-a ales un motiv tradițional foarte complex obținut prin tehnica de coasere în cruce, respectiv modelul 8 (Fig. 4.10.a și Fig. 4.11.a), la care alternează zone cu contur închis de dimensiuni reduse cu zone cu contur închis, pentru a proba dacă metoda *V-Carve* se poate aplica și în acest caz, ca pentru motivul cu numărul 33, analizat anterior.



Fig. 4.10. Motive supuse celei de a doua cercetări: a - modelul 8; b - modelul 65; c - modelul 64.

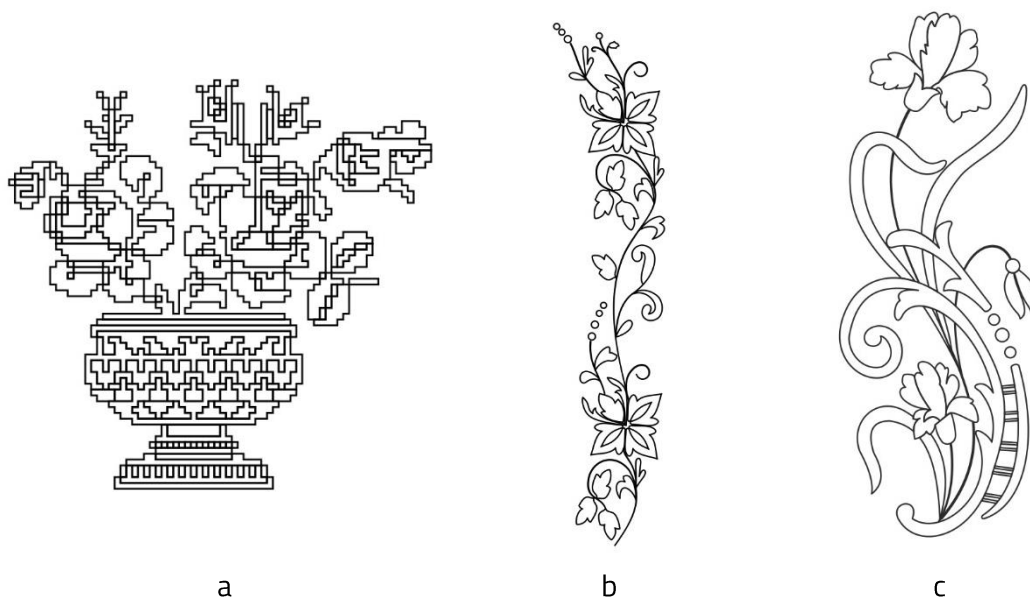


Fig. 4.11. Digitizarea motivelor supuse celei de a doua cercetări: a - modelul 8; b - modelul 65; c - modelul 64.

Procesul de simulare a arătat că metoda *V-Carve* nu a fost una adecvată, deoarece motivele nu au fost prelucrate complet, din cauza prezenței contururilor deschise din desen. Cu o combinație de metode *V-Carve* și *Engrave*, ornamentele apăreau foarte aglomerate.

Aplicarea metodei *Engrave* pentru prelucrarea reală pe CNC a avut ca rezultat imaginile din Fig. 4.12.a1, Fig. 4.13.a1 și Fig. 4.14.a1 pentru gravare cu freza cu unghi de 90° și Fig. 4.12.b1, Fig. 4.13.b1 și Fig. 4.14.b1, pentru gravare cu freza cu unghi de 120° . În urma prelucrării panourilor, prin analiza detaliilor prezentate în Fig. 4.12.a2 și b2, Fig. 4.13.a2 și b2 și Fig. 4.14.a2 și b2, s-au observat diferențe notabile la utilizarea frezelor V cu unghiurile de 90° și 120° .

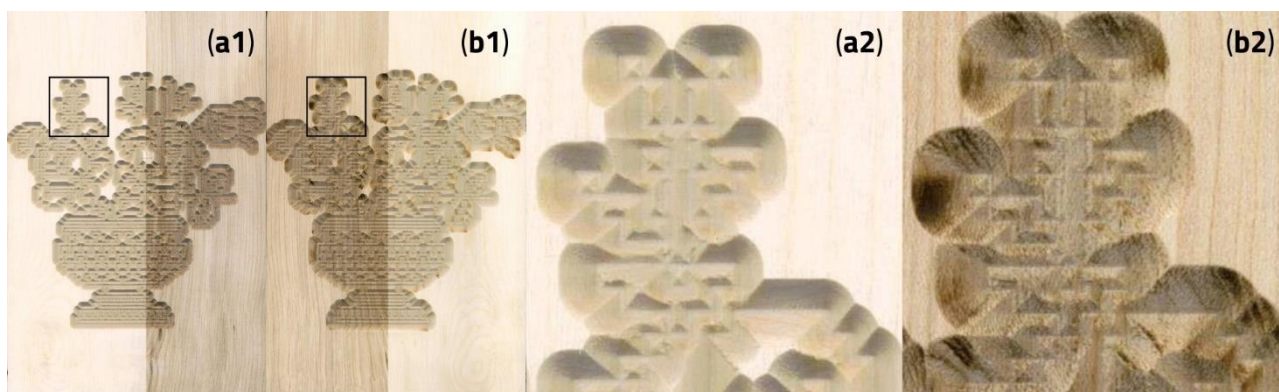


Fig. 4.12. Frezare CNC a modelului 8: a1 - *Engrave* 90° ; a2 - Detaliu pentru *Engrave* 90° ; b1 - *Engrave* 120° ; b2 - Detaliu pentru *Engrave* 120° .

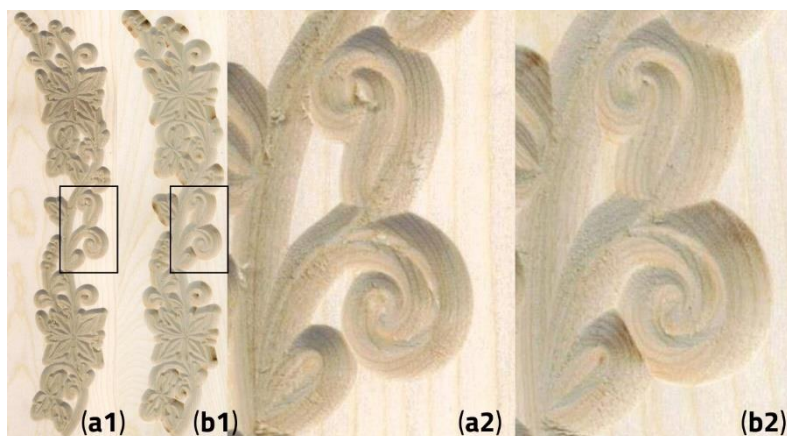


Fig. 4.13. Frezare CNC a modelului 65: a1 - *Engrave* 90°; a2 - Detaliu pentru *Engrave* 90°; b1 - *Engrave* 120°; b2 - Detaliu pentru *Engrave* 120°.

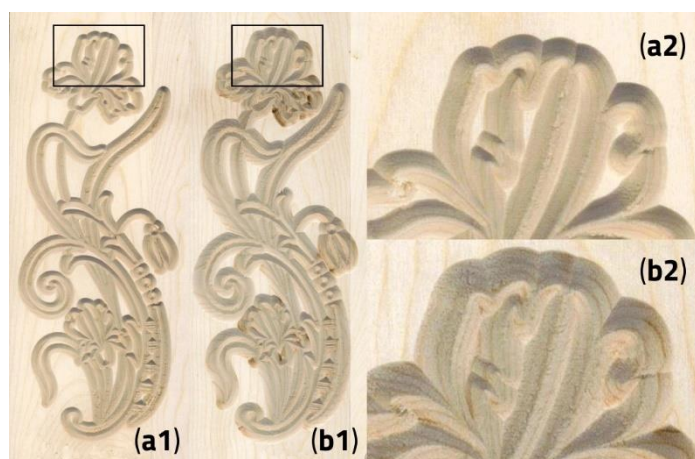


Fig. 4.14. Frezare CNC a modelului 64: a1 - *Engrave* 90°; a2 - Detaliu pentru *Engrave* 90°; b1 - *Engrave* 120°; b2 - Detaliu pentru *Engrave* 120°.

Software-ul de simulare a frezării ornamentelor pe maşinile cu comandă numerică oferă posibilitatea de a selecta sculele și metodele adecvate și de a elimina variantele nesatisfăcătoare, așa cum s-a întâmplat în cazul ornamentelor complexe unde alternează contururi închise, semi-închise și deschise, respectiv motivele tradiționale 8, 64 și 65. Pentru acestea, simularea a indicat ca nesatisfăcătoare metoda de prelucrare *V-Carve*.

Prelucrarea pe suprafața lemnoasă oferă imaginea completă din punct de vedere estetic și al calității suprafeței. În cazul ornamentelor complexe, pentru care digitizarea motivelor tradiționale a impus realizarea unor desene cu contururi închise, semi-închise și deschise, frezarea prin sculptare cu metoda *V-Carve* nu este recomandată, iar metoda de gravare *Engrave* realizează o aglomerare a liniilor ornamentului, astfel încât percepția acestuia este greoaie. Pentru acest tip de modele complexe este necesară aplicarea unei alte tehnologii de ornamentare și în acest sens se va studia într-un capitol următor posibilitatea de utilizare a gravării cu laser.

4.4. Influenţa unghiului de frezare în raport cu direcţia fibrelor lemnului asupra calităţii suprafeţei lemnului

În timpul frezării pe CNC a ornamentelor din cercetarea experimentală prezentată în Subcapitolul 4.3, s-a observat că apar fibre ridicate şi rupturi în anumite zone prelucrate, atât pe conturul curb, cât şi pe cel drept al modelului.

Pentru a putea compara comportamentul celor cinci specii selectate, se va studia influenţa direcţiei de prelucrare a frezei faţă de fibra longitudinală a lemnului, evaluând calitatea suprafeţei frezate la unghiuri de 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° şi 90° faţă de direcţia fibrei, la nivel macroscopic pentru contur curb şi prin măsurarea parametrilor de rugozitate pentru prelucrarea în linie dreaptă.

4.4.1. Studiu privind calitatea suprafeţei prelucrate la frezarea conturului curb

Panouri din lemn din cele cinci specii selectate la subcapitolul 4.1. cu dimensiunile de $300\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 18\text{ mm}$, având conţinutul de umiditate între $7,3\%$ şi $11,2\%$, calibrate cu abraziv cu granulaţia 60 pentru a asigura planeitatea suprafeţei în câmpul de toleranţă $\pm 0,15\text{ mm}$, au fost utilizate ca suport de bază pentru frezarea CNC a unui cerc cu raza de 90 mm .

Studiul a presupus investigarea la nivel vizual a calităţii suprafeţei frezate, în funcţie de poziţia sculei faţă de direcţia fibrei lemnului, calculată ca valoare unghiulară în funcţie de unghiul la centru al cercului.

Scopul studiului a fost acela de a vizualiza, pe cercurile frezate pe CNC, defecte care apar în timpul procesului de prelucrare. Aceste zone defectuoase din punct de vedere calitativ sunt marcate pe cerc în funcţie de unghiul la centru al cercului, cu albastru pentru unghiuri negative şi cu roşu pentru unghiuri pozitive (Fig. 4.15).

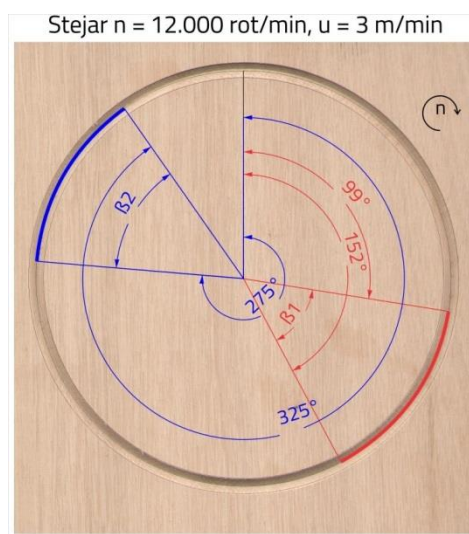
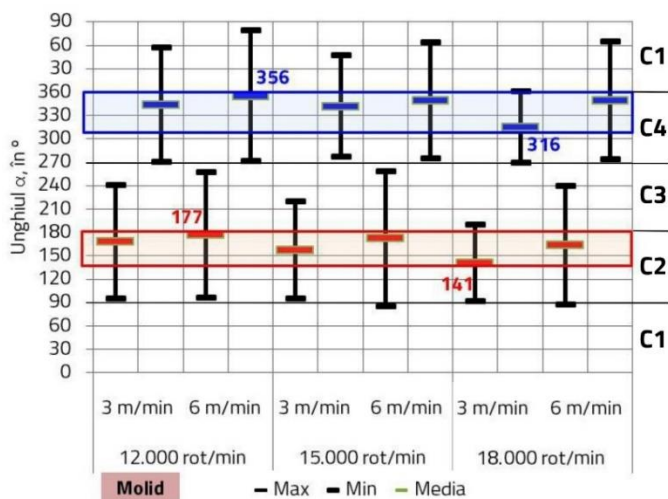
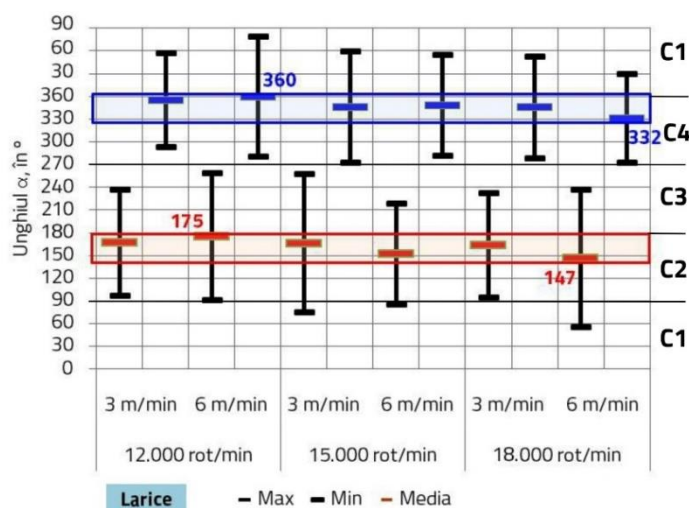


Fig 4.15. Imaginea scanată a panoului de stejar cu cercul prelucrat CNC pe suprafaţa lemnului şi evidenţierea zonelor vizibile în care apar defecte de prelucrare.

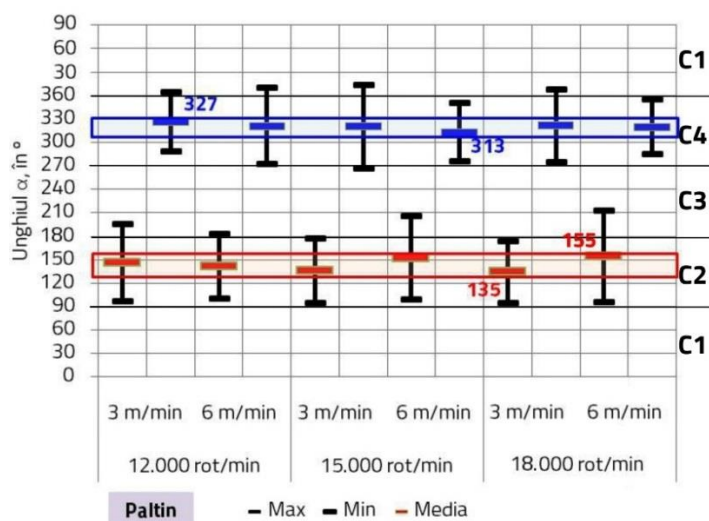
În Fig. 4.15. este prezentat un exemplu pentru stejar, unde cercul a fost prelucrat la CNC în direcția acelor de ceasornic. Mărimea zonei afectate calitativ este egală cu lungimea arcului (L), în milimetri, calculată prin înmulțirea razei cercului (r), în milimetri, cu unghiul din centrul cercului (β), în grade.



a



b



c

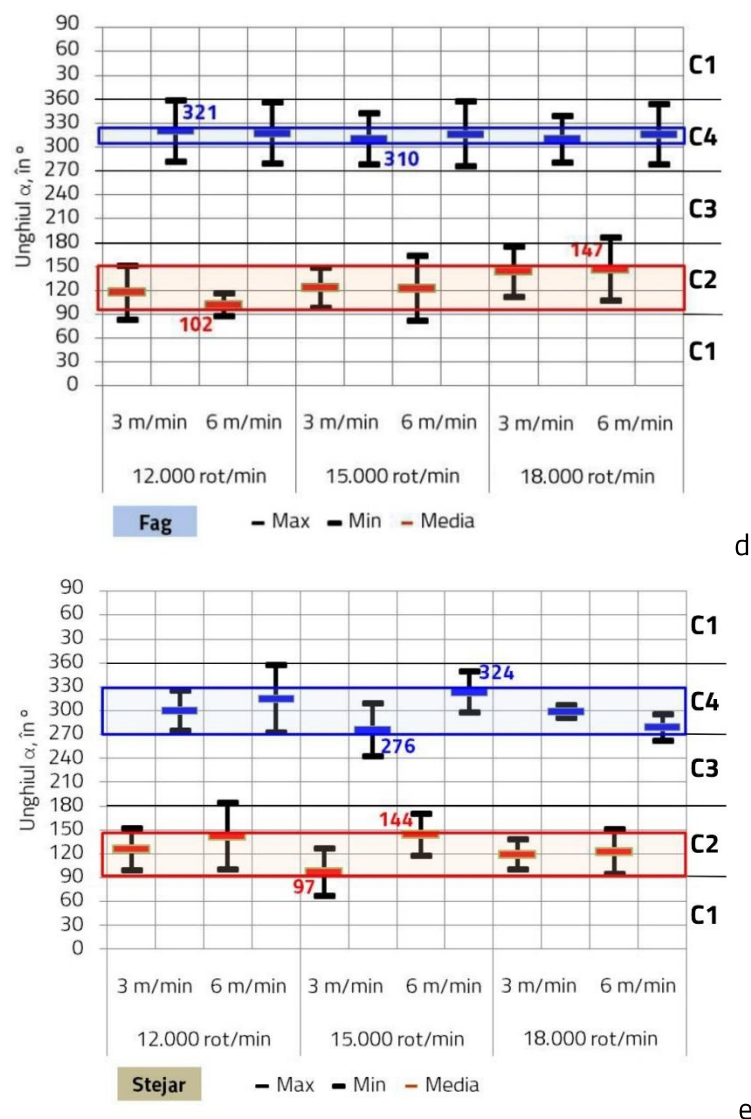


Fig 4.16. Reprezentarea grafică a limitelor și valorilor medii ale unghiurilor la centru pentru care au fost observate suprafețe defectuoase pentru lemnul de: a - molid; b - larice; c - paltin; d - fag; e - stejar.

Reprezentarea grafică din Fig. 4.16. arată răspândirea zonelor unde se observă fibre brute și ridicate, corelate cu limitele și valorile medii ale unghiurilor din centrul modelului circular.

4.4.2. Studiu privind calitatea suprafeței prelucrate la frezarea în line dreaptă

Un total de 42 de mostre au fost disponibile din fiecare specie de lemn testată pentru măsurare, respectiv molid, larice, paltin, fag și stejar.

Măsurătorile parametrilor de rugozitate nu s-a putut realiza în final pe probele de molid, datorită ruperii lemnului pe porțiuni mari ale marginii epruvetelor.

Unghiurile de frezare în raport cu direcția fibrelor lemnului au fost de 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° și 90°. Probele au fost decupate din panouri (Fig. 4.17.).

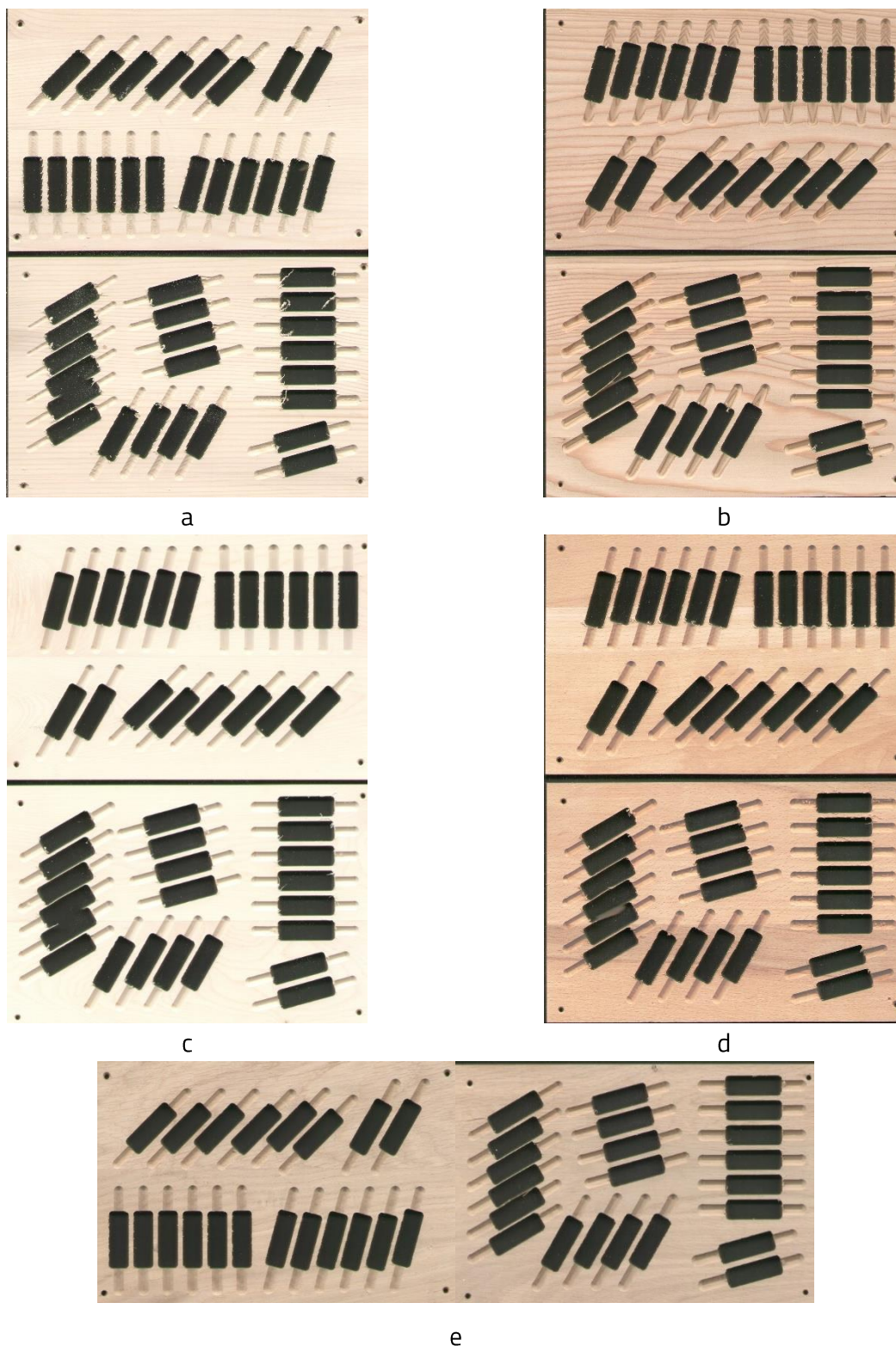


Fig 4.17. Panourile din care au fost tăiate mostrele pentru măsurarea rugozităţii: a - molid; b - larice; c - paltin; d - fag; e - stejar.

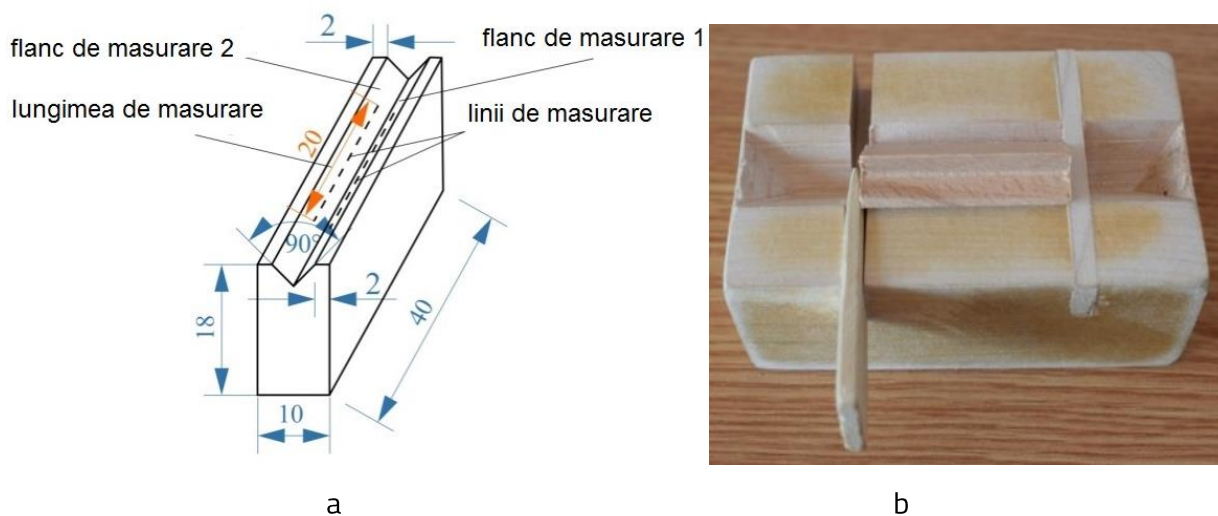


Fig 4.18. Evaluarea calităţii suprafeţelor: a - modul de măsurare a epruvetei; b - dispozitivul de aşezare a piesei, pentru măsurarea rugozităţii perpendicular pe flanc.

Calitatea suprafeţii probelor (Fig. 4.18.) a fost evaluată utilizând profilometrul MarSurf XT20. Au fost efectuate un total de 6 măsurători pentru fiecare combinaţie de frezare. Următorii parametri de rugozitate au fost utilizaţi pentru evaluarea calităţii suprafeţelor frezate pe CNC: Ra (abaterea medie aritmetică a profilului de rugozitate), Rv (adâncimea maximă a profilului de rugozitate), Rsk, definit si ca skewness al profilului (asimetria funcţiei densităţii de probabilitate faţă de linia medie), Wa (abaterea medie aritmetică a profilului ondulaţiei) conform ISO 4287 (2009) şi Rk (rugozitatea centrală a profilului), Rpk (înălţimea redusă a vârfulor profilului de rugozitate), Rvk (adâncimea redusă a văilor profilului de rugozitate) conform ISO 13565-2 (1998).

Aşa cum se poate observa în Fig. 4.19., rezultatele măsurării parametrului de rugozitate Ra (abaterea medie aritmetică a profilului) indică cele mai mari valori pentru lemnul de larice (Fig. 4.19.a).

Valori mari ale acestui parametru de rugozitate le-a înregistrat şi lemnul de stejar (Fig. 4.19.d).

Rezultatele obţinute pentru acest parametru sunt în acord cu concluziile unei alte cercetări (Sütçü şi Karagöz, 2013), care au arătat că efectul structurii eterogene a lemnului asupra calităţii suprafeţii este inevitabil în funcţie de structura anatomică, având ca rezultat variaţii substanţiale între măsurători, lucru ce se poate observa în reprezentarea deviaţiei standard pentru larice şi stejar în graficele din Fig. 4.19.a şi Fig. 4.19.d.

Se observă că pentru speciile omogene din punct de vedere anatomic, (Fig. 4.19.b) şi (Fig. 4.19.c), diferenţele dintre valorile Ra pentru cele două viteze de avans sunt mici.

Pentru fag, viteza de avans de 3 m/min pare mai avantajoasă din punct de vedere al calităţii suprafeţii.

În teză sunt prezentate şi rezultatele pentru parametrii de rugozitate Rk, Rv, Rvk, Rpk, Rsk şi ondulaţia suprafeţii, exprimată prin Wa, pentru cele patru specii lemnoase luate în calcul în această cercetare.

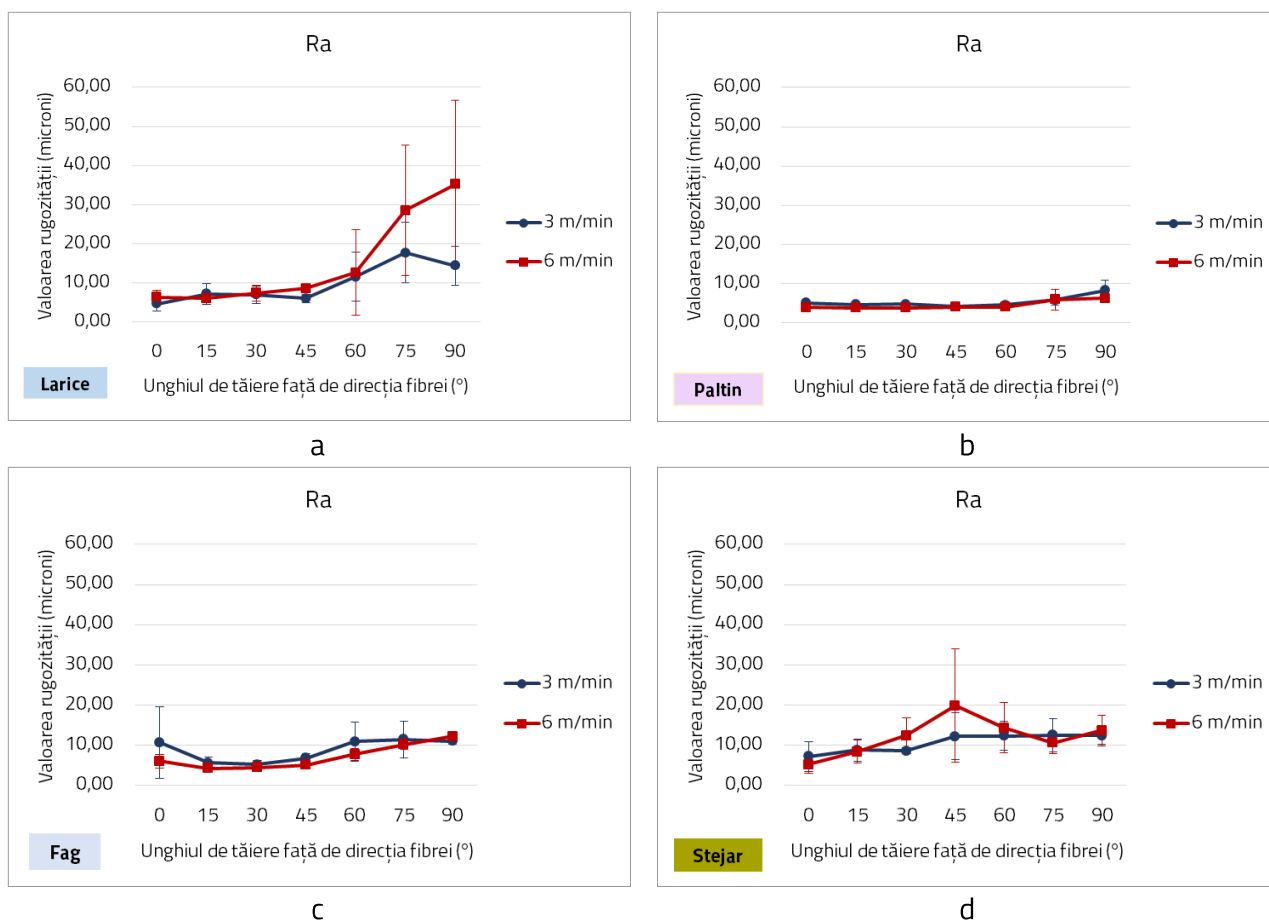


Fig 4.19. Valorile medii ale parametrului Ra, pentru prelucrările pe CNC cu două viteze de avans și șapte unghiuri de tăiere față de direcția fibrei, evaluate pentru: a - larice; b - paltin; c - fag; d - stejar.

4.5. Cercetări privind posibilitatea aplicării metodei combinate de frezare și colorare

În cadrul acestei cercetări s-au investigat metode de colorare și finisare, astfel încât ornamentația originală, preluată din patrimoniul textil, să iasă în evidență în decorarea mobilierului finisat. S-au utilizat două metode de colorare.

4.5.1. Colorarea suprafeței de bază

Pentru colorarea suprafeței s-a utilizat o soluție de colorare de culoarea nucului. Înainte de aplicare, suprafața lemnului s-a șlefuit, iar după uscare s-a prelucrat modelul prin frezare pe CNC cu metoda *Engrave* (Fig. 4.20.a) și cu metoda *V-Carve* (Fig. 4.20.c), apoi s-a aplicat un strat de lac (Fig. 4.20.b și d).

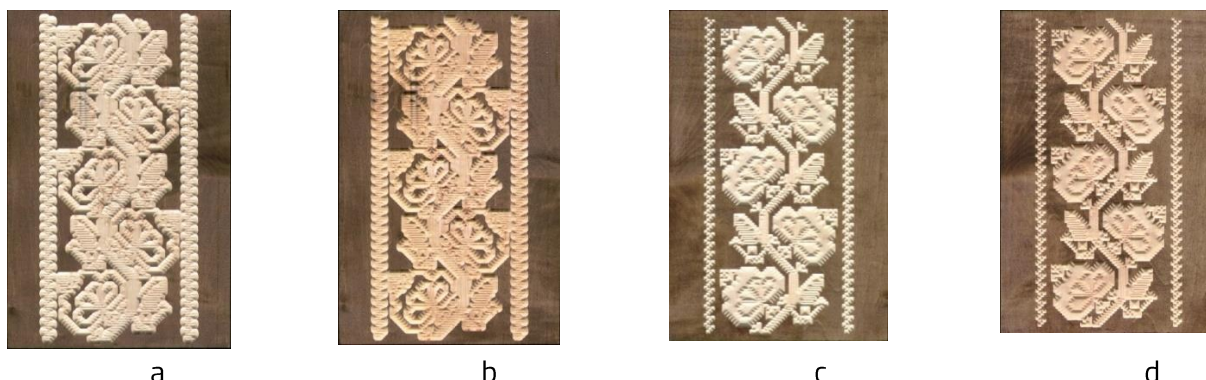


Fig. 4.20. Modelul 33 frezat pe suprafaţă colorată: a - prelucrare la CNC prin metoda *Engrave*; b - lăcuire; c - prelucrare la CNC prin metoda *V-Carve*; d - lăcuire.

Aplicarea metodei *V-Carve* este avantajoasă din punct de vedere estetic, iar contrastul dintre ornament și suportul lemnos face mai vizibil modelul prelucrat prin frezare.

4.5.2. Colorarea ornamentului

Colorarea ornamentului, aplicată după frezarea pe CNC a ornamentului prin cele două metode *Engrave* și *V-Carve* s-a realizat după schema bloc prezentată în Fig. 4.21, pentru cele cinci specii de lemn.

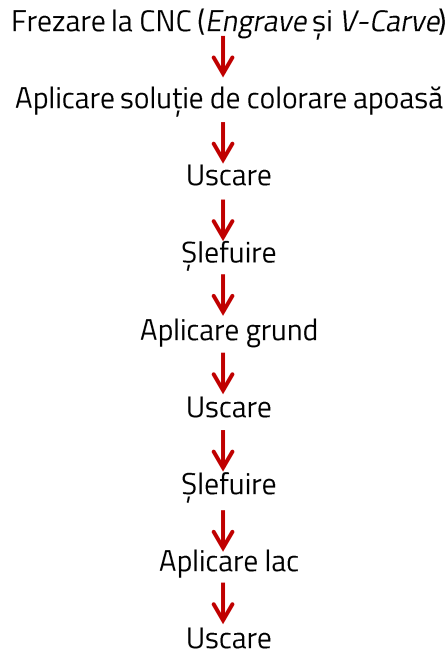
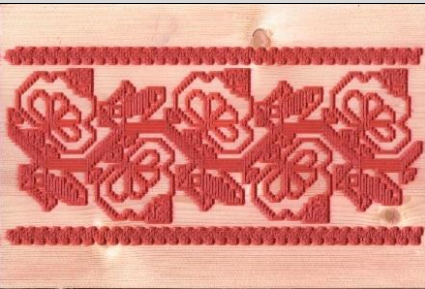





Fig. 4.21. Schema bloc pentru tehnologia de frezare pe CNC, colorare ornament și finisare.

Varianta de colorare a ornamentului a presupus realizarea unui studiu privind grosimea stratului de lemn şlefuit din suportul de bază, pentru îndepărtarea culorii aplicate ornamentului.

Măsurarea grosimii finale s-a realizat după efectuarea ambelor şlefuiuri ale panoului. Rezultatele pentru molid și stejar sunt prezentate în Tabelul 4.2.

Tabelul 4.2. Rezultate obținute pentru frezarea și colorarea ornamentului, urmată de lăcuire

Specia	Metoda	Operația	Imaginea	Grosimea, în mm	Pierdere în grosime*, în mm
Molid	<i>Engrave</i>	Lăcuire		17,89	
Molid	<i>V-Carve</i>	Lăcuire		16,91	0,98
Stejar	<i>Engrave</i>	Lăcuire		19,76	
Stejar	<i>V-Carve</i>	Lăcuire		18,78	0,98

* Valori medii calculate pentru cele 6 puncte de măsurare.

Rezultatele prezentate în Tabelul 4.2. ilustrează faptul că metoda de frezare *V-Carve* aplicată frezării ornamentului, urmată de colorarea modelului și șlefuire pentru îndepărtarea culorii de pe suprafața de bază a lemnului este defectuoasă în cazul molidului și stejarului. Grosimea șlefuită de aproximativ 1 mm pentru ambele fețe, deci în medie 0,5 mm pentru fiecare față a panoului poate îndepărta porțiunile din ornament unde frezarea are adâncimea de 1 mm, mai ales în cazul în care panoul nu este perfect plan.

CAPITOLUL 5. CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND POSIBILITĂȚI DE TRANSPUNERE A MOTIVELOR TRADIȚIONALE PE SUPRAFAȚA MOBILIERULUI PRIN GRAVARE CU LASER

5.1. Echipamente utilizate în cercetare

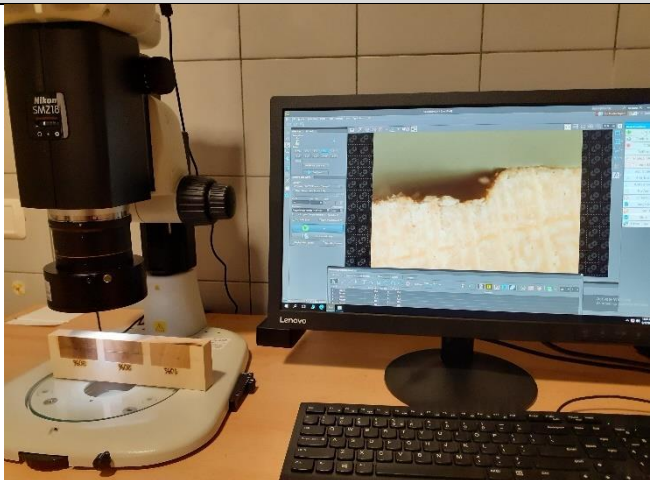
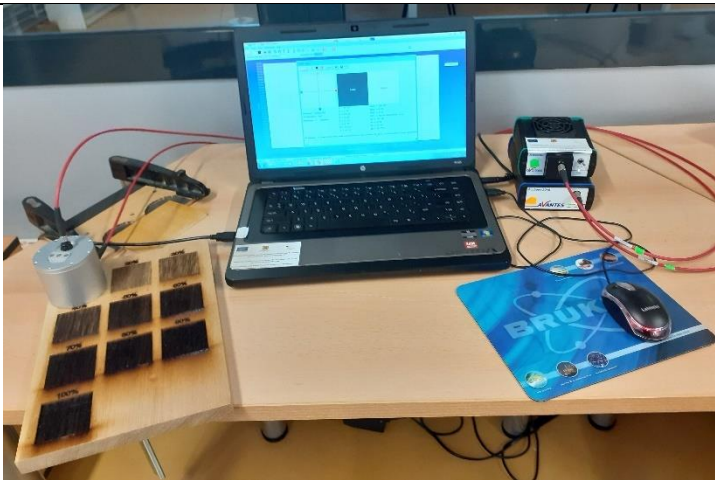

Echipamentele utilizate pentru acest capitol al tezei de doctorat fac parte din dotarea Centrului de cercetare C14 de la ICDT și sunt prezentate în Tabelul 5.1.

Tabelul 5.1. Echipamente utilizate în cercetarea privind prelucrarea cu laser

Operație	Echipament	Producător	Software
Gravare cu laser	OmniBEAM 150 Laser Machining Tool (LMT), având gaz de asistare azot	COHERENT, Santa Clara, California, USA	LaserLink™ CAM importă fișierele și setează parametrii de lucru, iar BEAM HMI controlează tăierea



Investigare microscopică	Stereo-microscop NIKON SMZ 18, cu un raport de mărire de 18 : 1 și interval de mărire între 22,5 și 405	Nikon Instruments, Melville, USA	NIS-Elements Imaging, utilizat pentru înregistrarea imaginilor, măsurători și analize
--------------------------	---	----------------------------------	---

Operație	Echipament	Producător	Software
			
Măsurare culoare	Spectrometru AvaSpec-2048 USB2, sursă de lumină AvaLight Hal și sferă integrată AVA interconectată prin fibre optice	AVANTES, Apeldoorn, Olanda	AvaSoft 7.7.2 Full
			
Investigație chimică prin spectroscopie FTIR	Spectrometru ALPHA, echipat cu unitate de reflectanță totală (ATR)	Ettlingen, Germania	OPUS versiunea 7.2
			

5.2. Studiu privind modificarea culorii prin gravare cu laser

Panouri cu dimensiunile de 300 mm x 200 mm x 19 mm din paltin, fag, molid, larice și stejar au fost gravate cu laser pentru această cercetare experimentală. Câte 10 pătrate de 50 mm x 50 mm au fost gravate pentru fiecare specie și pe fiecare panou, utilizând puteri de la 10% până la 100% din puterea maximă a utilajului, respectiv 150 W (Fig. 5.1.).

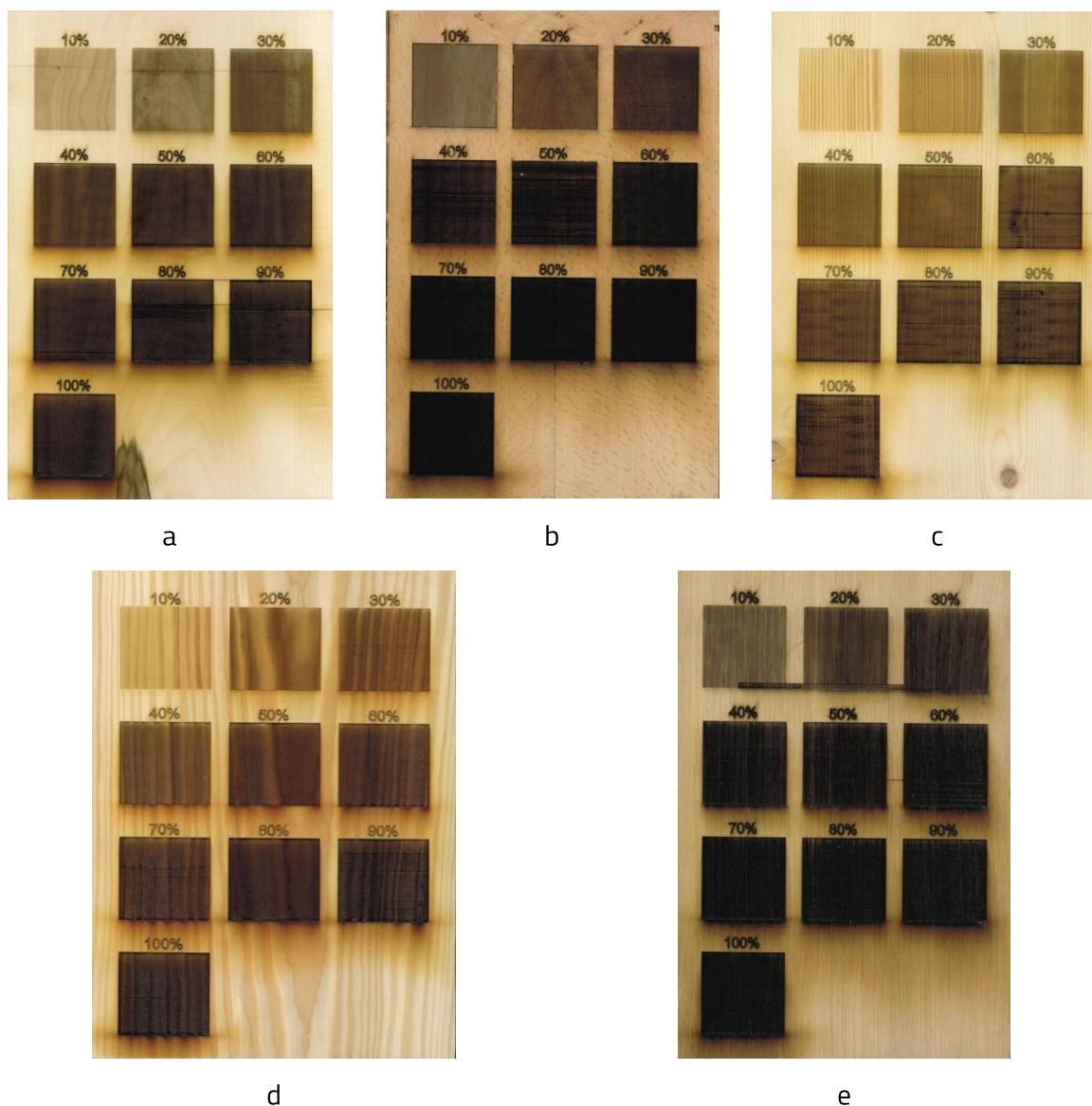


Fig. 5.1. Gravare laser cu diferite puteri pe suprafața lemnului de: a - paltin; b - fag; c - molid; d - larice; e - stejar.

Măsurătorile de culoare s-au realizat cu ajutorul spectrometrului AVANTES 2012. Spațiul de culoare folosit a fost CIE Lab, sistem colorimetric tridimensional, stabilit de Comisia Internațională pentru Iluminare (CIE) în 1976 (Fig. 5.2).

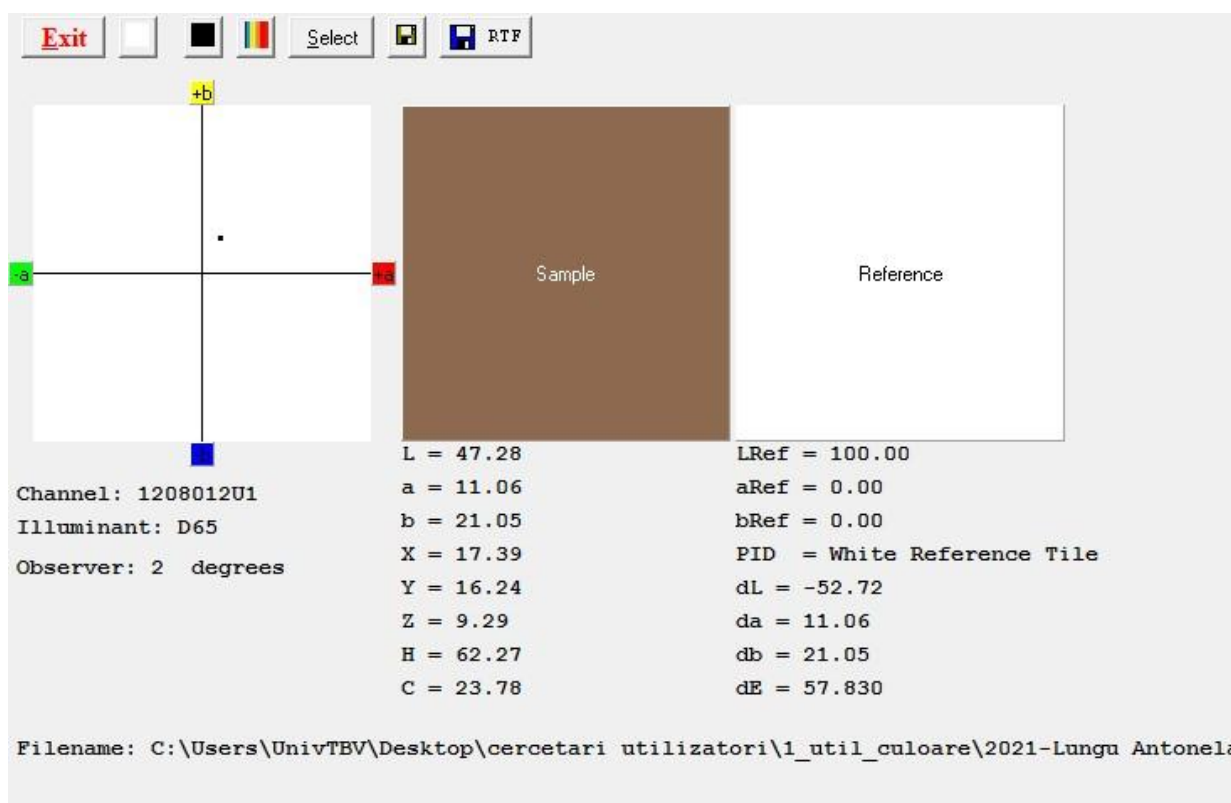


Fig. 5.2. Spațiul de culoare CIE Lab.

Pentru fiecare dintre punctele măsurate s-au înregistrat valorile pentru L , a și b . L determină luminozitatea de la 0 (negru) la 100 (alb), axa a determină componenta cromatică roșu (pozitiv) și verde (negativ), iar axa b specifică componenta cromatică galben (pozitiv) și albastru (negativ).

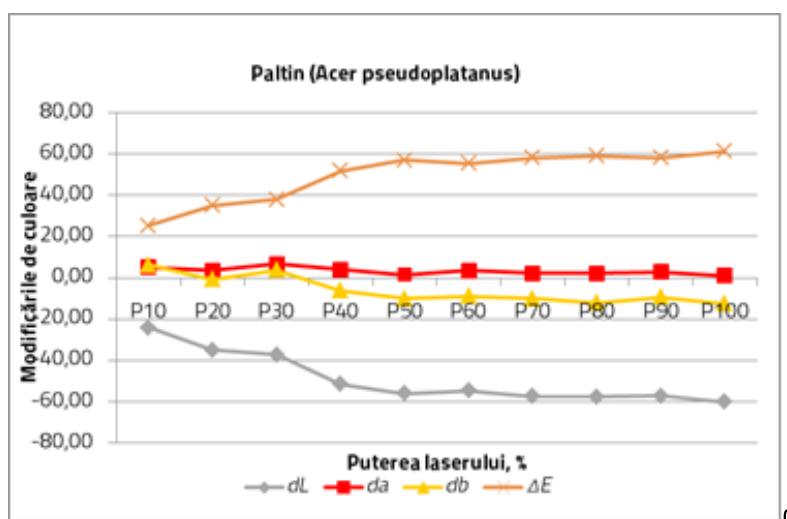
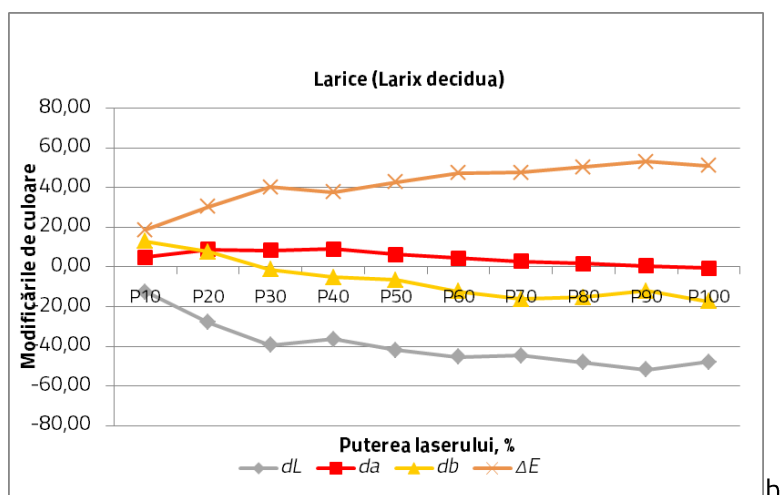
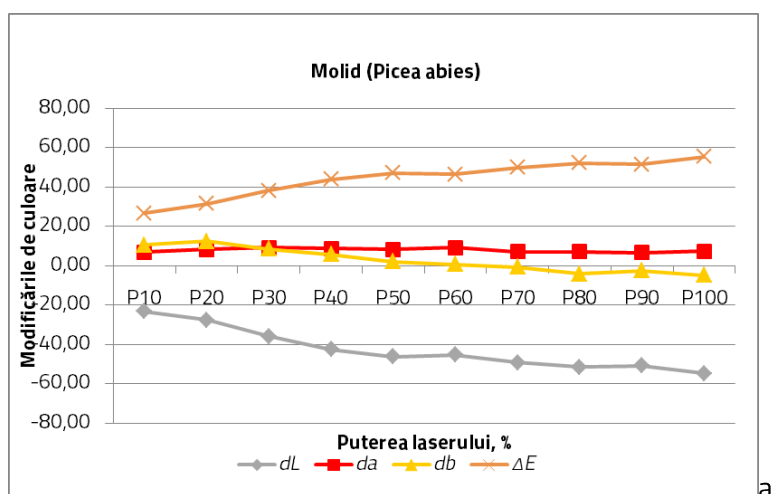
Pentru a evalua diferența dintre două culori, diferența totală de culoare ΔE a fost calculată pentru a exprima distanța între două puncte din sistemul CIE Lab, conform ecuației (5.1):

$$\Delta E = (dL^2 + da^2 + db^2)^{1/2} \quad (5.1)$$

în care, dL este diferența de luminozitate, da este diferența de indice roșu-verde, db diferența de indice galben-albastru, iar ΔE este diferența totală de culoare care a fost calculată (Kubovský și Kacik, 2013).

dL , da și db reprezintă diferențele între media valorilor măsurate după gravarea lemnului și media valorilor pentru proba martor.

Modificările de culoare pentru speciile analizate, în funcție de puterea laserului, sunt prezentate grafic în Fig. 5.3., unde se observă că forma curbelor ΔE este în oglindă față de cea a diferențelor de luminozitate dL (diferențele da și db au doar rolul de a schimba negativitatea rezultatului final).



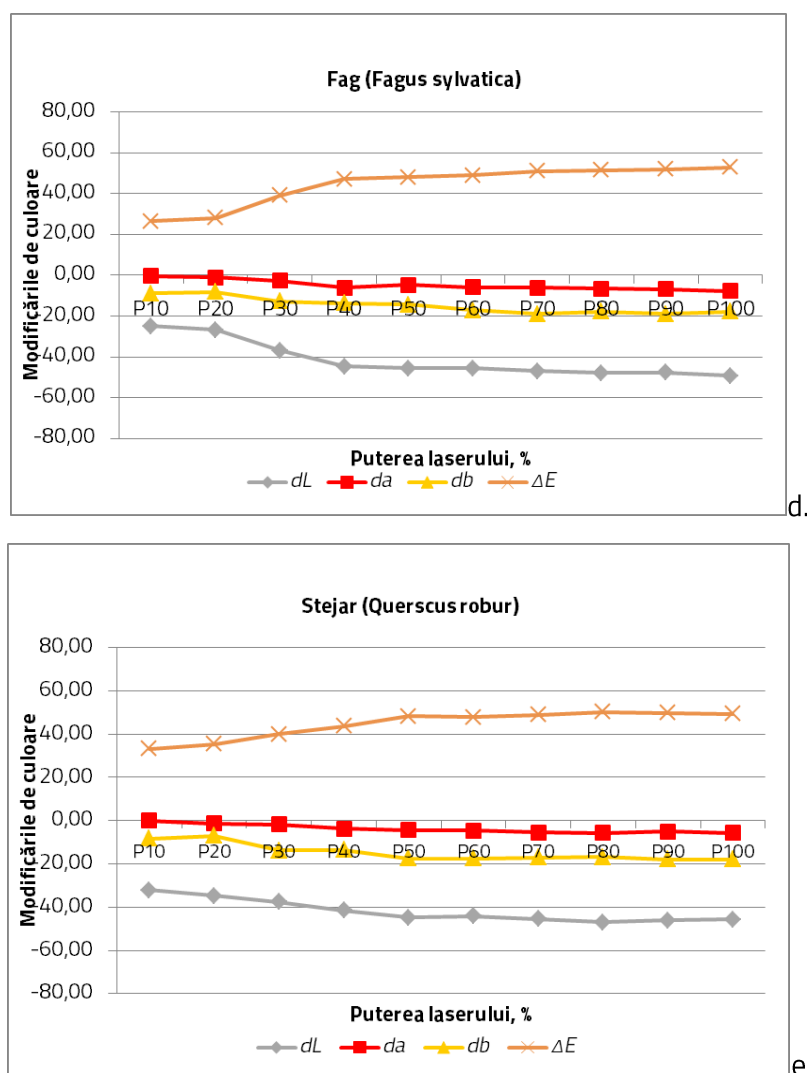


Fig. 5.3. Modificările de culoare după gravarea suprafeței cu laser, pentru cele cinci specii de lemn investigate.

În funcție de puterea razei laser, gravarea a pătruns în lemn pe grosimi diferite, care au fost determinate cu ajutorul stereo-microscopului NIKON SMZ 18 cu magnitudine de 30 x și 60 x.

Imaginile obținute la stereo-microscop pentru măsurarea adâncimilor de gravare sunt prezentate în Fig. 5.4., Fig. 5.5., Fig. 5.6., Fig. 5.7. și Fig. 5.8.

Analizând suprafața lemnului gravată cu laser, după procesarea completă a pătratelor, s-a observat că pe suprafața de bază a panoului au rămas pete de culoare maro în vecinătatea zonei iradiate. Aceste pete trebuie îndepărtate înainte de aplicarea stratului de finisare.

Pentru a determina experimental grosimea stratului îndepărtat prin șlefuire, mai întâi s-a măsurat grosimea panoului în 3 puncte, apoi s-a efectuat operația de șlefuire cu material abraziv cu granulație 100 pe întreaga suprafață, până la îndepărtarea în totalitate a arsurilor de pe suprafața lemnului. S-au măsurat la final grosimile obținute după șlefuire și s-au calculat diferențele față de grosimile inițiale.

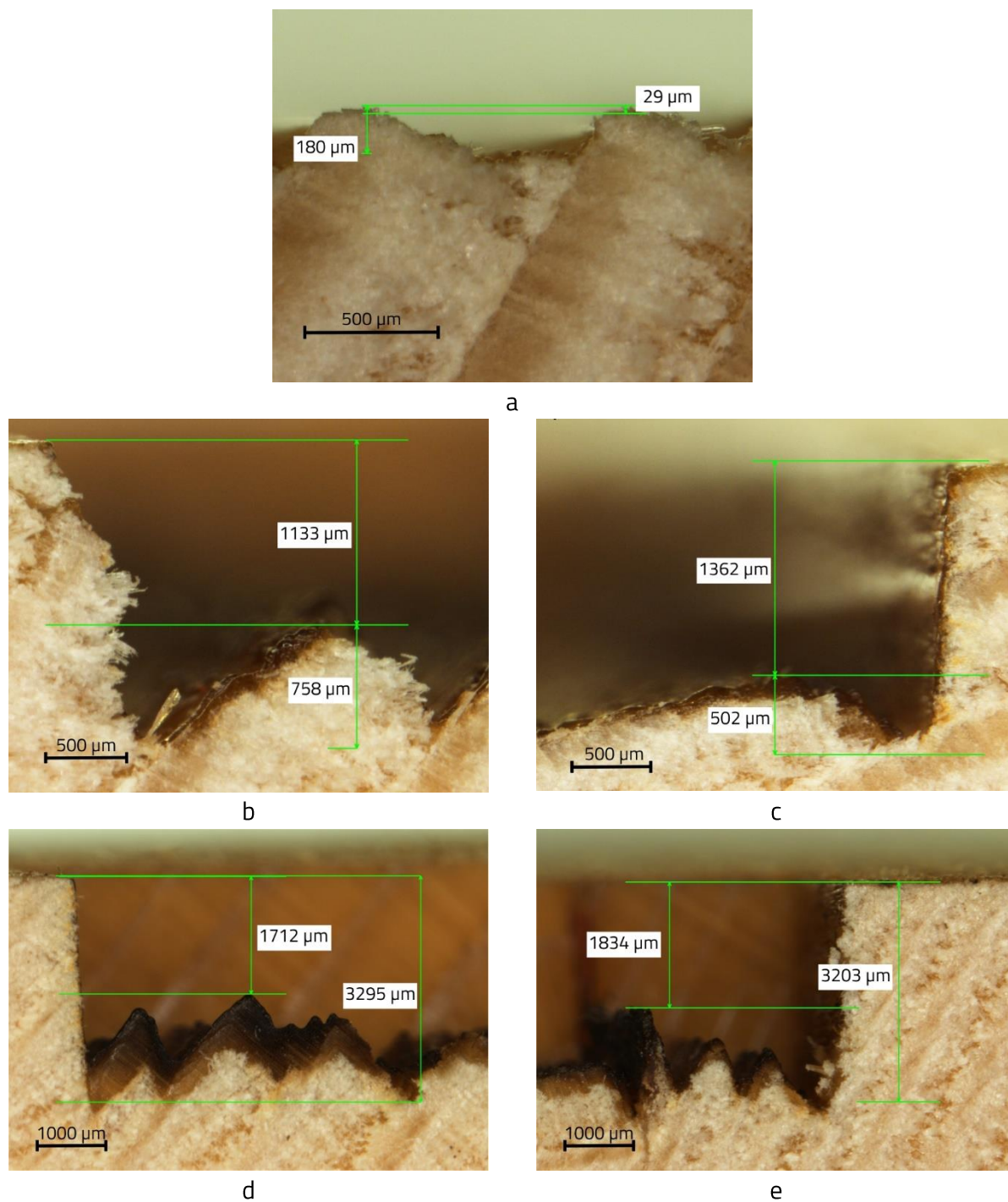


Fig. 5.4. Adâncimea de gravare a lemnului măsurată pentru suprafețe din lemn de molid gravate cu laser cu puterea de: a - 10% (90 \times); b, c - 50% (60 \times); d,e - 100% (30 \times), din puterea maximă a fasciculului laser.

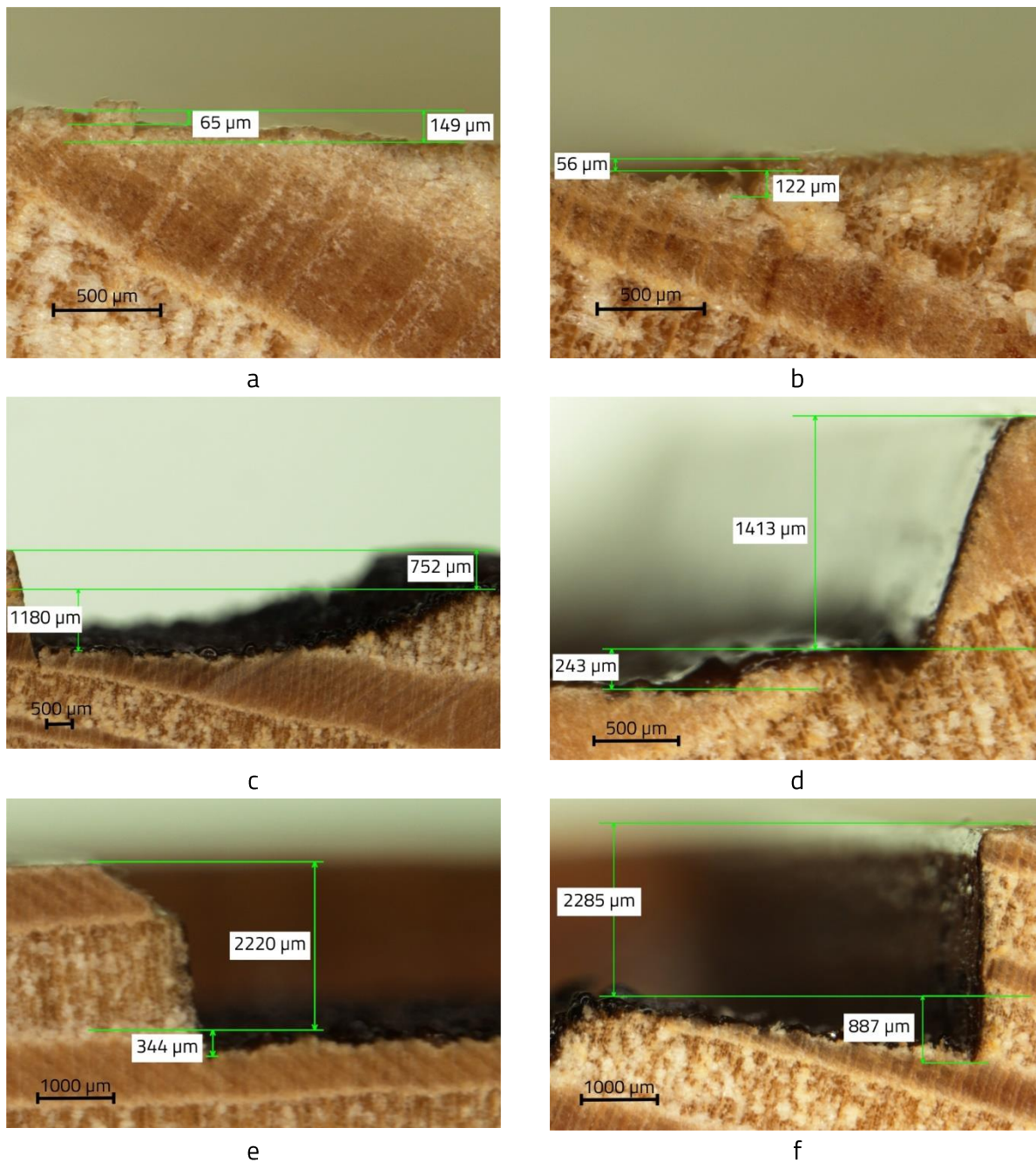


Fig. 5.5. Adâncimea de gravare a lemnului măsurată pentru suprafețe din lemn de larice gravate cu laser cu puterea de: a, b - 10% (90 x); c - 50% (22,5 x); d - 50% (60 x); e, f - 100% (30 x), din puterea maximă a fasciculului laser.

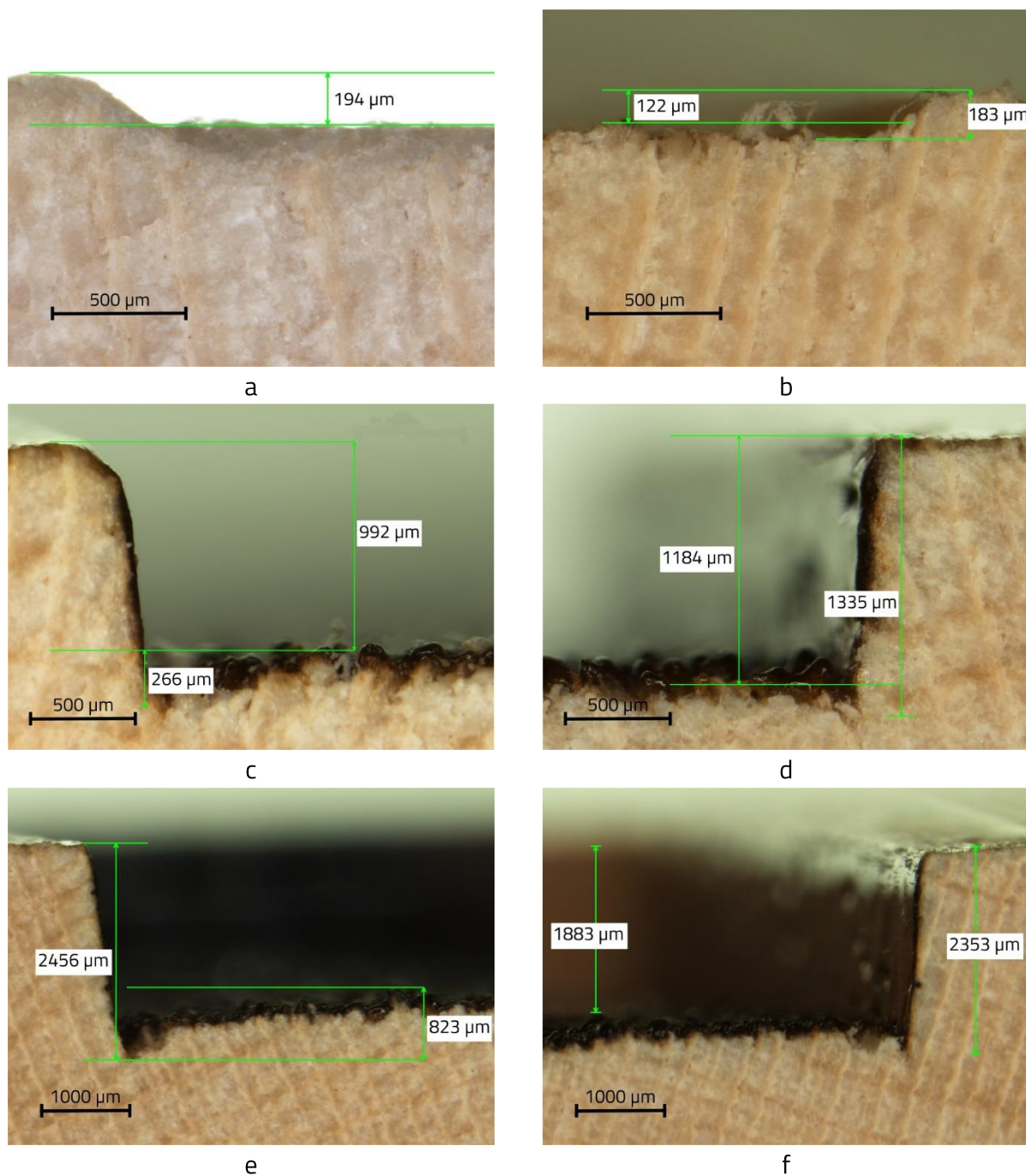


Fig. 5.6. Adâncimea de gravare a lemnului măsurată pentru suprafețe din lemn de paltin gravate cu laser cu puterea de: a, b - 10% (90 \times); c, d - 50% (90 \times); e, f - 100% (30 \times), din puterea maximă a fasciculului laser.

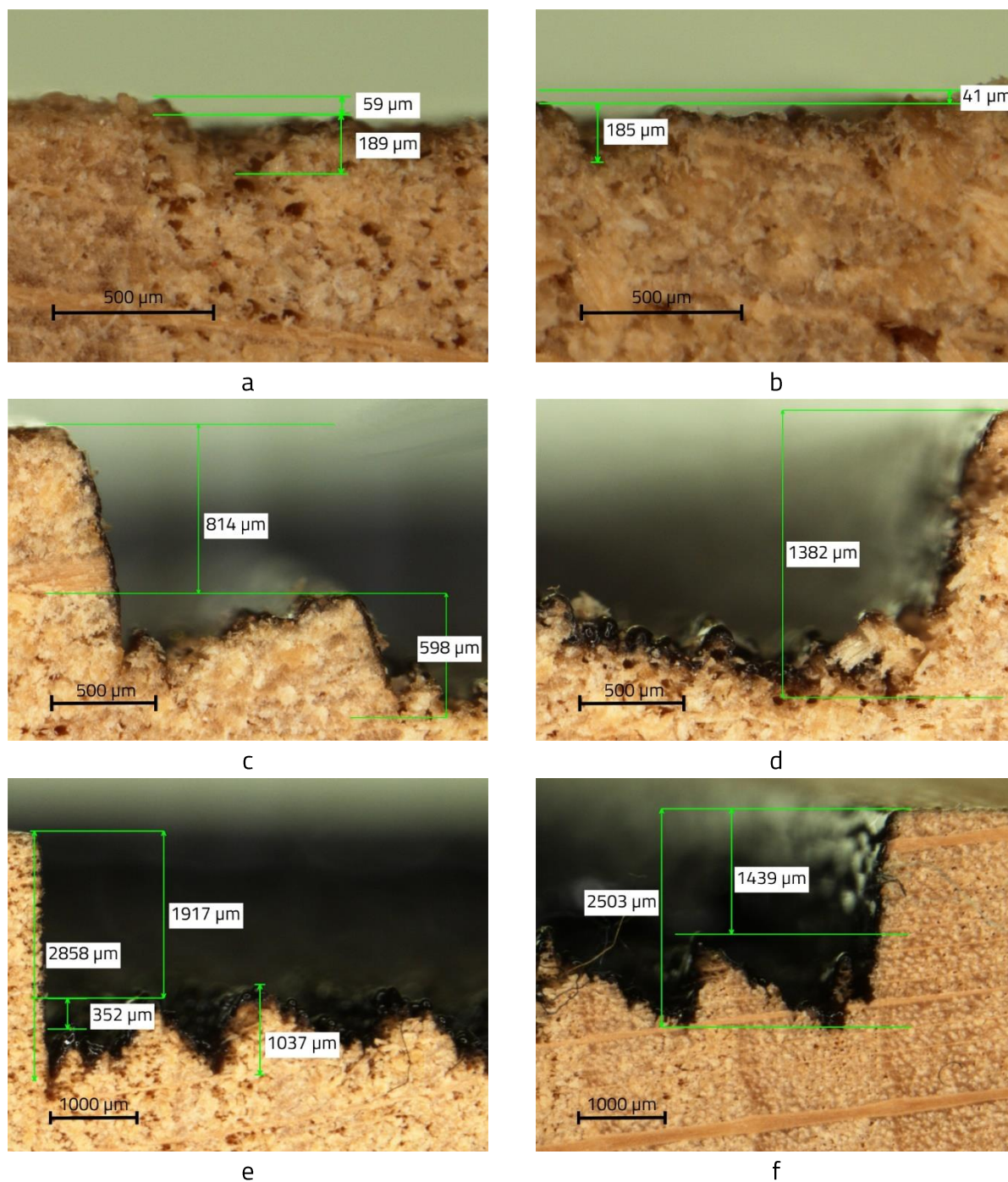


Fig. 5.7. Adâncimea de gravare a lemnului măsurată pentru suprafețe din lemn de fag gravate cu laser cu puterea de: a, b - 10% (90 ×); c, d - 50% (90 ×); e, f - 100% (30 ×), din puterea maximă a fasciculului laser.

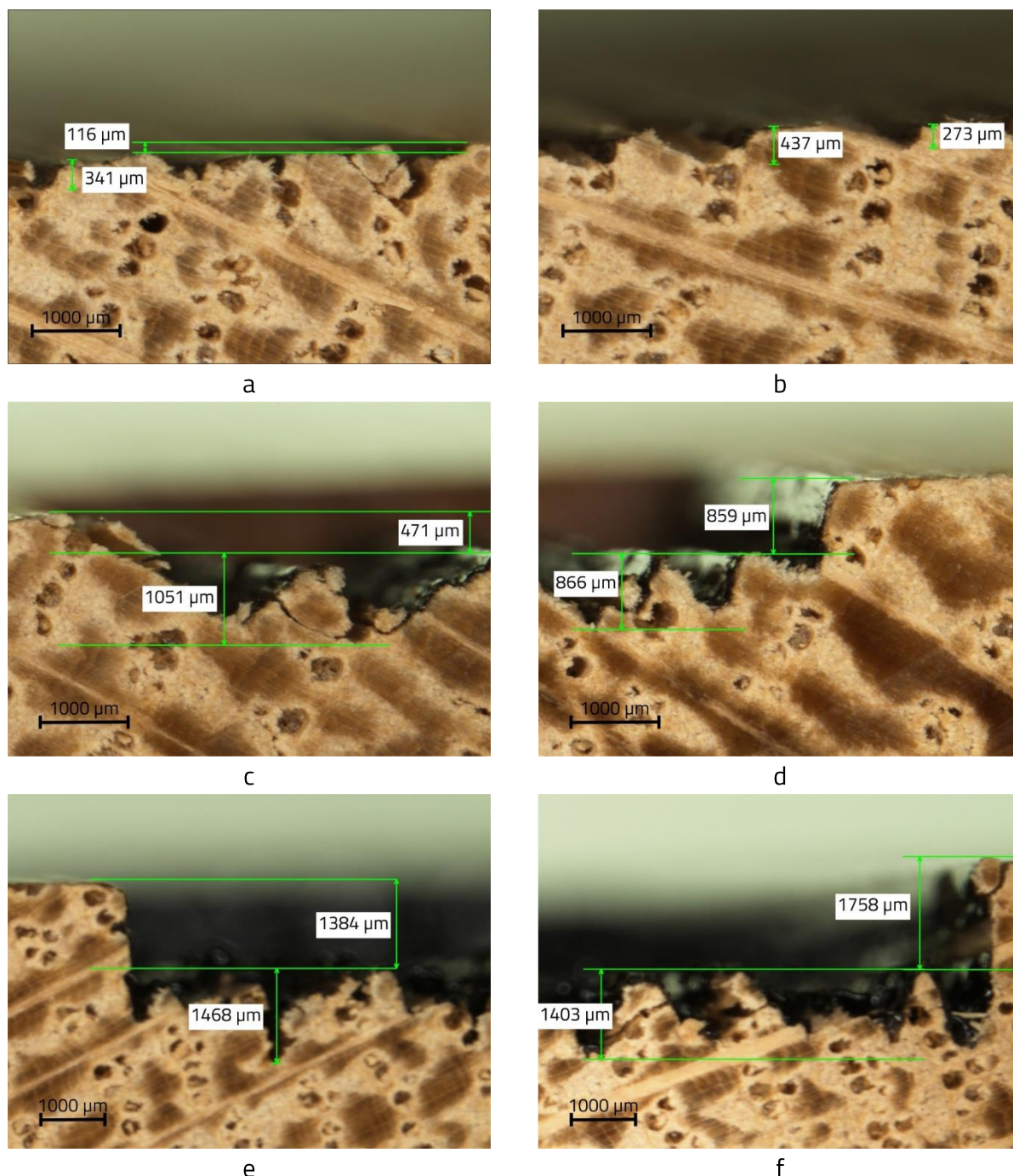


Fig. 5.8. Adâncimea de gravare a lemnului măsurată pentru suprafețe din lemn de stejar gravate cu laser cu puterea de: a, b - 10% (30 x); c, d - 50% (30 x); e, f - 100% (22.5 x), din puterea maximă a fasciculului laser.

Grosimea stratului de lemn îndepărtat prin șlefuire este mai mare pentru speciile de molid, larice și stejar. Aceste valori depășesc adâncimea arderii lemnului prin gravare cu puterea de 10 % pentru cele trei specii și chiar adâncimea arderii lemnului prin gravare cu puterea de 20 % pentru molid și larice. Pentru aceste specii, nu se recomandă alegerea acestor puteri pentru culorile mai deschise ale modelului decorativ gravat.

5.3. Cercetări experimentale de aplicare a rezultatelor studiului de culoare

Un pas important în reproducerea cu precizie a unei imagini color prin gravare cu laser este acela de a păstra diferența de luminozitate între culorile originale și cele gravate cu laser. Pentru această cercetare s-au ales cele două specii deschise la culoare, respectiv molidul și paltinul.

Pentru cercetare s-a ales modelul 33 din baza de date de la Capitolul 3. Motivul original este bicolor și din această cauză, pentru a fi prelucrat separat cu puteri diferite ale fasciculului laser, cele două părți descompuse ale motivului din Fig. 5.9.a, au fost salvate în două fișiere în format vectorial, câte unul pentru fiecare culoare, așa cum se vede în Fig. 5.9. b și c.

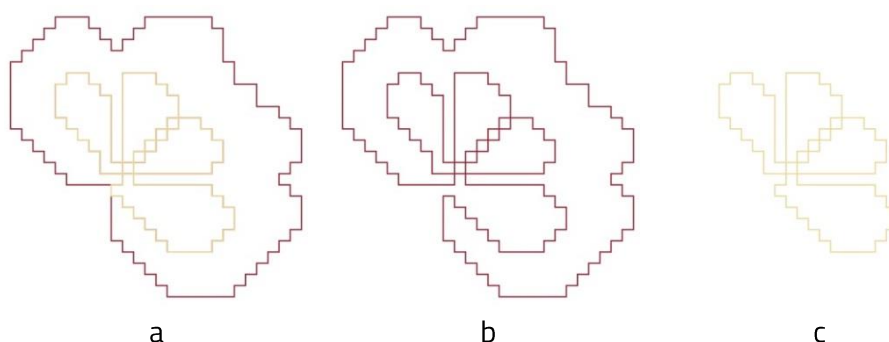


Fig. 5.9. Desenul detaliului selectat: a - contur complet; b - contur vișiniu; c - contur galben (Lungu *et al.*, 2022b).

Pentru a măsura diferența de culoare (ΔE) între culorile originale ale motivului preluate din patrimoniul textil, mai întâi conturul desenului în format vectorial a fost umplut cu culori selectate din modelul 33 folosind programul grafic *CorelDrawX7* (Fig. 5.10.a).

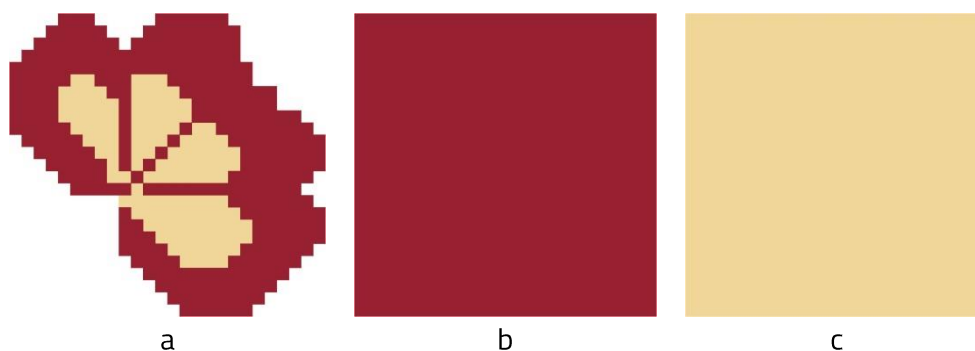


Fig. 5.10. Combinația digitală pentru detaliul motivului tradițional: a - desenul complet; b - culoarea selectată pentru vișiniu, RGB (roșu, verde, albastru) 152, 33, 49; c - culoarea selectată pentru bej, RGB 240, 214, 153 (Lungu *et al.*, 2022b).

O reprezentare grafică a rezultatelor pentru diferențele de luminozitate (dL), componenta cromatică roșu-verde (da) și componenta cromatică galben-albastru (db), precum și diferența totală de culoare (ΔE) între suprafețele de lemn prelucrate cu laser și lemnul de control, respectiv culoarea originală a motivului și cartonul de control este prezentată în Fig. 5.11.

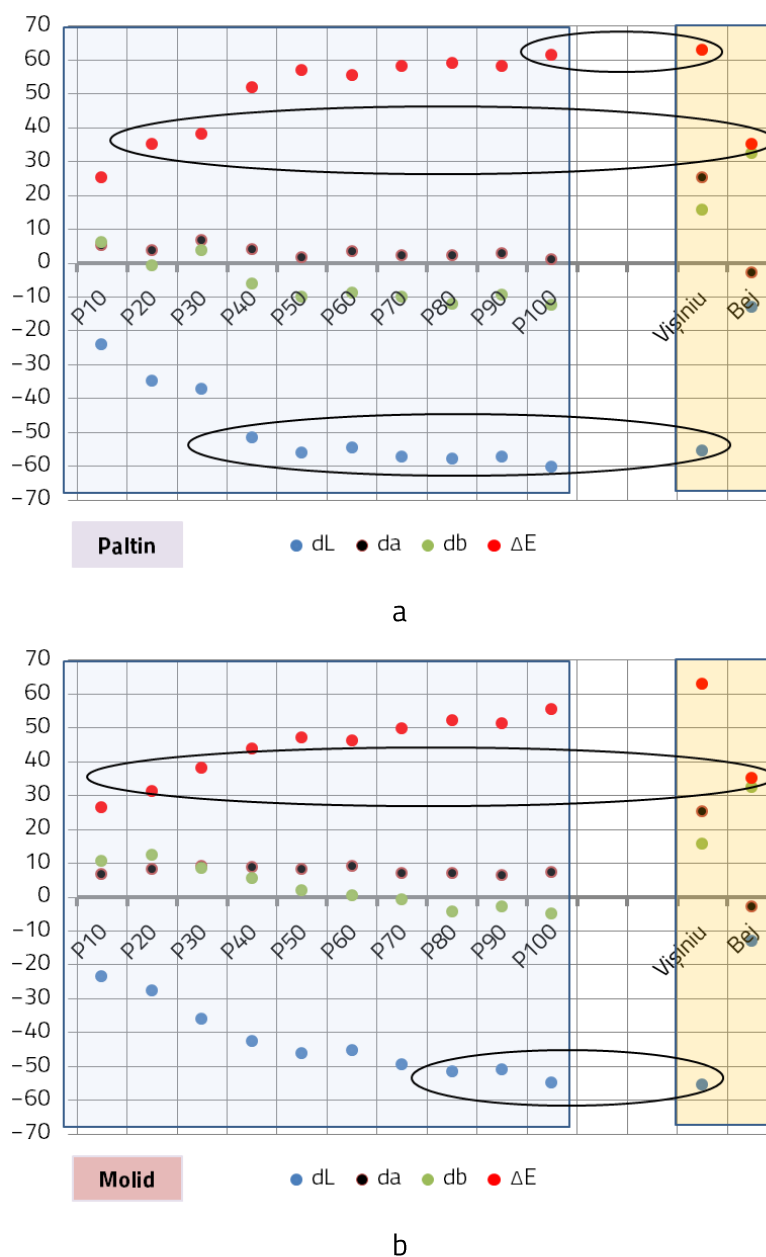


Fig. 5.11. Comparație între culori în funcție de puterea fasciculului laser, folosind analiza sistemului colorimetric tridimensional CIELab: a - lemn de paltin; b - lemn de molid.

Pentru a obține un contrast între culorile gravate cât mai apropiat de contrastul culorilor originale ale motivului care trebuie reprodus, contrastul între culori a fost asimilat cu diferența dintre valorile ΔE ale culorilor respective, calculate fiecare în raport cu controlul corespunzător. În cazul suprafețelor gravate cu laser, diferențele asimilate ale contrastului au fost calculate având în vedere ca valori de comparație culorile rezultate prin gravare cu puteri de 10%, 20% și 30% din puterea maximă a fasciculului de laser. O ilustrare a acestor valori calculate este prezentată în diagrama din Fig. 5.12.

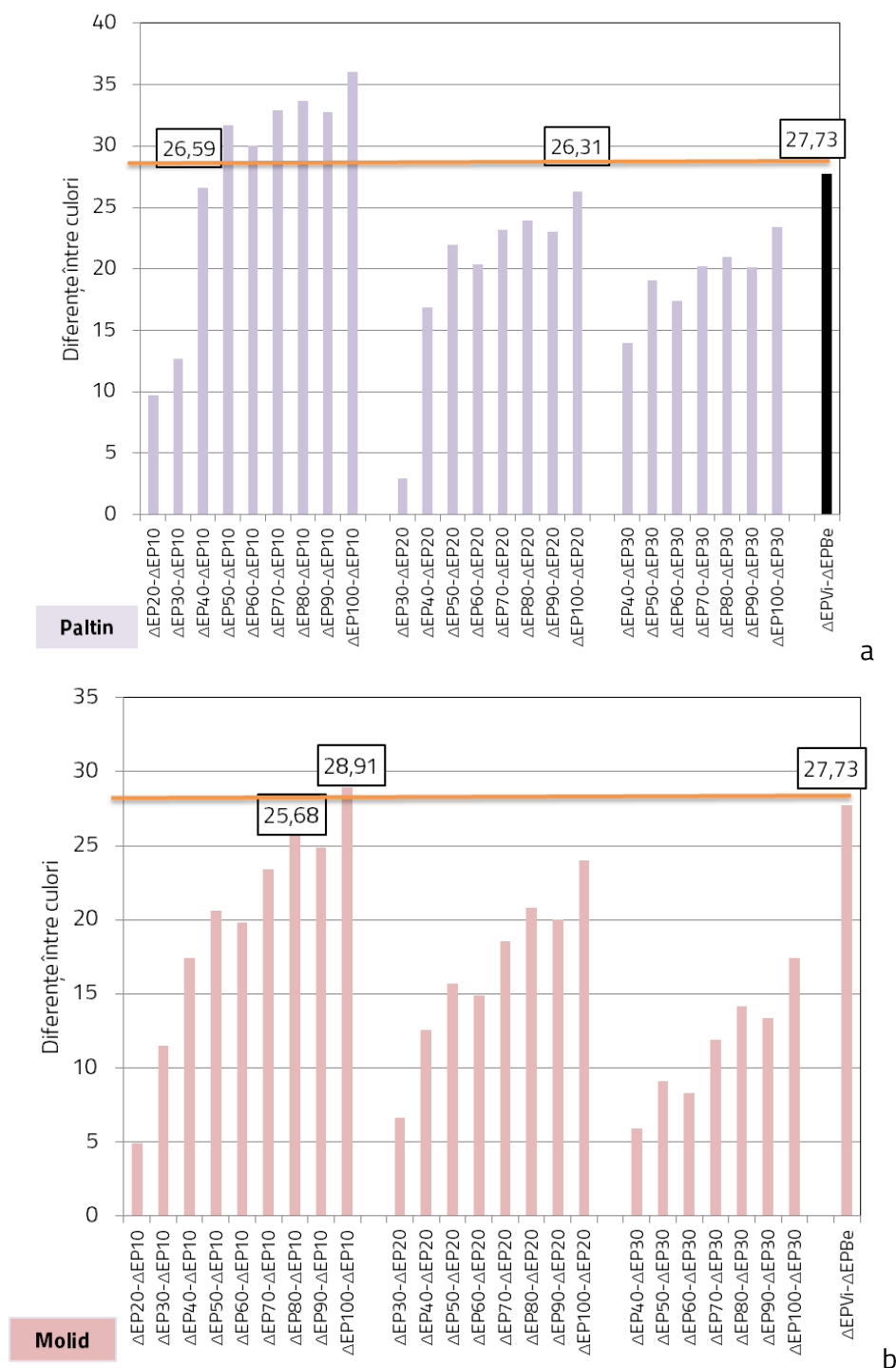


Fig. 5.12. Comparație între diferențele de contrast asimilate ale valorilor ΔE , pentru culorile originale: vișiniu (Vi) și bej (Be), și nuanțele de maro corespunzătoare suprafețelor gravate cu laser: a - lemn de paltin; b - lemn de molid.

În concluzie, dacă se obțin valori ΔE calculate cu aproximație atât pentru culorile originale ale motivului, cât și pentru suprafața gravată pe lemn cu laser, atunci sunt așteptate contraste similare pentru motivul original și motivul gravat cu laser.

5.4. Investigații FTIR (Fourier Transformed Infra-Red Spectroscopy)

Modificările apărute în compoziția chimică a lemnului sub influența efectelor termice asociate prelucrării suprafețelor cu laser funcție de puterea fascicului au fost evidențiate și evaluate cu ajutorul spectrometrului în infraroșu cu transformată Fourier (FTIR - Fourier Transformed Infra-Red spectroscopy).

Spectrele FTIR au fost înregistrate utilizând spectrometru ALPHA Bruker. Pentru identificarea benzilor de absorbție s-au folosit datele din literatura de specialitate precum și baze de date interne FDMIL create prin investigații și proiecte de cercetare în cadrul C14 /ICDT.

Pentru speciile molid și paltin, s-au investigat prin FTIR probe colectate din zonele de gravarea laser cu puterile de 10%, 30%, 50%, 70% și 100% din puterea maximă.

Pentru o evaluare mai exactă a acestor modificări s-a recurs la o analiză semicantitativă bazată pe integrarea ariilor picurilor de absorbție relevante folosind funcțiile dedicate ale softului OPUS 7.2 (Fig 5.13).

Unele modificări ale chimiei suprafeței lemnului sunt ilustrate prin diagramele de variație a rapoartelor relative FTIR prezentate în Fig. 5.14. Astfel, la paltin (Fig. 5.14.a) tendința generală este aceea că valori mai mari ale puterii fascicului laser duc la scăderea mai accentuată a ariei relative deci la degradarea hidraților de carbon. De asemenea, valori mai mari ale puterii fascicului laser duc la accelerarea reacției reciproce a grupelor funcționale, rezultând în condensarea ulterioară a ligninei, așa cum au concluzionat (Kubovsky și Kacik, 2014) și (Li *et al.*, 2018).

Pentru molid (Fig. 5.14.b) evoluția acestor rapoarte este diferită deși tendința generală de rapoarte subunitare pentru carbohidrați și supraunitare pentru lignina se păstrează. Evoluția neuniformă a ariilor relative odată cu creșterea puterii fascicului laser poate să fie legată de neuniformitatea materialului lemnos (de exemplu particularități structurale diferite ale lemnului din care au fost prelevate probele, cum ar fi lemn timpuriu / lemn târziu, prezență canale rezinifere), fără a exclude erori experimentale în integrarea ariilor unor benzi de absorbție puțin evidente. Scăderea grupărilor carbonil (mai puțin numeroase față de paltin) poate fi urmată de procese de termo-oxidare cu formare de noi grupări carbonil. Astfel de evoluții sunt specifice procedeelelor de tratare termică a lemnului la temperaturi înalte, cum au observat și (Kačíková *et al.*, 2008).

În rezumat, analiza FTIR efectuată în cadrul cercetării actuale a relevat modificări chimice semnificative în structura lemnului cauzate de efectul termic asociat gravării cu laser. Aceste modificări au afectat în primul rând polizaharidele, în special hemicelulozele și mult mai puțin lignina. De asemenea, analiza a identificat prezența unor procese de scindare și condensare a ligninei în lemnul prelucrat termic. Rezultatele sunt în concordanță cu alte cercetări (Petutschnigg *et al.*, 2013), (Kubovsky și Kacik, 2009), (Timar *et al.*, 2016).

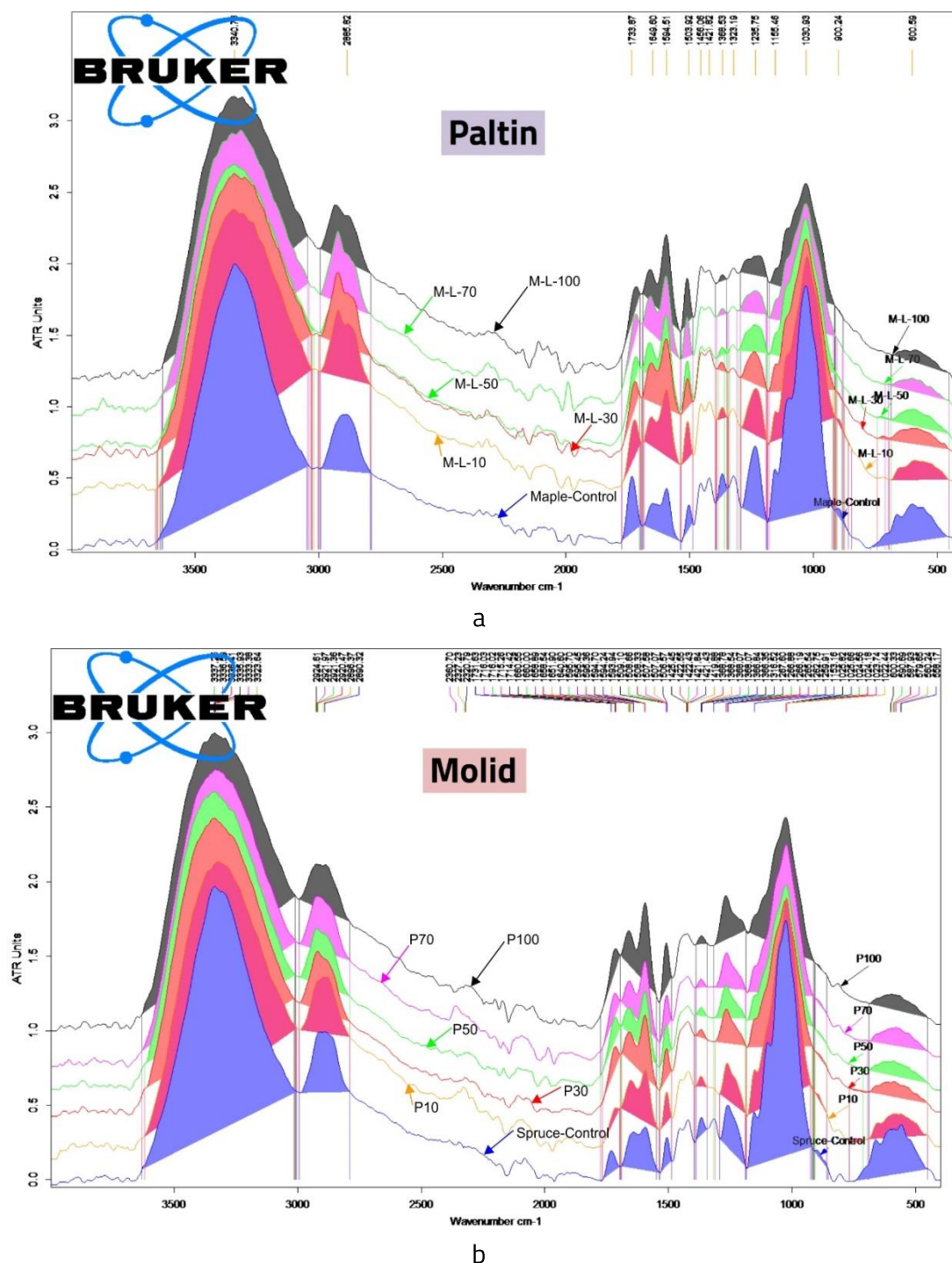


Fig. 5.13. Prelucrarea spectrelor prin integrare pentru evaluarea semi-cantitativă a modificărilor chimice produse: a - lemn de paltin pentru control (Maple-Control) și gravare cu laser (M-L-10, M-L-30, M-L-50, M-L-70 și M-L-100) cu 10%, 30%, 50%, 70% și 100% din puterea maximă a fasciculului laser; b - lemn de molid pentru control (Spruce-Control) și gravare cu laser (P10, P30, P50, P70 și P100) cu 10%, 30%, 50%, 70% și 100% din puterea maximă a fasciculului laser.

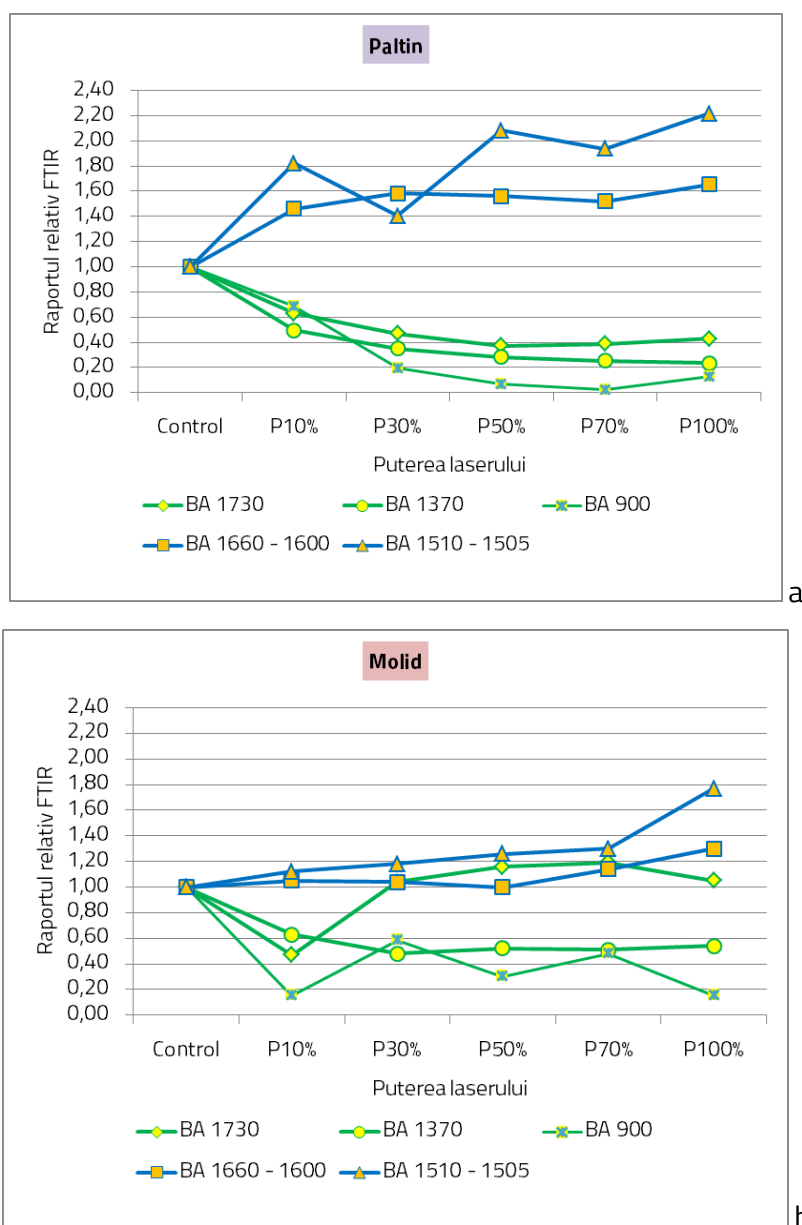


Fig. 5.14. Variația rapoartelor relative FTIR pentru probe gravate laser relativ probe control, funcție de puterea fascicolului de laser, respectiv 10%, 30%, 50%, 70% și 100% din puterea maximă de 150 W, pentru lemn de: a - paltin; b - molid.

5.5. Exemple de motive tradiționale gravate pe suprafețe din lemn de paltin

Cele patru ornamente studiate și în cazul aplicării metodelor de frezare cu CNC au fost gravate cu raze laser, după desenarea digitală a motivelor, descompunerea desenelor pe culori și exportarea fișierelor în *AutoCAD LT 2002*, apoi prelucrarea ornamentelor pe suprafața lemnului prin gravare.

Modelele 64 și 65 (Fig. 5.16.a și Fig. 5.15.a) au fost executate prin broderie pe plin sau pe desen, iar modelele 33 și 8 prin cusătură în cruci (Fig. 5.18.a și Fig. 5.19.a).

Cele trei culori ale modelului 64 au fost descompuse în trei fișiere, câte una pentru fiecare culoare (Fig. 5.17.), iar pentru fiecare fișier au fost configurați diferiți parametri pentru raza laser.



Fig. 5.15. Modelul 65: a - desen complet; b - desen de contur; c - ornament prelucrat.

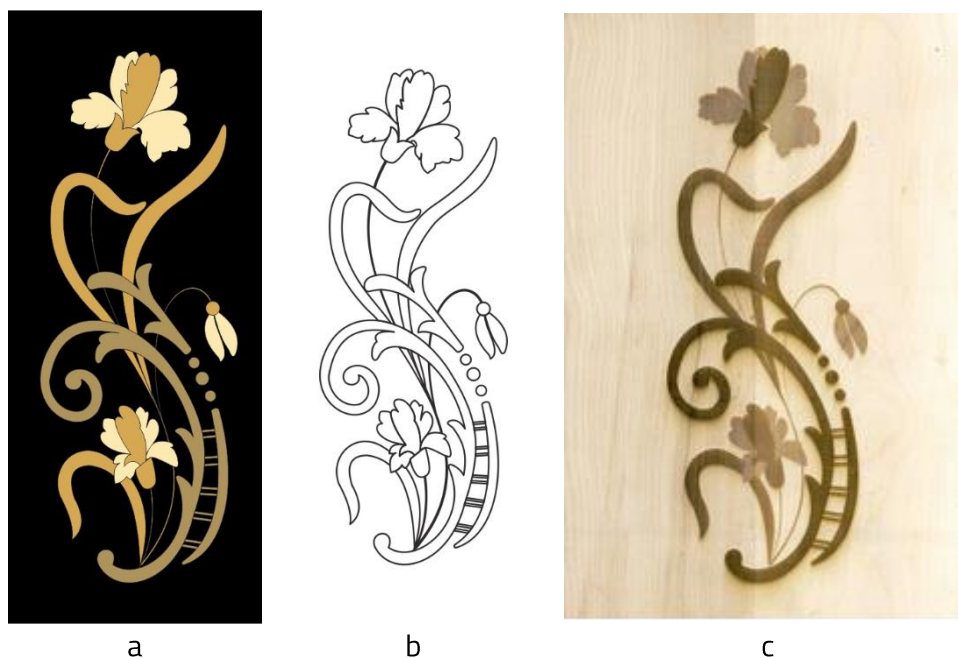


Fig. 5.16. Modelul 64: a - desen complet; b - desen de contur; c - ornament prelucrat.

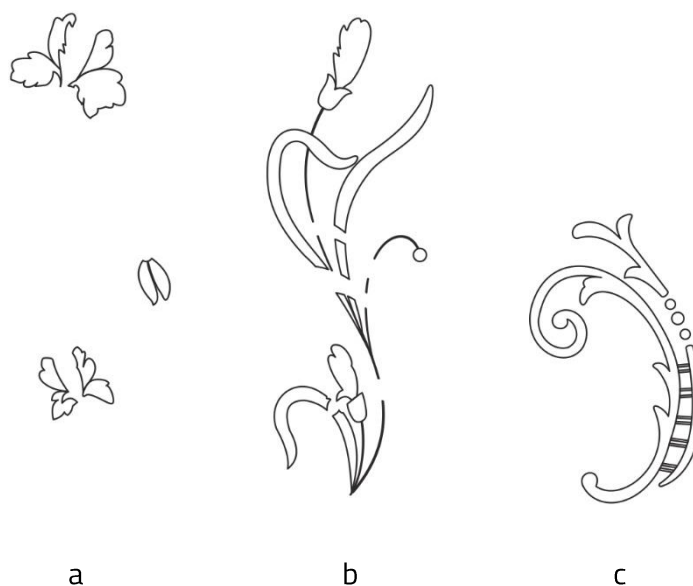


Fig. 5.17. Descompunerea modelului 64 pe contururi: a - culoare deschisă; b - culoare medie; c - culoare închisă.

În mod similar s-a procedat și pentru Modelul 33 format din două culori (Fig. 5.18.b și c) și pentru modelul 8, de asemenea cu trei culori în compoziție (Fig. 5.19.a, b și c), decompus pe cele 3 culori în Fig. 5.20.

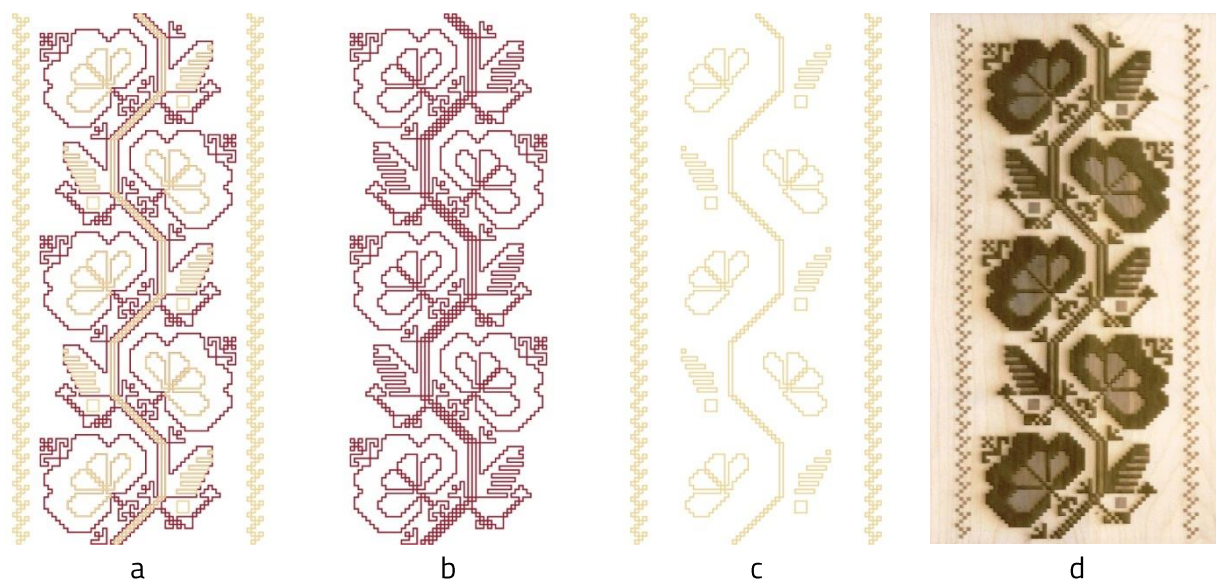


Fig. 5.18. Modelul 33 cu contur: a - complet; b - vișiniu; c - bej; d - ornament prelucrat.

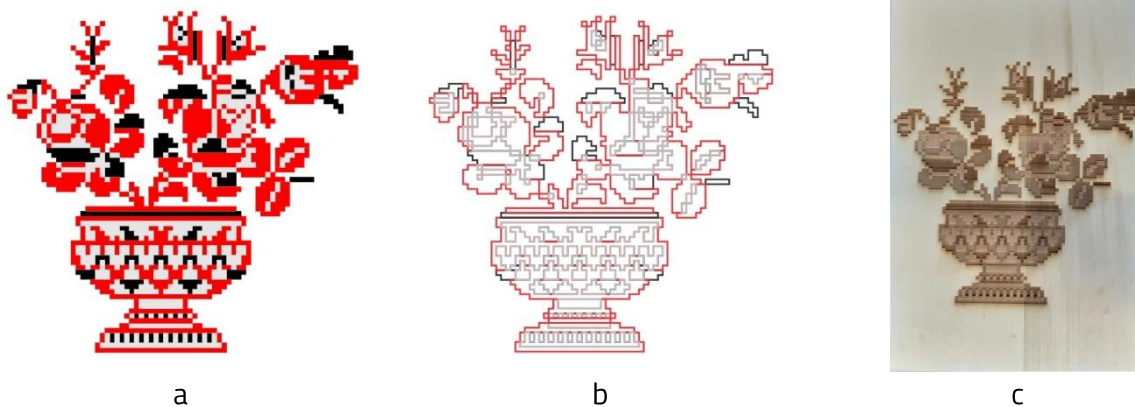


Fig. 5.19. Modelul 8: a - desen complet; b - desen de contur; c - ornament prelucrat.

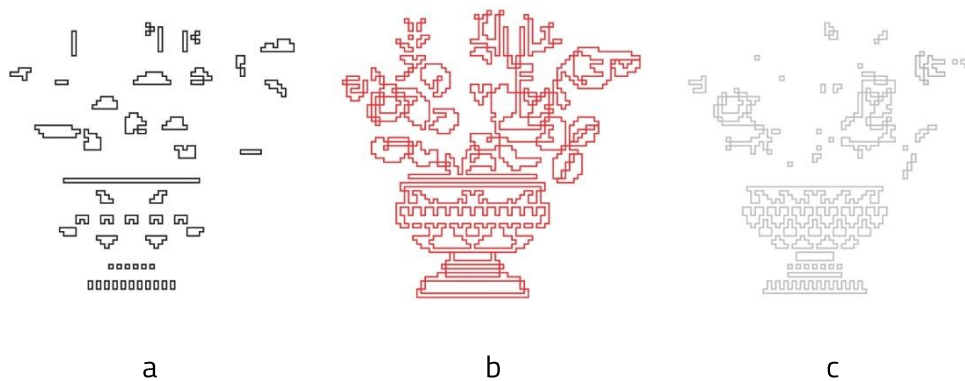


Fig. 5.20. Descompunerea modelului 8 pe contururi: a - negru; b - roşu; c - alb.

CAPITOLUL 6. CONCLUZII GENERALE. CONTRIBUȚII ORIGINALE. DISEMINAREA REZULTATELOR. DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE

6.1. Concluzii generale

- ❑ Pe măsură ce tehnicile de digitizare și tehnologiile de prelucrare a lemnului au devenit din ce în ce mai avansate, acestea ar putea permite revitalizarea tehnicilor de decorare a mobilierului, oferind posibilitatea de promovare și conservare a elementelor de patrimoniu cultural.
- ❑ Cercetarea prezentată în teza de doctorat propune transpunerea motivelor din moștenirea textilă românească pe suprafețele lemnoase pentru ornamentare, prin utilizarea metodelor de digitizare și proiectare avansată CAD-CAM-CAE.
- ❑ Transformarea motivelor tradiționale în format digital cu ajutorul programelor de grafică, importarea în fișiere CAD și simularea frezării pe CNC prin softuri specializate sunt acțiuni care pot oferi o idee despre aspectul ornamentului prelucrat în funcție de scula și metoda selectată, despre timpul de procesare și traseul frezei. Softuri de analiză a imaginii (*ImageJ*) oferă date despre aria prelucrată și procentul acesteia din aria totală a panoului supus prelucrării. Aceste instrumente moderne pot anticipa avantajele și dezavantajelor selectării parametrilor de prelucrare.
- ❑ Tehnica realizării motivului textil (brodat sau cusut în cruciulițe), forma și tipul conturilor (închise sau deschise) influențează alegerea metodei de transpunere prin frezare.
- ❑ Din punct de vedere estetic, modelele prelucrate cu freze cu unghiul la vârf de 120° apar prea încărcate, fiind recomandată prelucrarea cu freza cu unghi de 90°, în special pentru *Engrave*.
- ❑ Metoda *V-Carve* poate fi aplicată modelelor complexe, cu suprafețe mari mărginite de contururi închise, zona din desen aflată în interiorul acestuia va fi sculptată în adâncime. Pentru anumite forme ale modelului, cu discontinuități de contur, această metodă nu este recomandată.
- ❑ La prelucrarea cu metoda *V-Carve*, în zonele în care adâncimea de prelucrare este de doar 1 mm, apar prelucrări parțiale ale modelului. Condiția obligatorie este aceea de calibrare a panoului înainte de frezare.
- ❑ Prin metoda *Engrave* uzura afectează mai mult zona muchiei de tăiere, iar prin metoda *V-Carve* uzura vârfului este mai mare.
- ❑ Alegerea metodei de frezare reprezintă un compromis între aspect, calitatea suprafeței, uzura sculei și timpii de prelucrare.
- ❑ Cercetarea experimentală privind calitatea suprafețelor cu contur curb prelucrate pe CNC a arătat faptul că parametrii optimi de frezare pentru suprafețe cât mai puțin afectate de

- scămoşări, fibre ridicate, smulgeri de fibre sunt: pentru molid, paltin și stejar turația de 18.000 rot/min și viteza de avans de 3 m/min, pentru larice turația de 12.000 rot/min și viteza de avans de 3 m/min iar pentru fag turația de 12.000 rot/min și viteza de avans de 6 m/min.
- ❑ Rezultatele măsurării parametrilor de rugozitate R_a , R_k , R_v , R_{vk} , R_{pk} , R_{sk} și W_a pe probele frezate la unghiuri de 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° și 90° față de direcția fibrelor, indică cele mai mari valori pentru lemnul de larice, în special pentru frezarea perpendicular pe fibre (90°) și la frezarea la 75° , pentru o viteză de avans de 6 m/min, urmat de lemnul de stejar, la unghiuri de frezare de 30° , 45° și 60° , cu un maxim la 45° pentru o viteză de avans de 6 m/min, în timp ce valorile cele mai mici le-a înregistrat lemnul de paltin, cu o creștere ușoară la unghiurile de 75° și 90° , indiferent de viteza de avans, urmat de fag, cu variații de creștere ale rugozității la unghiuri de 45° , 60° , 75° și 90° , dar și la frezarea în lungul fibrei.
 - ❑ Colorarea suportului lemnos urmată de frezarea ornamentului este avantajoasă din punct de vedere estetic, iar contrastul dintre ornament și suportul lemnos evidențiază modelul prelucrat. Metoda de colorare a ornamentului, urmată de șlefuirea integrală a suprafeței este riscantă, deoarece prin șlefuire se pot îndepărta o parte din detaliile ornamentului, mai ales în cazul frezării *V-Carve*. Condiția obligatorie este calibrarea panoului.
 - ❑ Pentru gravarea cu laser, modelul digital trebuie descompus pe culorile componente, iar prelucrarea se face separat și succesiv.
 - ❑ Recomandate pentru gravare cu laser sunt speciile lemnoase deschise la culoare și modelele tradiționale complexe.
 - ❑ Corelarea culorilor din modelele tradiționale de pe obiectul textil cu cele ale modelului transpus pe suprafața lemnoasă prin gravare cu laser în funcție de puterea fasciculului, se poate face pe baza diferenței totale de culoare (ΔE).
 - ❑ Adâncimea de gravare a lemnului determinată la nivel microscopic pentru toate puterile de gravare cu laser și pentru toate speciile lemnoase oferă informații pentru grosimea admisibilă a stratului de lemn ce poate fi îndepărtat prin șlefuire (dacă aceasta este realizată mecanic) pentru eliminarea petelor/arsurilor de pe suprafața lemnului prelucrat, în așa fel încât să nu afecteze porțiunea din model gravată cu putere mică.
 - ❑ Investigațiile FTIR au relevat modificări chimice în structura lemnului gravat cu laser, sub acțiunea temperaturii degradându-se compușii chimici de tip carbohidrați, respectiv hemicelulozele și celuloza, spectrele FTIR arătând o creștere aparentă a conținutului de lignină.
 - ❑ Timpii de prelucrare pentru obținerea prin gravură laser a ornamentelor sunt mai mari decât în cazul frezării acestora pe CNC, dar ornamentele prelucrate cu laser câștigă prin aspectul lor estetic.

6.2. Contribuții originale

- ✦ O rezolvare inovativă a problemei legate de păstrarea, conservarea și transmiterea către generațiile următoare a patrimoniului cultural din Țara Bârsei și împrejurimi și crearea identității naționale în designul de mobilier.
- ✦ Abordarea interdisciplinară din domenii precum cel de design grafic, proiectare asistată de calculator, CAM-CAE software, utilizarea de programe de analiză a imaginii (*ImageJ*), a tehnologiilor de prelucrare prin frezare și gravare cu laser, analiză și măsurări microscopice, analiză de culoare, analiza calitativă a suprafeței, FTIR.
- ✦ Transformarea motivelor tradiționale în format digital cu ajutorul programelor de grafică și crearea unei baze de date ce conține un număr de 100 de motive tradiționale provenite din patrimoniul textil.
- ✦ Utilizarea software-ului *VCarvePro 9.519* pentru importarea fișierelor digitizate în fișiere CAD și simularea frezării la CNC în vederea selectării metodei de prelucrare, a sculei și parametrilor de lucru și prognozarea timpilor de prelucrare.
- ✦ Utilizarea softului *ImageJ* pentru a obține aria prelucrată și procentul acesteia din aria totală a panoului.
- ✦ Corelarea metodei de coasere a motivului textil (brodat sau cusut în cruciulițe) cu metoda de prelucrare pe suprafața lemnului prin frezare (*Engrave* sau *V-Carve*).
- ✦ Selectarea parametrilor de frezare, prin evaluarea aspectului estetic obținut pe suprafețe lemnoase diferite, urmărind reprezentarea fidelă a motivului transpus.
- ✦ Evaluarea comparativă a uzurii bruște a sculei și analiza microscopică a tăișului și vârfului frezei după fiecare prelucrare, concluzionând că la frezarea *Engrave* uzura afectează mai mult muchia de tăiere, în timp ce prin metoda *V-Carve* uzura vârfului frezei este mai mare.
- ✦ Ierarhizarea speciilor și a parametrilor de prelucrare prin cercetarea experimentală privind calitatea suprafețelor cu contur curb prelucrate pe CNC și calcularea lungimii afectate de defecte de prelucrare vizibile cu ochiul liber.
- ✦ Evaluarea calității suprafeței frezate prin măsurarea și interpretarea parametrilor de rugozitate R_a , R_k , R_v , R_{vk} , R_{pk} , R_{sk} și W_a pe probe din patru specii de lemn, frezate la unghiuri de 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° și 90° față de direcția fibrelor lemnului, la diferite regimuri de frezare.
- ✦ Testarea la nivel experimental a unor metode de colorare și finisare pentru evidențierea ornamentelor frezate.
- ✦ Descompunerea modelelor digitale în culori, pentru prelucrarea prin gravare cu laser.

- ▣ Stabilirea metodei de corelare a culorilor din modelele tradiţionale de pe obiectul textil cu cele ale modelelor transpuse pe suprafaţa lemnoasă prin gravare cu laser, în funcţie de puterea fasciculului, ca rezultat al unui studiu de culoare.
- ▣ Măsurarea la nivel microscopic a adâncimii de ardere a lemnului pentru determinarea grosimii maxime admisibile de şlefuire a stratului de lemn ce poate fi aşchiat, fără a afecta modelul gravat cu putere mică.
- ▣ Investigaţii FTIR pentru suprafeţe supuse gravării cu laser cu puteri de 10%, 30%, 50%, 70% şi 100%, pentru analiza modificărilor chimice survenite.
- ▣ Studiul comparativ de ornamentare prin frezare la CNC şi gravare cu laser oferă posibilitatea alegerii între cele două metode, punând în balanţă aspectul estetic, tehnologic şi economic.
- ▣ Diseminarea rezultatelor cercetării, prin publicarea a 5 articole indexate ISI şi participarea la 3 conferinţe ştiinţifice internaţionale, simpozioane, târguri, comunicări.
- ▣ Transferul tehnologic al metodei de ornamentare către firma NORDARIN Piatra Neamţ, cu varianta stilizată a motivului „Coarnele berbecului”, prezentat împreună cu povestea simbolului la Salonul Internaţional de Mobilă Milano 2022 (Fig. 6.1).



a



b

Fig. 6.1. Set de mobilier RAM executat din lemn de stejar: a - masă; b - bancă.

6.3. Diseminarea rezultatelor

A. Lucrări indexate ISI/BDI

1. Lungu, A., Ispas, M., Brenci, L., Răcăşan, S., Coşereanu, C. (2021). Comparative study on wood CNC routing methods for transposing a traditional motif from the Romanian textile heritage into furniture decoration, *Applied Sciences*, 11(15), 6713. DOI: 10.3390/app11156713 (revistă ISI), <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/15/6713/htm>
2. Lungu, A., Androne, A., Gurău, L., Răcăşan, S., Coşereanu, C. (2021). Textile heritage motifs to decorative furniture surfaces. Transpose process and analysis, *Journal of Cultural Heritage* 52, pp. 192-201 (revistă ISI), <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S129620742100159X>
3. Lungu, A., Timar M.C., Beldean E.C., Georgescu, V.S., Coşereanu, C. (2022). Adding value to maple (*Acer pseudoplatanus*) wood furniture surfaces by different methods of transposing motifs from textile heritage, *Coatings*, 12(10), 1393. DOI: 10.3390/coatings12101393 (revistă ISI), <https://www.mdpi.com/2079-6412/12/10/1393>
4. Gurău, L., Coşereanu, C., Timar, M.C., Lungu, A., Condoroţeanu, C.D. (2022). Comparative surface quality of maple (*Acer pseudoplatanus*) cut through by CNC routing and by CO2 laser at different angles as related to the wood grain, *Coatings*, 12(12), 1982. DOI: 10.3390/coatings12121982 (revistă ISI), <https://www.mdpi.com/2079-6412/12/12/1982>
5. Lungu, A., Gurău, L., Coşereanu, C. (2023). Evaluation of CNC Routed Surface Quality of Maple (*Acer Pseudoplatanus*) and Oak (*Quercus Robur L.*) with Different Milling Angles as Function of Grain Orientation. Articolul este în recenzie la *BioResources* (revistă ISI)

B. Lucrări publicate în reviste și volume de conferințe cu referenți

1. Lungu, A., Puskás, M., Coşereanu, C. (2020). Convergences between the traditional motifs of the Romanian and Mexican textile heritage, *Redefining Community in Intercultural Context*, 9(1), pp. 41-46, „Henri Coanda” Air Force Academy Publishing House: http://www.afahc.ro/ro/rcic/2020/rcic'20/volum_2020/041-046%20Lungu%20et%20al.pdf
2. Lungu, A., Androne, A., Gurău, L., Coşereanu, C. (2021). Simulating traditional textile heritage motifs by applying CAD-CAM-CAE tool for furniture decoration, *Matec Web of Conference*, 341, 04012. DOI: 10.1051/mateconf/202134304012, https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2021/12/mateconf_mse21_04012/mateconf_mse21_04012.html
3. Lungu, A., Gurău, L., Georgescu, S., Coşereanu, C. (2021). Computer-aided methods for furniture decoration with traditional motifs of textile heritage, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1235, 012041. DOI: 10.1088/1757-899X/1235/1/012041 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1235/1/012041>

C. Prezentări la diferite evenimente

1. Festivalul de Ştiinţă şi Industrii Creative SCiEFEST 2019, ediţia a III-a, Biblioteca Judeţeană „George Bariţiu” Braşov, prezentarea *Motivele tradiţionale din Ţara Bârsei*, 26 noiembrie 2019
2. „Noaptea Cercetătorilor Europeni 2020”, Institutul de Cercetare-Dezvoltare al Universităţii „Transilvania” din Braşov, *Tehnica punctului de cusătură Chilim*: <https://icdt.unitbv.ro/ro/noaptea-cercetatorilor/991-tehnica-punctului-de-cus%C4%83tur%C4%83-chilim.html>, 27 noiembrie 2020
3. Seminarul interactiv „Tradiţii în contemporanitate - valorificarea elementelor costumului popular în moda actuală”, din cadrul proiectului Erasmus „Support to European Quality Assurance in Vocational Education and Training (EQAVET) National points”, Colegiul Tehnic „Maria Baiulescu” Braşov cu lucrarea *Simboluri tradiţionale din Ţara Bârsei*, 25 februarie 2021
4. Proiectul „Renaşterea şi reînnoirea spiritului tradiţional românesc în sufletul copiilor din Braşovul Vechi”, Asociaţia de Cultură şi Conservarea Patrimoniului şi Tradiţiilor Braşovul Vechi, cu prezentarea *Motive tradiţionale din Ţara Bârsei*, 19 august 2021
5. *Digitizarea, o metodă de perpetuare a motivelor tradiţionale din patrimoniul textil*, prezentare la Sesiunea Anuală de Comunicări Ştiinţifice, secţiunea Etnografie, Muzeul Naţional al Carpaţilor Răsăriteni, Sf. Gheorghe, Covasna, „Patrimoniul etnografic din Carpaţii Răsăriteni - cercetare, conservare, valorizare”, 9 decembrie 2021
6. *Digitizarea, o metodă de perpetuare a motivelor tradiţionale din patrimoniul textil*, la Sala AUDITORIUM a UTBv, cu ocazia Zilei festive a Universităţii „Transilvania” din Braşov, 1 martie 2022
7. AFCO 2022, cu lucrarea *Posibilităţi de transpunere la mobilier a unor motive tradiţionale din patrimoniul textil din Ţara Bârsei şi împrejurimi*, 10 mai 2022, distinsă cu premiu la Secţiunea XI – Doctoranzi.
8. *Digitizarea, o metodă de perpetuare a motivelor tradiţionale din patrimoniul textil. Calea rătăcită*, Muzeul Civilizaţiei Urbane a Braşovului, 17 noiembrie 2023
9. *Digitizarea, o metodă de perpetuare a motivelor tradiţionale din patrimoniul textil*, Muzeul de Etnografie din Săcele, 13 mai 2023

D. Deplasări externe

1. **21 – 30 noiembrie 2021**: Pavilionul României – **Expo Dubai 2020** “Tradition reloaded: connect visually and emotionally with Romanian craftworkers as they create art”. Responsabil ateliere cusături tradiţionale.
2. **10 – 20 martie 2022**: Pavilionul României – **Expo Dubai 2020** “Tradition reloaded: connect visually and emotionally with Romanian craftworkers as they create art”. Coordonator grup.
3. **7 – 12 iunie 2022**: **Salonul Internaţional de Mobilă Milano 2022**, Fiera Milano Rho. Italia, mobilier dezvoltate în parteneriat cu compania Nord Arin.

6.4. Direcții viitoare de cercetare

- ✘ Utilizarea altor materiale lemnoase (MDF colorat în masă, panouri furniruite, materiale compozite, etc).
- ✘ Utilizarea unor metode alternative de transpunere pe suprafața lemnului (imprimare prin transfer termic, șablonare).
- ✘ Continuarea cercetărilor privind șlefuirea și finisarea suprafețelor ornamentate prin gravare cu laser.
- ✘ Continuarea cercetărilor privind finisarea ornamentate obținute prin frezare, cu respectarea culorilor originale ale motifelor tradiționale.
- ✘ Aplicarea studiului de culoare pentru combinarea unui număr mai mare de culori din componența motifelor tradiționale și utilizarea calculatorului pentru selectare și gravare pe mai multe specii de lemn.
- ✘ Prelucrarea ornamentelor prin decupare din suprafețele lemnoase.
- ✘ Utilizarea altor tehnici de ornamentare (marchetărie, intarsie, Yosegi Art).
- ✘ Extinderea bazei de date cu motive din alte zone ale țării.
- ✘ Convergențe între motivele tradiționale din patrimoniul românesc și ale altor culturi, prelucrate pe suprafețe lemnoase.
- ✘ Testarea unei game mai largi de parametri de frezare pe CNC pe speciile lemnoase din acest studiu.
- ✘ Modelarea 3D și aplicarea ornamentelor pe obiecte spațiale.
- ✘ Integrarea ornamentelor în decorarea pieselor de mobilier prototip și adaptarea lor pentru vizualizare în realitatea virtuală.
- ✘ Dezvoltarea unei aplicații pentru integrarea mobilierului ornamentat în amenajări interioare prin realitate augmentată.

BIBLIOGRAFIE

- Aguilera, A., Meausoone, P.J., Rolleri, A., Barros, J.L., Burgos, F., Aguilar, C. (2016). Advances on indirect methods to evaluate tool wear for Radiata pine solid wood molding. *Wear*, 350-351, 27-34
- Aknouche, A., Outahyon, A., Nouveau, C., Marchal, R., Zerizer, A., Butaud, J.C. (2009). Tool wear effect on cutting forces: In routing process of Aleppo pine wood. *J. Mat. Process. Technol.*, 209, 2918-2922
- Antonescu, R. (2016). Dicţionar de Simboluri şi Credinţe Tradiţionale Româneşti, Ediţie digitală, Direcţia de cercetare, evidenţă a patrimoniului cultural mobil, imaterial şi digital
- Bucătaru, M. (1991). Stiluri şi ornamente la mobilier. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti
- Buchczyk, M. (2015a). To Weave Or Not to Weave: Vernacular Textiles and Historical Change in Romania. *Textile*, 12 (3), 328-345
- Buchczyk, M. (2015b). Beyond the Horniman Museum: history, heritage and craftsmanship in the collection of Romanian artefacts. Doctoral thesis. Goldsmiths, University of London, Chapter 6
- Çakiroğlu, E.O., Demir A, Aydın I (2019). Determination of the Optimum Feed Rate and Spindle Speed Depending on the Surface Roughness of Some Wood Species Processed with CNC Machine. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 4(4), 598-601
- Chernykh, M., Kargashina, E., Stollmann, V. (2018). The use of wood veneer for laser engraving production. *Acta Facultatis Xylologiae*, 60(1), 121-127
- Cirlot, J. E. (2001). A Dictionary of Symbols, Edition published in the Taylor & Francis e-Library
- Cismaru, I., Cismaru, M., Ghimpu, R. (1993). Mobila stil. Editura Tehnică, Bucureşti
- Cismaru, I. , Coşereanu, C. (2016). Ornamentica mobilei. Concepţie şi fabricaţie. Editura Universităţii Transilvania, Braşov
- Cismaru, M. (2003). Fizica lemnului şi a materialelor pe bază de lemn. Editura Universităţii Transilvania, Braşov
- CMT Orange Tools. Accesat online la adresa: <https://www.cmtorangetools.com/eu-en/industrial-router-bits/v-grooving-router-bits-90deg>, la data de 5 iunie 2021
- Coşereanu, C. şi Cismaru, I. (2014). Complex ornament machining process on a CNC router. *ProLigno*, 10 (1), 22-30
- Doble, L., Stan, O., Şuteu, M.D., Albu, A., Bohm, G., Tsatsarou-Michalaki, A., Gialinou, E. (2017). Romanian traditional motif - element of modernity in clothing. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 254 (17), 172009

Dunăre N., Antoni E., Binder P., Boca P., Capesius R., Dunăre M., Eichhorn A., Ghergariu L., Hozoc I., Irimie C., Nistor M., Petrescu P., Seres A., Someşan L., Szentimrei J. (1974), *Țara Bârsei (II)*, Editura Academiei, Bucureşti

Dunăre, N. (1979). *Ornamentica tradiţională comparată*, Editura Meridiane, Bucureşti

Fairclough, G. (2009). The cultural context of sustainability – Heritage and living. *Heritage and beyond*. Council of Europe Publishing, Strasbourg, 125-127

Fairclough, G. (2012). The Value of Heritage for the Future. *Heritage in Society. Cultural Policy and Management (KPY)*, Yearbook 3, Ünsal, D. (ed), Istanbul Bilgi University Press

Gabdrakhmanov, A.T., Bobrishev, A.A., Shafigullin, L.N. (2019). Application of the laser cutting of wood-containing materials in construction. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 481, 012045

Gawronski, T. (2013). Optimisation of CNC routing operations of wooden furniture parts. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 67, 2259–2267

Ghinoiu, I. (2013). *Mitologie română: dicţionar*, Ediţia a 2-a, revizuită, Editura Univers Enciclopedic Gold, Bucureşti

Gong, C., și Ribiere, V. (2021). Developing a unified definition of digital transformation. *Technovation*, 102, 102217. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102217>

Gurău, L., Timar, M.C., Cionca, M., Olărescu, A., Dumitraşcu, R. (2010). An Objective Method to Analyse some Microscopic Characteristics of two Secondary Beech Wood Resources. *ProLigno*, 1 (6), 35-45

Gurău, L., Petru, A. (2018). The influence of CO₂ laser beam power output and scanning speed on surface quality of norway maple (*Acer platanoides*). *BioResources*, 13 (4), 8168-8183

Gürgen, A., Cakmak, A., Yildiz, S., and Malkocoglu, A. (2022). Optimization of CNC Operating Parameters to Minimize Surface Roughness of *Pinus Sylvestris* using Integrated Artificial Neural Network and Genetic Algorithm. *Maderas Cienc. Tecnol.* 24, 1–12. DOI: 10.4067/s0718-221x2022000100401.

Hazir, E., Koc, K.H. (2019). Optimization of wood machining parameters in CNC Routers: Taguchi orthogonal array based simulated angling algorithm. *Maderas Ciencia y Tecnologia*, 21 (4), 493-510

Hinescu, A. (1989). *Cartea tâmplarului universal*, Editura Tehnică, Bucureşti

Hou, X., Gou, B., Chen, D., Chu, J. (2023). A semantic data-driven knowledge base construction method to assist designers in design inspiration based on traditional motifs. *Advanced Engineering Informatics*, 56, 101987

Ilieş, D.C., Herman, G.V., Caciora, T., Ilieş, A., Indrie, L., Wendt, J., Axinte, A., Diombera, M., Lite, C., Berdenov, Z., Albu, A. (2020). Considerations Regarding the Research for the Conservation of Heritage Textiles in Romania. *Waste in Textile and Leather Sectors*, Editor Ayşegül Körlü, Ege University, Izmir,

Turkey; IntechOpen Limited: London, UK, available online:
<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.91393>

ImageJ.net. Accesat online la adresa: <https://imagej.net/>, la data 14.03.2021

ISO 13565-2 (1998). Geometrical Product Specifications (GPS) - Surface Texture: Profile Method; Surfaces Having Stratified Functional Properties. Part 2: Height Characterisation Using the Linear Material Ratio Curve. International Organization for Standardization: Genève, Switzerland

ISO 4287 (2009). Geometrical Product Specifications (GPS). Surface Texture. Profile Method. Terms. Definitions and Surface Texture Parameters. International Organization for Standardization: Genève, Switzerland

Işleyen, U.K., Karamanoglu, M. (2019). The Influence of Machining Parameters on Surface Roughness of MDF in Milling Operation. *BioResources* 14(2), 3266-3277. DOI:10.15376/biores.14.2.3266-3277

Kačíková, D., Kačík, F., Bubeníková, T. (2008). Influence of fire on spruce wood lignin changes. *Wood Research*, 53 (4), 95 - 104

Keturakis, G. și Lisauskas, V. (2010). Influence of the Sharpness Angle on the Initial Wear of the Wood Milling Knives. *Materials Science (Medžiagotyra)*, 16 (3), 205-209

Koc, K. H., Erdinler, E. S., Hazir, E., and Ozturk, E. (2017). Effect of CNC application parameters on wooden surface quality. *Measurement* 107, 12–18. DOI: 10.1016/j.measurement.2017.05.001

Krimpenis, A.A., Fountas, N.A., Mantziouras, T., Vaxevanidis, N.M. (2014). Optimizing CNC wood milling operations with the use of genetic algorithms on CAM software. *Wood Material Science and Engineering*, 11(2), 102-115

Kubovský, I., Kačík, F. (2009). FT-IR study on maple wood changes due to CO₂ laser irradiation. *Cellulose Chemistry and Tehnology*, 43 (7-8), 235-240

Kubovský, I., Kacik, F. (2013). Changes of the wood surface colour induced by co2 laser and its duralibity after the xenon lamp exposure. *Wood Res.*, 58 (4), 581-590

Kubovsky, I., Kačík, F. (2014). Colour and chemical changes of the lime wood surface due to CO₂ laser thermal modification. *Appl. Surf. Sci.*, 321, 261–267

Kúdela, J., Kubovský, I., Andrejko, M. (2022). Influence of Irradiation Parameters on Structure and Properties of Oak Wood Surface Engraved with a CO₂ Laser. *Materials*, 15, 8384

Li, R., Xu, W., Wang, X.A., Wang, C. (2018). Modeling and predicting of the color changes of wood surface during CO₂ laser modification. *Journal of Cleaner Production*, 183, 818 - 823

Liu, Q., Yang, C., Xue, B., Miao, Q., Liu, J. (2020). Processing technology and experimental analysis of gas-assisted laser cut micro thin wood. *BioResources*, 15 (3), 5366-5378

Lungu, A., Ispas, M., Brenci, L.M., Răcăşan, S., Coşereanu, C. (2021c). Comparative Study on Wood CNC Routing Methods for Transposing a Traditional Motif from Romanian Textile Heritage into Furniture Decoration. *Applied Sciences*, 11, 6713

Lungu, A., Timar, C.M., Beldean, E.C., Georgescu, S.V., Coşereanu, C. (2022b). Adding Value to Maple (*Acer pseudoplatanus*) Wood Furniture Surfaces by Different Methods of Transposing Motifs from Textile Heritage. *Coatings*, 12, 1393

Marc, D. (2009-2010). Interferenţe româno-secuieşti-săseşti privind arta populară în zona Mureşului Superior. *Mobilierul vechi ţărănesc*. Accesat online la adresa: https://biblioteca-digitala.ro/reviste/Acta-Mvsei-Porolissensis/dl.asp?filename=31-32-Acta-Mvsei-Porolissensis-XXXI-XXXII-2009-2010-Zalau_380.pdf, la data 20.07.2022

Moisei, L. (2015). *Ornamentica ţesăturilor tradiţionale din Republica Moldova*. Teză de doctor în istorie. Academia de ştiinţe a Moldovei. Institutul patrimoniului cultural. Centrul de etnologie, Chişinău
Muzeul de Etnografie Braşov (2019). *Ghidul Muzeului de Etnografie Braşov: patrimoniul textil*. Monitorul Oficial R.A., Bucureşti

Naji, M. N. (2008). *Weaving and the value of carpets: female invisible labour and male marketing in Southern Morocco*. Doctoral thesis. University of London, Chapter 10

Negoescu, G. (2011). *Lăzi de zestre pictate din colecţia Muzeului Astra*. Restaurare. *Mobilier pictat*. Restaurarea colecţiei de lăzi de zestre a Muzeului Astra. Editura Astra Museum, Sibiu

Nugraha, H., Leksono, F.B., Angelina, D. (2022). Improving the visual impressions of wood-based craft products through two-dimensional engraving of patterns. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1116, 012006

Ohuchi, T. şi Murase, Y. (2006). Milling of wood and wood-based materials with a computerized numerically controlled router V: development of adaptive control grooving system corresponding to progression of tool wear. *Wood Sci.*, 52, 395–400

Paiu, I., Androne, A., Coşereanu, C. (2020). CAD-CAM-CAE in wood industry. A case study for perforated ornaments processed on CNC router. *Proligno*, 16 (3), 60-67

Pearsică, M., Nedelcu, S., Luculescu, D. (2006). *Metode de modelare a procesului de prelucrare cu laser*. Editura Albastră, Cluj-Napoca

Petroviciu, I., Teodorescu, I., Albu, F., Virgolici, M., Nagoda, E., Medvedovici, A. (2019). Dyes and biological sources in nineteenth to twentieth century ethnographic textiles from Transylvania, Romania. *Heritage Science* 7 (15)

Petru, A. (2015). Image Conversion for laser pyrography. *Pro Ligno*, 11(4), 646-653

Petru, V.A. (2020). *Contribuţii la decorarea suprafeţelor lemnoase prin pirogravare cu laser*. Teză de doctorat, Universitatea Transilvania Braşov, 14-15

- Petutschnigg, A., Stöckler, M., Steinwendner, F., Schnepps, J., Gütler, H., Blinzer, J., Holzer, H., Schnabel, T. (2013). Laser Treatment of Wood Surfaces for Ski Cores: An Experimental Parameter Study. *Advances in Materials Science and Engineering*, 123085
- Pinkowski, G., Szymanski, W., Gilewicz, A., Krauss, A. (2009). Impact of the wear of the cutting edge on selected parameters of the surface geometric structure after wood milling. *Ann. WULS - SGGW, For. and Wood Technol.*, 69, 187-191
- Pinkowski, G., Szymanski, W., Nosowski, T. (2012). Analyses of surface roughness in selected wood species after machining on a CNC woodworking centre. *Ann. WULS - SGGW, For. and Wood Technol.*, 79, 164-169
- Pomponiu, A. (2007). *Mobilierul pictat*. Editura Antet XX Press, Filipeştii de Târg, Prahova
- Pop A.M. (2011). *Ţara Bârsei. Studiu de geografie regională*. Editura Presa Universitară Clujeană, Cluj Napoca
- Porankiewicz, B. (2006). Theoretical simulation of cutting edge wear when milling wood and wood based products. *Wood Sci. Technol.*, 40, 107–117
- Pozzo, B. (2020) Fashion between Inspiration and Appropriation. *Laws*, 9 (5), 1-27
- Sedlecký, M., Kvietková, M.S., and Kminiak, R. (2018). Medium-density Fiberboard (MDF) and Edge-glued Panels (EGP) after Edge Milling-Surface Roughness after Machining with Different Parameters. *BioResources* 13(1), 2005-2021
- Semne cusute (2021). Accesat online la adresa: <https://semne-cusute.blogspot.com>
- Serrano, A., Meijer, S., R. van Rijn, R., Coban, S.B., Reissland, B., Hermens, E., Batenburg, K.J., van Bommel, M. (2021). A non-invasive imaging approach for improved assessments on the construction and the condition of historical knotted-pile carpets. *Journal of Cultural Heritage*, 47, 79 - 88
- Sood, S., Duvedi, R.K., Bedi, S., Mann, S. (2018). 3D representation and CNC machining of 2D digital images. *Procedia Manufacturing*, 26, 10-20
- Starikov, A., Griбанov, A., Lapshina, M. and Mohammed, H. (2020). Adaptive milling of solid wood furniture workpieces: analysis of the extended approach capabilities, în *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Volume 595, International Forestry Forum "Forest ecosystems as global resource of the biosphere: calls, threats, solutions", 595, 012026. DOI 10.1088/1755-1315/595/1/012026
- Stoica, G. (1973). *Interiorul locuinţei ţărăneşti*. Editura Meridiane, Bucureşti
- Supadarattanawong, S., Rodkwan, S. (2006). An Investigation of the Optimal Cutting Conditions in Parawood (*Heavea Brasiliensis*) Machining Process on a CNC Wood Router. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)*, 40, 311-319
- Sütçü, A, Karagöz, Ü. (2013). The Influence of Process Parameters on the Surface Roughness in Aesthetic Machining of Wooden Edge Glued Panels (EGPs). *BioResources* 8(4), 5435-5448

Timar, M.C., Varodi, A., Hacibektasoglu, M., Campean, M. (2016). Color and FTIR Analysis of Chemical Changes in Beech Wood (*Fagus sylvatica* L.) after Light Steaming and Heat Treatment in Two Different Environments. *BioResources* 11 (4), 8325 - 8343

United Nations (2008). *Creativ Economy Report 2008*, Capitolul 1

Wijnhoven, M. A., Moskvina, A. (2020). Digital replication and reconstruction of mail armour. *Journal of Cultural Heritage*, 45 (2020), 221–233

World Intellectual Property Organization (2003). Consolidated analysis of the legal protection of traditional cultural expressions/expressions of folklore. Background Paper no. 1, Chapter VII

www.ditrama.eu (2021). Digital Transformation Manager. Accesat online la adresa: <https://aula.ditrama.eu/>

Yongzhong, Y., Mohsin, S., Xiaoting, S., Ruo, Y. (2018). Preservation of Cultural Heritage Embodied in Traditional Crafts in the Developing Countries. A Case Study of Pakistani Handicraft Industry. *Sustainability*, 10 (5), 1336