

СТРУКТУРНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ТИПОВА ШУМА БУКВЕ, ЈЕЛЕ И СМРЧЕ НА ПОДРУЧЈУ ЈАЊА И ВИТОРОГА У РЕПУБЛИЦИ СРПСКОЈ

МИРКО ШЕБЕЗ¹
ЗОРАН ГОВЕДАР²

Извод: У раду су приказани резултати истраживања структурних карактеристика састојина букве и јеле са смрчом које се налазе на различитим локалитетима на подручју Јања и планинског масива Виторога у Републици Српској. Подручје истраживања одликује се перхумидном, планинском климом, коју карактеришу велике количине падавина и хладне зиме са дугим лежањем снијега. Најраспрострањенији типови земљишта су калкомеланосоли, калкокамбисоли и лувисоли који су мозаичног распореда. Те земљишне комбинације смјењују се на релативно малом простору. У раду су утврђивани основни таксациони елементи и проучавана структурна изграђеност и хомогеност истраживаних састојина. Састојине су сврстане у два основна типа шуме (Ćirić et al., 1971; Bucalo, 2002): шуме букве и јеле са смрчом (*Piceo-Abieti-Fagetum* Stef. et Beus 1980) на смеђим плитким земљиштима на кречњацима и шуме букве и јеле са смрчом на смеђим дубоким земљиштима на кречњацима. У састојинама су заступљени различити структурни облици: састојине блиске пребирним и разнодобне вишеспратне састојине. Просјечни број стабала у истраживаним састојинама се креће од 946 до 1.120 стабала по хектару. Састојине на дубоким смеђим кречњачким земљиштима имају малу хомогеност, али на плитким смеђим земљиштима структурна хомогеност изражена бројем стабала и запремином је већа.

Кључне ријечи: буква, јела, смрча, тип шуме, структура састојина

CHARACTERISTICS OF THE STRUCTURE OF BEECH, FIR AND SPRUCE FOREST
TYPES IN THE AREA OF JANJ AND VITOROG IN THE REPUBLIC OF SRPSKA

Abstract: The paper presents the results of the research on the characteristics of the structure of beech, fir and spruce occurring in different localities in the area of Janj and the mountain of Vitorog in the Republic of Srpska. The area of research is distinguished by the perhumid mountain climate characterized by abundant precipitation and cold winters with prolonged snow cover. The most widespread soil types are calcomelanosol, calcocambisol and luvisol which have mosaic distribution. These soil combinations alternate in a relatively small area. This paper determines the main forest estimation elements and studies the structure and homogeneity of the investigated stands. The stands are classified into two basic forest types (Ćirić et al., 1971; Bucalo, 2002): forests of beech and fir with spruce (*Piceo-Abieti-Fagetum* Stef. et Beus 1980) on brown shallow soils over limestone and forests of beech and fir with spruce on brown deep soils over limestone. The stands have different structural forms: stands close to the selection and uneven-aged multi-layered stands. The average number of trees in the stands ranges from 946 to 1,120 trees per hectare. The stands on deep brown limestone soils have low homogeneity but on shallow brown soils the structural homogeneity expressed by the number of trees and volume is higher.

Keywords: beech, fir, spruce, forest type, stand structure

-
- 1 *мр Мирко Шебез, ЈПШ "Шуме Републике Српске" а.г. Соколац, Република Српска*
 - 2 *др Зоран Говедар, ред. проф., Универзитет у Бањој Луци, Шумарски факултет, Бања Лука, Република Српска*

1. УВОД

Категорија високих шума са природном обновом заузима 456.674 хектара или око 46,9 % од укупне површине шумског фонда у власништву Републике Српске. У оквиру високих шума са природном обновом шуме јеле и смрче, те шуме букве и јеле са смрчом учествују са 215.754 хектара или око 47,0 % површине високих шума са природном обновом. Шуме букве и јеле са смрчом у Републици Српској спадају међу најпродуктивније и најстабилније привредне шуме. У зависности од надморске висине имају различит састав врста дрвећа и омјер смјесе. На подручју планине Виторог ове шуме доминирају али се одликују са релативно slabим коришћењем производног потенцијала станишта које узроковано поремећајем структуре састојина (Шебез, М., 2010) и угроженим процесом обнављања услед негативног утицаја фактора биотичке природе као што је градација поткорњака (Михајловић, Лј. *et al.*, 2006).

За састојине букве и јеле са смрчом на подручју Виторога може се констатовати да су у појединим дијеловима јако искоришћене, поготово у приступачнијим и шумским комуникацијама отворенијим подручјима. Коришћење квалитетнијих стабала утицало је негативно на структуру ових шума, што је имало за посљедицу смањење квалитета састојина у цјелини, а веома често и смањење запремине и појаву закоровљености која негативно утиче на природно обнављање, и у неким случајевима угрожава биолошку стабилност ових шума. Структура мјешовитих шума букве, јеле и смрче често је, услед претјераних сјеча поремећена, а то се често манифестује у прекинутом склопу састојина. На мјестима прекида склопа у процесу природне регенерације настају биогрупе често грађене само од једне врсте дрвећа које у хоризонталној структури састојинама дају посебну физиономију. Због тога елементи изграђености утичу на режим свјетлости нарочито код разнодобних, мјешовитих састојина са буквом (Крстић, 1986). Сложеност састава и развоја ових шума условила је да се правилности и закономјерности унутрашњих односа тешко откривају. Обиље проблема који прате истраживање мјешовитих шума, пружају велике могућности за даљња практична и теоријска истраживања њихових унутрашњих односа (Јовић, Н. *et al.*, 1991).

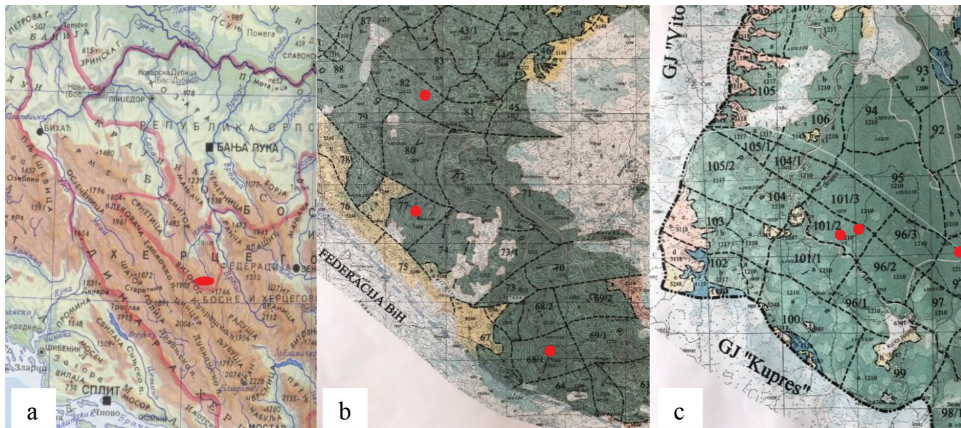
Елементи структуре састојине, који су показатељи квалитета газдовања, конкуренције између врста, успјеха природне обнове у датим еколошким условима и др., представљају основу за провођење узгојних мјера у разним типовима шума. Основни типови шума дефинисани хомогеним еколошко-вегетацијским карактеристикама у високим привредним шумама одликују се специфичним и различитим структурним карактеристикама. У циљу анализе структуре састојина користе се индекси структуре састојина, који се односе на разне елементе састојина (Oliver, C.D., Larson, B.C., 1990; McElhinny, C. *et al.*, 2005; Pretzsch, H., 2009). Комплексно сагледавање и описивање промјена састојинске структуре под утицајем старости, станишта и третмана састојине представља значајну претпоставку за доношење објективних закључака нарочито за гајење шума. Структура разно-

добних састојина на подручју Балкана подложна је промјенама нарочито у погледу дистрибуције врста дрвећа (Bončina, A. *et al.*, 2015) што је посебно значајно за мјешовите састојине код којих устаљени начини анализе структуре не задовољавају у потпуности.

У овом раду основни задатак је проучавање структуре састојина у циљу утврђивања степена њихове хомогености и хипотезе да се састојине различитих основних типова шума букве, јеле и смрче на подручју Виторога не разликују у погледу степена хомогености.

2. ОБЈЕКАТ ИСТРАЖИВАЊА И МЕТОД РАДА

Истраживања су вршена у састојинама букве и јеле са смрчом на подручју Јања (највећи врх је Стражбеница 1.504 m н.в.) и планинског масива Виторога са највишим врхом Велики Виторог (1.906 m н.в.).



Карта 1. Подручје истраживања (a) и географски положај састојина – ГЈ „Виторога“ (b), ГЈ „Јањ“ (c)

Map 1 Research area (a) and geographical position of stands – MU `Vitorog` (b), MU `Janj` (c)

Истраживање је вршено у шумскопривредном подручју „Горица“ – Шипово у Привредним јединицама „Виторога“ и „Горњи Јањ“. Основни елементи структуре састојина утврђивани су на 6 сталних огледних површина у шумама букве и јеле са смрчом. Надморске висине огледних површина крећу се од 1.363 до 1.591 m, а нагиби од 5 до 20 степени (табела 1).

Геолошку подлогу на огледним површинама чине једри кречњаци. Основни типови земљишта у састојинама су мозаично распоређени калкомеланосоли, калкокамбисоли и лувисоли, али са доминацијом смеђих кречњачких земљишта различите дубине у елементарним ареалима земљишта, који се смјењују на релативно малом простору. На основу података из најближе метеоролошке станице Купрес (СГШ 44°00' и ИГД 17°17'; 1190 m н.в.) за период 1961-1990. године и 2001-2014. године о температурама ва-

здуха и количини падавина примјеном метода Торнтвајта (Thorntwaite, C.W., 1948; Krstić, M., 1992) утврђено је да се подручје истраживања одликује перхумидном, планинском климом, коју карактеришу велике количине падавина и хладне зиме са дугим задржавањем снијега. Средња годишња температура у референтном периоду осматрања (1961-1990) мања је (5,8°C) од температуре у периоду 2001-2014. године (8,2°C). Просјечна годишња количина падавина за период 1961-1990. године износи 1.157 mm, а у периоду 2001-2014. године износи 1.362 mm. Анализом података по методу Coutagne (Govedar, Z., 2005) у погледу плувиометријског режима већи је маритимни од континенталног утицаја.

Табела 1. Основни подаци о огледним површинама
Table 1 Basic data on experimental plots

Привредна јединица Economic unit	Одјељење Compartment	Локалитет Locality	Надм. Висина Altitude	Експоз. Aspect	Нагиб Slope
			Altitude (m)		Slope (°)
“Виторога”	82	Црни врхови	1.591	јужна	20
“Виторога”	77	Виленска драга	1.535	источна	10
“Виторога”	68/1	Велики камењак	1.474	јужна	5
“Горњи Јањ”	101/2	Пољане	1.346	југо-западна	10
“Горњи Јањ”	101/2	Пољане	1.348	јужна	5
“Горњи Јањ”	97/1	Пољане	1.363	јужна	15

2.1. Прикупљање података

Избор огледних површина вршен је на основу претходне анализе планских докумената и особина газдинских класа. Циљ је био да се истраживањима обухвате састојине у најзаступљенијим газдинским класама на доминантним кречњачким плитким, односно дубоким земљиштима. Основни критеријуми за избор површина у којима су вршена истраживања били су хомогеност станишних и састојинских карактеристика. Прикупљање података вршено је на уобичајни начин при раду на сталним огледним површинама, који се примењује у шумарству. Положај и границе огледних поља видно су обиљежене, односно геореференцирање је вршено помоћу ГПС уређаја марке „Magellan“. Њихова површина се креће од 0,5 до 0,8 ha. У састојинама су на основу макроскопских карактеристика педолошких профила утврђени типови земљишта и геолошка подлога, док је на основу фитоценолошких карактеристика утврђено да састојине припадају заједници (*Piceo-Abieti-Fagetum* Stef. et Veus 1980). На основу типолошког класификационог система (Ćirić, M. *et al.*, 1971; Bucalo, V., 2002) састојине су сврстане у два основна типа: шуме букве и јеле са смрчком на смеђим плитким земљиштима на кречњацима (3 састојине) на подручју Виторога

– основни тип 1 (OT1) и шуме букве и јеле са смрчком на смеђим дубоким земљиштима на кречњацима (три састојине) на подручју Јања – основни тип 2 (OT2). На огледним површинама тоталним премјером мјерени су пречници свим стаблима са тачношћу од 1,0 mm при таксационој граници 5,0 cm. Сва стабла чији пречници су већи од таксационе границе су обројчена, мјерене су им висине примјеном висиномјера Vertex 4.0 и вршено је бушење стабала Преслеровим сврдлом у прсној висини.

2.2. Обрада података

Обрада таксационих података вршена је на уобичајни начин при раду на сталним огледним површинама, односно примјеном статистичких и дендрометријских метода при истраживањима у шумарству. Стабла на огледним пољима сврстана су у дебљинске разреде ширине 5,0 cm у циљу анализе структуре састојина. Утврђивање запремина састојина вршено је на основу запреминских таблица за високе шуме у БиХ (Drinić, P. et al., 1990) као и бонитирање станишта на основу висинских кривих према нумеричким вриједностима за поједине врсте дрвећа из запреминских таблица. Дебљински прираст је утврђен на основу извртака добијених бушењем стабала у прсној висини а запремински прираст примјеном Мајеровог диференцијалног метода (Банковић, С., Пантић, Д., 2006). Утврђени су индекси хомогености састојина на бази ширине дебљинских разреда 5,0 cm и примјеном формуле (Kramer, H., 1988):

$$H = \sum_{i=1}^n S_{N_{\%i}} / \sum_{i=1}^n (S_{N_{\%i}} - S_{V_{\%i}})$$

$S_{N_{\%}}$ - сума процената броја стабала до и-тог дебљинског разреда,

$S_{V_{\%}}$ - сума процената запремине до и-тог дебљинског разреда,

n – број дебљинских разреда.

Лоренцова крива³ је коришћена за графичко утврђивање степена хомогености (Pretzsch, H., Schütze, G., 2014). Ако је Лоренцова крива ближа правцу који је одређен спајањем тачака координатног система X_1, Y_1 (0%,0%) и X_2, Y_2 (100%,100%), онда се састојина сматра хомогенијом.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

3.1. Структура састојина

Под структуром састојине се подразумева дистрибуција врста, броја стабала и њихових димензија по јединици површине, а она је резултат интезитета раста појединих врста под утицајем природних фактора и човјека

³ Лоренцова крива је добила назив према економисти Лоренцу (Max Otto Lorenz 1876–1959) и најчешће се примјењује за графичко представљање тржишне концентрације, за дистрибуцију дохотка и др. Она се може успјешно користити и за утврђивање степена хомогености скупова па тако и хомогености шумских састојина (Pretzsch, H., Schütze, G., 2014).

(Novotny et al., 2006). Расподјела броја стабала по дебљинским разредима најчешће је полазна основа за дефинисање структурног облика али и осталих елемената структуре у састојинама. Од структуре по броју стабала зависи одређивање нормалног стања, етата и будућих узгојних поступака у пребирној састојини (Stojanović, Lj. et al., 2008). Број стабала је један од најважнијих, али је уједно и најваријабилнији елемент структуре састојина који директно утиче на све друге елементе структуре (Govedar, Z., 2005).

У просјеку је број стабала у састојинама OT2 већи (1.120 стабала по ha) од просјечног броја стабала у састојинама OT1 гдје износи 946 стабала по ha (табела 2). У састојинама са великим бројем стабала карактеристична је велика заступљеност букве нарочито у састојинама OT2 и у нижим дебљинским разредима (преко 50%). Велико варирање броја стабала је карактеристично за мјешовите састојине букве, јеле и смрче. У шумама букве и јеле са смрчом на кречњачким супстратима на Игману и Бјелашници просјечан број стабала по хектару износио је 745 при омјеру смјесе по броју стабала буква:јела:смрча=41%:26%:25% и заступљеношћу стабала горског јавора и других лишћара око 8,0 % (Kvesić, S., 2014).

Табела 2. Просјечне вриједности елемената састојина у основним типовима шума

Table 2 Average values of stands in the basic types of forests

Врста Species	Основни тип 1 (OT1) / Main type 1 (MT1)							Основни тип 2 (OT2) / Main type 2 (MT2)						
	Бони-тет/ Site class	OS _N	OS _V	N	G	V	i _v	Бони-тет/ Site class	OS _N	OS _V	N	G	V	i _v
		%	%	/ha	m ² /ha	m ³ /ha	m ³ /ha		%	%	/ha	m ² /ha	m ³ /ha	m ³ /ha
Јела	II/III	32,4	49,0	307	19,1	274,4	5,3	III	40,5	37,3	453	13,8	177,1	6,7
Смрча	III	31,2	38,6	296	17,3	216,0	4,2	III	28,5	47,9	319	17,1	226,8	7,6
Буква	III	36,3	12,4	344	6,9	68,6	1,7	III	31,1	14,8	348	7,2	70,0	2,5
Укупно		100,0	100,0	946	43,3	559,0	11,2		100,0	100,0	1120	38,0	474,0	16,8

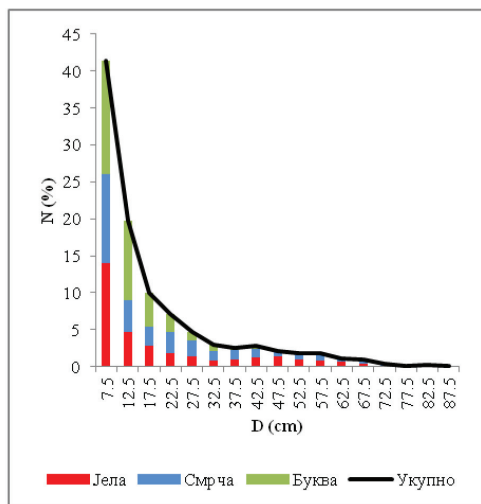
OS_N – омјер смјесе по броју стабала; OS_V – омјер смјесе по запремини; N – укупан број стабала; G – укупна темељница; V – укупна запремина; i_v – текући запремински прираст

OS_N – the ratio of the mixture by the number of trees; OS_V – the ratio of the mixture by volume; N – total number of trees; G – basal area; V – total volume; i_v – current volume increment

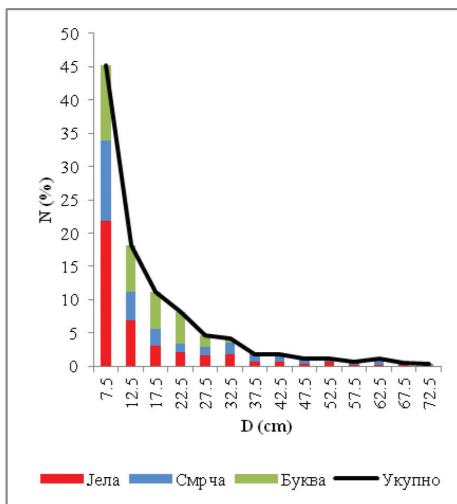
Проучавајући мјешовите састојине букве, јеле и смрче на Старој планини, утврђено је да број стабала варира у широким границама од 358 до 1.016 стабала по хектару, и већи је него по таблицама приноса и прираста (Vidanović, R., 1995). Значајна истраживања педолошких, фитоценолошких и структурних карактеристика мјешовитих састојина букве, јеле и смрче на Златару (Србија) указују на специфичности ових шума, које су значајне за газдовање. Доминантна земљишта на Златару су тријаски кречњаци са доминантном црницом и смешим земљиштем (Кнежевић, М., Кошанин, О., 2008). Поред мјешовитих шума јеле и смрче карактеристична је тродоминантна заједница јеле, смрче и букве (*Piceo-Fago-Abietetum* Čolić 1965)

која на Златару заузима мање површине од шума јеле и смрче (Новаковић, М., Цвјетићанин, Р., 2008), а у тим састојинама за разлику од истраживаних састојина на подручју Јања и Виторога значајно у спрату приземне флоре доминирају елементи типични за смрчеве шуме. Карактеристичне су сличности утврђених типова мјешовитих шума јеле, смрче и букве на смеђим кречњачим земљиштима на Златару као и сличности пребирне структуре са истраживаним типовима шума на подручју Јања и Виторога. У пребирним шумама јеле, смрче и букве на Златару утврђено је да укупан број износи 628 по ха од чега је 407 стабала јеле по хектару или 66,1 %, смрче 134 стабла или 21,8 % и букве 74 стабла по хектару или 12,1 % (Стојановић, Љ. *et al.*, 2008). На основу анализе развоја елемента састојина на Златару констатовано је да су се у периоду од 1982. до 2005. године у погледу појединих структурних елемената састојине постепено усмјеравале према нормалном стању (Стојановић, Љ. *et al.*, 2008). Такав развој структуре састојина узрокован је, у значајној мјери, пребирним сјечама, које су карактеристичне и за истраживане састојине на подручју Јања и Виторога које, такође, имају структуру блиску пребирној. Поред истраживања на Златару и Кобаонику, у шумама јеле, смрче и букве вршена су истраживања основних структурних елемената и констатован је просјечан број стабала који износи од 340,3 до 557,4 по хектару (Šljukić, В., 2015).

У састојинама оба типа шума број стабала опада са повећањем дебљинских разреда. С обзиром на то да је у природи тешко наћи састојине које имају идеалну пребирну структуру, онда се углавном говори о састојинама чија је структура блиска пребирној (Govedar, 2005). Карактеристична је већа заступљеност стабала у нижим дебљинским разредима (до 37,5 cm) код састојина у ОТ2, док је у вишим дебљинским разредима већи број стабала у састојинама ОТ1 (графикони 1. и 2). Буква у вишим дебљинским разредима преко 50 cm незнатно је заступљена у истраживаним састојинама, док је њено учешће са пречницима до 20 cm знатно веће (преко 250 стабала по хектару или преко 20,0% од укупног броја стабала). За пребирне састојине је карактеристично да линија расподјеле укупног броја стабала по дебљинским разредима има облик хиперболе, што значи да број стабала опада са повећањем дебљинског разреда. Због тога се опадање броја стабала у пребирним шумама према обрнутој "Ј" дистрибуцији користи код поређења стварног и уравнотеженог стања пребирних шума букве, јеле и смрче (Govedar, Z. *et al.*, 2017). Коефицијет опадања броја стабала од најнижих према највишим дебљинским разредима у пребирној шуми је већи код врста које достижу мање димензије и које спорије расту. На бољим бонитетима станишта овај коефицијент је мањи, а на лошијим већи за исте врсте дрвећа (Медаревић, М., 2006). Проучавајући мјешовите шуме јеле, смрче и букве на Тари, констатовано је опадање броја стабала у најтањим дебљинским категоријама, како код шума са редовним газдовањем, тако и код оних које су се мање-више спонтано развијале (Обрадовић, S. *et al.*, 2017). На подручју ШГ "Горица-Шипово" негативно експоненцијална дебљинска расподјела утврђена је у највећем броју израчунатих модела за састојине букве, јеле и смрче (Керен, С., Говедар, З., 2014).



Графикон 1. Расподјела броја стабала по дебљинским разредима – OT1
Graph 1 Distribution of the number of trees by diameter classes – MT1



Графикон 2. Расподјела броја стабала по дебљинским разредима – OT2
Graph 2 Distribution of the number of trees by diameter classes – MT2

Просјечно учешће стабала у категорији до 30 cm веће је код састојина OT2 у односу на састојине OT1, док је учешће средње дебелих и дебелих стабала веће код састојина OT1. Наиме велики број стабала у категорији до 30 cm (табела 3), код свих састојина је карактеристика пребирне структуре састојина (Prodan, M., 1949; Miletić, Ž., 1954). Слични резултати утврђени су на Игману и Бјелашници у шумама букве и јеле са смрчом на кречњачким супстратима код којих је однос броја стабала у дебљинским класама до 30 cm, од 31 до 50 cm и преко 50 cm је 81%:14%:5% (Kvesić, S., 2014). У три најмања дебљинска разреда (7,5; 12,5 и 17,5 cm) налази се исто стабала као и у три најзаступљенија дебљинска разреда, што је особина пребирних и разnodобних састојина (Prodan, M., 1953).

Табела 3. Заступљеност броја стабала и запремине по дебљинским класама
Table 3 Number of trees and volume by diameter classes

Дебљински разред Diameter class (cm)	Основни тип 1 - OT1/ Main type 1 – MT 1		Основни тип 2 - OT2/ Main type 2 – MT 2	
	N (%)	V (%)	N (%)	V (%)
$d \leq 30$	79,6	18,3	84,4	27,5
$30,1 < d \leq 50$	12,7	30,0	10,5	32,3
$50,1 \leq d$	7,7	51,7	5,1	40,2

Учешће стабала у средњој и најдебљој категорији је прилично уједначено код састојина оба типа шума док се расподјела запремине израженије разликује. Наиме у нижим дебљинским разредима је веће учешће запремине

код састојина OT2 док је у највишим дебљинским разредима знатно веће учешће запремине у састојинама OT1.

Укупна запремина у истраживаним састојинама износи од 402 до 696 m³/ha. Просјечна темељница и запремина су веће у састојинама OT1 што је последица већег степена очуваности и мањег интензитета сјеча у претходном периоду. За одржавање пребирне структуре састојина потребно је да се од 15 до 34 % дрвне запремине налази у нижим дебљинским разредима (до 30 cm), од 22 до 42 % запремине код средње дебелих стабала (од 30 до 50 cm) и од 24 до 57 % запремине код дебелих стабала пречника већег од 50 cm. Заступљеност запремине по дебљинским разредима је у просјеку за састојине основних типова шума у наведеним границама што потврђује констатацију о структури карактеристичној за пребирне састојине. Иако су састојине с обзиром на бонитет у просјеку за све врсте уједначене (III бонитет), ипак производност састојина OT2 је већа ако се анализира величина текућег запремног прираста (табела 2) и процента запремног прираста ($i_{\text{TOT2}}=3,5\%$; $i_{\text{TOT1}}=2,0\%$). Наиме, између продуктивности састојина и дубине земљишта на кречњацима постоји позитивна корелација. Ако су земљишта на кречњацима дубља, она су продуктивнија што се позитивно одражава на повећање прираста при сличним осталим условима станишта (Ćirić, M. *et al.*, 1971).

3.1 Хомогеност састојина

Структура састојина је најчешће дефинисана кроз двије компоненте: структурне атрибуте и структурну комплексност (McElhinny, C. *et al.*, 2005). У циљу поређења структурних облика састојина користе се индекси којима се настоји прецизније изграђеност и односи нумеричких и атрибутивних елемената састојина. Да би се обухватила међусобна интеракција великог броја структурних фактора, користе се мултиваријантне анализе (Spies, T.A., Franklin, J.F., 1991). Поред мјерених таксационих елемената састојине постоје и други параметри, који се могу квантитативно исказати као односи који постоје између појединих врста дрвећа, грмља и приземне флоре унутар састојине, посебно када се говори о структури и конкурентским односима међу врстама на одређеној површини. Међудјеловање различитих фактора у састојини настоји се изразити у једном броју: индекс структурне комплексности, индекс станишне комплексности, индекс старих састојина, индекс биодиверзитета, индекс разноликости састојине, структурни индекс базиран на варијанси и други (McElhinny, C. *et al.*, 2005; Janowiak, M.K. *et al.*, 2008).

У мјешовитим састојинама веома је значајна конкуренција међу врстама што се у крајњој мјери одражава на састав састојина. Неспорно је да на ове односе велики утицај има и начин газдовања шумама. Због одржавања оптималне структуре везано за конкуренцију међу врстама дефинисани су многи индекси структуре, који се одређују на бази бројности врста, просторног распореда стабала по врстама дрвећа, грмља, приземне флоре и то у хоризонталном и вертикалном погледу (Pretzsch, H., 2009). Познавање ових индекса омогућава нам провођење благовремених узгојних мјера у

правцу стварања оптималног стања састојина, повећање стабилности и биодиверзитета.

Конкурвенција међу врстама се може изразити преко индекса који дефинишу те односе. Ови индекси се ослањају прије свега на бројност врста и просторни распоред дрвећа, грмља и приземне вегетације на одређеној површини у вертикалном и хоризонталном погледу. Они говоре о конкурентским односима и остављају могућност правовременог реаговања узгојним мјерама у правцу стварања оптималне структуре састојине.

Индекси хомогености, укупно за састојине у типовима шума, указују да мању хомогеност имају састојине ОТ2 (табела 4).

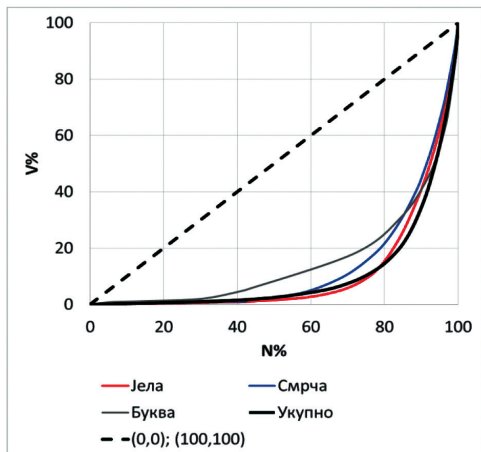
Табела 4. Индекси хомогености (Н)

Table 4 Homogeneity indexes (H)

	ОТ1	ОТ2
Јела	2,47	2,19
Смрча	2,48	2,00
Буква	2,97	3,81
Укупно	2,78	2,29

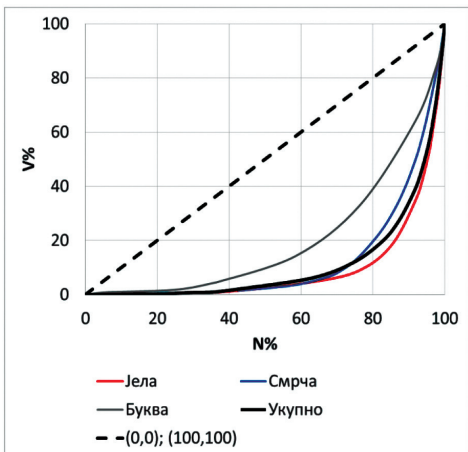
Мале вриједности овог индекса показују да се ради о структурно нехомогеним састојинама, које су иначе карактеристичне за састојине изражене разнородности и заступљености стабала најразличитијих димензија (графикони 1 и 2). Што је већа површина између линије бисектора ($X_1=0\%$, $Y_1=0\%$; $X_2=100\%$, $Y_2=100\%$) и Лоренцове криве, то је мања хомогеност састојина. Иначе, у шумарству се, као структурно добро изграђене састојине, сматрају оне састојине које се одликују великом нехомогеношћу (Fuldner, K., 1995), односно које имају мали индекс хомогености што је случај и у овим истраживањима. Буков дио састојина у оба типа шума има већу хомогеност, а карактеристично је да најмању хомогеност има смрчев дио састојина у ОТ2 (графикони 3 и 4). Већи индекс хомогености код букве узрокован је њеним биоэколошким особинама, које нарочито долазе до изражаја у мјешовитим састојинама са јелом и смрчом. Наиме буква усљед ријеђег плодоношења и израженије хелиофилности ствара углавном хомогеније биогрупе стабала приближно исте старости. Карактеристичне цено-еколошке особине букве констатоване су и у мјешовитим састојинама са јелом, и племенитим лишћарима (Стојановић, Љ., Јовановић, Б., 1987). Утицај нижих дебљинских разреда на производњу запремине код оба типа шума је изразито низак, али при средњим дебљинским разредима нарочито на дубоким смеђим земљиштима учешће у продукцији запремине нагло расте. У пребирним састојинама, ако се услови станишта погоршавају, индекс хомогености се повећава (De Camino, R., 1976).

Састојине ОТ1 показују мању продуктивност а већи индекс хомогености од састојина ОТ2 што потврђује могућност коришћења индекса хомогености за прецизније бонитирање станишта.



Графикон 3. Лоренцове криве за састојине ОТ1

Graph 3 Lorenz curves for the stands of MT1



Графикон 3. Лоренцове криве за састојине ОТ2

Graph 3 Lorenz curves for the stands of MT2

Савремено схватање структуре састојине везано је за одрживост развоја природних шумских екосистема, који се промовишу кроз природи блиско гајење шума. Природи блиско гајење шума подразумева трајно одрживе и економски оправдане узгојне активности ограничене природним процесима, гдје се природни станишни потенцијал настоји оптимално користити за очување биодиверзитета, генетске варијабилности, природности, унапређења стања и повећања продуктивности шума (Govedar, Z. *et al.*, 2006; Govedar, Z., Krstić, M., 2016). За природи блиско гајење шума у контексту одрживог развоја шума важно је познавати индикаторе сложених односа у разнодобним мјешовитим састојинама и вршити праћење њихових промјена као посљедицу узгојних третмана. На тај начин се може постићи већа објективност у планирању и реализацији будућих шумскоузгојних мјера.

4. ЗАКЉУЧЦИ

На основу резултата истраживања у овом раду може се закључити следеће:

- истраживане мјешовите састојине букве, јеле и смрче на подручју Јања и Виторога припадају основним типовима шума букве и јеле са смрчом на плитким и дубоким смеђим кречњачким земљиштима;
- састојине се могу окарактерисати као структурно блиске пребирним састојинама. Број стабала у просјеку је већи код састојина на дубоким смеђим земљиштима (1.120 стабала по хектару), него код састојина на плитким смеђим земљиштима на кречњаку (945 стабала по хектару). Међутим, просјечна запремина састојина на плитким смеђим земљиштима је у просјеку већа (559,0 m³/ha) од састојина на

дубоком смеђем кречњачком земљишту (474 m³/ha);

- састојине на дубоким смеђим земљиштима на кречњацима имају већу продуктивност и мању хомогеност од састојина на плитком смеђем кречњачком земљишту;
- састојине у основним типовима шума су структурно нехомогене па се за такве мјешовите састојине букве, јеле и смрче може констатовати да су структурно добро изграђене;
- индекси хомогености букве у свим састојинама су највећи, тј. буков дио састојина је хомогенији у односу на јелу и смрчу што је последица биоеколошких особина букве;
- погоршавањем услова станишта (смањивањем дубине земљишта на кречњацима) повећава се степен хомогености састојина које су по структури блиске пребирним.

ЛИТЕРАТУРА

- Bončina, A., Cavlovic, J., Curovic, M., Govedar, Z., Klopčic, M., Medarevic, M. (2013): A comparative analysis of recent changes in Dinaric uneven-aged forests of the NW Balkans. *Forestry* 2013; 0. 1–14
- Bucalo, V. (2002): Tipologija šuma. Udžbenik, Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci i Javno preduzeće šumarstva »Srpske šume«, Banja Luka
- Čirić, M., Stefanović, V. . Drinić, P. (1971): Tipovi bukovih šuma i mješovitih šuma bukve. jele i smrče u Bosni i Hercegovini. Posebna izdanja Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu. Sarajevo
- De Camino, P. (1976): Zur Bestimmung der Bestandeshomogenität. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 147: 54–58.
- Drinić, P., Matić, V., Pavlić, J., Prolić, N., Stojanović, O., Vukmirović, V. (1980): Tablice taksacionih elemenata visokih i izdanačkih šuma u SP Bosni i Hercegovini. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Posebna izdanja br. 13. Sarajevo
- Földner, K. (1995): Strukturbeschreibung von Buchen-Edellaubholz-Mischwäldern [Describing forest structures in mixed beech-ash-maple-sycamore stands]. Ph.D. dissertation. University of Göttingen, Cuvillier Verlag, Göttingen. 163 pp
- Govedar, Z., Krstić, M., Keren, S., Babić, V., Zlokapa, B., Kanjevac, B. (2018): Actual and Balanced Stand Structure: Examples from Beech-Fir-Spruce Old-Growth Forests in the Area of the Dinarides in Bosnia and Herzegovina. *Sustainability*. 10. 540
- Govedar, Z. (2005): Načini prirodnog obnavljanja mješovitih šuma jele i smrče (*Abieti – Piceetum illyricum*) na području zapadnog djela Republike Srpske. Doktorska disertacija, Beograd
- Govedar, Z., Krstić, M. (2016): Gajenje šuma posebne namjene. Udžbenik, Šumarski fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, Banja Luka
- Govedar, Z., Stojanović, Lj., Krstić, M. (2006): Uzgojna problematika u funkciji stabilnosti šuma posebne namjene. Međunarodna naučna konferencija “Gazdovanje šumskim ekosistemi-ma nacionalnih parkova i drugih zaštićenih područja”, Šumarski fakultet Banja Luka, Nacionalni prak “Sutjeska”, 05. do 08.07. 2006. Godine, Jahorina – Tjentište. Republika Srpska.
- Janowiak, M.K., Nagel, L.M., Webster, Ch.P. (2008): Spatial Scale and Stand Structure in Northern Hardwood Forests: Implications for Quantifying Diameter Distributions. *Forest Science* 54(5)
- Јовић, Д.. Банковић. С., Медаревић, М. (1991): Производне могућности јеле и букве у

- најзаступљенијим типовима шума на планини Гоч. Гласник Шумарског факултета, Београд
- Керен, С., Говедар, З. (2014): Структура и подмлађивање мјешовитих састојина букве. Јеле и смрче на подручју ШГ «Горица-Шипово». Шумарство, 1-2. УШИТС, Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд, стр. 33-46
- Кнежевић, М., Кошанин, О. (2008): Шумска земљишта Златара. Шумарство бр. 3. УШИТС, Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд, стр. 31-52, Београд
- Kramer, H. (1988): Waldwachstumslehre. Paul Parey. Hamburg-Berlin
- Krstić, M. (1986): Uticaj nekih elemenata izgrađenosti sastojine na režim svetlosti u mešovitoj šumi bukve i jele na Goču. Šumarstvo br. 3-4. str. 51-64., Beograd
- Krstić, M. (1992): Gajenje šuma – praktikum. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu. Beograd
- Kvesić, S. (2014): Strukturne karakteristike šuma bukve i jele sa smrčom na krečnjačkim supstratima na Igmanu i Bjelašnici. Naše šume, broj: 36-37., str. 14 – 23., godina XIII. Sarajevo
- McElhinny, C., Gibbons, Ph., Brack, C., Bauhus, J. (2005): Forest and woodland stand structural complexity: Its definition and measurement. Forest Ecology and Management 218 (2005) 1–24
- Mihajlović, Lj., Lazarev, V., Karadžić, D., Stanivuković, Z., Govedar, Z. (2006): Sanacija šteta od potkornjaka na području GJ „Vitoroga“. Šumarski fakultet Banja Luka i JPŠ “Šume Republike Srpske” a.d. Sokolac, Elaborat 1-28., Banja Luka
- Miletić, Ž. (1954): Istraživanja širenja (ekspanzije) kruna u prebornoj sastojini bukve. Univerzitet u Beogradu. Glasnik Šumarskog fakulteta, br. 7., Beograd
- Новаковић, М., Цвјетићанин, Р. (2008): Фитоценолошке карактеристике мешовитих шума смрче на Златару. Шумарство бр. 3. УШИТС, Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд, стр. 31-52, Београд
- Novotny, V., Drozd, P., Miller, S.E., Kulfan, M., Janda, M., Basset, Y., Weiblen, G.D. (2006): Why are there so many species of herbivorous insects in tropical rainforests? Science 313: 1115–1118.
- Obradović, S. (2015): Stanje i razvoj sastojina bukve, jele i smrče prašumskog porekla u Srbiji kao osnov za planiranje i obezbeđivanje prirodi bliskog gazdovanja. Doktorska disertacija. Beograd
- Obradović, S., Pantić, D., Medarević, M., Šljukić, B. (2017): Upporedna analiza usmjerenog i spontanog razvoja mješovitih šuma jele, smrče i bukve na Tari. Glasnik Šumarskog fakulteta br. 116, str. 141-170., Beograd
- Oliver, C.D., Larson, B.C. (1990): Forest Stand Dynamics. McGraw-Hill. New York.
- Pretzsch, H. (2009): Forest Dynamics. Grand Yield. 2009 Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- Pretzsch, H., Schütze, G. (2014): Size-structure dynamics of mixed *versus* pure forest stands. Forest Systems 2014 23(3): 560-572
- Prodan, M. (1949): Die theoretische Bestimmung des Gleichgewichtszustandes im Plenterwalde. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen
- Prodan, M. (1953): Verteilung des Vorrats gleichaltriger Hochwaldbestände auf Durchmesserstufen. Allg. Forst u. Jagdzeitung 129: 15-33.
- Spies, T.A., Franklin, J.F. (1991): The structure of natural young, mature, and old-growth Douglas-Fir forests in Oregon and Washington. In: Aubry, K.B., Brookes, M.H., Agee, J.K., Anthony, P.G., Franklin, J.F. (Eds.). Wildlife and Vegetation of Unmanaged Douglas-Fir Forests. USDA Forest Service, Portland, Oregon, pp. 91–109.
- Стојановић, Љ., Крстић, М., Медаревић, М., Бјелановић, И. (2008): Пребивно газдовање мјешовитим шумама јеле, смрче и букве на Златару. Шумарство бр. 3. УШИТС, Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд, стр. 31-52, Београд
- Stojanović, Lj., Jovanović, B. (1987): Ceno – ekološke i uzgojne karakteristike sastojine bukve i jele sa plemenitim lišćarima u Zapadnoj Srbiji. Šumarstvo, 3-4., 3-14 Beograd.
- Stojanović Lj., Krstić, M. (2008): Gajenje šuma, knjiga druga - metodi prirodnog obnavljanja i negovanja šuma. Planetaprint, Beograd.
- Šljukić, B. (2015): Tipovi šuma Kopaonika kao ekološki osnov realnog planiranja gazdovanja –

- održivog upravljanja šumskim ekosistemima. Doktorska disertacija, Beograd
- Thornthwaite, C.W. (1948): An approach toward a rational classification of climate. Geogr. Pev. 38. 55-94.
- Vidanović, P. (1995): Istraživanje uticaja ekološko – proizvodnih osobina čistih i mješovitih sastojina bukve, jele i smrče na način gazdovanja na Staroj planini. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu. Šumarski fakultet, Beograd
- Шебез, М., Говедар, З., Керен, С. (2010): Структурна изграђеност састојина смрче на подручју Витороге. Гласник Шумарског факултета бр. 13., стр. 19-33., Бања Лука

CHARACTERISTICS OF THE STRUCTURE OF BEECH, FIR AND SPRUCE FOREST TYPES IN THE AREA OF JANJ AND VITOROG IN THE REPUBLIC OF SRPSKA

Mirko Šebez
Zoran Govedar

Summary

The investigated stands belong to the beech and fir forest community (*Piceo-Abieti-Fagetum* Stef. Et Beus 1980). The research area (Janj and Vitorog in the Republic of Srpska) is distinguished by perhumid mountain climate characterized by abundant precipitation and cold winters with prolonged snow cover. The bedrock of the research area is composed of limestone and the soils types include calcomelanosol, calcocambisol and luvisol. The research included six stands classified into two main forest types (Čirić et al., 1971): stands on shallow calcocambisol over limestone and stands on deep calcocambisol over limestone. The stands have heterogeneous structures, but they are close to selection forest stands. The share of trees in the middle and largest diameter classes is quite uniform in the stands of both forest types. In smaller diameter classes, the share of volume in the stands on deep calcocambisol is higher, while in the larger diameter classes the share of volume in the stands on shallow calcocambisol is lower. The stands on deep calcocambisol are more productive and on average they have higher volume increments (16.8 m³/ha or %iv = 3.5%). The stands of both types of forests have non-homogeneous structure and regarding their structure, it can be stated that these mixed stands of beech, fir and spruce are well-built. The homogeneity indices are in all stands higher for beech than for fir and spruce. The deterioration of site conditions (by reducing the depth of soil on limestone) increases the degree of homogeneity of stands, which is closely related to their structure.