

УТИЦАЈ НАЧИНА СЛАГАЊА ФУРНИРА НА ЧВРСТОЋУ И МОДУЛ ЕЛАСТИЧНОСТИ ПРИ САВИЈАЊУ ЛЕПЉЕНОГ ЛАМЕЛИРАНОГ ХРАСТОВОГ ДРВЕТА (ПРИЛОГ 3)*

БИСЕРКА НЕСТОРОВИЋ,
НЕБОЈША ТОДОРОВИЋ

Извод: У раду су приказани резултати испитивања утицаја начина слагања храстовог фурнира на чврстоћу и модул еластичности при савијању ламината. Анализирана је и густина лепљеног ламелираног дрвета. Епрувете ламината димензија 20x20x320 mm израђене су од фурнира дебљине 0,6 mm. Орјентација дрвних влаканаца у епруветама била је 0/0, 0/90, 90/0 и 90/90⁰. Број слојева фурнира у епруветама је био 35. Влажност материјала износила је око 10 %. За лепљење је коришћен уреа-формалдехидни лепак густине 1,28 g/cm³. Добијени подаци су дати табеларно и анализирани са основним статистичким показатељима.

Кључне речи: ламинат, храстов фурнир, модул еластичности, чврстоћа на савијање.

Abstract: The effects of oak veneer lay-up on the strength and the modulus of elasticity in bending of the laminates were studied. The density of glued laminated wood was also analysed. The laminate specimens 20x20x320 mm were made of veneer thickness 0.6 mm. Wood fibre direction was 0/0, 0/90, 90/0 and 90/90⁰. The number of veneer layers in specimens was 35. Moisture content was about 10%. Urea-formaldehyde density was 1.28 g/cm³. The study data are presented in Tables and analysed with the main statistical parameters.

Key words: laminates, oak veneer, modulus of elasticity, bending strength.

1. УВОД И ЦИЉ РАДА

Ламелирано дрво представља производ израђен из више слојева фурнира, међусобно слеplених и, ради конструктивних потреба, различито обликованих. Ламинати настају пресовањем танких, лепком обложених слојева дрвета – фурнира, у току тачно одређеног времена, уз одређен притисак и температуру.

Ламинати могу да задовоље различите конструктивне потребе. То се првенствено односи на ламелиране носаче у грађевинским конструкцијама и конструктивне елементе у намештају. Врста дрвета, дебљина фурнира, начин слагања и режими пресовања и обраде су фактори који знатно утичу на механичка својства ламината. Истраживањем је посебна пажња посвећена истраживању квалитета сировине, технолошких услова произ-

Мр. Бисерка Несторовић, асистент, . Небојша Тодоровић дипл. инж, асистент-приправник, Шумарски факултет Универзитета у Београду.

**Рад је финансиран средствима Министарства за науку, технологију и развој Републике Србије у оквиру пројекта технолошког развоја 2002-04.*

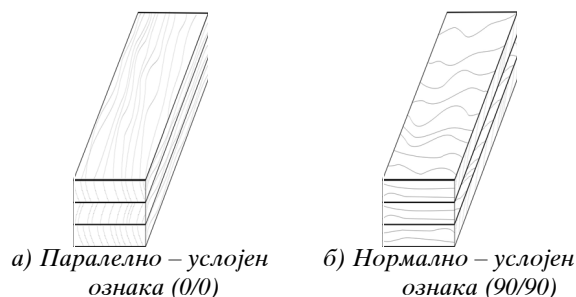
водње, режима производње и истраживању конструктивних, естетских и функционалних својстава лепљеног ламелираног дрвета. Узимајући у обзир наведено, циљ истраживања у овом раду је испитивање утицаја начина слагања храстовог фурнира на чврстоћу и модул еластичности при савијању ламелираног дрвета.

2. МЕТОД РАДА

Да би извршили испитивања физичких и механичких својстава лепљеног ламелираног дрвета израдили смо епрувете из две врсте фурнирских плоча, користећи правила о слепљивању. Фурнири су израђени техником љуштења. По стандарду, ове плоче припадају типу UK-22 – то је врста плоча која користи UF-900E-1 лепак, намењена за производњу намештаја, ентеријера и унутрашњих преграда. UF-900E-1 лепак има следеће карактеристике: сува материја 70 %, вискозитет по Форду (4 mm) 162 s, густина $1,28 \text{ g/cm}^3$, pH 8,3, слободан CH_2O 0,08%, растворљивост у води 1:2, време желења 56 s.

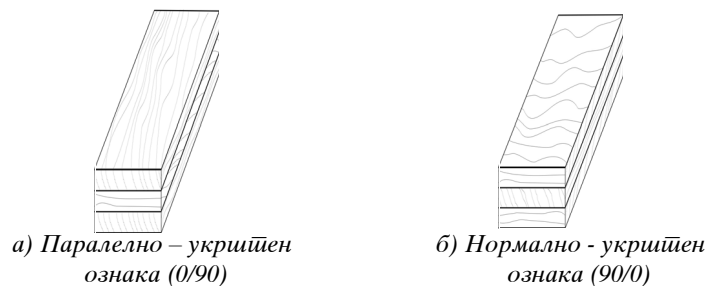
Епрувете димензија 20 x 20 x 320 mm искројене су у фабрици фурнира и кондициониране за испитивање, при релативној влажности ваздуха од $\phi = 65 \pm 3\%$ и температури ваздуха $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Прва плоча за израду епрувета добијена је тако што су слепљивани фурнири дебљине 0,6 mm у 35 слојева, истог правца пружања влаканаца (паралелно са осом плоче) па су из ње изрезане две групе епрувета (слика 1):



Слика 1

Други тип плоче је добијен тако што су фурнири слагани унакрсно, такође, дебљине 0,6 mm у 35 слојева, и из ње су изрезане две групе епрувета (слика 2):



Слика 2

На овај начин су добивене четири групе епрувета са по 10 епрувета у свакој групи, и то:

1. 0/0 - слагање листова фурнира паралелно са дужом страном епрувете (слика 1а);

2. 0/90 – укрштање листова фурнира под углом од 90° , при чему су спољни листови фурнира имали оријентацију влаканаца паралелно са дужом страном епрувете (слика 2а);

3. 90/0 – укрштења фурнира под углом од 90° , влаканаца спољних листова фурнира постављена попречно у односу на дужу страну епрувете (слика 2б);

4. 90/90 – паралелно слагање листова фурнира унутар епрувете са оријентацијом влаканаца управно на дужу страну епрувете (слика 1б).

Испитивање статичког напона на савијање и модула еластичности је обављено на универзалној машини типа за испитивање механичких својстава „ТИРА-тест 2300“ са распоном између ослонаца од 280 mm, у Лабораторији за својства дрвета на Шумарском факултету у Београду. Влажност епрувета је одређена електричним влагомером.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У табели 1 су приказане вредности влажности и густине испитиваних епрувета, док табеле 2 и 3 приказују вредности чврстоће на савијање, односно модула еластичности, при различитим начинима слагања фурнира.

Табела 1 – Густина и влажност испитиваних ламинација (% , kg/m^3)

Обележје	Статистички показатељи	Тип плоче	
Влажност		I (0/0 ⁰ и 90/90 ⁰)	II (0/90 ⁰ и 90/0 ⁰)
	n	20	20
	x (%)	10,02	10,35
	σ_x (%)	0,102	0,099
	V (%)	1,02	0,95
	$f_{\bar{x}}$ (%)	0,032	0,031
Густина	n	20	20
	x (kg/m^3)	844	806
	σ_x (kg/m^3)	32,40	25,90
	V (kg/m^3)	3,84	3,21
	$f_{\bar{x}}$ (kg/m^3)	7,24	5,79

Табела 2 – Чврстоћа лома на савијање ламинација (N/mm²)

Статистички показатељи	Начин слагања фурнира			
	0/0	0/90	90/0	90/90
n	10	10	10	10
$\bar{x}$ (N/mm ²)	101,955	67,461	52,376	15,821
σ_x (N/mm ²)	7,015	5,825	9,807	1,972
V (N/mm ²)	6,881	10,138	17,397	12,467
$f_{\bar{x}}$ (N/mm ²)	2,218	1,842	3,101	0,624

Табела 3 – Модул еластичности при савијању ламинација (N/mm²)

Статистички показатељи	Начин слагања фурнира			
	0/0	0/90	90/0	90/90
n	10	10	10	10
$\bar{x}$ (N/mm ²)	10681	6374,190	5739,650	2073,740
σ_x (N/mm ²)	616,523	291,514	281,730	35,352
V (N/mm ²)	5,772	4,851	4,908	1,704
$f_{\bar{x}}$ (N/mm ²)	194,962	92,185	89,091	11,179

У табелама ознаке представљају:

n – број узорака;

$\bar{x}$ – аритметичка средина;

σ_x – стандардна девијација;

V – коефицијент варијације;

$f_{\bar{x}}$ – стандардна грешка аритметичке средине;

4. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Епрувете (0/0° и 90/90°) израђене из првог типа плоче имају просечну влажност 10,02 %, а епрувете (0/90° и 90/0°) израђене из другог типа плоче имају просечну влажност 10,35 %. Густина прве плоче просечно износи 844 kg/m³ и значајно је већа од густине епрувета из плоче која има укрштене фурнире.

Паралелни начин слагања фурнира 0/0° има највећу чврстоћу на савијање од 101,955 N/mm², а најмању вредност има укрштено-нормалан ознаке 90/90° 15,821 N/mm². Чврстоћа на савијање код 0/90° је већа у односу на 90/0° за 15,085 N/mm² у апсолутном износу и између ова два слагања постоји суштинска разлика (4,18>4).

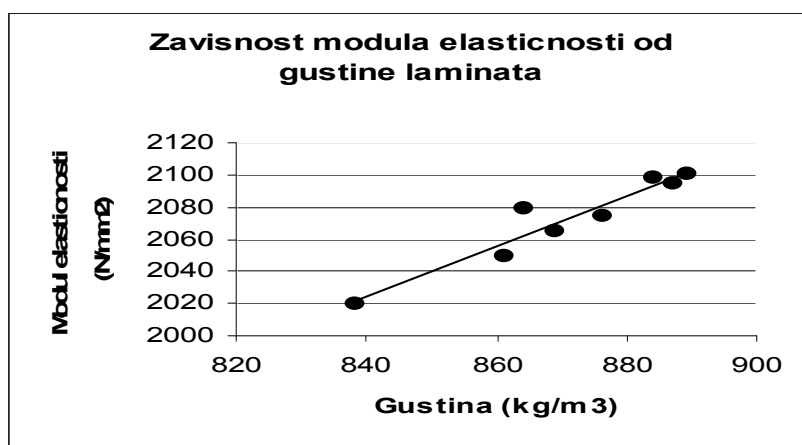
Модул еластичности има вредност код 0/0° начина слагања 10681 N/mm², а код слагања фурнира 90/90 2073,740 N/mm². Модул еластичности код 0/90° је већи у односу на 90/0° угао слагања и између ова два слагања постоји суштинска разлика.

Корелациона зависност између чврстоће на савијање и густине и модула еластичности и густине је различит за различите начине слагања фурнира. Највећи коефицијент корелације је између густине и модула ела-

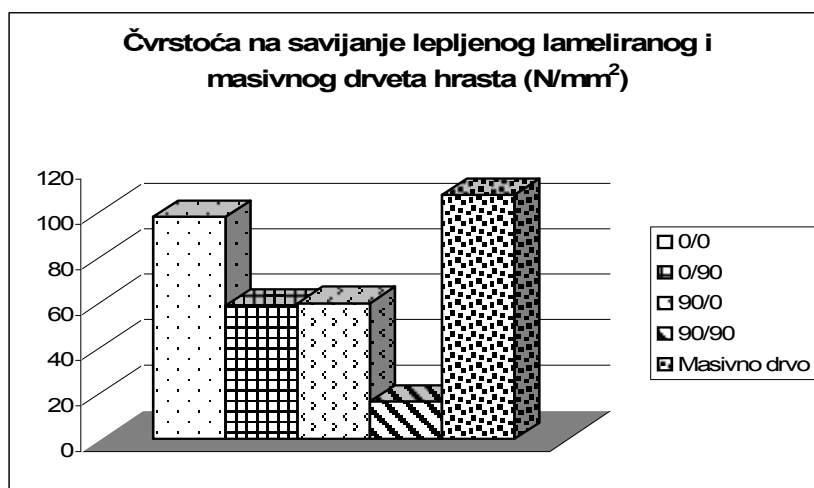
стичности, код начина слагања 90/90° фурнира и износи $r = 0,956$. Зависност је линеарног карактера облика $y = 1,5677x + 707,78$, у опсегу густине од 820 до 900 kg/m^3 (графикон 1). Према Roemer – Orghal-овој табели ова корелација је потпуна. Остали коефицијенти корелације показују да не постоји корелациона зависност или је она јако слаба.

Упоредни преглед добијених просечних вредности чврстоће и модула еластичности ламината и већ познатих вредности за масивно дрво храста, приказани су на графикону 2 и 3. Да би смо могли извршити поређење извршили смо корекцију средњих вредности добијених података на влажност од 12 %. Упоредиња ради, просечна вредност модула еластичности приликом савијања масивног дрвета храста износи 11424 N/mm^2 , а чврстоћа на савијање 110,2 N/mm^2 , при влажности од 11,2 % (Шошкић Б., Поповић З. 1993).

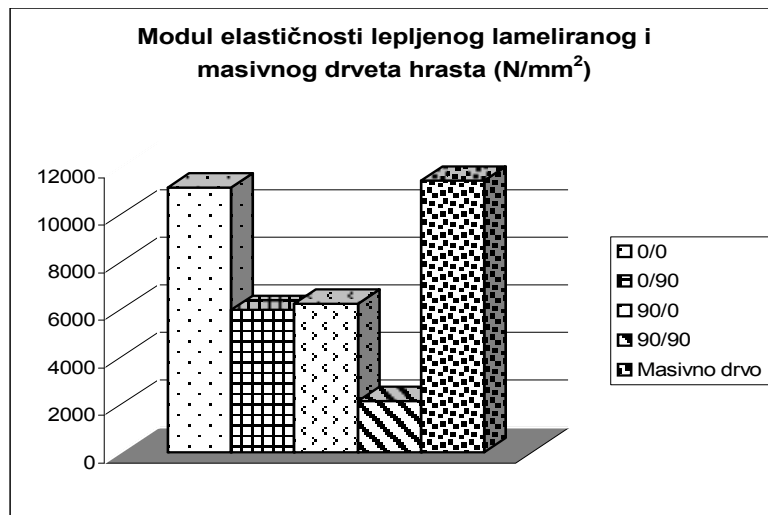
Графикон 1:



Графикон 2:



Графикон 3:



Упоредњем чврстоће на савијање масивног дрвета и лепљеног ламелираног дрвета, запажа се да је чврстоћа на савијање масивног дрвета најприближнија ламинату добијеном при начину слагања 0/0°, док је код начина слагања 0/90° и 90/0° мања за 45 %. Најмања вредност чврстоће на савијање ламината је код слагања фурнира 90/90 и за око 85 % је мања од истих вредности масивног дрвета. Модул еластичности ламелираног дрвета, при 0/0° начину слагања фурнира, је најприближнији масивном дрвету, али је од њега мањи за око 33 %.

Остали начини слагања фурнира показују знатно мање вредности модула еластичности и то 0/90° и 90/0° за око 64 %, а 90/90° за 87 % од масивног дрвета. Поређења ради, испитивањем буковог ламелираног дрвета дебљине фурнира 0,6 mm и 0/0° начина слагања, под истим експерименталним условима, добијено је да је чврстоћа на савијање 133,16 N/mm², а модул еластичности 12127 N/mm². (Не сторовић Б. 2001, 2003).

5. ЗАКЉУЧАК

Ламинати израђени од паралелно сложених фурнира дају најприближније вредности чврстоће и модула еластичности при савијању природној врсти дрвета умањену за 10-33 %, док код ламината добијених укрштањем листова фурнира под углом од 90 степени имају чврстоћу и модул еластичности од 45 до 87 % мању од истих вредности масивног дрвета.. Другим речима, примењени процес укрштања фурнира није допринео повећању чврстоће и модула еластичности приликом савијања. Вредности напона на савијање и савојног модула еластичности веће су код слагања фурнира 0/90°, него код начина слагања 90/0°, што налаже потребу већег обраћања пажње код положаја спољашњих слојева конструктивних елемената напрегнутих на савијање.

ЛИТЕРАТУРА

- Кнежевић, М. (1966): "Фурнири и шперовано дрво", Београд.
- Несторовић, Б. (2001): "Утицај дебљине и начина слагања буковог фурнира на напон на савијање ламелираног дрвета", Дрварски гласник 39-40, Београд.
- Несторовић, Б. (2003): "Утицај дебљине и начина слагања буковог фурнира на модул еластичности при савијању ламината", Прерада дрвета бр. 1, Београд.
- Тодоровић, Н. (2001): "Упоредна истраживања својстава масивног и лепљеног ламелираног дрвета храста, јасена, јавора, бреста, сапеллиа и јеле/смрче" Дипломски рад, Београд.
- Шошкић, Б. Поповић З. (1993): "Упоредна истраживања неких својстава дрвета букве, храста и бора са територије Србије. Дрварски гласник 4-5, Београд.
- Закић, Б. (1999): "Механика дрвета", Београд.

EFFECT OF VENEER LAY-UP ON THE STRENGTH AND MODULUS OF ELASTICITY IN THE GLUE LAMINATED OAKWOOD BENDING (CONTRIBUTION 3)

Biserka Nestorović, Nebojša Todorović

Summary

The effects of oak veneer lay-up on the strength and the modulus of elasticity in bending of the laminates were studied. The density of glued laminated wood was also analysed. The laminate specimens 20x20x320 mm were made of veneer thickness 0.6 mm. The number of veneer layers in specimens was 35. Four types of veneer lay-up were analysed 0/0, 0/90, 90/0 and 90/90⁰ at moisture content of 10%. The laminates made of parallel veneers give the closest values to the natural wood strength and modulus of elasticity in bending, while the cross-veneered laminates have the strength and the modulus of elasticity lower than those of solid wood. The applied method of veneer crossing did not increase the strength and the modulus of elasticity in bending compared to solid wood. The values of bending strength and the modulus of elasticity in bending were higher in veneer laying 0/90⁰, than in veneer laying 90/0⁰, which requires greater attention in the position of the outer layers of the constructive elements.

