

Станиша Банковић
Душан Јовић
Милан Медаревић
Дамјан Пантић

UDK: 630*562.4:582.632.2
Оригинални научни рад

РЕГРЕСИОНИ МОДЕЛИ ПРОЦЕНТА ЗАПРЕМИНСКОГ ПРИРАСТА У ЧИСТИМ И МЕШОВИТИМ САСТОЈИНАМА БУКВЕ И ХРАСТА КИТЊАКА У СРБИЈИ

Извод: Статистичким методама (регресиона и корелациона анализа) истраживана је зависност између процента запреминског прираста у чистим и мешовитим састојинама букве и храста китњака у Србији, с једне, и броја стабла по хектару, пречника средњег састојинског стабла по пресеку, висине средњег састојинског стабла по пресеку и учешћа у смеси, с друге стране. За сваку врсту тестирана су по 4 регресиона модела, а на основу релевантних статистичких показатеља, оцене степена компликованости модела, као и степена слагања између табличних и „стварних“ вредности процента запреминског прираста, извршен је дефинитивни избор регресионог модела за одређивање процента запреминског прираста за букву и китњак у Србији. На овај начин примена метода процента прираста за одређивање запреминског прираста састојине у многоме је олакшана и учињена још економичнијом у односу на друге методе.

Кључне речи: проценат запреминског прираста, чисте и мешовите састојине букве, чисте и мешовите састојине храста китњака, регресиони модел

REGRESSION MODELS FOR THE ASSESSMENT OF VOLUME INCREMENT PERCENTAGE IN PURE AND MIXED STANDS OF BEECH AND SESSILE OAK IN SERBIA

Abstract: Statistic methods (regression and correlation analysis) were applied in the study of dependence between the percentage of volume increment in pure and mixed stands of beech and sessile oak in Serbia on the one hand, and the number of trees per hectare, diameter of mean stand tree per cross section, height of mean

*др Станиша Банковић, редовни професор, Шумарски факултет Универзитета у Београду
др Душан Јовић, редовни професор, Шумарски факултет Универзитета у Београду
др Милан Медаревић, вапредни професор, Шумарски факултет Универзитета у Београду
мр Дамјан Пантић, асистент, Шумарски факултет Универзитета у Београду*

stand tree per cross section and the percentage in the mixture, on the other hand. Four regression models were tested for each tree species. Based on the relevant statistic parameters, assessment of the degree of model complication, as well as the degree of agreement between the tabular and „actual“ values of volume increment percentage, the definite regression model was selected for the assessment of volume increment percentage for beech and sessile oak in Serbia. In this way, the application of the method of increment percentage for the determination of stand volume increment has been made much easier and more economic, compared to other methods.

Key words: percentage of volume increment, pure and mixed stands of beech, pure and mixed stands of sessile oak, regression model

1. УВОД

Запремински прираст састојине је један од њених најважнијих структурних елемената. Истовремено је индикатор виталности састојине и елемент преко чије величине се рефлектује успешност већине газдинских поступака спроврдених у састојини. Исто тако, заједно са запремином састојина, представља основ за калкулацију приноса по бројним методама.

С обзиром на изузетни значај који запремински прираст има у шумарству, разумљиво је што су се током времена развиле и бројне методе за одређивање његове величине. Већина тих метода показује одређене недостатке, било да се они огледају у тачности добијених резултата, захтевима према обиму радова при инвентури шума (економичности) или у лимитираности примене на само одређене узгојне облике. Један од метода који у себи садржи минимум поменутих недостатака (изузетно је економичан, даје резултате задовољавајуће тачности, а и могуће га је применити у различитим састојинским ситуацијама) је метод процента запреминског прираста. Основни разлог мање примене овог метода при уређивању наших шума у протеклом периоду било је непознавање вредности овог елемента за различите врсте дрвећа у различитим станишним и састојинским условима. Узимајући у обзир наведене констатације, а у намери да се примена овог метода учини још економичнијом за шумарску праксу, на катедри Планирања и организације газдовања шумама Шумарског факултета у Београду дефинисан је дугорочни задатак, да се за чисте и мешовите састојине најзаступљенијих врсте дрвећа у шумском фонду Србије израде регресиони модели за одређивање процента запреминског прираста, односно да се на основу њих израде таблице процента запреминског прираста. На основу досадашњих истраживања израђени су регресиони модели за састојине 28 врста дрвећа, а у овом раду биће презентирани само за састојине букве и храста китњака.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Материјал за ова истраживања представљају релевантни подаци добијени из 8598 састојина букве, односно 4086 састојина китњака, различите старости, узгојног

облика и различитих станишних услова. Овакав материјал може се сматрати репрезентативним за истраживано подручје како по обиму, тако и по својој структури.

Емпиријски подаци за израду поменутих таблица изравнати су аналитичким путем при чему је за сваку врсту дрвећа тестирано по четири регресиона модела. Списак тестираних регресионих модела дат је у наредном табеларном прегледу (табела 1).

Табела 1. Тестирани регресиони модели

Table 1. Tested regression models

Регресиони модел 1	$p_{iv} = a \cdot N^b \cdot h^c \cdot d^e \cdot s^f$
Регресиони модел 2	$p_{iv} = a_0 + a_1 \cdot N + a_2 \cdot h + a_3 \cdot d + a_4 \cdot s$
Регресиони модел 3	$p_{iv} = a_0 + a_1 \cdot N + a_2 \cdot h^2 + a_3 \cdot d^3 + a_4 \cdot s^4$
Регресиони модел 4	$p_{iv} = a_0 + a_1 \cdot d^2 + a_2 \cdot d^2 \cdot h + a_3 \cdot d \cdot h^2 + a_4 \cdot h^2 + a_5 \cdot d^2 \cdot N + a_6 \cdot d \cdot h \cdot s$

Легенда:

p_{iv} - проценат запреминског прираста
 N - број стабала по ha одговарајуће врсте дрвећа
 d - пречник средњег састојинског стабла по пресеку
 h - висина средњег састојинског стабла по пресеку
 s - учешће врсте дрвећа у смеси
 a, b, c, e, f, a_0-a_6 - параметри регресионих модела

Подаци регресионе и корелационе анализе, са анализом варијансе регресије, степен компликованости тестираних модела, као и степен слагања између табличних и „стварних“ вредности процента запреминског прираста, представљали су основ за дефинитивни избор регресионог модела за одређивање процента запреминског прираста за чисте и мешовите састојине букве и китњака у Србији.

3. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Резултати тестирања зависности процента запреминског прираста и броја стабала по ha врсте дрвећа за коју се одређује проценат запреминског прираста, пречника средњег састојинског стабла по пресеку, висине средњег састојинског стабла по пресеку и учешћа врсте дрвећа у смеси, дати су у табелама 1-4 за букву, односно 5-8 за храст китњак. Ознаке у овим табелама имају следеће значење: R^2 - коефицијент детерминације, R - коефицијент корелације, R^2_{cor} - кориговани коефицијент детерминације, m_h - стандардна грешка регресије, n - број података (величина узорка).

За сваки регресиони модел испитан је и степен прилагођавања (подударности) табличних вредности процента запреминског прираста у односу на „стварне“

вредности (вредности процента запреминског прираста основног - улазног материјала) по одређеном поступку који је дат у табели 10 (за букву) и табели 11 (за китњак).

Узимајући у обзир вредности статистичких показатеља регресионих модела за букву и храст китњак, као и чињеницу да је код сва четири модела $t > t_{(0,05;8)}$, односно да постоји висок степен слагања између табличних и „стварних“ вредности процента запреминског прираста, за одређивање процента запреминског прираста изабран је регресиони модел 1 који, за наведене врсте дрвећа, у оригиналном облику гласе:

$$\text{Буква} - p_{iv} = 1,00757 \cdot N^{-0,11558} \cdot h^{0,08838} \cdot d^{-0,90925} \cdot s^{0,07056};$$

$$\text{Храст китњак} - p_{iv} = 0,26959 \cdot N^{-0,01068} \cdot h^{0,32152} \cdot d^{-0,97675} \cdot s^{0,00118}$$

Табела 2. Буква - регресиони модел 1
Table 2. Beech - regression model 1

Параметри	Стандардна грешка	t-статистика	$t_{(0,05; N-k)}$		
1,00757	1,10134	0,91486	1,96	$R^2 = 0,27602$	
-0,11558	0,00870	-13,28040	1,96	$R^2_{cor} = 0,27568$	
0,08838	0,02406	3,67409	1,96	$R = 0,525$	
-0,90925	0,02223	-40,89800	1,96	$m_n = 0,40064$	
0,07056	0,00853	8,27679	1,96	$n = 8598$	
Анализа варијансе					
Извор варијације	Сума квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	F-тест	$F_{(0,05, k-1, N-k)}$
Регресија	525,86	4	131,465		
Око регресије	1379,29	8593	0,160513	819,03	2,37
Укупно	1905,15	8597			

Табела 3. Буква - регресиони модел 2
Table 3. Beech - regression model 2

Параметри	Стандардна грешка	t-статистика	$t_{(0,05; N-k)}$		
4,92867	0,05867	84,0104	1,96	$R^2 = 0,24927$	
-0,00067	0,00007	-9,2291	1,96	$R^2_{cor} = 0,24892$	
-0,00172	0,00369	-0,4645	1,96	$R = 0,499$	
-7,02425	0,21584	-32,5443	1,96	$m_n = 1,07695$	
-0,31102	0,05046	-6,1635	1,96	$n = 8598$	
Анализа варијансе					
Извор варијације	Сума квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	F-тест	$F_{(0,05, k-1, N-k)}$
Регресија	3309,22	4	827,304		
Око регресије	9966,32	8593	1,15982	713,30	2,37
Укупно	13275,5	8597			

Табела 4. Буква - регресиони модел 3

Table 4. Beech - regression model 3

Параметри	Стандардна грешка	t-статистика	$t_{(0,05; N-k)}$	
3,61168	0,03594	100,4980	1,96	$R^2 = 0,17802$
-0,00013	0,00007	-1,9095	1,96	$R^2_{\text{cor}} = 0,17764$
-0,0101	0,00009	-10,6187	1,96	$R = 0,422$
-11,02020	0,58204	-18,9925	1,96	$m_h = 1,12689$
-0,59696	0,03766	-15,8527	1,96	$n = 8598$

Анализа варијансе

Извор варијације	Сума квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	F-тест	$F_{(0,05, k-1, N-k)}$
Регресија	2363,37	4	590,842		
Око регресије	10912,20	8593	1,26989	465,27	2,37
Укупно	13275,5	8597			

Табела 5. Буква - регресиони модел 4

Table 5. Beech - regression model 4

Параметри	Стандардна грешка	t-статистика	$t_{(0,05; N-k)}$	
4,18966	0,05047	83,0175	1,96	$R^2 = 0,27128$
-34,65060	1,46292	-23,6859	1,96	$R^2_{\text{cor}} = 0,27077$
2,05289	0,12046	17,0418	1,96	$R = 0,521$
-0,02349	0,00200	-11,7327	1,96	$m_h = 1,06117$
0,00195	0,00040	4,9342	1,96	$n = 8598$
-0,02173	0,00104	-20,8422	1,96	
0,02655	0,00811	3,2745	1,96	

Анализа варијансе

Извор варијације	Сума квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	F-тест	$F_{(0,05, k-1, N-k)}$
Регресија	3601,41	6	600,235		
Око регресије	9674,13	8591	1,12608	533,03	2,09
Укупно	13275,5	8597			

На основу овог регресионог модела у 35 буквих и 50 китњакових састојина на подручју Националних паркова „Ђердап“ и „Фрушка Гора“ одређен је проценат запреминског прираста. Преко њега израчунат је текући запремински прираст и упоређен са вредностима запреминског прираста добијеног по методу дебљинског прираста. Ова упоредна анализа дата је у табелама 12 (буква) и 13 (храст китњак).

Добијени резултати ове упоредне анализе код обе врсте дрвећа показују да се разлике у добијеним вредностима текућег запреминског прираста обрачунатих преко процента запреминског прираста у односу на оне добијене по методу дебљинског прираста крећу у позитивном и негативном смеру (од -5,5% до +11,3%, код букве, и од -10,6 до +10,9%, код китњака). Иако метод процента запреминског прираста

код обе анализиране врсте дрвећа даје и ниже и веће вредности текућег запреминског прираста у односу на метод дебљинског прираста, погрешно би било закључити да овај метод даје мање тачне резултате. То стога што је и метод дебљинског прираста, мада се сматра једним од најтачнијих метода за одређивање запреминског прираста, оптерећен грешком (грешком репрезентативног метода узорка) која се при редовној инвентури шума толерише у границама од $\pm 8\%$.

С обзиром на већ изнету констатацију о виском степену слагања табличних и „стварних“ вредности процента запреминског прираста, метод процента запреминског прираста, у циљу повећања економичности при одређивању текућег запреминског прираста, може се користити у комбинацији са методом дебљинског прираста. На основу добијених вредности запреминског прираста одређеног по методу

Табела 6. Китњак - регресиони модел 1

Table 6. Sessile Oak - regression model 1

Параметри	Стандардна грешка	<i>t</i> -статистика	$t_{(0,05; N-k)}$		
0,26959	1,11900	0,24092	1,96	$R^2 = 0,35129$	
-0,01068	0,01014	-1,05318	1,96	$R^2_{cor} = 0,35067$	
0,32152	0,02829	11,36420	1,96	$R = 0,593$	
-0,97675	0,02530	-38,60350	1,96	$m_n = 0,40533$	
0,00118	0,00961	0,12247	1,96	$n = 4086$	
Анализа варијансе					
Извор варијације	Сума квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	<i>F</i> -тест	$F_{(0,05, k-1, N-k)}$
Регресија	363,075	4	90,7686		
Око регресије	670,468	4081	0,16429	552,49	2,37
Укупно	1033,54	4085			

Табела 7. Китњак - регресиони модел 2

Table 7. Sessile Oak - regression model 2

Параметри	Стандардна грешка	<i>t</i> -статистика	$t_{(0,05; N-k)}$		
4,98823	0,09385	53,15040	1,96	$R^2 = 0,26152$	
-0,00022	0,00015	-1,50143	1,96	$R^2_{cor} = 0,26080$	
0,04209	0,00643	6,54827	1,96	$R = 0,511$	
-10,67260	0,34244	-31,16680	1,96	$m_n = 1,33304$	
-0,18110	0,09605	-1,88548	1,96	$n = 4086$	
Анализа варијансе					
Извор варијације	Сума квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	<i>F</i> -тест	$F_{(0,05, k-1, N-k)}$
Регресија	2568,14	4	642,034		
Око регресије	7251,96	4081	1,77701	361,30	2,37
Укупно	9820,09	4085			

Табела 8. Китњак - регресиони модел 3
Table 8. Sessile Oak - regression model 3

Параметри	Стандардна грешка	t-статистика	$t_{(0,05; N-k)}$		
3,55917	0,05648	63,02110	1,96	$R^2 = 0,16446$	
0,00041	0,00011	3,49856	1,96	$R^2_{cor} = 0,16364$	
-0,00010	0,00020	-0,48169	1,96	$R = 0,406$	
-25,27950	1,18583	-21,31800	1,96	$m_b = 1,41794$	
-0,59372	0,08238	-7,20735	1,96	$n = 4086$	
Анализа варијансе					
Извор варијације	Сума квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	F-тест	$F_{(0,05, k-1, N-k)}$
Регресија	1614,98	4	403,746		
Око регресије	8205,11	4081	2,01056 [*]	200,87	2,37
Укупно	9820,09	4085			

Табела 9. Китњак - регресиони модел 4
Table 9. Sessile Oak - regression model 4

Параметри	Стандардна грешка	t-статистика	$t_{(0,05; N-k)}$		
4,35313	0,07914	55,0087	1,96	$R^2 = 0,26140$	
-46,07950	2,26763	-20,32060	1,96	$R^2_{cor} = 0,26032$	
2,82586	0,23645	11,95100	1,96	$R = 0,511$	
-0,03807	0,00440	-8,64385	1,96	$m_b = 1,33347$	
0,00466	0,00079	5,91658	1,96	$n = 4086$	
-0,02999	0,00367	-8,17048	1,96		
0,12408	0,02511	4,94075	1,96		
Анализа варијансе					
Извор варијације	Сума квадрата	Степени слободe	Средине квадрата	F-тест	$F_{(0,05, k-1, N-k)}$
Регресија	2567,02	6	427,836		
Око регресије	7253,08	4079	1,77815	240,61	2,09
Укупно	9820,09	4085			

дебљинског прираста на једном мањем броју састојина требало би утврдити корективни фактор којим би се помножиле вредности запреминског прираста добијених по методу процента запреминског прираста. Тиме би се вредности запреминског прираста, добијене по методу процента запреминског прираста, знатно приближиле вредностима овог таксационог елемента добијених по методу дебљинског прираста. Поред тога, на тај начин би се поједноставила методика практичног одређивања текућег запреминског прираста, а самим тим и учинила економичнијом у односу на метод дебљинског прираста који се данас искључиво употребљава при инвентури састојина.

Табела 10. Тест практичне употребљивости регресионог модела - буква
Table 10. Test - Beech

<i>N</i>	<i>h</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	P_{ivs}	P_{ivt1}	P_{ivt2}	P_{ivt3}	P_{ivt4}	<i>t</i>
55,73	21,7	0,32	0,23	2,045	2,111	2,535	2,766	2,517	t_1 0,450
104,74	21,7	0,32	1,00	5,521	2,177	2,262	2,164	2,408	t_2 0,076
144,30	17,2	0,33	0,37	3,327	1,863	2,369	2,887	2,253	t_3 0,066
193,75	19,1	0,17	0,18	3,166	3,157	3,516	3,163	3,469	t_4 0,107
250,00	11,8	0,14	0,21	3,337	3,543	3,692	3,407	3,699	$t_{(0,05,8)}$
304,28	22,1	0,28	0,85	2,157	2,151	2,456	2,525	2,298	2,306
361,33	21,7	0,31	1,00	1,445	1,942	2,161	2,164	1,931	
405,33	21,7	0,31	1,00	1,951	1,916	2,131	2,158	1,839	$t = \frac{\Delta P_{iv}}{m_x \sqrt{n}}$
$\overline{P_{iv}}$				2,869	2,358	2,640	2,654	2,552	

Легенда:

- P_{ivs} - „стварне“ вредности процента запреминског прираста
 P_{ivt} - табличне вредности процента запреминског прираста према моделима 1-4
 $\overline{P_{iv}}$ - аритметичке средње вредности процента запреминског прираста

Табела 11. Тест практичне употребљивости регресионог модела - китњак
Table 11. Test - Sessile Oak

<i>N</i>	<i>h</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	P_{ivs}	P_{ivt1}	P_{ivt2}	P_{ivt3}	P_{ivt4}	<i>t</i>
52,37	7,5	0,14	0,01	3,390	3,352	3,796	3,506	3,798	t_1 0,148
100,01	16,7	0,23	0,21	4,027	2,661	3,176	3,264	3,211	t_2 0,005
154,72	13,0	0,23	0,42	2,245	2,446	2,971	3,280	3,077	t_3 0,015
202,87	17,5	0,29	0,65	1,731	2,141	2,467	2,889	2,580	t_4 0,003
259,94	10,0	0,09	0,13	5,989	5,583	4,368	3,637	4,284	$t_{(0,05,8)}$
300,01	12,0	0,13	0,39	4,051	4,132	3,969	3,598	4,029	2,306
353,14	13,8	0,19	0,57	2,716	2,980	3,360	3,449	3,411	
400,00	11,9	0,18	0,41	3,511	2,990	3,406	3,545	3,359	$t = \frac{\Delta P_{iv}}{m_x \sqrt{n}}$
$\overline{P_{iv}}$				3,458	3,286	3,439	3,396	3,469	

Легенда:

- P_{ivs} - „стварне“ вредности процента запреминског прираста
 P_{ivt} - табличне вредности процента запреминског прираста према моделима 1-4
 $\overline{P_{iv}}$ - аритметичке средње вредности процента запреминског прираста

4. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Добијени регресиони модели за одређивање процента запреминског прираста имају велику практичну применљивост, стога што се преко њих могу врло брзо добити вредности процента запреминског прираста само на основу четири таксациона елемента (броја стабала, пречника средњег састојинског стабла по пресеку, висине средњег састојинског стабла по пресеку, и процентуалног учешћа конкретне врсте у смеси) које се могу прочитати из података пробне обраде прикупљених таксационих података при редовној инвентури шума. Овако добијене вредности процента запреминског прираста могу се даље користити за израчунавање апсолутне вредности запреминског прираста састојине по познатој формули:

Табела 12. Упоредна анализа - буква

Table 12. analysis - Beech

<i>N</i>	<i>h</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>V</i>	<i>I_{v11}</i>	<i>p_{iv}</i>	<i>I_{v12}</i>	Разл.
<i>kom</i>	<i>m</i>	<i>m</i>		<i>m³</i>	<i>m³</i>	%	<i>m³</i>	%
32,9	26,4	0,29	0,2	30,2	0,82	2,47	0,75	8,5
95,6	17,5	0,29	0,4	60,4	1,27	2,21	1,34	-5,5
366,6	12,0	0,24	0,5	101,8	2,52	2,21	2,25	10,7
155,7	21,7	0,31	0,6	137,9	2,61	2,06	2,85	-9,2
244,2	19,4	0,31	0,8	189,5	3,46	1,98	3,75	-8,4
389,4	17,0	0,26	0,9	182,5	4,52	2,20	4,01	11,3
289,3	21,7	0,33	1,0	298,2	5,20	1,88	5,61	-7,9

Легенда:

I_{v11} - тек. зап. прираст по методу дебљинског прираста
 I_{v12} - тек. зап. прираст по методу процента зап. прираста
 Разл. - разлика текућег зап. прираста добијеног по два метода

Табела 13. Упоредна анализа - китњак

Table 13. analysis - Sessile Oak

<i>N</i>	<i>h</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>V</i>	<i>I_{v11}</i>	<i>p_{iv}</i>	<i>I_{v12}</i>	Разл.
<i>kom</i>	<i>m</i>	<i>m</i>		<i>m³</i>	<i>m³</i>	%	<i>m³</i>	%
34,5	18,9	0,32	0,1	25,7	0,47	2,03	0,52	-10,6
47,6	15,7	0,30	0,2	31,9	0,72	2,03	0,65	9,7
148,3	11,2	0,20	0,3	32,0	0,78	2,67	0,86	-10,2
184,0	16,0	0,30	0,4	117,1	2,65	2,01	2,36	10,9
114,3	18,9	0,33	0,5	92,8	2,01	1,95	1,81	9,9
211,9	17,5	0,29	0,6	131,0	2,98	2,14	2,80	6,0
231,9	17,3	0,33	0,7	180,2	3,11	1,88	3,38	-8,7

Легенда:

I_{v11} - тек. зап. прираст по методу дебљинског прираста
 I_{v12} - тек. зап. прираст по методу процента зап. прираста
 Разл. - разлика текућег зап. прираста добијеног по два метода

$$I_v = V \cdot 0,0p_{iv}$$

Примена метода процента запреминског прираста за одређивање запреминског прираста састојине даје резултате који се у великој мери могу примењивати при практичним радовима на инвентури шум, али под условом да се изврши додатна провера добијених резултата једним од тачнијих метода за одређивање величине овог таксационог елемента. Наиме, при редовној инвентури шума Националних паркова „Фрушка Гора“ и „Бердап“ извршена је упоредна анализа добијених вредности запреминског прираста по методу дебљинског прираста (методу који се сматра једним од најтачнијих за одређивање величине овог таксационог елемента) и по методу процента запреминског прираста. Резултати ових упоредних анализа указују на одступања (са позитивним и негативним предзнаком) података добијених величина по методу процента запреминског прираста у односу на метод дебљинског прираста. Узимајући различито учешће (од 1-20%) састојина у којима је запремински прираст израчунат по методу дебљинског прираста („стварних“) и стављањем

њихове величине у однос са добијеним вредностима овог таксационог елемента по методу процента запреминског прираста („табличних“) одређена је просечна вредност корекционих фактора за приближавање „табличних“ вредности запреминског прираста „стварним“ вредностима. Већ код 10% анализираних састојина добијена просечна вредност корекционог фактора је скоро у потпуности приближавала „табличне“ вредности запреминског прираста „стварним“.

Стога би општи закључак за практичне радове при одређивању вредности запреминског прираста при редовним инвентурама шума био да метод процента запреминског прираста треба примењивати при редовној инвентури шума али уз одређивање корекционог фактора за приближавање ‘табличних‘ вредности „стварним“ на најмање 10 % састојина исте или сличне састојинске припадности (истих или сличних врста дрвећа и састојинског облика). На тај начин би се у многоме смањили трошкови инвентуре шума, а добијени резултати би били задовољавајуће тачности. Треба још напоменути да добијени регресиони модели за одређивање процента запреминског прираста, имају важност од око 15-20 година, па их после тог рока треба проверити на новом материјалу. Уколико нема знатнијих одступања може се извршити само њихова корекција, а уколико су та одступања већа треба приступити изради нових регресионих модела за одређивање процента запреминског прираста.

ЛИТЕРАТУРА

- Мирковић Д., Банковић С. (1993): *Дендрометрија*, Завод за уџбенике и наставна средства Србије, Београд
- Милетић Ж. (1954): *Уређивање шума*, Научна књига, Београд
- Милетић Ж. (1959): *Анализа неких метода за одређивање запреминског прираста пребирне шуме*, Гласник Шумарског факултета 16, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Стаменковић В., Вучковић М. (1988): *Прираст и производност стабала и шумских састојина*, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд
- Стаменковић В., Вучковић М. (1992): *Развој метода одређивања и примене прираста стабала и шумских састојина у газдовању шумама*, Монографија „Шумарство и прерада дрвета у Србији кроз векове“, СИТШПД, Београд
- Вучковић М., Стаменковић В. (1995): *Утицај егзогених фактора на виталност јеле у једнодобним и разнодобним састојинама*, Дрварски гласник 12-14, СИТШПД, Београд

Staniša Banković
Dušan Jović
Milan Medarević
Damjan Pantić

REGRESSION MODELS FOR THE ASSESSMENT OF VOLUME INCREMENT PERCENTAGE IN PURE AND MIXED STANDS OF BEECH AND SESSILE OAK IN SERBIA

Summary

Taking into account the significance of stand volume increment in forestry, it is understandable why numerous methods have been developed for its assessment. However, all methods show some disadvantages, either in data accuracy, great demands and large scope of works on forest inventory (economicity), or their restriction to stands of a definite type of silvicultural form. To make the method of stand volume increment assessment more economic and simple for application, we designed regression models for the assessment of the percentage of volume increment in pure and mixed stands of beech and sessile oak in Serbia. Empiric data were adjusted by four regression models for each tree species. The criteria for the definite choice of models for the assessment of volume increment percentage were the relevant statistic parameters of the regression and correlation analysis and the evaluation of the degree of complication of the applied regression models and the degree of agreement „actual“ and assessed („tabular“) values of the percentage of volume increment. The selected models for beech and sessile oak are:

$$\text{Beech} - p_{iv} = 1,00757 \cdot N^{-0,11558} \cdot h^{0,08838} \cdot d^{-0,90925} \cdot s^{0,07056};$$

$$\text{Sessile oak} - p_{iv} = 0,26959 \cdot N^{-0,01068} \cdot h^{0,32152} \cdot d^{-0,97675} \cdot s^{0,00118}$$

In practical works on the evaluation of stand volume increment in regular forest inventories, the method of volume increment percentage should be applied with a correction factor for the approximation of the „tabular“ (based on this method) values and „actual“ (based on the method of diameter increment) to minimum 10% stands of the same or similar stand classification (the same or similar tree species and stand forms). In this way, the cost of forest inventory would be largely reduced, and the results would range within the limits of the required accuracy.