

## УТИЦАЈ МЕШОВИТОСТИ НА ПРОИЗВОДНОСТ ШУМА ЈЕЛЕ И СМРЧЕ НА ЗЛАТАРУ

БРАТИСЛАВ МАТОВИЋ<sup>1</sup>  
МИЛОШ КОПРИВИЦА<sup>2</sup>  
ДЕЈАН СТОЈАНОВИЋ<sup>3</sup>

**Извод:** У раду је истраживан утицај мешовитости на производност шума јеле и смрче на Златару. Истраживање је проведено на 14 огледних поља, од којих девет припада Производном типу 1 (Тип 1), а пет Производном типу 2 (Тип 2). Утицај мешовитости на производност анализиран је на основу већег броја прикупљених података који су обрађени стандардним статистичким и дендрометријским методама. Код Типа 1, учешће смрче у запремини и запреминском прирасту је веће од учешћа по броју стабала и темељници, док је код Типа 2 обрнуто. Веће учешће у запремини и запреминском прирасту код Типа 1 резултат је већих висина стабала смрче у односу на јелу при истом пречнику. Код Типа 2 не постоје статистички значајне разлике у висинама између смрче и јеле, а нешто већа производност јеле је што је пунодрвнија од смрче. Код оба производна типа нису утврђене статистички значајне разлике у величини дебљинског прираста између смрче и јеле. Регресионом анализом утврђено је да код Типа 1 са повећањем учешћа смрче у запреминском прирасту благо се повећава и укупна производност састојина, док код Типа 2 мешовитост јеле и смрче није имала значајнији утицај на производност састојина. Закључено је да истраживане шуме јеле и смрче на Златару имају изузетно високу производност и очуваност.

**Кључне речи:** Златар, јела, смрча, мешовитост, производност

THE IMPACT OF ADMIXTURE ON PRODUCTIVITY OF NORWAY SPRUCE-SILVER FIR FORESTS AT ZLATAR MOUNTAIN

**Abstract:** This paper analysed the influence of forest mixture on the productivity of the Silver fir and Norway spruce at Zlatar Mountain. The study was conducted on 14 sample plots, 9 belonging to production Type 1 and 5 to production Type 2. The effect of the admixture on the productivity is analysed on the basis of a large stand data amount collected and processed using standard statistical dendrometric methods. In Type 1, the share of spruce in the volume and annual increment was greater than the proportion in the number of trees, while in the Type 2 was opposite. A larger share in volume and annual increment in Type 1 was caused by higher height of spruce trees in comparison to fir within the same diameter. In Type 2 there were no statistically significant differences in heights between spruce and fir, while the slightly higher productivity in fir was caused by their more favorable ratio between height and diameter. In both production types there were no statistically significant differences in annual increment between the spruce and fir. Regression analysis showed that in Type 1 higher share of spruce in the annual increment means increase of overall productivity of stands, whereas in Type 2 mixture ratio of fir and spruce did not have a significant impact on

- 
- 1 др Брати́слав Мајто́вић, научни сарадник, Институт за низијско шумарство и животи́ну средину, Универзитет у Новом Саду
  - 2 др Милош Копривица, редовни професор у пензији, Београд
  - 3 др Дејан Стојановић, научни сарадник, Институт за низијско шумарство и животи́ну средину, Универзитет у Новом Саду

stands productivity. It was concluded that the investigated forests of fir and spruce at Zlatar Mountain have an extremely high productivity and that are well preserved.

**Key words:** Zlatar, Silver fir, Norway spruce, mixtures, productivity

## 1. УВОД

Мешовите шуме јеле и смрче налазе се на релативно малој површини у односу на укупну површину шума у Србији. Међутим, по својој производности и очуваности спадају у ред наших највреднијих шума. Stojanović, Lj., et al. (2000) наводи да према попису из 1979. године на територији Србије ове шумезаузимају површину од 20.676 ha. Данас се може претпоставити да је њихово учешће нешто веће, због изражених миграција становништва из планинских подручја, које су изазвале спонтани развој младих шума, нарочито у подручју природног распрострањења четинара.

У Србији су ове шуме највећим делом распрострањене на Златару, Голији, Копаонику, Мокрој гори, Старој планини, а у мањем обиму се јављају и на Златибору (Муртеница), Тари, Радочелу и другим планинским масивима, најчешће у повољним едафским условима, на дубљим киселим, смеђим и смеђим кречњачким земљиштима.

Мешовите шуме јеле и смрче у Србији јављају се најчешће као клима-регионалне шуме које се налазе на прелазу између мешовитих шума јеле, смрче и букве и чистих планинских шума смрче, мада се јављају и у зони распрострањења мешовитих шума јеле и букве или мешовитих шума јеле, смрче и букве, уопштено на надморским висинама између 1000 и 1600 метара. Састојине су добро склопљене, а смрча и јела су виталне и добре производности (Томић, З., 1992).

На подручју планине Златар западно од Водене пољане доминирају пребирне шуме јеле, смрче и букве, а шуме јеле и смрче се јављају у фрагментима. Источно од Водене пољане буква изостаје, па се доминантно јављају чисте шуме смрче или мешовите шуме јеле и смрче.

Посебан значај при проучавању структурно-производних карактеристика у овим шумама има и истраживање мешовитости. Мешовитост је условљена утицајем великог броја фактора, у првом реду станишним приликама и досадашњим газдовањем. У мешовитим шумама одређивање оптималног учешћа појединих врста у укупном инвентару (првенствено у залихи дрвета) представља важан научни и стручни задатак.

Генерално, последње емпиријске студије настале коришћењем података дугогодишњих огледних поља (Bielak, K. et al. 2014; Pretzsch, H. et al. 2010, 2013), студија са великим базама података (R10, M., Sterba, H., 2009; R10, M., et al. 2014; Pretzsch, H. et al. 2015), студија са симулацијом модела (Morin, X. et al. 2011), као и студија на бази мета анализа (Griess, V.C., Knoke, Th., 2011; Zhang, Y. et al. 2012), показале су да производност у мешовитим састојинама може бити већа од пондерисане средње производности чистих састојина истих врста дрвећа и једнаког станишног потенцијала. Ако се узме у обзир да су мешовите шуме биолошки и еколошки

стабилније, намеће се закључак да свуда где биоколошке особине врста дрвећа и потенцијал шумских станишта омогућавају, треба предност дати мешовитим шумама у односу на чисте.

Мешовите шуме јеле и смрче (Matić, V., 1959; Assmann, E., 1962) се сврставају у најпроизводније шуме и по производности могу превазићи и чисте јелове и чисте смрчеве шуме. Највероватније ова појава је последица различитих потреба јеле и смрче за светлошћу, положаја њихових крошања и морфологије коренових система који се развијају на различитим дубинама земљишта (Stamenković, Vučković, 1988).

Циљ овог истраживања био је да се утврди утицај мешовитости врста дрвећа на производност шума јеле и смрче на Златару.

## 2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

На ширем подручју Златара 2003. и 2004. године издвојено је укупно 16 огледних поља, при чему се водило рачуна да се обухвате добро очувани делови мешовитих шума јеле и смрче на различитим стаништима. Спољне границе издвојених огледних поља обележене су на терену на стандардан начин и снимљене теодолитом, на основу чега су касније израчунате њихове површине (AutoCAD). Укупна површина свих огледних поља износила је 5,21 ha, а просечна површина 0,33 ha.

На сваком огледном пољу прикупљени су основни таксациони подаци. Прикупљање таксационих података извршено је на начин који је уобичајен при раду на огледним површинама. Мерен је прсни пречник свих 3.808 стабала, а за одређивање текућег дебелинског прираста и конструкцију висинских кривих коришћен је узорак од 911 стабала (23,9% од укупног броја стабала).

За све таксационе елементе подаци су обрађени стандардним статистичким и дендрометријским методама, за свако огледно поље посебно. Касније су, по потреби, подаци обраде уопштавани по издвојеним типовима шума.

Висинске криве конструисане су за сваку врсту дрвећа по огледним пољима, при чему је за изравнавање података коришћена Проданова функција,

$$h = \frac{d^2}{ad^2 + bd + c} + 1,30$$

За изравнавање текућег дебелинског прираста коришћена је парабола трећег реда,

$$i_d = ad + bd^2 + cd^3$$

Запремина састојина одређена је помоћу двоулазних запреминских таблица за јелу и смрчу са планине Копаоник (Banković, S., et al. 2004 и 2003).

Текући запремински прираст одређен је по „Мејеровом диференцијалном методу“,

$$I_{vd} = \frac{V_{d+a} - V_{d-a}}{a} \cdot i_d \cdot N$$

### 3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У истраживаним шумама на Златару издвојена су два производна типа:

1. Тип 1 – Висока шума јеле и смрче (*Abieti-Piceetum serbicum typicum*) на кречњачким црницама, средње дубоким, скелетним, смеђим кречњачким и средње дубоким киселим смеђим земљиштима
2. Тип 2 – Висока шума јеле и смрче (*Abieti-Piceetum serbicum typicum*) на дубоким смеђим кречњачким и дубоким киселим смеђим земљиштима.

Начин издвајања производних типова шума је детаљно описан у магистарском раду Матовић, В. (2005). При производном диференцирању станишта, на основу статистичких анализа, доминантан фактор била је дубина земљишта.

Утицај мешовитости јеле и смрче на производност њихових састојина у овом истраживању је анализиран на бази 14 огледних поља. Девет огледних поља припадало је Типу 1, а пет Типу 2. Огледно поље 13 није коришћено због јасно изражене разнодобности, а огледно поље 5 због недовољног склопа (0,6).

Основни таксациони елементи огледних поља и издвојених производних типова мешовитих шума јеле и смрче на Златару приказани су у табели 1.

**Табела 1.** Основни таксациони елементи огледних поља и производних типова мешовитих шума јеле и смрче на Златару

**Table 1** Basic stand elements of pilot plots and productivity types of mixed fir-spruce forests at Zlatar Mountain

ОП	N (kom/ha)			G (m <sup>2</sup> /ha)			V (m <sup>3</sup> /ha)			I <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /ha)		
	Јела	Смр.	Сума*	Јела	Смр.	Сума	Јела	Смр.	Сума	Јела	Смр.	Сума
3	510,6	53,2	574,5	39,8	4,3	45,6	530,6	59,6	611,8	8,24	1,32	9,98
4	710,7	78,5	851,2	45,1	3,6	52,5	546,8	43,1	637,4	6,76	0,71	8,40
6	325,0	250,0	606,8	28,5	21,0	52,0	382,2	278,4	693,9	4,86	4,16	9,49
7	180,2	530,0	742,0	13,0	40,1	56,1	180,5	542,4	770,1	2,33	8,44	11,43
10	109,9	534,0	680,6	9,9	35,4	48,7	132,2	474,8	653,2	2,18	8,10	11,08
11	555,8	416,2	987,3	23,3	26,3	49,7	298,7	359,1	659,3	6,60	6,23	12,84
12	310,0	563,3	895,2	19,4	35,8	56,3	272,07	511,7	799,0	4,41	6,91	11,50
15	736,7	58,5	835,1	45,3	3,9	50,7	635,05	50,6	707,3	10,50	0,80	11,68
16	655,5	306,2	961,7	31,4	19,2	50,6	432,0	262,2	694,2	6,91	4,76	11,98
<b>Тип 1</b>	<b>454,9</b>	<b>310,0</b>	<b>792,7</b>	<b>28,4</b>	<b>21,0</b>	<b>51,4</b>	<b>378,9</b>	<b>286,9</b>	<b>691,8</b>	<b>5,87</b>	<b>4,60</b>	<b>10,93</b>
<b>%</b>	<b>57,4</b>	<b>39,1</b>	<b>100,0</b>	<b>55,3</b>	<b>41,0</b>	<b>100,0</b>	<b>54,8</b>	<b>41,5</b>	<b>100,0</b>	<b>53,7</b>	<b>42,1</b>	<b>100,0</b>
1	390,1	26,8	422,6	41,8	3,6	46,0	627,6	52,6	688,7	10,49	0,78	11,40
2	310,3	56,0	390,1	34,3	6,2	43,4	544,7	94,4	682,2	8,96	1,49	11,05
8	433,9	232,8	672,4	40,3	21,5	62,1	588,4	299,6	893,1	8,21	4,37	12,67
9	595,2	35,7	631,0	61,0	3,5	64,4	1012,6	51,9	1064,5	11,87	1,10	12,97
14	415,8	261,2	711,3	41,4	29,6	72,9	630,3	453,1	1111,4	6,32	5,19	11,78
<b>Тип 2</b>	<b>429,1</b>	<b>122,5</b>	<b>565,5</b>	<b>43,7</b>	<b>12,9</b>	<b>57,8</b>	<b>680,7</b>	<b>190,3</b>	<b>888,0</b>	<b>9,17</b>	<b>2,59</b>	<b>11,97</b>
<b>%</b>	<b>75,9</b>	<b>21,7</b>	<b>100,0</b>	<b>75,7</b>	<b>22,3</b>	<b>100,0</b>	<b>76,7</b>	<b>21,4</b>	<b>100,0</b>	<b>76,6</b>	<b>21,6</b>	<b>100,0</b>

\* Код свих таксационих елемената у суми су укључене и остале врсте дрвећа чије учешће је било мало – испод 5% (бели бор, буква, јасика, бреза, итд.)

Подаци у табели 1 показују да мешовите шуме јеле и смрче на Златару

имају изузетно високу обраслост и производност.

За издвојене типове ових шума (Тип 1 и Тип 2) број стабала варира 565 - 793 стабла по хектару, темељница 51 - 58 m<sup>2</sup>/ха, запремина од 692 до 888 m<sup>3</sup>/ха и запремински прираст 10,9 - 12,0 m<sup>3</sup>/ха.

Такође, табела 1 показује да је код оба типа шуме јела заступљенија по свим таксационим елементима у односу на смрчу. Међутим, код Типа 1 стабла смрче су нешто већег прирасног потенцијала од стабала јеле. Наиме, учешће смрче по броју стабала је 39,1%, по темељници 41,0%, док је по запремини и запреминском прирасту нешто веће и износи 41,5% и 42,1%. Средње стабло јеле по запремини је 0,83 m<sup>3</sup>, а смрче 0,93 m<sup>3</sup>. Годишњи запремински прираст средњег стабла јеле је 0,013 m<sup>3</sup>, а смрче 0,015 m<sup>3</sup>. Код Типа 2 учешће смрче и јеле по таксационим елементима је обрнуто у односу на стање код Типа 1. Средње стабло јеле по запремини је 1,59 m<sup>3</sup>, а смрче 1,55 m<sup>3</sup>. Годишњи запремински прираст средњег стабла јеле и смрче је скоро исти и износи око 0,021 m<sup>3</sup>.

Тест разлике средина показују да постоје статистички значајне разлике између средњих вредности броја стабала и запремине два производна типа ( $p < 0,05$ ). Разлике у запреминском прирасту су на граници значајности ( $p = 0,07$ ), а по темељници не постоје статистички значајне разлике између два производна типа ( $p = 0,17$ ).

С обзиром на то да темељница састојине условно садржи број стабала и дебљинску структуру састојине, повећање или смањење учешћа неке врсте по запремини или по запреминском прирасту у односу на темељницу је у највећој мери резултат разлике у висинама стабала и величине дебљинског прираста код ове две врсте дрвећа.

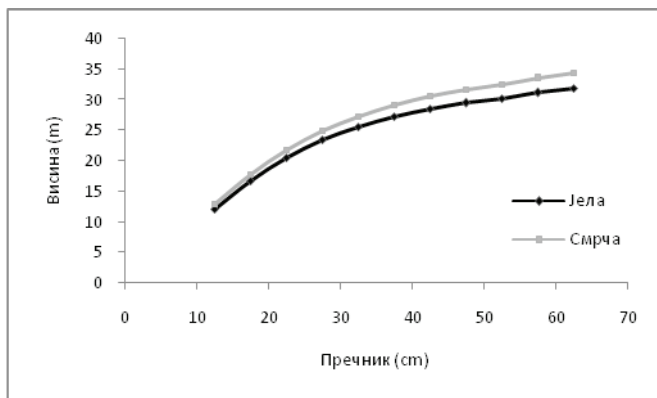
Због овога анализирани су висинске криве (графикони 1 и 2) и величина текућег периодичног дебљинског прираста (графикони 3 и 4).

Јединствене (просечне) висинске криве<sup>4</sup> (Тип 1) показују да су разлике у висинама између јеле и смрче код нижих дебљинских степена врло мале, а да до већих разлика долази код виших дебљинских степени. Смрча у првом дебљинском степену показује минималну доминацију у односу на јелу, разлика је 0,4 m, али је степен пењања висинске криве нешто већи од степена пењања код јеле тако да код највишег дебљинског степена доминација постаје очигледна и износи 2,6 m (графикон 1). Према истраживањима Drinić, P. (1956) у мешовитим састојинама прашумског типа јеле и смрче са малим учешћем букве, констатована је слична појава, где између стабала смрче и јеле код прсног пречника од 15 cm разлика у висинама износи 1,1 m, код пречника 55 cm 2,8 m и код 95 cm 3,1 m. До сличног закључка је дошао и Matović, V. (2006) на бази 3 истраживане састојине са карактеристикама прашуме на Златару. Тест разлика средина је показао да код Типа 1 постоји статистички значајна разлика у висинама између смрче и јеле код већих пречника од 30 cm (табела 2). Matić, V. (1959) је утврдио да у мешовитим састојинама јеле и смрче, смрча има повољније услове за раст него у чистим смрчевим састојинама,

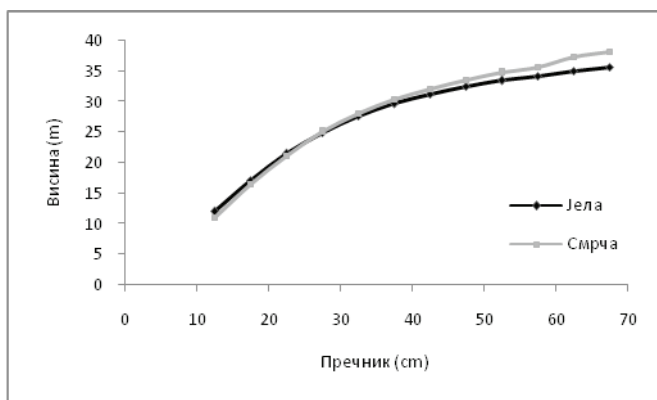
4 У овом раду криве су добијене на основу просека изравнатих висина по дебљинским степенима са свих огледних поља која припадају одређеном производном типу.

док је код јеле супротно. Претпоставка је да на ову законитост највећи утицај имају веће висине стабала смрче у односу на стабла јеле при истом пречнику, што је код Типа 1 у нашем истраживању јасно изражено.

Јединствене висинске криве (Тип 2) показују да су разлике у висинама између јеле и смрче код нижих дебљинских степена врло мале, а да до већих разлика долази код виших дебљинских степени. Смрча у првом дебљинском степену показује мање висине у односу на јелу за 1,0 m, али је степен пењања висинске криве смрче нешто већи од степена пењања код јеле тако да се криве већ у другом дебљинском степену изједначавају, а од 37,5 cm разлика постаје очигледна и код највиших дебљинских степени износи 2,5 m у корист смрче (графикон 2).



**Графикон 1.** Висинске криве јеле и смрче (Тип 1)  
**Figure 1** Height curves of Silver fir and Norway spruce (Type 1)



**Графикон 2.** Висинске криве јеле и смрче (Тип 2)  
**Figure 2** Height curves of Silver fir and Norway spruce (Type 2)

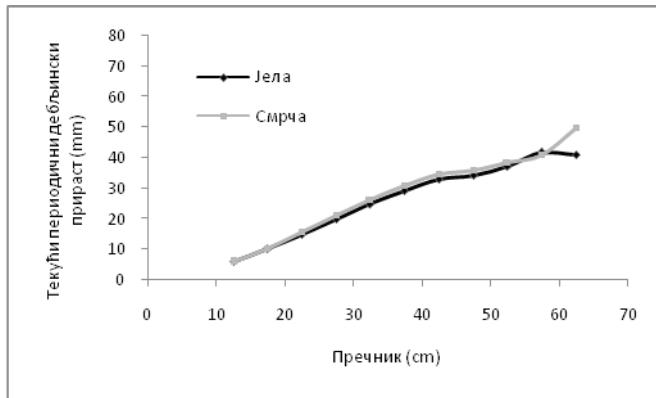
Међутим, тест разлике средина је показао да код Типа 2 постоји статистички значајна разлика у висинама између смрче и јеле само код већих пречника од 60 cm (табела 2). Ова разлика има мали утицај на производност, јер је у истраживаним састојинама учешће стабала пречника преко 60 cm веома мало.

**Табела 2.** Статистички тест разлике средњих висина по дебљинским степенима за Тип 1 и Тип 2

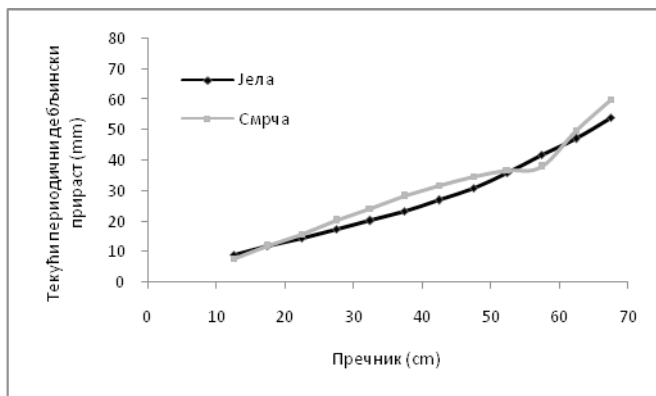
**Table 2.** Statistical differences among mean heights through diameter cohorts Type 1 and Type 2

Деб. степен	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	
<i>p</i>	Тип 1	0,29	0,17	0,13	0,07	<b>0,01</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	-
	Тип 2	0,40	0,68	0,76	0,65	0,83	0,58	0,40	0,25	0,21	0,21	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>

Код Типа 1 просечне вредности текућег периодичног дебљинског прираста по дебљинским степенима показују врло мале разлике прираста смрче и јеле у дебљинским степенима до 60 cm, након чега прираст смрче и даље наставља да се повећава док код јеле долази до опадања прираста (графикон 3). Међутим, код Типа 2 текући периодични дебљински прираст по дебљинским степенима показује код већине дебљинских степени нешто већи прираст код смрче него код јеле (графикон 4).



**Графикон 3.** Текући периодични дебљински прираст смрче и јеле (Тип 1)  
**Figure 3** Annual periodical increment of Norway spruce and Silver fir (Type 1)



**Графикон 4.** Текући периодични дебљински прираст смрче и јеле (Тип 2)  
**Figure 4** Annual periodical increment of Norway spruce and Silver fir (Type 2)

Тест разлике средина је показао да код Типа 1 и код Типа 2 не постоји статистички значајна разлика у величини периодичног дебљинског прираста по дебљинским степенима између смрче и јеле (табела 3).

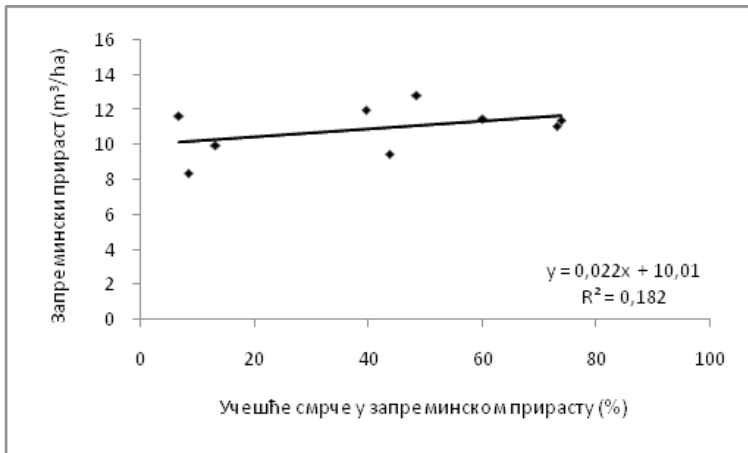
**Табела 3.** Тест разлике средњих вредности текућег периодичног дебљинског прираста по дебљинским степенима за Тип 1 и Тип 2

**Table 3** Test differences of mean values of periodical annual increment according to cohorts Type 1 and Type 2

Деб. степен	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5
<i>p</i>	Тип 1	0,96	0,93	0,79	0,60	0,54	0,49	0,64	0,55	0,77	0,94	0,16
	Тип 2	0,74	0,96	0,75	0,46	0,35	0,37	0,39	0,44	0,84	0,66	0,60

За оба производна типа шуме (графикони 5 и 6) приказане су добијене линеарне регресиона једначине, којим је изражен утицај учешћа смрче у запреминском прирасту мешовитих састојина јеле и смрче на њихов укупни запремински прираст по хектару.

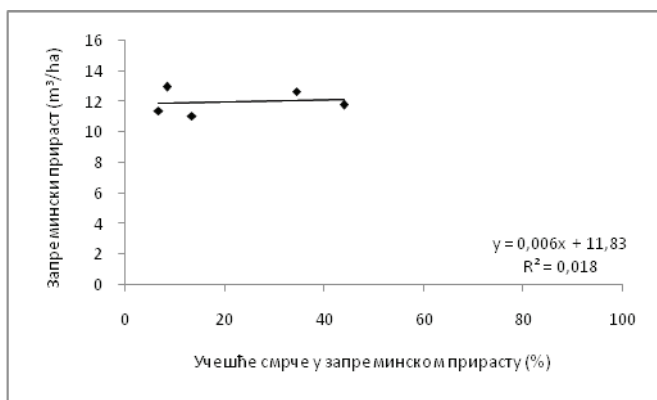
Са графикона 5, код Типа 1 може се закључити да се са повећањем учешћа смрче у запреминском прирасту благо повећава и производност целе састојине. Са графикона 6, код Типа 2 може се закључити да се са повећањем учешћа смрче у запреминском прирасту производност састојине значајније не мења. Међутим, вероватно, због малог броја огледних поља, која су коришћена у овим анализама и утицаја других фактора, који нису обухваћени анализом, јачина утврђене везе није статистички значајна ( $p > 0,05$ ).



**Графикон 5.** Утицај учешћа смрче у запреминском прирасту на укупан запремински прираст састојина (Тип 1)

**Figure 5** Impact of spruce share in annual increment to annual increment of stands (Type 1)





**Графикон 6.** Утицај учешћа смрче у запреминском прирасту на укупан запремински прираст састојина (Тип 2)

**Figure 6** Impact of spruce share in annual increment to annual increment of stands (Type 2)

Assmann, E. (1962) сматра да је на бољим стаништима јела нешто производнија од смрче. Са графикона 6 се такође запажа да код Типа 2 учешће смрче у запреминском прирасту на свим огледним пољима је мање од 40%, што указује да је на овом производном типу јела доминантнија врста.

Посматрајући само производност код Типа 1 требало би форсирати смрчу као врсту већег прирасног потенцијала у конкретној ситуацији. Међутим, знајући да се јела у европским размерама сматра угроженом врстом, а да је и у конкретној ситуацији делимично угрожена, с аспекта биодиверзитета требало би задржати постојећу мешовитост састојина. Тип 2 се може сматрати оптималним и за развој јеле и за развој смрче, а пошто је јела уопштено нешто производнија врста од смрче треба јој дати приоритет.

Значајан проблем при газдовању шумама јеле и смрче на Златару је поред избора оптималне мешовитости и постојећа структура састојина. Наиме, ове шуме у ширем смислу се могу сматрати групично разнодобним шумама, док у ужем смислу ове шуме показују једнодобност. Најдоминантније су зреле и дозревајуће групе и састојине док је учешће подмлађених група и састојина мало, па с аспекта трајности приноса ова појава представља проблем у будућем газдовању (Matović, B., 2005). С обзиром да се ради о сциофитним и полусциофитним врстама које се у конкретном случају јављају најчешће на добром станишту, по Miletić, Ž. (1954), требало би форсирати пребирни систем газдовања шумама. Једнодобност на већим површинама треба избегавати и због значаја ових шума за туризам, рекреацију и пејзаж предела. Поред избора оптималне мешовитости, повећање разнодобности ових шума на Златару је један од основних приоритета будућег газдовања Stojanović, Lj. (2000) предлаже да се при сличној структурној изграђености у мешовитим састојинама јеле и смрче на подручју Пљеваља у Црној Гори примењује у првом реду групично поступни систем газдовања (Femelschlagbetrieb), у циљу повећања разнодобности састојина.

#### 4. ЗАКЉУЧАК

На основу овог истраживања могу се извести следећи закључци:

- Мешовите састојине јеле и смрче на Златару имају изузетно високу производност. Код Типа 1 запремина (залиха) дрвета је  $692 \text{ m}^3/\text{ha}$  а запремински прираст  $10,92 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Код Типа 2 запремина дрвета је  $888 \text{ m}^3/\text{ha}$  а запремински прираст  $11,97 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Међутим, проценат запреминског прираста, због велике залихе дрвета и обраслости састојина по хектару је мали у оба случаја и износи 1,58% и 1,35%.

- Мешовитост врста има одређени утицај на повећање производности истраживаних састојина јеле и смрче. Другим речима, чисте састојине ових врста дрвећа на истом станишту имале би према налазима у литератури вероватно нешто мању производност, а нарочито слабију општу отпорност и биолошку стабилност.

- У оба истраживана производна типа (Тип 1 и Тип 2) јела је по свим таксационим елементима састојине више заступљена од смрче. На слабијем станишту – плићем земљишту (Тип 1) однос јеле и смрче по запремини и запреминском прирасту је око 55 : 41, а на бољем станишту – дубљем земљишту (Тип 2) око 76 : 21.

- У мешовитим састојинама јеле и смрче, при истом пречнику стабала, смрча има нешто веће висине и дебљински прираст од јеле. Међутим, у овом истраживању није увек могло бити потврђено и статистичким тестом разлике средина за два дефинисана производна типа шуме. То је више изражено на слабијем станишту (Тип 1) него на бољем (Тип 2), јер је у првом случају ућешће смрче веће. Та појава се у литератури делимично објашњава повољнијим положајем – већом осветљеношћу крошања стабала смрче у мешовитој састојини од стабала јеле, а не треба заборавити и морфолошке особине корена и његовог положаја. На лошијем станишту јела је више под негативним утицајем смрче (већој засећености крошања), а на бољем станишту мање.

- Размер смесе јеле и смрче у мешовитим састојинама јеле и смрче може да се мења мерама газдовања у широком интервалу, а да то значајније не промени укупну производност састојина. Ово је јасно потврђено provedеном регресионом анализом утицаја удела смрче у запреминском прирасту на укупан запремински прираст мешовите састојине јеле и смрче.

- С аспекта начина будућег газдовања мешовитим шумама јеле и смрче на Златару потребна су нова истраживања. У поређењу са оптималним саставима ових шума у непосредном окружењу вероватно би требало примењивати групимични систем газдовања, постепено смањивати њихову изузетно велику обраслост и нагомилану залиху дрвета по хектару и убрзати природну обнову ових шума.

***Напомена:** Истраживање је финансирано од стране пројекта „Истраживање климатских промена на животној средини: истраживање утицаја адаптација и ублажавања“ (III 43007) који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.*

## ЛИТЕРАТУРА

- Assmann, E. (1961): Waldertragskunde. BLV, Muenchen- Bon-Wien.
- Banković, S., Medarević, M., Pantić, D., Filipović, M. (2003): Zapreminsketablice za smrču na području Nacionalnog parka Kopaonik. Šumarstvo br. 3-4, Beograd.
- Banković, S., Medarević, M., Pantić, D., Filipović, M. (2004): Zapreminske tablice za jelu na području Nacionalnog parka Kopaonik. Šumarstvo br. 1-2, Beograd.
- Bielak, K., Dudzińska, M., Pretzsch, H. (2014): Mixed stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst] can be more productive than monocultures. Evidence from over 100 years of observation of long-term experiments. For Syst 23(3):573–589
- Drinić, P. (1956): Taksacioni elementi sastojina jele, smrče i bukve prašumskog tipa u Bosni. Radovi Poljoprivredno-šumarskog fakulteta br. 1, Sarajevo.
- Griess, VC., Knoke, Th. (2011): Growth performance, windthrow, and insects: meta-analyses of parameters influencing performance of mixed-species stands in boreal and northern temperate biomes. Can J For Res 41:1141–1158
- Zhang, Y., Chen, HYH., Reich, PB. (2012): Forest productivity increases with evenness, species richness and trait variation: a global metaanalysis. J Ecol 100(3):742–749
- Matić, V. (1959): Taksacioni elementi prebornih šuma jele, smrče i bukve na području Bosne. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo i drvnu industriju u Sarajevu. Posebno izdanje, God. IV br.4.
- Matović, B. (2005): Normalno stanje u smrčevo-jelovim šumama – Ciljevi i problemi gazdovanja na Zlataru. Magistarska teza, Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu
- Matović, B. (2006): Karakteristike mešovitih sastojina jele i smrče prašumskog tipa na Zlataru. Međunarodna naučna konferencija “Gazdovanje šumskim ekosistemima nacionalnih parkova i drugih zaštićenih područja”. Zbornik radova, pp. 579-587, Jahorina-NP. Sutjeska, 05-08 Jul 2006.
- Miletić, Ž. (1954): Uređivanje šuma (prva knjiga). Naučna knjiga, Beograd.
- Morin, X., Fahse, L., Scherer-Lorenzen, M., Bugmann, H. (2011): Tree species richness promotes productivity in temperate forests through strong complementarity between species. Ecol Lett 14: 1211–1219
- Pretzsch, H., Block, J., Dieler, J., Dong, PH., Kohnle, U., Nagel, J., Spellmann, H., Zingg, A. (2010): Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient. Ann For Sci 67:1–12
- Pretzsch, H., Bielak, K., Block, J., Bruchwald, A., Dieler, J., Ehrhart, H-P., Kohnle, U., Nagel, J., Spellmann, H., Zasada, M., Zingg, A. (2013): Productivity of pure versus mixed stands of oak (*Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. and *Quercus robur* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) along an ecological gradient. Eur J For Res 132(2):263–280
- Pretzsch, H., del Río, M., Ammer, Ch., Avdagic, A., Barbeito, I., Bielak, K., Brazaitis, G., Coll, L., Dirnberger, G., Drössler, L., Fabrika, M., Forrester, D.I., Godvod, K., Heym, M., Hurt, V., Kurylyak, V., Löf, M., Lombardi, F., Matović, B., Mohren, F., Motta, R., den Ouden, J., Pach, M., Ponette, Q., Schütze, G., Schweig, J., Skrzyszewski, J., Sramek, V., Sterba, H., Stojanović, D., Svoboda, M., Vanhellefont, M., Verheyen, K., Wellhausen, K., Zlatanov, T., Bravo-Oviedo, A. (2015): Growth and yield of mixed versus pure stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) analysed along a productivity gradient through Europe. Eur J Forest Res 134:927–947.
- R10, M., Sterba, H. (2009): Comparing volume growth in pure and mixed stands of *Pinus sylvestris* and *Quercus pyrenaica*. Ann For Sci 66(5):1–11
- R10, M., Condes, S., Pretzsch, H. (2014): Analyzing size-symmetric vs. size-asymmetric

- and intra-vs. inter-specific competition in beech (*Fagus sylvatica* L.) mixed stands. For Ecol Manag 325:90–98
- Stamenković, V., Vučković, M. (1988): Prirast i proizvodnost stabala i šumskih sastojina. Šumarski fakultet, Beograd.
- Stojanović, Lj., Krstić, M., Marković, D. (2000): Sastojinsko stanje i način prirodnog obnavljanja u mešovitim šumama jele i smrče na području Pljevalja. Glasnik Šumarskog fakulteta br. 83, Beograd.
- Tomčić, Z. (1992): Šumske fitocenozе Srbije. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu.

## THE IMPACT OF ADMIXTURE ON PRODUCTIVITY OF NORWAY SPRUCE-SILVER FIR FORESTS AT ZLATAR MOUNTAIN

*Bratislav Matović*  
*Miloš Koprivica*  
*Dejan Stojanović*

### Summary

This paper analysed the influence of forest mixture on the productivity of the Silver fir and Norway spruce at Zlatar Mountain. The study was conducted on 14 sample plots, 9 belonging to production Type 1 and 5 to production Type 2. According to statistical analysis, dominant factor for productivity was soil depth. Impact of mixture to productivity of fir and spruce was analysed based on large number of stand elements processed by standard statistical methods. Basic stand elements of mixed fir and spruce forests at Zlatar were presented in Table 1. Table 1 show that in Type 1 spruce is more productive than fir. In Type 2 share of spruce and fir is influencing stand elements reversely in comparison with the Type 1. Tested mean difference shows that there are statistically significance between the mean values of the number of trees and production volume of two types. The differences in the volume of timber are on the verge of significance, while for the basal area they are no statistically significant differences. Average height curves (Type 1) show that the differences in height between the fir and spruce at lower diameter cohorts are very small, while there are no major differences in higher diameter cohorts. Spruce in the first diameter cohort showed the minimum dominance in height in comparison to fir, which was 0.4 m. Degree of height curves increase is slightly higher in spruce, so the dominance of the highest diameter becomes more obvious and was 2.6 m (Figure 1). Test of mean differences showed that there is statistically significant difference in heights between the spruce and fir with larger diameter than 30 cm in this type (Table 2). Height curves (Type 2) showed that the difference in height between the fir and spruce at lower diameter cohorts is very small, and that no major difference comes in higher diameter cohorts. Spruce in the lowest diameter cohorts indicates less height in comparison to fir with difference of 1.0 m. The degree of height curve increase in spruce is slightly higher than the degree of increase for fir. In the second cohort there are equal, while for the diameter 37.5 cm difference becomes apparent and finally reach difference of 2.5 m (Figure 2). However, the mean difference test showed that, in this type of production there is no statistically significant difference in heights between the fir and spruce except for larger diameters of about 60 cm (Table 2). The average value of the annual increment according to diameter cohorts (Type 1) showed that there are small differences between the increment of fir and spruce forests in diameter cohorts up to 60 cm, after growth of spruce increased while the fir growth declined (Figure 3). Test of mean differences showed that, in this type of production, there is no statistically significant difference in the size of annual increment by diameter cohorts for spruce and fir (Table 3). Annual increment according to diameter cohorts (Type 2) showed that in majority of cohorts growth was higher for spruce than for fir (Figure 4). However, the mean difference test showed that this difference was not statistically significant (Table 3). Regression analysis showed that in Type 1 with increasing share of spruce in the annual increment, there is mild increase in overall productivity of stands, whereas in Type 2 we can conditionally consider that there is no significant impact on productivity (Figure 5 and 6).