

Здравко Поповић
Небојша Тодоровић

UDK: 630*812:674.031.632.12
Оригинални научни рад

ОСНОВНА МЕХАНИЧКА СВОЈСТВА БУКОВИНЕ ИЗ ИЗДАНАЧКИХ ШУМА Г.Ј. „ЦРНИ ВРХ - КУПИНОВО“

Извод: У раду су приказани резултати истраживања основних механичких својстава буковог дрвета из изданачких шума са локалитета Бор-Бољевац, Г.Ј. „Црни Врх-Купиново“. Испитивана је чврстоћа на савијање, модул еластичности при савијању и динамичка чврстоћа на савијање. Анализирано је осам стабала из две серије које су обухваћене научно производним огледом у оквиру ове газдинске јединице. Статистички обрађени резултати су приказани за свако стабало. Између испитиваних својстава постоји врло јака корелациона зависност општег линеарног облика $y=a \cdot x+b$, осим између густине и чврстоће на удар. Статичка чврстоћа на савијање се благо смањује по висини стабла. Анализом је утврђено да су просечне вредности истражених својстава буковог дрвета са овог локалитета приближно исте са вредностима са локалитета у бившој СФРЈ. Једино одступање има динамичка чврстоћа на савијање.

Кључне речи: изданачке пуме, буковина, дрво, чврстоћа на савијање, модул еластичности, чврстоћа на удар

BASIC STRENGTH PROPERTIES OF BEECH WOOD IN COPPICE FORESTS G.J. "CRNI VRH - KUPINOVO"

Abstract: The basic mechanical properties of beech wood in coppice forest, locality Bor-Boljevac, Management unit „Crni Vrh-Kupinovo“ were studied: bending strength, modulus of elasticity in bending and shock resistance. Eight trees were taken from two series covered by the scientific-production experiment in this management unit. The statistically processed results were presented for each tree. There is a very strong correlation of the general linear form $y=a \cdot x+b$ between the study properties, except between density and shock resistance. Static bending strength decreases mildly with tree height. The analysis shows that the average values of the study properties of beech wood at this locality are approximately the same as the values at other localities in the former SFRY. The only deviation is shock resistance.

Key words: Coppice forests, beech wood, wood, bending strength, module of elasticity, shock resistance

*др Здравко Поповић, ван. професор, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
Небојша Тодоровић, дипл. инж., асистент-управник, Шумарски факултет Универзитета
у Београду, Београд*

1. УВОД И ЦИЉ РАДА

Од укупне површине под шумама у РС, на изданацке шуме - пањаче отпада значајних 46% (Стојановић, Крстић, 2003). Исти аутори наводе да у шумском фонду РС доминира буква са заступљеношћу од око 50% по површини и са око 60% по запремини и по текућем запреминском прирасту. Дрвна запремина у квалитетним буковим високим шумама је од $197\text{-}333\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, а годишњи запремински прираст од $3,89\text{-}6,43\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, док су ти исти показатељи за квалитетне издавачке шуме од $87\text{-}233\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ и од $1,59\text{-}6,55\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, респективно. Девастиране високе букове шуме поседују између 49 и $189\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ дрвне запремине и између $0,63$ и $4,25\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ запреминског прираста, док девастиране изданацке букове шуме имају између 41 и $110\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ дрвне запремине и између $0,49$ и $2,03\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ запреминског прираста (Медаревић *et al.*, 2003).

Узевши у обзир неповољну структуру шума по узгојном облику, по врстама дрвећа и саставу, затим недовољне производне ефекте, неповољно састојинско стање, незадовољавајуће здравствено стање итд. (Стојановић, Крстић, 2003), у наредном периоду наше шумарство ће свакако велики део своје пажње морати да посвети и издавачким буковим шумама пастојећи да применом различитих узгојних мера побољша њихово опште стање. У том контексту ће и истраживање својстава буковог дрвета из изданацких шума све више добијати на значају. За праксу прераде дрвета истраживање механичких својстава има велики значај, јер се на бази његовог познавања може судити о употреби дрвета у оним експлоатационим условима где се тражи његова чврстоћа и издржљивост. То се првенствено односи на грађевинске конструкције и конструктивне елементе у намештају.

Узимајући у обзир наведено, примарни циљ овог истраживања јесте одређивање: статичке савојне чврстоће, динамичке савојне чврстоће (чврстоћа на удар) и савојног модула еластичности, као једних од најважнијих механичких својстава дрвета. Резултати до којих се дошло представљају прилог истраживању својстава буковине из изданацких шума. Сазнања о њеним својствима може шумарству да укаже на подручја која могу да дају квалитетно дрво, а у вези са овим да се прошири асортиман производње, област употребе и повиси проценат учешћа индустријског дрвета.

2. ДОСАДАШЊА ИСТРАЖИВАЊА

Лукић-Симоновић (1953) долази до првих података о механичким својствима буковине са територије Србије. При влажности од 16%, статичка чврстоћа на савијање буковине са подручја Домене - Хомољске планине износи $100,5\text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$, док са подручја Жељина исти аутор наводи вредности статичке савојне чврстоће од $136,6\text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ и чврстоће на удар од $10\text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}$, за буковину влажности 12%.

Испитујући буквину са подручја Словеније (Корошица, Сотеска, Травник, Подсреда, Стромље и др.), *Можина* (1958) наводи да је просечна статичка чврстоћа на савијање $124,3 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$, модул еластичности при савијању $15500 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ и чврстоћа на удар $9,7 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}$. Исти аутор испитујући својства буквине са подручја БиХ (Кључ, Босански Петровац, Завидовићи и Власеница), долази до резултата за статичку чврстоћу на савијање од $113 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$, модул еластичности при савијању $14000 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ и чврстоћу на удар $9,9 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}$.

Пејоски (1961), за буквину са подручја Македоније, даје следеће податке: за статичку савојну чврстоћу $138 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ и динамичку чврстоћу $9 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}$, за дрво из предела белике. За здраво дрво из предела срчевине $132 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ и $11 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}$ и за парено дрво $126 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ и $9 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}$, респективно.

Према *Леонтеву* (1962), модул еластичности при статичком савијању код влажности веће од 30% за дрво букве износи $9200 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$, док савојна чврстоћа износи $64,6 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$.

Давидовић и *Чемериќић* (1963), анализирајући стабла буквине са подручја Жељина и Стрмостена старости између 128 и 130 година, дошли су до следећих резултата: статичка чврстоћа на савијање износи просечно $123,15 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$, а модул еластичности при савијању $11300 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$.

Рајман (1970) даје просечну вредност статичке савојне чврстоће буквине влажности 12% од $110,4 \text{ МПа}$.

Лукић-Симоновић (1971) долази до нових података за подручја Домена, Жељина и Источне Борање у Србији. Добијени подаци показују знатно веће вредности од претходно добијених са истих локалитета. Резултати ових истраживања *Лукић-Симоновић* (1971) су приказана у табели 1.

Данон и *Банковић* (1985) дају вредност савојне чврстоће буквине влажности 12% у износу од $135,7 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$. Затим, *Лукић-Симоновић* и *Шошкић* (1985), анализирајући буквину са локалитета Гоч, долазе до вредности статичке савојне чврстоће од $133,19 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ и чврстоће на удар од $9,85 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}$. Влажност испитиваног дрвета је износила 9,50%. У исто време и *Говорчин* (1985), анализирајући механичка својства буквине са 7 различитих локалитета у Хрватској, је добио да је просечна статичка чврстоћа на савијање, при влажности од 12%, $121,9 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$, а модул еластичности $12097 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$.

Табела 1. Механичка својства буквине по *Лукић-Симоновић* Н.

Table 1. Strength properties of beech wood after *Lukić-Simonović* N.

Подручје испитивања Study area	Чврстоћа на савијање Bending strength	Чврстоћа на удар Shock resistance
	$\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$	$\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$
Домена	118,4	9,2
Жељин	146,2	10
Источна Борања	139,2	9,5

Поповић З., Тодоровић Н.

Уголев и Боровиков (1989), за дрво букве из Јерменске ССР, дају вредност савојног модула еластичности од 12900 МПа, код влажности од 12%, док за букву из литванске области ССР та вредност износи 11400 МПа за исте услове.

Поповић (1990) испитујући утицај влажности и температуре на модул еластичности и савитљивост буковог дрвета је дошао до података да при влажности од 10%, модул еластичности у радијалном правцу износи $10757 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$, а у тангенцијалном правцу $10040 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$. Исти аутор наводи да је статичка савојна чврстоћа буковине, влажности 10%, у радијалном правцу $118,5 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$, а у тангенцијалном правцу $113,1 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$. Просечни коефицијент варијације за савојну чврстоћу, према овом аутору, износи 8,7%, а за модул еластичности 11,4%.

3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

3.1. Порекло материјала

Ова истраживања су извршена у средњедобној буковој изданачкој шуми у североисточној Србији, на подручју Црног Врха код Бора. Прикупљање података на терену обављено је у оквиру Г.Ј. „Црни Врх-Купиново“, у одељењу 4, у непроређиваној буковој састојини чија је старост око 55 година. Издвојене су две серије са ознакама VIII и IX које су сачињене од по четири огледна поља од којих је једно контролно, а преостала три су експериментална. Основни подаци и карактеристике датих серија су:

VIII серија - типолошка припадност: шума букве (*Fagetum montanum nudum*) на кисело смеђем скелетном земљишту на андезиту; надморска висина је између 750 и 770 m; експозиција север-североисток; нагиб терена 28-30°; састојина букве је мешовитог порекла; склоп је од 0,8-1,0; број стабала у оквиру ове еколошке јединице креће се од 2900-3100 по ha, просечно за сва четири поља 2985 по ha; дрвна запремина се креће од 147,4-219,0 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, просечно за ову серију 180,5 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$;

Серија IX - типолошка припадност: шланинска шума букве (*Fagetum montanum nudum*) на кисело смеђем скелетном земљишту на андезиту; надморска висина је између 850 и 860 m; нагиб терена од 8-16°; експозиција север-североисток; склоп састојине износи од 0,8-0,9; у погледу фазе развоја ова састојина се налази, као и претходна, на прелазу старијег младика у средње доба; број стабала у оквиру ове еколошке јединице креће се од 3200-3944 по ha, просечно за сва четири поља 3593 по ha; дрвна запремина се креће од 151,2-161,8 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ просечно за ову серију 155,0 $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$.

3.2. Метод рада

За анализу су изабрана стабла као средња стабла од 20% најразвијенијих од сваке серије а која истовремено представљају средња стабла од стабала будућности. Узето је по једно стабло из сваког огледног поља сваке серије, односно осам стабала укупно. Карактеристике анализираних стабала дате су табели 2.

За одређивање механичких својстава дрвета из стабала су најпре изрезивани трупчићи дужине око 64 *cm* на висинама 1,3 *m*, на средини дебла и код прве зелене гране. Из пробних трупчића су потом унакрсно изрезиване централне пробне даске дебљине 55 *mm*. Пробне даске су затим сложене и природним путем, у лабораторији, сушене 12 месеци. Из њих су потом изрезиване епрувете димензија 20×20×320 *mm* које су коришћене за ова испитивања.

Епруветама су по изрезивању мерене димензије, маса и влажност. Масе епрувета су мерене на електронској дигиталној ваги тачности 1/100 *g*, димензије су измерене кљунастим мерилом тачности 2/100 *mm*, а влажност гравиметријским путем. На основу ових података је израчуната густина буковине за сваку испитивану епрувету. Распољиви број епрувета је подељен у две групе за свако стабло и сваку висину. Једна група епрувета се користила за одређивање динамичке чврстоће на савијање, а друга за статичку чврстоћу и модул еластичности при савијању. Динамичка чврстоћа на савијање је испитивана на машини са ударним клатном које може извршити рад од 100 *N·m*. Статичка савојна чврстоћа и модул еластичности су испитивани на аутоматској комбинованој машини типа „Тира-тест 2300“. Вредности испитиваних својстава су израчунате применом стандардних образаца. Потом су израчунати основни статистички показатељи испитиваних својстава, вршена анализа

Табела 2. Спољашње карактеристике анализираних стабала букве са локалитета „Црни Врх-Купиново“

Table 2. External characteristics of the study beech trees at „Crni Vrh-Kupinovo“

№	Серија/поље Series/field	$d_{1,3}$ са кором $d_{1,3}$ with bark	Старост на 1,3 <i>m</i> Age at 1.3 <i>m</i>	Висина до прве зелене гране	Тотална дужина
				Height to the first green branch	
		<i>cm</i>		<i>m</i>	<i>m</i>
1.	VIII/1	20,0	52	8,3	20,5
2.	VIII /2	21,5	53	5,8	19,5
3.	VIII /3	19,5	55	9,4	18,1
4.	VIII /4	22,0	47	13,0	20,4
5.	IX/1	21,0	51	8,3	18,3
6.	IX /2	20,0	50	9,1	16,8
7.	IX /3	19,9	49	6,3	17,0
8.	IX /4	20,5	57	8,1	17,1

Поповић З., Тодоровић Н.

њихових корелационих међузависности и тестирање значајности уочених разлика коришћењем стандардних компјутерских програмских пакета.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ЊИХОВА АНАЛИЗА

У табелама 3 и 4, за свако стабло одговарајуће серије, приказане су просечне вредности (са основним статистичким показатељима) статичке и динамичке чврстоће и модула еластичности при савијању буковог дрвета које су добијене на прсној висини стабала од 1,3 m.

У табелама 3 и 4 ознаке имају следеће значење: n - број података, \bar{x} - аритметичка средина, σ - стандардна девијација, v - коефицијент варијације у %, f_x - грешка аритметичке средине.

Влажност је у моменту испитивања износила 10,4% (10,2-10,6%).

Статичка чврстоћа на савијање буковине за сва испитивана стабла износи 135,3 $N\cdot mm^{-2}$ (95,69-167,67). Најмању чврстоћу на савијање имало је стабло са

Табела 3. Вредности испитиваних својстава дрвета из VIII серије

Table 3. Values of the study wood properties - VIII series

Испитивано својство Property	Стат. параметри Stat. parameters	Огледно поље Sample plot			
		1.	2.	3.	4.
Чврстоћа на савијање [$N\cdot mm^{-2}$]	n	10	10	10	7
	\bar{x}	164,67	128,37	134,84	116,99
	σ	11,53	9,66	21,28	29,83
	V	7,00	7,53	15,78	25,50
	f_x	3,65	3,06	6,73	11,27
Чврстоћа на удар [$J\cdot cm^{-2}$]	n	10	10	10	8
	\bar{x}	11,88	6,48	7,63	6,63
	σ	4,05	2,76	2,46	1,33
	V	34,12	42,66	32,25	20,07
	f_x	1,28	0,87	0,77	0,47
Модул еластичности [$N\cdot mm^{-2}$]	n	10	10	10	7
	\bar{x}	14508,6	11027	11177,93	10042,33
	σ	1410,17	656,17	1083,70	1651,38
	V	9,72	5,95	9,69	16,44
	f_x	445,93	207,50	342,69	624,16
Густина [$g\cdot cm^{-3}$]	n	20	20	20	15
	\bar{x}	0,808	0,707	0,732	0,722
	σ	0,03	0,03	0,017	0,035
	V	3,55	4,29	2,27	4,79
	f_x	0,006	0,007	0,004	0,009

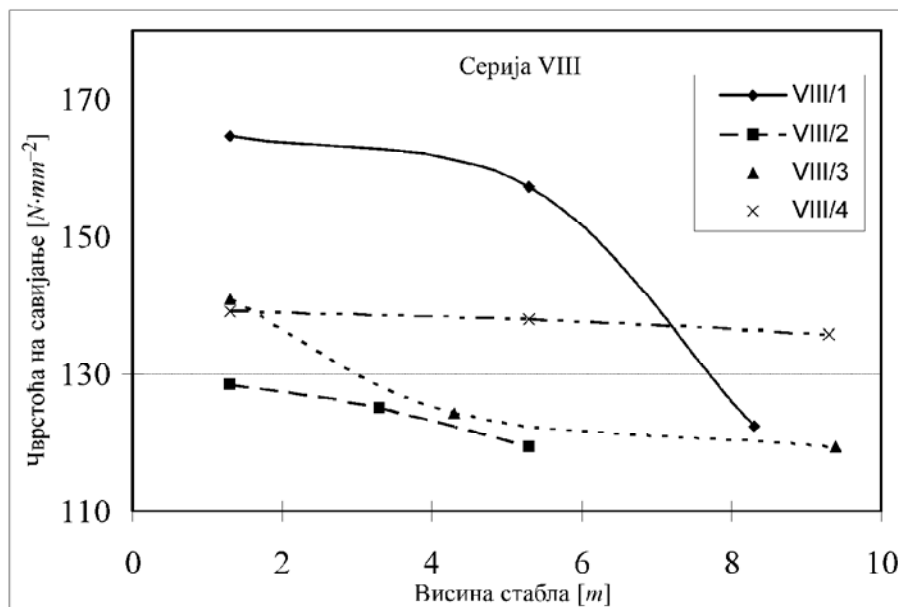
Табела 4. Вредности испитиваних својстава дрвета из IX серије
Table 4. Values of the study wood properties - IX series

Испитивано својство Property	Стат. параметри Stat. parameters	Огледно поље Sample plot			
		1.	2.	3.	4.
Чврстоћа на савијање [$N \cdot mm^{-2}$]	n	10	9	8	10
	\bar{x}	146,72	142,69	134,43	155,80
	σ	9,36	27,94	20,46	5,37
	V	6,38	19,58	15,22	3,44
	f_x	2,96	9,31	7,23	1,69
Чврстоћа на удар [$J \cdot cm^{-2}$]	n	10	10	10	10
	\bar{x}	8,50	7,98	9,15	7,80
	σ	3,67	2,63	1,63	0,67
	V	43,16	32,99	17,76	8,65
	f_x	1,16	0,83	0,51	0,21
Модул еластичности [$N \cdot mm^{-2}$]	n	10	9	8	10
	x	11956,4	11728,66	11156,33	13421,6
	σ	583,72	1498,42	1564,25	576,86
	V	4,88	12,77	14,02	4,30
	f_x	184,59	499,47	553,04	182,41
Густина [$g \cdot cm^{-3}$]	n	20	19	18	20
	\bar{x}	0,743	0,771	0,760	0,769
	σ	0,018	0,016	0,018	0,019
	V	2,45	2,03	2,41	2,48
	f_x	0,004	0,004	0,004	0,004

ознаком VIII/3 ($128,2 N \cdot mm^{-2}$), а највећу вредност је имало стабло VIII/1 серије ($148,13 N \cdot mm^{-2}$). Стабла из серије VIII имају просечну статичку чврстоћу на савијање $134,55 N \cdot mm^{-2}$, а стабла из серије IX $136,13 N \cdot mm^{-2}$. Уочена разлика просечних вредности статичке чврстоће на савијање између анализираних серија није статистички значајна. Варијабилност чврстоће на савијање, мерена помоћу коефицијента варијације, показује да она износи од 7-13%, просечно за сва стабла 8,9%, што је значајно мање ако се упореди са уобичајеним коефицијентима варијације (16%), по Колину (1985), а приближно подацима до којих је дошао Поповић (1990). Статичка чврстоћа на савијање благо опада са висином стабла како је приказано на графиконима 1 и 2.

4.1. Модул еластичности

Просечна вредност модула еластичности за сва анализирана стабла износи $11366,10 N \cdot mm^{-2}$ (8046,9-14508,6), док посматрајући по серијама, стабла из серије VIII имају просечну вредност $11427,70 N \cdot mm^{-2}$, а из серије IX $11304,50 N \cdot mm^{-2}$.

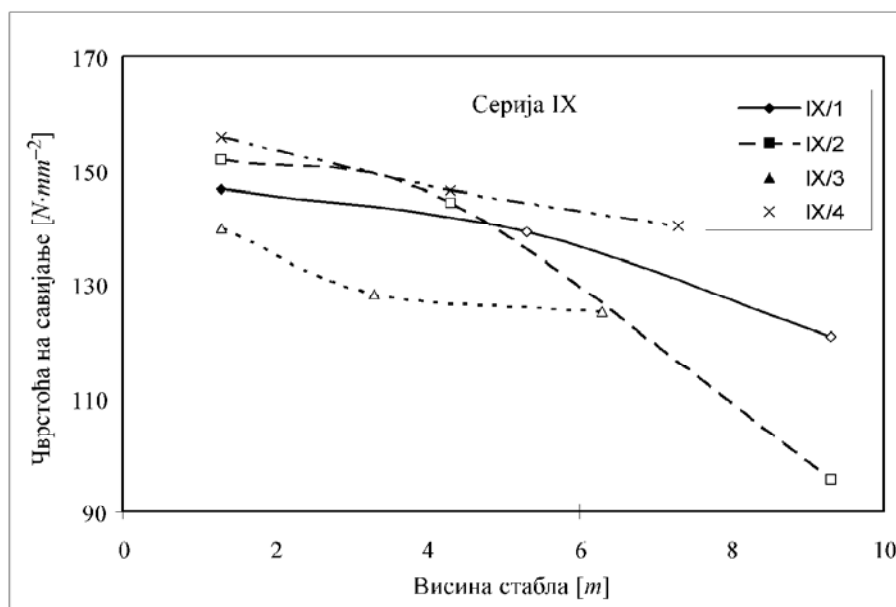


Графикон 1. Промена статичке савојне чврстоће по висини дебла за стабла из серије VIII
Figure 1. Change of static bending strength per tree height - series VIII

Као и код статичке чврстоће на савијање ни ове уочене разлике модула еластичности између серија нису статистички сигнификантне. Коefицијент варијације модула еластичности за сва стабла просечно износи 9,6% и приближан је вредности коefицијента варијације који је добио Поповић (1990) - 11,4%, а много мањи од уобичајеног коefицијента за ово својство које износи око 22%. Овакви резултати, такође, потврђују исправност методолошког приступа нашем испитивању.

4.2. Динамичка чврстоћа на савијање

Динамичка чврстоћа на савијање просечно износи за сва стабла $6,76 J \cdot cm^{-2}$ (3,41-11,88). Анализирано по стаблима средње и граничне вредности износи: стабло VIII/1 - 9,05 (6-22,25), VIII/2 - 5,73 (3-12,75), VIII/3 - 6,12 (2,25-10), VIII/4 - 5,58 (2,75-9), IX/1 - 6,71 (3,5-13,75), IX/2 - 6,60 (3-12,5), IX/3 - 7,54 (3-12,5), IX/4 - $6,67 J \cdot cm^{-2}$ (3,25-10,25), из чега се види да је најмању просечну чврстоћу на удар имало стабло са ознаком VIII/2, а највећу стабло VIII/1. Коefицијент варијације овог својства се налази у интервалу од 18,09-32,8%. Треба подсетити да су високе вредности коefицијента варијације код овог својства уобичајене и да су последица разних грешака грађе дрвета које се на ово својство нарочито одражавају. Облици ломова дати су на слици 1, где су приказана два карактеристична облика лома.



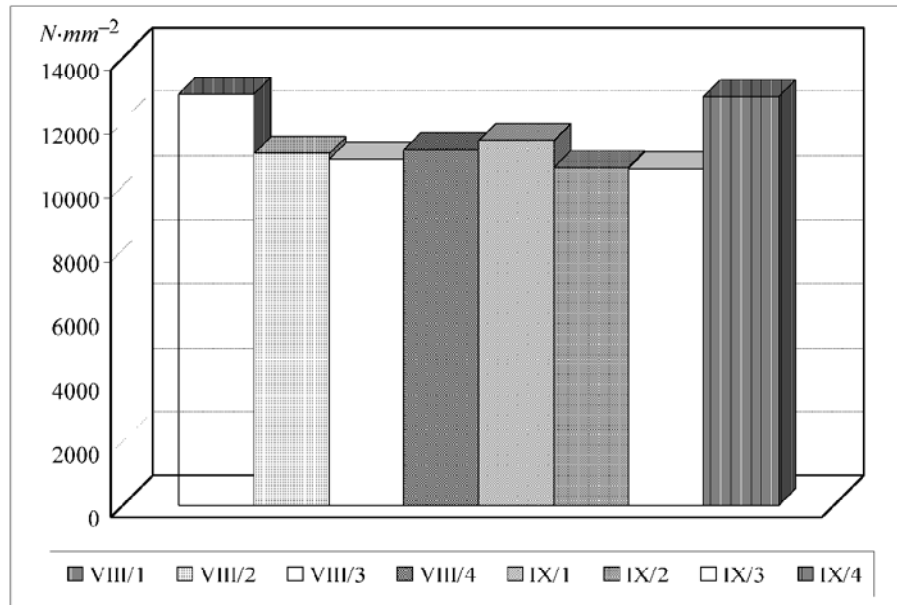
Графикон 2. Промена статичке савојне чврстоће по висини дебла за стабла из серије IX
Figure 2. Change of static bending strength per tree height - series IX

4.3. Међусобни односи испитиваних својстава

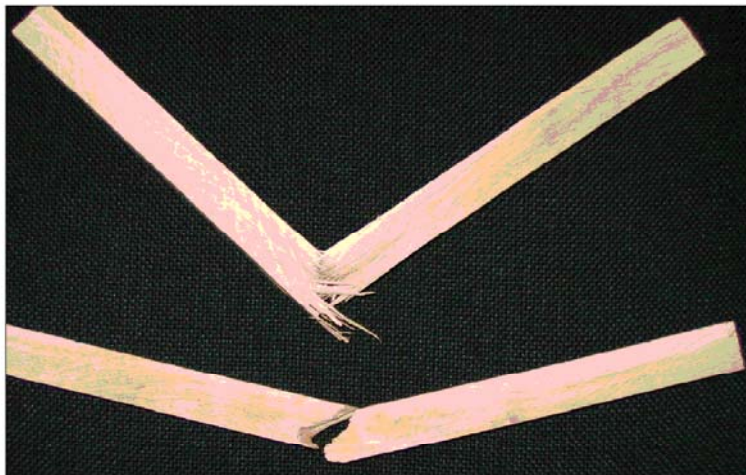
Будући да је познато да густина дрвета, као његово основно физичко својство пресудно утиче на механичка својства дрвета као и да између чврстоће и модула еластичности дрвета постоји условљена међузависност, истражен је међусобни корелациони однос испитиваних својстава и резултати тих испитивања су приказани у табели 5. Анализа корелационих зависности заједно је извршена за све испитиване епрувете.

Табела 5. Једначине регресије и коефицијенти корелације између појединих својстава
Table 5. Equations of regression and correlation coefficients between individual properties

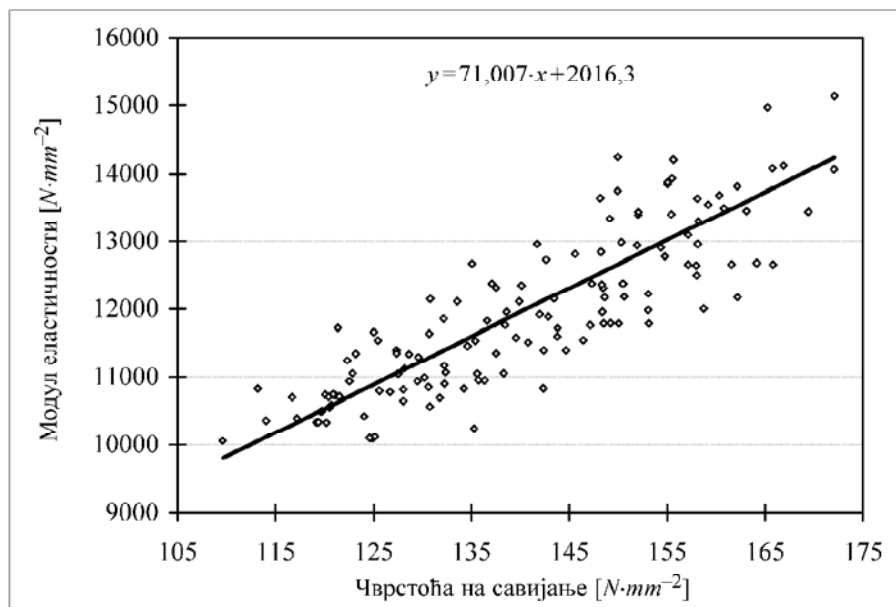
Зависност Dependence	Једначина регресије Regression equation	R
Чврстоћа на савијање - густина	$y = 300,83 \cdot x - 78,384$	0,79
Модул еластичности - густина	$y = 24263 \cdot x - 5717,9$	0,75
Чврстоћа на савијање - модул еластичности	$y = 71,007 \cdot x + 2016,3$	0,84
Чврстоће на удар – густине	$y = 29,702 \cdot x - 14,86$	0,40



Графикон 3. Просечне вредности савојног модула еластичности за испитивана стабла
Figure 3. Average values of modulus of elasticity in bending for the study trees



Слика 1. Дуговлакнасти (горе) и тупи (доле) лом спрувета при испитивању чврстоће на удар
Picture 1. Long-fibre (up) and blunt (down) failure of specimens in the analysis of shock resistance



Графикон 4. Корелациони однос статичке савојне чврстоће и модула еластичности
Figure 4. Correlation between static bending strength and modulus of elasticity

Из табеле 5 видимо да између истраживаних својстава постоји врло јака позитивна линеарна корелациона зависност, осим за однос густине и чврстоће на удар где је очигледно да на чврстоћу на удар пресудну улогу нема густина него грађа дрвета, односно њене грешке. Од свих испитиваних корелационих зависности графички је приказан (графикон 4) само однос између статичке чврстоће на савијање и модула еластичности.

5. ЗАКЉУЧЦИ

Истраживањем основних механичких својстава буковог дрвета изданачког порекла добијени су резултати на бази којих се могу донети следећи закључци:

- просечна густина испитиваног буковог дрвета износи $733 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ при влажности од 10,4%. За апсолутно суво стање влажности та вредност износи $705 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, што одговара вредностима густине буковине из изданачких шума до које су дошли Поповић и Тодоровић (2003);
- у просеку статичка чврстоћа на савијање је $135,3 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ (95,69-167,67) и налази се на нивоу резултата досадашњих истраживања буковине са подручја бивше СФРЈ, а коефицијент варијације овог својства у просеку је 8,9%;

Поповић З., Тодоровић Н.

- статичка чврстоћа на савијање се благо смањује по висини стабла;
- просечна вредност модула еластичности за сва анализирана стабла износи $11366,10 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ (8046,9-14508,6), при чему је просечан модул еластичности стабала из серије VIII 11427,7 $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$, док је код стабла из серије IX 11304,5 $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$. Коефицијент варијације просечно износи 9,6%;
- динамичка чврстоћа на савијање просечно износи $6,76 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}$ (3,41-11,88), при чему најмању просечну чврстоћу на удар имало стабло са ознаком VI-II/2, а највећу стабло VIII/1. Највећи коефицијент варијације 32,8% забележен је код епрувета из IX/2 стабла, а најмањи (18,09%) код епрувета добијених из стабла са ознаком VIII/4. Ови подаци су у просеку најнижи, ако се упореде са досадашњим подацима за домаћу букву, чему узрок вероватно треба тражити у чињеници да су наша испитивања вршена на дрвету код кога је заступљеност јувенилног дрвета највећа;
- између испитиваних својстава постоји врло јака корелациона зависност општег линеарног облика $y=a\cdot x+b$, осим између густине и чврстоће на удар.

Напомена

Овај рад је финансиран средствима МПТ РС у оквиру пројекта БТН 6.2.0.7232.А.

ЛИТЕРАТУРА

- Говорчин С. (1985): *Нека физичко-механичка својства буковине*, Колоквиј о букви, Загреб
- Давидовић Б., Чемеркић М. (1963): *Испитивање главних и физичко-механичких својстава букве Гоча*, Жељина и Јужног Кучаја, Шумарство XVI, СИТШИПДС, Београд
- Колин Б. (1991): *Утицај температуре на граничну хирскојносни дрвешта*, Шумарство 6, СИТШИПДС, Београд
- Колман Е., Сотé В. (1984): *Principles of Wood Science and Technology*, New York
- Лукић-Симоновић Н. (1971): *Прилој испитивању технолошких својстава буковине у Југославији*, Шумарство 7-8, СИТШИПДС, Београд
- Лукић-Симоновић Н., Шошкић Б. (1985): *Прилој познавању физичких и механичких својстава буковине нестандардне обловине са планине Гоч*, Шумарство 2-3, СИТШИПДС, Београд
- Поповић З. (1990): *Утицај влажности и температуре на модул еластичности и савиљљивости буковој дрвешта*, магистарски рад у рукопису, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Поповић З., Тодоровић Н. (2004): *Основна физичка својства буковине из изданаких шума Г.Ј. „Црни Врх-Кубиново“*, Шумарство 1-2, СИТШИПДС, Београд
- Стојановић Љ., Милин Ж. (1987): *Резултати испитивања најповољнијих метода прореда букових шума преко научно-производних оледа на подручју шумских секција Бољевац и Бор у 1986 години*, посебно издање, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Hoedley R.V. (1986): *Understanding wood*, Newtown
- Шошкић Б., Поповић З. (2002): *Својства дрвешта*, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд

ОСНОВНА МЕХАНИЧКА СВОЈСТВА БУКОВИНЕ ИЗ ИЗДАНАЧКИХ ШУМА...

Шошкић Б., Тодоровић Н. (2003): *Јусина и промена димензија буковог дрвета са локалитета Бор-Бољевац*. Гласник Шумарског факултета 88, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд

Zdravko Popović
Nebojša Todorović

BASIC STRENGTH PROPERTIES OF BEECH WOOD IN COPPICE FORESTS G.J. "CRNI VRH-KUPINOVO"

Summary

The basic strength properties of beech wood in coppice forest, locality Bor-Boljevac, Management unit „Crni Vrh-Kupinovo“ were studied: bending strength, modulus of elasticity in bending and shock resistance. Eight trees were taken from two series covered by the scientific-production experiment in this management unit. The statistically processed results are first presented at breast height and their variation along the height of the valuable part of the stem is analysed. Average value of bending strength is $135.3 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ (95.69-167.67). The lowest average bending strength was measured in tree VIII/3 - $128.2 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$, and the highest in tree VIII/1 - $148.13 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$. Average value of the module of elasticity for all the analysed trees is $11366.10 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ (8046.9-1414508.6). Regarding the series, the trees in series VIII - $11427.70 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$, the trees in series IX, modulus of elasticity in bending is $11304,50 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$.

Shock resistance average is $6.76 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}$ (3.41-11.88), the lowest average shock resistance was measured for the tree VIII/2, and the highest - VIII/1. The analysis shows that the average values of the study properties of beech wood at this locality are approximately the same as the values at other localities in the former SFRY. The only deviation is the shock resistance. There is a very strong correlation of the general linear form $y=a\cdot x+b$ between the study properties, except between the density and shock resistance.