

СТРУКТУРА И ПОДМЛАЂИВАЊЕ МЈЕШОВИТИХ САСТОЈИНА БУКВЕ, ЈЕЛЕ И СМРЧЕ НА ПОДРУЧЈУ ШГ „ГОРИЦА-ШИПОВО”

СРЂАН КЕРЕН¹
ЗОРАН ГОВЕДАР¹

Извод: У пет мјешовитих састојина букве и јеле са смрчом у западном дијелу Републике Српске (БиХ) постављене су огледне површине у 100-метарској квадратној мрежи. Прикупљени су подаци о подмлатку и броју стабала преко 7,5 cm пречника на прсној висини. У свакој састојини за сваку врсту и укупно дефинисана је дебљинска расподела броја стабала. Израчуната запремина је упоређена са прописаном уравнотеженом запремином. Испитан је утицај зрелих стабала горњег спрата на појаву поника непосредно испод њих, као и на урастање подмлатка и младих стабала у доњем и средњем састојинском спрату. Поред тога, посматран је и утицај темељнице на интензитет пропуштене свјетлости у доњи спрат састојине, као и утицај свјетлости на висински прираст подмлатка.

Кључне ријечи: дебљинска структура, уравнотежена запремина, подмлађивање, режим свјетлости, измјена врста

STRUCTURE AND REGENERATION OF MIXED BEECH-FIR-SPRUCE STANDS IN
THE FOREST ESTATE “GORICA-ŠIPOVO”

Abstract: A regular 100m square grid of sample plots was established in five mixed stands of beech and fir with spruce in the western part of the Republic of Srpska (B&H). Data were collected on regeneration and number of trees above 7.5 cm dbh. Tree diameter distribution was determined for each stand, both by species and in total. The calculated value of growing stock was compared to the prescribed growing stock values. We also examined the effects of mature canopy trees on the occurrence of small seedlings directly below them and their ingrowth into the lower and middle stand storey. Furthermore, we studied the influence of basal area on the intensity of the light transmitted through the canopy to the understorey, as well as the effect of the transmitted light on the height increment of the new growth.

Keywords: diameter distribution, optimal growing stock, regeneration, light conditions, species replacement

1. УВОД

Са шумско-привредног становишта шуме букве, јеле и смрче представљају најзначајније шуме у Републици Српској, па и у цијелој БиХ. Истраживања коегзистенције ових врста шумског дрвећа у једној шуми могу се обављати постављањем огледа са различитим просторним и временским распоредом (Woods, K. D., 1984). Такви огледи су нам неопходни како бисмо објаснили односе међу врстама шумског дрвећа. При томе, мора-

¹ мр Срђан Керен, виши асистент; др Зоран Говедар, ванр. проф.; Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци, Бања Лука, Република Српска

мо имати у виду чињеницу да поред микрорељефа састојине, састав врста дрвећа у горњем састојинском спрату, такође, утиче на стварање различитих еколошких ниша које погодују клијању сјемена једне или неке друге врсте дрвећа.

Сљедеће питање везано је за способност подмлатка и младика да се одржи у засјени до момента отварања склопа састојине. С обзиром да је један од најважнијих газдинских циљева регулисање омјера смјесе у састојини, то морамо посветити посебну пажњу динамици развоја врста у спрату приземне флоре и грмља у зависности од свјетлосних услова. У посљедње три деценије значајна пажња је посвећивана истраживању природног подмлађивања у отворима склопа шумских састојина (Canham, C.D *et al.*, 1990; Nagel, T.A. *et al.*, 2010), а релативно мало пажње придавало се интерспецијским односима, посматрано по вертикали њиховог позиционирања у састојини.

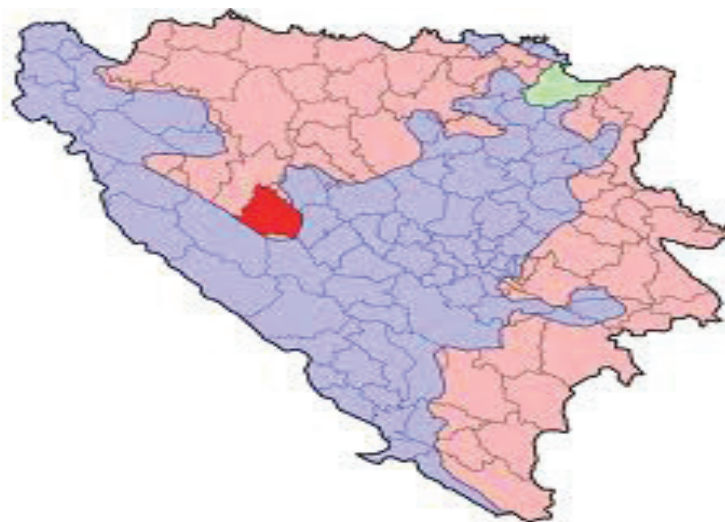
Досадашња сазнања указују на чињеницу да је јела толерантнија у погледу подношења засјене у односу на букву и смрчу, па чак постоје и увјерења да без те врсте не може бити праве пребирне структуре. Стојановић, Љ. (1981, 1990) утврдио је да стаблмично пребирање има негативан утицај на процес природног обнављања смрче, те да ова врста има особине полу-сциофите. Сјеноподношљиве врсте су у предности јер у току свог развоја пролазе кроз различите услове освјетљености. Јела без проблема реагује на ослобађање од засјене, док буква има ограничене способности ревитализације након дужег периода јаке засјењености. Ипак, и буква може да чека у засјени по неколико деценија прије него што се створе повољнији свјетлосни услови за њен развој (Мишчевић, В., 1964).

Поред омјера смјесе, занима нас, такође, дебљинска расподјела броја стабала у састојини. Различита станишта увијек обезбјеђују различите услове за развој шумских састојина. Тиме се онемогућује постављање једне фиксне расподјеле која би служила као рецепт за дефинисање циља газдовања. Због тога је неопходно дефинисати технички циљ за дати тип шуме на основу локалних истраживања гдје се та шума налази. У шумарској пракси се сматра да је циљ газдовања остварен уколико је стварни омјер смјесе и стварна расподјела дрвне запремине мање-више једнака вриједностима прописаним техничким циљем газдовања за дату газдинску класу.

Проблем је у томе што се успешност газдовања обично оцјењује на нивоу газдинске класе, узимајући у просјек и оне површине које нису отворене шумским комуникацијама. Поставља се питање: каква је заиста ситуација на дијеловима газдинске класе гдје се редовно газдује? Управо на тим површинама за овај рад постављен је релативно мали систематски узорак у пет састојина букве, јеле и смрче, а главни циљеви рада били су: 1) дефинисати облике дебљинске расподјеле у истраживаним састојинама у којима се редовно газдује, 2) упоредити стварни омјер смјесе и дрвну запремину са релативно мале површине узорка са предложеним техничким циљем газдовања за дату газдинску класу, и 3) утврдити утицај темељнице и свјетлости на брoјност и висински прираст подмлатка.

2. МЕТОД И ОБЈЕКАТ РАДА

Истраживање је вршено у пет састојина (одјељење/одсјек: 31а, 50d, 56а, 57/1b и 58а) које се налазе у оквиру ШГ „Горица-Шипово” у саставу ШПП „Средњеврбаско”. Издвојене су на начин да имају мање-више исте едификаторе, тип земљишта, геолошку подлогу, нагиб терена, итд. У њима се практично газдује примјеном стаблмичног пребирног система, при чему се јачина захвата у току једне опходњице углавном креће између 15% и 20% од укупне дрвне запремине. Истраживане састојине су груписане у одговарајући тип шуме, а приликом презентације резултата коришћен је једноставан назив „привредна шума Јањ”, јер је Јањ народни назив за шире подручје гдје су вршена истраживања. Такође, у близини истраживане привредне шуме налази се и позната прашума Јањ.



Карта 1. Географски положај објекта истраживања

Map 1. Geographical position of the study area

Надморска висина у пет састојина састојина варира у распону од 1250 до 1400 m, а нагиб терена 5-10°. Матични супстрат чине кречњаци и доломити дубине преко 40 cm, са претежно дубоким смеђим земљиштима благо киселе реакције. Поред едификатора букве, јеле и смрче, остале врсте у спрату дрвећа су: *A. pseudoplatanus*, *A. platanoides*, *Ulmus glabra*, *Sorbus aucuparia*. У спрату грмља регистроване су: *Daphne mezereum*, *Lonicera alpigena*, *Rubus* sp., а у спрату приземне флоре: *Galium odoratum*, *Oxalis acetosella*, *Luzula luzulina*, *Asarum europaeum* и др. На основу анализе основних еколошких показатеља, а посебно педолошких, фитоценолошких и производних карактеристика према типолошкој класификацији шума букве, јеле и смрче (Буцало, В. 2002) може се констатовати да све истраживане састојине припадају еколошко-производном типу шуме односно газдинској класи шума

букве и јеле са смрчком на смеђим дубоким земљиштима на кречњацима и доломитима (*Piceo-Abieti-Fagetum illyricum*).

Према истраживањима (Милосављевић, Р., 1973), на шумскопривредном подручју осјећа се мањи утицај медитеранске климе. У вегетационом периоду у просјеку падне око 36% годишњих падавина, али с обзиром на надморску висину однос падавина и потенцијалне евапотранспирације је повољан. За карактерисање климе послужили су подаци малог броја опажања из метеоролошких станица: Млиниште (1.130 m), Купрес (1.129 m) и Герзово (779 m) за период од 1960-1990. године. Средња годишња температура се креће од 5,3 °C до 8,3 °C, просјечна количина падавина износи око а вегетациони период траје од 123 до 172 дана. Просјечно годишње количина падавина износи 1218 mm, а у току вегетационог периода 582 mm. Према томе, на подручју истраживања преовладавају повољни климатски услови за раст и развој шумских врста дрвећа.

У току вегетационог периода од априла до августа у просјеку падне 582 mm падавина или у просјеку годишње 1218 mm, што је оптимално за раст и развој шумског дрвећа и осталих биљака. Период од марта па све до септембра преовлађују вјетрови који долазе са истока и сјеверозапада чија брзина је од 1,0 - 1,6 m/sek. Сјеверозападни вјетрови најучесталији су у периоду јесени, чија брзина се креће од 1,8-2,3 m/sek.

Прикупљање теренских података

На 60 привремених огледних површина облика круга полупречника 12 m систематски распоређених у квадратној мрежи 100 x 100 m у пет мјешовитих састојина букве, јеле и смрче (у свакој састојини по 12 кругова) на подручју ШГ „Горица Шипово“ мјерени су пречници стабала изнад таксационе границе 7,5 cm. Измјерене су висине пет стабала сваке врсте дрвећа у сваком дебљинском разреду ширине 5 cm. У посебну категорију приликом анализе сврстана су зрела стабла прсног пречника преко 27,5 cm. Разлог за то је што истраживане мјешовите састојине букве, јеле и смрче имају вертикалан или степенаст склоп, а крошње стабала пречника преко 27,5 cm обично нису засјењене те чине горњи састојински спрат и та стабла углавном врше осјемењавање.

На кругу радијуса 5 m утврђена је бројност подмлатка и младика чија висина је већа од 10 cm и чији пречник је мањи од таксационе границе 7,5 cm. За овај рад снимљено је 110 хемисферичних фотографија (просјечно 22 снимка у свакој састојини). По двије фотографије су начињене на сваких 100 m, једна 5 m прије центра и друга 5 m иза центра круга. Сваки снимак користио се за утврђивање режима свјетлости за површину 2,25 m² (1,5 x 1,5 m), а на тој површини измјерена је и процентуална покривност зељастих врста и подмлатка шумског дрвећа до 0,5 m висине, као и бројност поника до 10 cm висине. Поред тога, на тим плохама је издвојена по једна доминантна јединка подмлатка висине до 1,3 m на којој је измјерен висински прираст вршних избојака за посљедње три године. Њихов просјек је практично представљао текући висински прираст.

Обрада података

На основу измјерених висина стабала конструисане су висинске криве за букву, јелу и смрчу аналитичким путем коришћењем Проданове функције раста (Банковић, С., Пантић, Д., 2006), а затим је вршено бонитирање упоређивањем конструисаних бонитетних кривих са висинским бонитетним сноповима за букву, јелу и смрчу у БиХ (Матић, В. *et al.*, 1980). Поређење висина 30 највиших стабала сваке врсте вршено је примјеном анализе варијансе. За дефинисање облика дебљинске расподеле броја стабала примјењена је вишеструка регресиона анализа описана од стране Јаpowiak, М. *et al.* (2008). С обзиром да се ради о привредним састојинама ширина дебљинских разреда у анализи је износила 5 цм. Укупна дрвна запремина је израчуната на основу таблица таксационих елемената високих шума за букву, јелу и смрчу у БиХ (Матић, В. *et al.*, 1980).

Степен отворености склопа и интензитет пропуштене свјетлости утврђени су обрадом хемисферичних фотографија (Говедар, З., Керен, С., 2008), те су исказани у процентуалним вриједностима (%). Регресиона анализа извршена је примјеним статистичке корелације при чему је корелација тестирана на основу Pearson-овог коефицијента r , који се обично користи код објашњавања јачине корелативности између двије варијабле. У овом раду настоји се објаснити утицај укупно пропуштене свјетлости (независно промјениве) на текући висински прираст подмлатка (зависно промјениву). Као показатељ јачине утицаја независне варијабле коришћен је коефицијент детерминације R^2 . Нулта хипотеза је гласила: нема статистички значајне корелационе везе између испитиваних варијабли. При тестирању коришћен је F-тест на нивоу значајности $\alpha = 0.05$. Разлика у омјеру смјесе по дрвној запремини тестирана је примјеном χ^2 – теста са двије варијабле. За статистичку анализу коришћене су апсолутне вриједности запремене. У сврху утврђивања појаве поника под склопом исте или неке друге врсте примјењене су транзиционе матрице описане од стране Nagel, Т.А. *et al.* (2010). Све анализе су вршене у статистичком програму SPSS 17.0.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Дебљинска структура састојина

Негативно експоненцијална дебљинска расподела је утврђена у највећем броју израчунатих модела, и то: за јелу у састојинама 50d, 56a и 57/1b; за смрчу у састојинама 31a, 50d и 58a; за букву у састојинама 57/1b и 58a). Као резултат недовољног броја стабала у јачим дебљинским разредима, расподела растућег коефицијента q утврђена у пет случајева (модела), а због веће заступљености дебљих стабала конкавна расподела само у два случаја. Посматрајући укупан број стабала негативно експоненцијална је утврђена у четири састојине (50d, 56a, 57/1b и 58a), а расподела растућег коефицијента q само у једној састојини - 31a (табела 1).

Табела 1. Облици дебљинске расподеле у истраживаним састојинама
Table 1. Forms of diameter distribution in the study stands

	Састојина 31а				Састојина 50d			
	Јела	Смрча	Буква	Укупно	Јела	Смрча	Буква	Укупно
RMSE	0.17	0.20	0.19	0.07	0.24	0.21	0.24	0.26
Adj. R ²	0.94	0.77	0.56	0.99	0.82	0.85	0.82	0.86
N (дебљ. разр.)	12	9	10	12	16	14	11	16
Облик расподеле	CO	NE	IQ	IQ	NE	NE	CO	NE
	Састојина 56а				Састојина 57/1b			
	Јела	Смрча	Буква	Укупно	Јела	Смрча	Буква	Укупно
RMSE	0.15	0.16	ns*	0.13	0.24	0.21	0.14	0.23
Adj. R ²	0.93	0.88	ns*	0.94	0.76	0.78	0.93	0.88
N (дебљ. разр.)	12	11	11	12	16	13	10	16
Облик расподеле	NE	IQ	ns*	NE	NE	IQ	NE	NE
Састојина 58а								
RMSE	0.19	0.20	0.16	0.22				
Adj. R ²	0.86	0.88	0.86	0.88				
N (дебљ. разр.)	15	12	9	15				
Облик расподеле	IQ	NE	NE	NE				

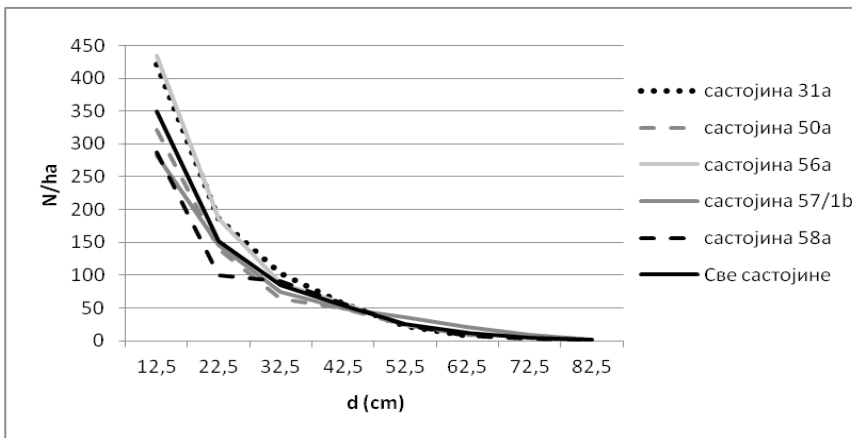
RMSE – коријен средње квадратне грешке (*eng.* root mean square error)

NE – негативно експоненцијална (пребирна) расподела; IQ – расподела растућег коефицијента q ;

CO – конкавна расподела

* Модел није био статистички значајан

Са повећањем површине састојине долази до промјене у облику дебљинске дистрибуције (Котар, 2002). Зато смо спајањем свих пет састојина у једну шуму названу „привредна шума Јањ“ за резултат добили расподелу растућег q коефицијента за смрчу, као и за укупан број стабала свих врста. Јела и буква у том случају испојиле су форму негативно експоненцијалне дебљинске расподеле (графикон 1).



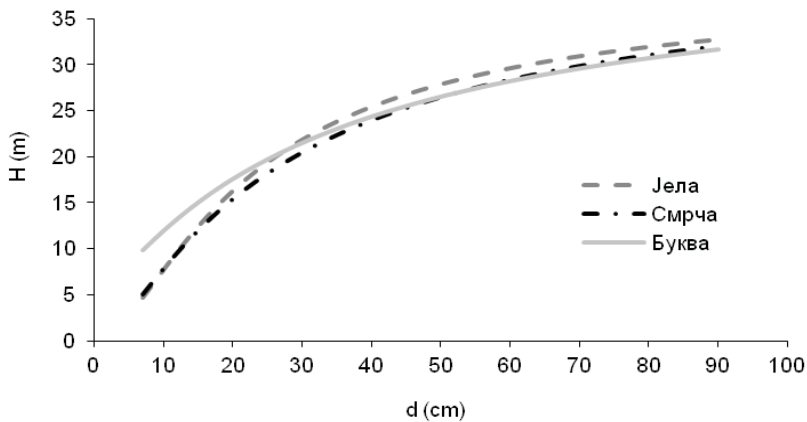
Графикон 1. Дебљинска расподела укупног броја стабала у истраживаним састојинама
Graph 1. Diameter distribution of the total number of trees in the study stands

Бонитирање састојина

У привредној шуми Јањ за све три врсте (буква, јела и смрча) утврђен је III бонитет станишта. Са графикана бонитетних кривуља (графикон 2) може се уочити нагли раст букве у млађим развојним фазама. Висинска кривуља букве се око прсног пречника 25 cm сјече са висинском кривуљом јеле, последије чега јела постиже веће висине при истом пречнику. Смрча се по висини изједначава са кривуљом букве око пречника 45 cm, а затим у јачим дебљинским разредима ове двије врсте имају готово идентичну форму.

Табела 2. Статистички показатељи висинских кривуља у привредној шуми Јањ
Table 2. Statistical indicators of height curves in the “economic forest Janj”

Врста	a	b	c	R ²	Se (m)	F (израч.)	Бонитет
Јела	4.3808	0.5980	0.0240	0.8528	2.96	313.32	III
Смрча	6.3932	0.3992	0.0252	0.8703	3.30	153.23	III
Буква	-1.2509	0.7269	0.0236	0.7455	1.88	321.34	III



Графикон 2. Висинске криве за букву, јелу и смрчу у „привредној шуми Јањ“
Graph 2. Height curves for beech, fir and spruce in the “economic forest Janj”

У привредној шуми Јањ просјечна висина 30 највиших стабала јеле износила је 27,8 m, смрче 25,0 m и букве 25,9 m. Анализа варијансе указала је на значајне висинске разлике између врста ($F = 7,26$; $p = 0,001$), међутим, post-hoc Tukey HSD тестом је утврђено да су само јелова стабла у горњем спрату значајно виша од стабала букве и смрче, док значајне разлике између букве и смрче није било. Поред станишних услова, на овакав однос висина између посматраних врста дрвећа свакако су утицале и досадашње мјере газдовања, прије свега у погледу величине отвора у склопу састојине који се рефлектују на однос пречника и висина стабала.

Табела 3. Вишеструка поређења висина за 30 највиших стабала сваке врсте примјеном Tukey HSD теста

Table 3. Multiple comparative analyses of height of 30 tallest trees of each species using Tukey HSD test

А	Б	Разлика у м (А-Б)	Изрaч. р	95% интервал поузданости	
				доња граница	горња граница
Јела	Смрча	2,77*	0,001	1,000	4,540
	Буква	1,88*	0,035	0,110	3,650
Смрча	Јела	-2,77*	0,001	-4,540	-1,000
	Буква	-0,89	0,457	-2,660	0,880
Буква	Јела	-1,88*	0,035	-3,650	-0,110
	Смрча	0,89	0,457	-0,880	2,660

Темељница и запремина састојина

Највећа темељница и дрвна запремина утврђена је у састојини 57/1b (40 m²/ha односно 592 m³/ha), а најмању у састојини 58a (32,5 m²/ha односно 467,6 m³/ha). Просјечна дрвна запремина у истраживаној „привредној шуми Јањ“ износила је 499 m³/ha, што је значајно више од уравнотежене запремине (359 m³/ha) која је предложена техничким циљем газдовања за дату газдинску класу у важећој ШПО (период важења 2008-2017).

Табела 4. Дескриптивна статистика за темељнице (m²/ha)

Table 4. Descriptive statistics for basal area (m²/ha)

Састојине	Просјек	Минимум	Максимум	Станд. девијација	Станд. грешка	95% интервал поузданости	
						доња граница	горња граница
31a	35.48	19.06	44.32	8.23	2.37	30.25	40.71
50d	33.06	23.78	43.73	6.73	1.94	28.78	37.34
56a	36.54	26.51	52.46	7.63	2.20	31.69	41.39
57/1b	40.08	27.17	54.82	9.37	2.70	34.13	46.04
58a	32.54	23.78	46.27	6.93	2.00	28.13	36.95

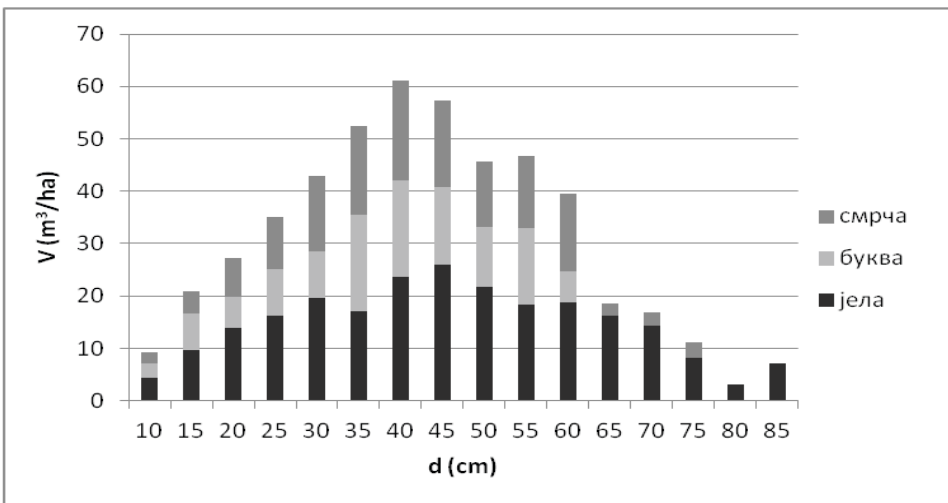
На високе дрвне запремине пребирних састојина, од преко 400 m³/ha, указали су Стојановић, Љ. *et al.* (2008), у мјешовитим шумама букве и јеле са смрчом на Златару (450 m³/ha). Један број аутора (Говедар, З., 2005; Видановић, Р., 1995; Медаревић, М. *et al.*, 2008) одредили су уравнотежене запремине за мјешовите шуме јеле и смрче са већим или мањим удјелом букве око или преко 500 m³/ha. Schütz, J. Ph (2002) је, такође, приказао да мјешовите шуме јеле и смрче на добром станишту задржавају пребирну структуру када се дрвне запремине крећу у интервалу од 611 m³/ha до 674 m³/ha. Motta, R. *et al.* (2011) су у прашуми Лом установили да чак и знатно већа дрвна запремина не спријечава формирање пребирне дебљинске расподеле.

Табела 5. Дескриптивна статистика за дрвну запремину (m^3/ha)
Table 5. Descriptive statistics for wood volume (m^3/ha)

Састојине	Просјек	Минимум	Максимум	Станд. девијација	Станд. грешка	95% интервал повјерења	
						доња граница	горња граница
31a	474.2	269.8	624.0	118.6	34.2	398.8	549.6
50d	470.6	319.8	704.2	125.6	36.2	390.8	550.4
56a	490.0	312.7	741.5	122.7	35.4	411.9	568.0
57/1b	592.0	374.2	878.4	159.4	46.0	490.7	693.3
58a	467.6	316.1	667.5	104.1	30.0	401.4	533.7

Према томе, величина дрвне запремине у зависности од станишних услова, као и однос врста дрвећа у вертикалном профилу састојине утичу на формирање дебљинске структуре. Свакако да компетицијски односи нису исти међу врстама када се као доминантна врста у горњем спрату мјешовите састојине налази букви или када се у том спрату налазе четинари. Међутим, то питање је комплексније природе које захтијева обимнија мјерења у састојинама букве, јеле и смрче, са различитим омјером смјесе и различитом доминацијом врста у горњем састојинском спрату.

Имајући у виду дебљинске расподеле броја стабала, звонолика расподеле дрвне запремине је била очекивана. Притом је у мањим дебљинским разредима до 30цм прсног пречника било садржано 28%, у средње дебелим стаблима (31-50 cm) 43%, а у стаблима преко 50 cm било је акумулирано 29% од укупне дрвне запремине. На основу приказаног графика расподјеле дрвне запремине види се мање учешће смрче у односу на јелу и букву у слабијим дебљинским разредима, док се јела показала као доминантна врста у свим дебљинским разредима (графикон 3).



Графикон 3. Расподела дрвне запремине у привредној шуми Јањ
Graph 3. Distribution of wood volume in the economic forest Janj

Омјер смјесе

У омјеру смјесе по броју стабала доминирала је јела са 48,2%, буква и смрча су имале удио са 25,8% односно 24,2%. Удио горског јавора је износио свега 1,8 % (табела 6). Интересантно је то да је омјер смјесе по броју стабала и по темељници био прилично сличан што се ријетко дешава у разнодобним мјешовитим шумама. Наиме, процентуално учешће јеле у темељници износило је 49,5 %, удио смрче био је нешто већи него код букве (26,7 % наспрам 23,1 %), а удио горскога јавора био је 0,8 %.

Табела 6. Број стабала по врстама дрвећа

Table 6. Number of trees by tree species

Састојине	Буква	Јела	Смрча	Јавор	Укупно
	n/ha	n/ha	n/ha	n/ha	n/ha
31a	227	475	57	39	798
50d	177	252	186	2	617
56a	53	573	168	9	804
57/1b	212	205	195	6	617
58a	210	136	221	4	571
Просјек	176	328	165	11	681

Омјер смјесе по дрвној запремини био је такође врло сличан ономе по темељници тако да је износио: буква : јела : смрча : јавор = 23,9% : 47,9% : 27,4 : 0,4%. Резултат χ^2 – теста са двије варијабле показао је да нема статистички значајне разлике између добијеног омјера смјесе по дрвној запремини на мјереној површини и омјера смјесе прописаног техничким циљем газдовања за газдинску класу према важећој ШПО ($\chi^2 = 1,12, p = 0,05$). Наиме, предложеним циљем газдовања предвиђен је омјер смјесе буква : јела : смрча = 30% : 40% : 30%. Наиме, горски јавор није био обухваћен циљем газдовања, иако је његово присуство регистровано у фази подмлатка. С обзиром да предложени удио јеле износи 144,8 m³/ha, њен удио би се могао дјелимично смањити а повећати удио горског јавора. Тим прије што шумско-привредне основе у неким другим газдинствима узимају ову врсту у разматрање приликом израде планова газдовања. На тај начин би се очувао фонд горског јавора који, упркос великој биоеколошкој и економској вриједности, не добија пажњу коју заслужује на нашим просторима.

Табела 7. Дрвна запремина по врстама дрвећа

Table 7. Wood volume by tree species

Састојине	Буква	Јела	Смрча	Јавор	Укупно
	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha
31a	228.8	210.4	30.0	5.1	474.2
50d	103.5	210.0	157.0	0.3	470.7
56a	46.0	304.0	129.1	11.0	490.0
57/1b	109.5	252.5	228.5	1.6	592.1
58a	99.9	214.4	151.3	2.0	467.6
Просјек	117.5	238.2	139.2	4.0	498.9

Укупна бројност подмлатка у „привредној шуми Јањ“ је износила 1660 јединки по хектару. Омјер смјесе у фази подмлатка карактерише доминација јеловог подмлатка са 50,5 %, затим слиједи буква са 33 % и смрча са 12 %. Удио јавора износио је 4,5 % (табела 8).

Табела 8. Бројност подмлатка по врстама дрвећа

Table 8. Number of young trees by tree species

Састојине	Буква	Јела	Смрча	Јавор	Укупно
	n/ha	n/ha	n/ha	n/ha	n/ha
31a	297	870	32	255	1454
50d	637	446	96	64	1243
56a	616	1380	276	42	2314
57/1b	849	775	403	11	2038
58a	340	722	191	0	1253
Просјек	548	839	200	74	1660

Опречна су мишљења шумарских стручњака о томе која бројност подмлатка је довољна за успјешно одржавање пребирне структуре. Duc, Ph. (1991) (в. Schütz, J. Ph. 2002) наводи да је бројност подмлатка 50-130 cm висине у распону 90 – 740 n/ha, или подмладак и младик до 8 cm пречника на прсној висини, у бројности 1460 n/ha, довољан за одржавање пребирне структуре шумских састојина.

Режим свјетлости и карактеристике подмлатка

Укупна отвореност склопа у привредној шуми Јањ према обрађеним хемисферичним фотографијама износила је 5,5 %, а укупно пропуштена свјетлост (комбиновано директна и дифузна компонента) износила је 11.0 % од укупне свјетлости на отвореном простору. Вриједности пропуштене директне и дифузне свјетлости до подмлатка у доњем спрату на плохама површине 2,25 m² дате су у табели 9.

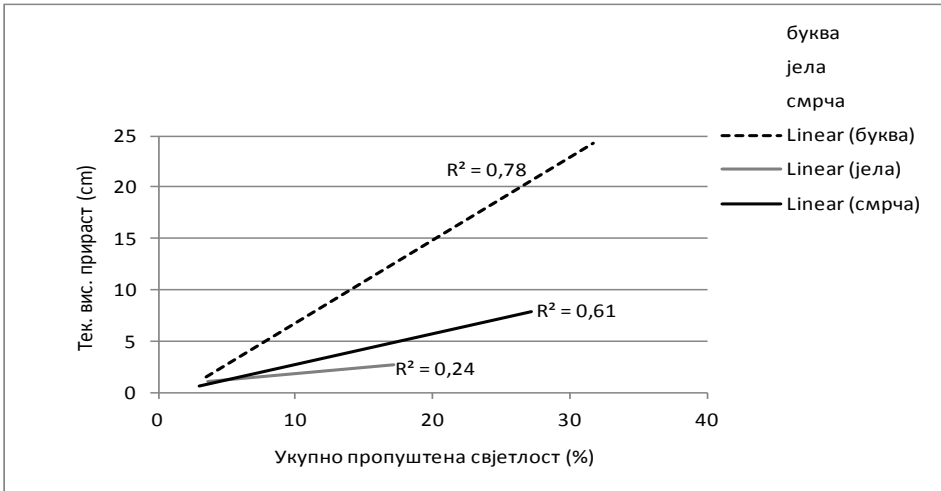
Табела 9. Процентуалне вриједности (%) директна и дифузна свјетлост у доњем састојинском спрату

Table 9. Percentage (%) of direct and diffused light in the understorey

Свјетлост (%)	Просјек	Станд. девијација	Варијанса	Минимум	Максимум
Директна	11.89	7.63	58.26	0.76	35.71
Дифузна	9.67	4.44	19.76	1.8	27.81

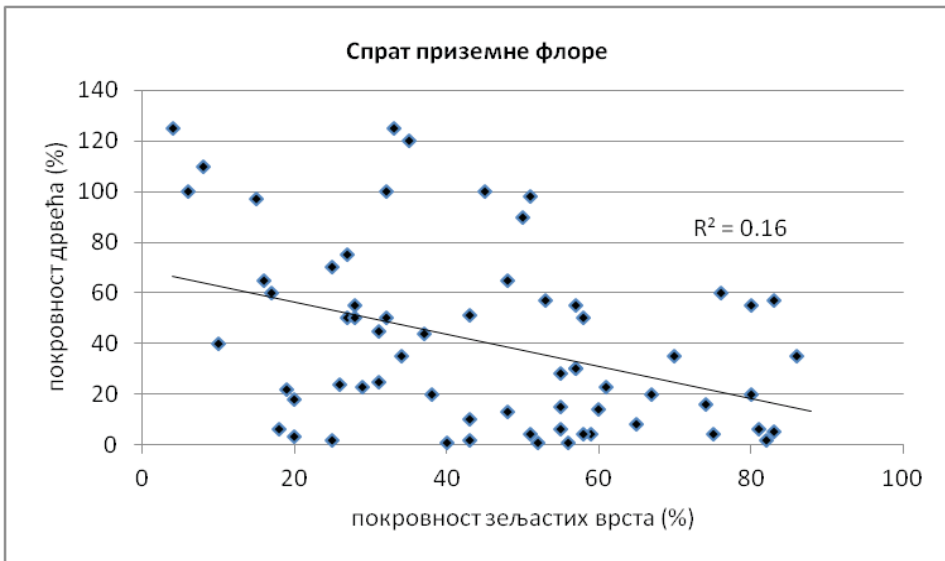
Утицај свјетлости није утврђен на висински прираст неодраслог подмлатка, међутим, у фази одраслог подмлатка (50-130 cm висине) тај утицај је био јасан и статистички сигнификантан, слично као што је указао Говедар, З. (2001). Највећи утицај свјетлост је имала на подмладак букве ($R^2 = 0,78$), затим на подмладак смрче ($R^2 = 0,61$), а најмање на подмладак јеле ($R^2 = 0,24$). Такође, показало се да се са повећањем покривности зељастих врста

смањује покривност дрвенастих врста ($R^2 = 0,16$) у спрату приземне флоре до 0,5 m висине.



Графикон 4. Утицај укупно пропуштене свјетлости на текући висински прираст подмлатка а) букве, б) јеле и в) смрче

Graph 4. Impact of the total transmitted light on the height increment of the young growth of a) beech, b) fir and c) spruce



Графикон 5. Утицај зељастих врста на покривност дрвенастих врста у спрату приземне флоре до 0,5 m висине

Graph 5. Impact of herbaceous species on the coverage of woody species in the ground flora layer up to 0.5 m in height

Тестиран је утицај и темељнице стабала на интензитет пропуштене свјетлости и на бројност подмлатка до 1,3 m висине, међутим, статистички значајна веза није установљена. Такође, свјетлост није имала значајан утицај на бројност подмлатка до висине 1,3 m висине. С обзиром да се подмладак букве, јеле и смрче, па чак и горског јавора, углавном јављао у засјени старијих стабала, а морталитет до те висине је био занемарив (не узимајући у обзир поник), то наредна истраживања треба обављати узимањем хемисферичних снимака на висини изнад 1,3 m, гдје је конкуренција за свјетлост више изражена међу јединкама шумског дрвећа. До сличних резултата дошли су Madsen, P. (1994); Lundquist, L., Friedman, E. (1996); Chrimes, D., Nilson, K. (2005).

На огледним површинама, поник букве до 10 cm висине је био доминантан на 42% огледних површина на којима је јела доминирала у горњем спрату преко 27,5 cm прсног пречника. С друге стране, поник јеле се најобилније јављао када су букова стабла била доминантана у горњем спрату (53%), као и смрча (14%) чији поник ипак није био многобројан у истраживаним састојинама. Поред појаве замјенске обнове врста, транзиционе матрице су откриле и појаву истоврсне обнове (буква 25%, јела 35% и смрча 10%). Овим резултатима дјелимично се објашњава коегзистенција букве, јеле, смрче и горског јавора, мада би оваква истраживања требало проширити у привредним шумама букве, јеле и смрче, а по могућности и у прашумама у којима се газдинским мјерама није утицало на процес природног подмлађивања.

4. ЗАКЉУЧАК

На основу спроведених истраживања у овом раду дошло се до следећих закључака:

- истраживане састојине припадају газдинској класи шума букве и јеле са смрчом на дубоком смеђем земљишту на кречњацима и доломитима. Све три врсте (буква, јела, смрча) налазе се на III бонитету станишта;
- од двадесет израчунатих модела дебљинских расподјела, негативно експоненцијална расподјела је била најчешћа (60%), слиједила је расподјела растућег коефицијента q (25%) и конкавна дистрибуција (10%);
- са повећањем површине дошло је до промјене облика дебљинске дистрибуције, при чему је истраживана „привредна шума Јањ“ попримила расподјелу растућег коефицијента q за укупан број стабала и за смрчу, док су јела и буква имале негативно експоненцијалну расподјелу;
- просјечна дрвна запремина у „привредној шуми Јањ“ била је знатно већа од вриједности предложене техничким циљем газдовања. Прилично високе дрвне запремине по хектару нису се показале као ограничавајући фактор за формирање пребирне дебљинске структуре;
- омјер смјесе истраживане шуме по запремини није се статистички значајно разликовао од омјера предложеног техничким циљем газдовања. Ипак, недовољно је учешће смрче и горског јавора у подмлатку и тањим дебљинским разредима, тако да њихов удио у наредном периоду треба

- повећавати уз благо смањење удјела јеле;
- у фази раног подмлатка до 50 cm висине утицај свјетлости на висински прираст није био утврђен, док је код подмлатка висине 50-130 cm тај утицај био јасно изражен;
- у истраживаној мјешовитој шуми поник једне врсте је најчешће доминирао тамо гдје су у горњем спрату доминирала зрела стабла неке друге врсте, док је појава истоврсне обнове регистрована у нешто мањој мјери.

ЛИТЕРАТУРА

- Банковић, С., Пантић, Д. (2006): *Дендрометрија*. Уџбеник. Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Београд
- Буцало, В. (2002): *Типологија шума*. Уџбеник, Шумарски факултет Универзитета у Бањој Луци, Бања Лука
- Видановић, Р. (1995): *Истраживање утицаја еколошко-производних особина чистих и мјешовитих састојина букве, јеле и смрче на начин газдовања на Старој планини*. Докторска дисертација, Шумарски факултет Универзитета у Београду. Београд.
- Говедар, З. (2001): *Зависност дужине летораста од врсте дрвећа, висине подмлатка и јачине осветљености*. Шумарство, бр. 3-4. УШИТС. Београд
- Говедар, З. (2005): *Начини природног обнављања мјешовитих шума јеле и смрче (Abieti-Piceetum illyricum) на подручју западног дела Републике Српске*. Докторска дисертација, Шумарски факултет Универзитета у Београду. Београд.
- Говедар, З., Керен, С., (2008): *Примјена хемисферичних фотографија при истраживању режима свјетлости у шуми јеле, смрче и букве (Piceo-Abieti-Fagetum)*. Шумарство 2008, бр. 3, 43-60
- Duc, Ph. (1991): *Untersuchungen zur Dynamik des Nachwuchses im Plenterwald*. Schweiz. Z. Forstwesen, 142
- Janowiak, M., Nagel, L.M., Webster, C. (2008): *Spatial scale and stand structure in northern hardwood forests: implications for quantifying diameter distributions*. Forest Science 54, 497-506
- Kotar, M. (2002): *Prirastoslovne osnove prebiralnega gozda*. Gozdarski vestnik 60, 7-9, Ljubljana
- Lundqvist, L., Fridman, E. (1996): *Influence of local stand basal area on density and growth of regeneration in uneven-aged Picea abies stands*. Scand. J. For. Res. 11, 364 - 369.
- Madsen, P. (1994): *Growth and survival of Fagus sylvatica seedlings in relation to light intensity and soil water content*. Scandinavian Journal of Forest Research 9, 316-322
- Матић, В., (1980): *Прираст и принос шума*. Уџбеник. Шумарски факултет Универзитета у Сарајеву, Сарајево
- Медаревић, М., Банковић, С., Пантић, Д., Обрадовић, С. (2008). *Мешовите шуме четинара и лишћара у Србији*. Шумарство бр. 3. УШИТС. Београд, стр. 17-30
- Милосављевић, Р. (1973): *Општа класификација типова климе Босне и Херцеговине*. Сепарат, Шумарски факултет Сарајево
- Мишчевић, В. (1964): *Продуктивност букових фитоценоза огледног добра Дебели Луг на разним геолошким подлогама*. Докторска дисертација, Београд
- Motta, R., Berretti, R., Castagneri, D., Dukić, V., Garbarino, M., Govedar, Z., Lingua, E., Maunaga, Z., Meloni, F. (2011): *Toward a definition of the range of variability of central European mixed Fagus-Abies-Picea forests: the nearly steady-state forest of Lom (Bosnia and Herzegovina)*. Can. J. For. Res. 41, 1871-1884
- Nagel, T.A., Svoboda, M., Rugani, T., Diaci (2010): *Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth Fagus-Abies forest of Bosnia-Herzegovina*. Plant Ecol. (2010) 208:307-318

- Стојановић, Љ. (1981): *Еколошке производне карактеристике смрчевих шума и начини природног обнављања на подручју Копанника и Голије*. Докторска дисертација, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Стојановић, Љ. (1991): *Утицај експозиције и режима свјетлости на појаву подмлатка у смрчевим шумама на Голији*. Симпозијум Недељко Кошанин, 11-13.10.1990. Ивањица. Зборник Радова, Београд
- Стојановић, Љ., Крстић, М., Медаревић, М., Бјелановић, И. (2008): *Пребирно газдовање у мешовитим шумама јеле, смрче и букве на Златару*. Шумарство 2008, вол. 60, бр. 3, стр. 31-52
- Canham, C.D., Denslow, J.S., Platt, W.J., Runkle, J.R., Spies, T.A., and White, P.S. (1990): *Light regimes beneath closed canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests*. Can. J. For. Res. 20, 620–631
- Chrimes, D., Nilson, K. (2005): *Overstorey density influence on the height of Picea abies regeneration in northern Sweden*. Forestry, Vol. 78, No. 4, 2005.
- Schütz, J. Ph. (2002): *Die Plenterung und ihre unterschiedlichen Formen. Skript zu Vorlesung Waldbau II und Waldbau IV*. ETH Zentrum 8092, Zürich
- Woods, K. D. (1984): *Patterns of tree replacement: canopy effects on understory pattern in hemlock - northern hardwood forests*. Vegetatio 56, 87-107
- Шумско-привредна основа (ШПО) за Средњеврбаско шумско-привредно подручје са периодом важности од 01.01.2008. – 31.12.2017. године

STRUCTURE AND REGENERATION OF MIXED BEECH-FIR-SPRUCE STANDS IN THE FOREST ESTATE 'GORICA-ŠIPOVO'

*Srdjan Keren
Zoran Govedar*

Summary

A regular 100m square grid of sample plots was established in five mixed stands of European beech, silver fir and Norway spruce in the western part of the Republic of Srpska (Bosnia and Herzegovina). Data were collected on the number of trees over 7.5 cm diameter at breast height and small seedlings below 10 cm in height. In addition, all young individuals of 10 cm in height and up to 7.5 cm dbh were counted and grouped into broader regeneration categories. Tree diameter distribution was determined for each stand, both by species and in total. In 12 out of 20 cases a negative exponential distribution was determined, either for a single species or cumulatively. An increasing q was determined in five cases and concave diameter distributions in two cases. With the increase in area, *i.e.* when five stands were merged into one category under the name 'economic forest Janj', diameter distribution changed from negative exponential to increasing q . The analysis was made using 5-cm diameter classes. However, if different width was used, *e.g.* 10 cm, different outcomes could be expected. High growing stock values did not prevent formation of dbh demographic equilibrium for the total number of trees. However, these values had a negative impact on the regeneration and small trees of Norway spruce and sycamore maple. Transmitted light had a significant effect on the height increment of 50-130 cm tall seedlings, while it had no significant effect on smaller seedlings. The effects were the greatest on beech, then spruce, while fir was the least affected. Regarding the occurrence of small seedlings under the mature trees, it was found that all species exhibited self-replacement patterns in various percentages or ratios. However, these percentages were higher for mature trees of one species providing suitable beds for the seed germination of another species (fir under beech, beech under fir, spruce under beech, *etc.*). This matrix indicates that beech, fir and spruce are very supportive of each other in the early stage of development. However, spruce and sycamore maple may need some additional silvicultural help and proper canopy openings for their proper establishment in the understory.