

Станиша Банковић
Милан Медаревић
Дамјан Пантић

UDK: 630*562+228.3
Оригинални научни рад

РЕГРЕСИОНИ МОДЕЛИ ПРОЦЕНТА ЗАПРЕМИНСКОГ ПРИРАСТА У НАЈЗАСТУПЉЕНИЈИМ САСТОЈИНАМА ЧЕТИНАРСКИХ ВРСТА ДРВЕЋА У СРБИЈИ

Извод: У овом раду истраживана је зависност између процента запреминског прираста у састојинама јеле, смрче, црног и белог бора у Србији, с једне, и броја стабала по хектару, пречника средњег састојинског стабла по пресеку, висине средњег састојинског стабла по пресеку и учешћа врсте дрвећа у смеси, с друге стране. За сваку врсту дрвећа тестирана су по 4 регресиона модела, а на основу релевантних статистичких показатеља, те тачности таблица процента запреминског прираста, извршен је дефинитивни избор модела за одређивање процента запреминског прираста за поменуте врсте дрвећа у Србији. На овај начин практична употреба метода процента прираста за одређивање текућег запреминског прираста састојине у многоме је олакшана и учињена још економичнијом у односу на друге методе.

Кључне речи: проценат запреминског прираста, састојине јеле, смрче, црног и белог бора, регресиони модели

REGRESSION MODELS OF VOLUME INCREMENT PERCENTAGE IN THE MOST REPRESENTED STANDS OF CONIFEROUS TREE SPECIES IN SERBIA

Abstract: This paper studies the dependence between volume increment percentage in the stands of fir, spruce, Austrian pine and Scots pine in Serbia, on the one hand, and the number of trees per hectare, diameter of mean stand tree per cross section, height of mean stand tree per cross section and the share of tree species in mixture, on the other hand. For each tree species 4 regression models were tested, based on the relevant statistical parameters and the accuracy of the tables of

др Станиша Банковић, редовни професор, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд

др Милан Медаревић, ванредни професор, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд

др Дамјан Пантић, асистент, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд

volume increment percentage, the models for the determination of volume increment percentage were selected for the above tree species in Serbia. In this way, the practical use of the increment percentage method for the determination of current volume increment in the stand was made much easier and more economical compared to other methods.

Key words: volume increment percentage, stands of fir, spruce, Austrian pine and Scots pine, regression models

1. УВОД

Запремински прираст је један од најважнијих таксационих елемената при планирању газдовања шумама - успешност извођења бројних газдинских поступака рефлектује се кроз његову величину (изражену у апсолутној или релативној мери). Поред тога што указује на производност стабала и састојина, он служи и као један од битних параметара при калкулацији приноса (етата) по бројним методама које се користе у планирању газдовања шумама. Према Вучковићу и Стаменковићу (1995) запремински прираст се више не сматра само економском категоријом, већ и изузетно значајним биоиндикатором виталности стабала и састојина, као и њихове зависности од бројних еколошких и антропогених деловања.

С обзиром на овако велики значај који запремински прираст има за шумарску науку и праксу, разумљиво је што су током времена развиле бројне директне и индиректне методе за његово одређивање. „Од директних метода најпознатије су оне које базирају на таблицама приноса и прираста, на подацима периодичних премера (контролни метод) и на анализи извртака. Индиректне методе за утврђивање продукције заснивају се, углавном, на утврђивању продукције посредно преко приземне флоре и климе” (Стаменковић В., Вучковић М., 1992).

2. ПРОБЛЕМ РАДА

Примена неког од бројних метода за одређивање запреминског прираста састојине првенствено је повезана са траженом тачношћу добијених резултата и обимом радова на његовом одређивању, те могућношћу њихове примене у различитим састојинским условима. „Зато је не само од теоријског интереса, већ и од значаја за праксу, да се подробније испитају основи појединих метода и правилност резултата до којих се долази њиховом применом“ (Милетић Ж., 1959).

Употреба контролног метода условљена је применом потпуног премера при инвентури шума, тачном евиденцијом посечених стабала између два премера и употребом истих запреминских таблица при обрачуна запремине два узастопна премера. „Овај метод пружа могућност да се запремински прираст одреди на методски најтачнији начин, јер пружа податке о висини запремине у различитим моментима

и омогућује одређивање прираста из разлике запремина” (Мирковић Д., 1959). Ограничавајући фактор употребе овог метода у једнодобним састојинама је појава померања висинских крива (запреминских линија) у току времена, што доводи до грешке при одређивању величине запреминског прираста.

Методи одређивања запреминског прираста на бази анализе извртака (методи дебљинског прираста, времена прелаза и времена задржавања) имају данас веома велику примену у шумарској пракси. Иако ови методи дају резултате задовољавајуће тачности, доста су неекономични јер због веома велике варијабилности наведених таксационих елемената на којима се заснивају захтевају и велики број извртака. Поред тога, „...бушење Преслеровим сврдлом озлеђује стабло, па од тога могу настати веће или мање штете. Ако се рупице на стаблу, избушене сврдлом, одмах не зачепе, могу штетне *Basidiomycete* инфицирати канал где је сврдло ушло у дебело. Озлеђивање стабала узрокује кадкад повећани прираст, тако да се на деблу, где је бушење извршено, могу видети након неког времена набреклинне, те стога мерење прсног промјера на таквим стаблима није више поуздано” (Клепац Д., 1963).

Имајући у виду предности и недостатке напред наведениј метода, посебно са аспекта њихове економичности, још у прошлом веку започета је израда таблица приноса и прираста. Примена таблица приноса и прираста за одређивање величине запреминског прираста је доста економични метод јер захтева одређивање само два параметра (улаза) - старост и средњу састојинску висину - таксациони елементи који се изузетно лако и брзо могу одредити при премеру шума. Међутим, употреба им је ограничена само на једнодобне састојине, а посебан проблем је и одређивање обраста ради прилагођавања табличних стварних подацима конкретне састојине. Како је за израду таблица приноса и прираста потребан изузетно обиман материјал, што у целини посматрано повећава укупне трошкове њихове примене, то се у задњих 40-50 година приступило изради једноставнијих и, када је у питању њихова израда, економичнијих таблица за одређивање, посредним или непосредним путем, запреминског прираста. Углавном се у ту сврху израђују таблице дебљинског прираста, таблице запреминског прираста и таблице процента запреминског прираста.

Једне од првих таблица дебљинског прираста у Европи израдио је Маттић В. (1963) за главне врсте шумског дрвећа у СР Босни и Херцеговини - основни улази у ове таблице су бонитет станишта, склоп, средњи пречник, смеша и дебљински степен. Исти аутор је на основу ових таблица израдио и таблице запреминског прираста у којима су основни улази бонитет станишта, склоп, смеша, и средњи састојински пречник.

Од таблица запреминског прираста најпознатије су (Продан М., 1965) таблице Георкантиа и Дира (у којима су улази темељница и запремина састојине) и Брендерове у којима су улази темељница, старост и бонитет састојине. Према Клепцу (1963), Schaeffer A. је саставио двоулазне таблице запреминског прираста у којима су улази запремина и време прелаза (за податке о добијеним вредностима запреминског прираста аутор износи да нису апсолутно тачни, али да се много не разликују од вредности прираста утврђених по контролном методу).

Као и претходне таблице, и таблице процента запреминског прираста израђене су на основу различитих улаза. Тако Schaeffer A. (према Клепац Д., 1963) израђује таблице процента запреминског прираста на основу запремине и просечног времена прелаза. Клепац Д. (1954) израђује ове таблице у којима су улази прсни пречник и време прелаза. Емровић Б. (1957) конструише номограм за утврђивање процента запреминског прираста на основу прсног пречника и једногодишњег дебљинског прираста.

Полазећи од напред наведених добрих страна и недостатака везаних за практичну примену анализираних метода за одређивање запреминског прираста, на Катедри планирања газдовања шумама Шумарског факултета у Београду дефинисан је задатак да се за економски важне врсте дрвећа у Србији израде таблице запреминског прираста и таблице процента запреминског прираста. На основу досадашњих истраживања израђене су таблице процента запреминског прираста за 28 врста дрвећа, а у овом раду биће презентирание таблице процента запреминског прираста за јелу, смрчу, црни и бели бор.

3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Материјал за ова истраживања представљају релевантни подаци добијени из 758 састојина јеле, 1628 састојина смрче, 1457 састојина црног бора и 700 састојина белог бора. Овакав материјал може се сматрати репрезентативним за истраживано подручје како по обиму, тако и по својој структури.

При изради таблица процента запреминског прираста као улази су послужили број стабала у састојини, пречник и висина средњег састојинског стабла по пресеку, као и учешће врсте дрвећа у смеси. Мада је код већине израђених таблица процента запреминског прираста као један од улаза узимана темељница или запремина, у овом раду узет је број стабла. То је учињено стога што *„...појединачна стабла могу имати, по правилу, само позитивну величину прираста елемената запремине и саме запремине, док код састојине на величину прираста и његов смисао, поред појаве физиолошког прирашћивања појединачних стабала, улогу игра и број носилаца запремине и запреминског прираста - број стабала”* (Мирковић Д. 1959). Друга два улаза су пречник и висина средњег састојинског стабла по пресеку, који заједно са бројем стабала, у крајњој инстанци, представљају запремину састојине. Поред тога, висина средњег састојинског стабла у знатној мери представља (одражава) бонитет станишта. И као карактер добијених вредности процента запреминског прираста на основу поменутих улаза, у мешовитим састојинама узето је, као четврти улаз, учешће врсте дрвећа у смеси.

Емпиријски подаци изравнати су аналитички, при чему је за сваку врсту дрвећа тестирано по четири регресиона модела, који су дати у табели I.

Табела 1. Тестирани регресиони модели

Table 1. Tested regression models

Модел Model	Једначина Equation
1	$p_{iv} = a \cdot N^b \cdot h_g^c \cdot d_g^e \cdot S^f$
2	$p_{iv} = a_0 + a_1 \cdot N + a_2 \cdot h_g + a_3 \cdot d_g + a_4 \cdot S$
3	$p_{iv} = a_0 + a_1 \cdot N + a_2 \cdot h_g^2 + a_3 \cdot d_g^3 + a_4 \cdot S^4$
4	$p_{iv} = a_0 + a_1 \cdot d_g^2 + a_2 \cdot d_g^2 \cdot h_g + a_3 \cdot d_g \cdot h_g^2 + a_4 \cdot h_g^2 + a_5 \cdot d_g^2 \cdot N + a_6 \cdot d_g \cdot h_g \cdot S$

Легенда (legend):

p_{iv} - проценат запреминског прираста (volume increment percentage)

N - број стабала у састојини по ha (number of trees in the stand per ha)

d_g - пречник средњег састојинског стабла по пресеку (diameter of mean stand tree per cross-section)

h_g - висина средњег састојинског стабла по пресеку (height of mean stand tree per cross-section)

S - учешће врсте дрвећа у смеси (share of tree species in the mixture)

a, b, c, e, f, a_0-a_6 - параметри функције (function parameters)

На основу статистичких показатеља регресионе и корелационе анализе, анализе варијансе и тачности таблица процента запреминског прираста, извршен је дефинитивни избор најбољег регресионог модела за израду таблица процента запреминског прираста за јелу, смрчу, црни и бели бор у Србији.

„Када су запреминске таблице израђене аналитичким путем, помоћу неке функције, и када је позната стандардна девијација запремине (S_v), употребљивост таблица испитује се на следећи начин: обори се неколико стабала средњег пречника и секционом методом одреди им се запремина (V_s). Затим се одреди запремина тих стабала по таблицама (V_t) и израчуна разлика аритиметичких средина:

$$\Delta V = \overline{V}_s - \overline{V}_t. \quad (1)$$

Пошто је позната стандардна девијација запремине (S_v), може се израчунавати вредност

$$t = \frac{\Delta V}{S_v \cdot \sqrt{n}}. \quad (2)$$

Ако је израчуната вредност мања од табличне ($t_{0,05; N-k}$), таблице су употребљиве” (Мишчевић В., 1983).

Тачност израђених таблица процента запреминског прираста одређивана је по напред наведеној формули, само што су уместо запремине узете вредности процента запреминског прираста.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Резултати тестирања зависности процента запреминског прираста од броја стабала по ha , пречника средњег састојинског стабла по пресеку, висине средњег састојинског стабла по пресеку и учешћа врсте дрвећа у смеси, обимни су до те мере да у целости нису могли бити презентирани у овом раду. У табелама 2-5 приказани су само они показатељи регресионе и корелационе анализе, те анализе варијансе, на основу којих је извршен дефинитивни избор регресионог модела за конкретну врсту дрвећа. Ознаке у овим табелама имају следеће значење: R^2 - коефицијент детерминације, R^2_{cor} - кориговани коефицијент детерминације, R - коефицијент корелације, F_t - вредност F -статистике, $F_{(0,05; k-1; N-k)}$ - податак из таблица F -дистрибуције, m_x - стандардна грешка регресије, n - број података (величина узорка).

За сва четири регресиона модела, односно таблице процента запреминског прираста, одређена је тачност по напред наведеној формули (табеле 6-9).

Узимајући у обзир вредности статистичких показатеља тестираних модела, као и тачност израђених таблица процента запреминског прираста, за практичну

Табела 2. Статистички показатељи регресионих модела - јела

Table 2. Statistical parameters of regression models - fir

Модел Model	R^2	R^2_{cor}	R	F_t	$F_{(0,05; k-1; N-k)}$	m_x	n
1	0,20992	0,20572	0,458	50,017	2,37	0,37229	758
2	0,22265	0,21852	0,472	53,918	2,37	1,13509	758
3	0,17376	0,16937	0,417	39,590	2,37	1,17023	758
4	0,22204	0,21687	0,471	42,926	2,21	1,13628	758

Табела 3. Статистички показатељи регресионих модела - смрча

Table 3. Statistical parameters of regression models - spruce

Модел Model	R^2	R^2_{cor}	R	F_t	$F_{(0,05; k-1; N-k)}$	m_x	n
1	0,24925	0,24740	0,499	134,71	2,37	0,38064	1628
2	0,20055	0,19858	0,448	101,79	2,37	1,47243	1628
3	0,14692	0,14482	0,383	69,88	2,37	1,52103	1628
4	0,22251	0,21963	0,472	77,32	2,09	1,45297	1628

Табела 4. Статистички показатељи регресионих модела - црни бор

Table 4. Statistical parameters of regression models - Austrian pine

Модел Model	R^2	R^2_{cor}	R	F_t	$F_{(0,05; k-1; N-k)}$	m_x	n
1	0,31333	0,31144	0,560	165,64	2,37	0,39227	1457
2	0,28898	0,28702	0,289	147,53	2,37	1,93100	1457
3	0,25383	0,25177	0,504	123,48	2,37	1,97816	1457
4	0,28608	0,28313	0,535	96,84	2,09	1,93626	1457

Табела 5. Статистички показатељи регресионих модела - бели бор

Table 5. Statistical parameters of regression models - Scots pine

Модел Model	R^2	R^2_{cor}	R	F_t	$F_{(0,05; k-1; N-k)}$	m_x	n
1	0,45221	0,44906	0,672	143,435	2,37	0,67247	700
2	0,39806	0,39459	0,631	114,899	2,37	1,83764	700
3	0,33227	0,32843	0,576	86,461	2,37	1,93545	700
4	0,40066	0,39634	0,633	92,787	2,21	1,83499	700

Табела 6. Тест тачности регресионих модела - јела

Table 6. Test of regression model - fir

N	h	d	s	P_{ivs}	P_{ivt1}	P_{ivt2}	P_{ivt3}	P_{ivt4}	t	
58,84	15,5	0,26	0,12	4,531	2,713	3,041	3,275	2,568	t_1	0,541
102,48	21,0	0,32	0,24	2,064	2,301	2,367	2,134	2,910	t_2	0,107
152,00	12,7	0,26	0,16	3,694	2,719	3,124	3,438	3,657	t_3	0,092
200,00	11,2	0,13	0,12	6,288	4,291	4,129	3,749	4,201	t_4	0,549
251,43	15,9	0,21	0,26	3,403	3,067	3,344	3,312	3,122	$t_{(0,05; 8)^{}}$	
307,52	19,2	0,25	0,41	2,338	2,705	2,935	2,920	3,001	2,306	
362,74	17,0	0,25	0,70	2,458	2,813	3,180	3,183	3,268	$t = \frac{\Delta \bar{P}_{iv}}{m_x \cdot \sqrt{n}}$	
410,98	16,5	0,24	0,65	3,242	2,849	3,146	3,176	2,999		
\bar{P}_{iv}				3,502	2,932	3,158	3,198	3,216		

Легенда (legend):

P_{ivs} - „стварне“ вредности процента запреминског прираста („real“ values of volume increment percentage)

P_{ivt} - табличне вредности процента запреминског прираста према моделима 1-4 (tabular values of volume increment percentage per models 1-4)

s - аритметички средње вредности процента запреминског прираста (arithmetic mean values of volume increment percentage)

Табела 7. Тест тачности регресионих модела - смрча

Table 7. Test of regression model - spruce

N	h	d	s	P_{ivs}	P_{ivt1}	P_{ivt2}	P_{ivt3}	P_{ivt4}	t	
58,28	19,7	0,28	0,18	1,753	2,824	2,947	3,247	3,024	t_1	0,428
108,19	20,0	0,30	0,22	2,553	2,545	2,728	3,129	2,753	t_2	0,163
150,01	13,2	0,22	0,17	1,758	3,254	3,793	3,991	3,952	t_3	0,179
209,18	21,1	0,19	0,46	5,077	3,853	3,865	3,441	3,589	t_4	0,162
244,64	16,7	0,25	0,37	2,217	3,040	3,413	3,665	3,384	$t_{(0,05; 8)^{}}$	
296,38	20,4	0,28	0,86	2,505	3,052	3,377	3,272	3,342	2,306	
349,65	18,2	0,28	0,51	2,096	2,761	3,075	3,440	2,860	$t = \frac{\Delta \bar{P}_{iv}}{m_x \cdot \sqrt{n}}$	
416,68	14,6	0,15	0,41	4,177	4,497	4,353	4,093	4,554		
\bar{P}_{iv}				2,767	3,228	3,444	3,535	3,432		

Табела 8. Тест тачности регресионих модела - црни бор
Table 8. Test of regression model - Austrian pine

<i>N</i>	<i>h</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>P_{ivs}</i>	<i>P_{ivt1}</i>	<i>P_{ivt2}</i>	<i>P_{ivt3}</i>	<i>P_{ivt4}</i>	<i>t</i>	
50,00	10,0	0,18	0,02	3,934	5,769	5,470	5,614	6,015	<i>t</i> ₁	0,018
110,00	16,2	0,26	1,00	7,460	4,136	4,133	4,411	4,131	<i>t</i> ₂	0,084
157,53	17,3	0,38	1,00	2,472	2,872	2,114	1,698	1,553	<i>t</i> ₃	0,072
200,00	15,8	0,29	1,00	2,522	3,806	3,749	4,082	3,600	<i>t</i> ₄	0,080
254,46	10,1	0,17	1,00	8,568	7,078	6,385	6,240	6,513	<i>t</i> _{(0,05; 8)⁻}	
309,91	11,9	0,14	0,17	6,907	7,749	6,099	5,805	6,384	2,306	
346,67	15,6	0,27	1,00	4,296	4,132	4,162	4,550	4,086	<i>t</i> = $\frac{\Delta \bar{p}_{iv}}{m_x \cdot \sqrt{n}}$	
400,00	15,3	0,24	0,79	4,190	4,619	4,558	4,788	4,533		
\bar{p}_{iv}				5,044	5,020	4,584	4,648	4,602		

Табела 9. Тест тачности регресионих модела - бели бор
Table 9. Test of regression model - Scots pine

<i>N</i>	<i>h</i>	<i>d</i>	<i>s</i>	<i>P_{ivs}</i>	<i>P_{ivt1}</i>	<i>P_{ivt2}</i>	<i>P_{ivt3}</i>	<i>P_{ivt4}</i>	<i>t</i>	
54,08	15,5	0,21	0,13	7,502	4,214	4,775	4,902	4,244	<i>t</i> ₁	0,007
116,05	23,0	0,34	0,28	1,864	2,552	2,238	2,487	2,549	<i>t</i> ₂	0,074
149,99	14,3	0,19	0,15	4,444	4,677	5,295	5,348	5,201	<i>t</i> ₃	0,077
212,23	15,4	0,22	1,00	2,847	4,351	4,905	4,942	4,705	<i>t</i> ₄	0,312
250,00	12,1	0,15	0,17	3,426	6,005	6,205	5,964	6,005	<i>t</i> _{(0,05; 8)⁻}	
299,02	14,2	0,26	1,00	3,746	3,855	4,608	5,131	4,758	2,306	
355,55	11,9	0,14	0,27	6,212	6,497	6,492	6,193	6,321	<i>t</i> = $\frac{\Delta \bar{p}_{iv}}{m_x \cdot \sqrt{n}}$	
407,20	15,0	0,19	1,00	6,991	4,934	5,578	5,454	5,238		
\bar{p}_{iv}				4,629	4,636	5,012	5,052	4,889		

примену при израчунавању вредности процента запреминског прираста предлаже се модел 1, који у оригиналном облику гласи:

$$\text{јела} \rightarrow p_{iv} = 2,10089 \cdot N^{-0,04246} \cdot h_g^{-0,13173} \cdot d_g^{-0,67479} \cdot S^{0,05627};$$

$$\text{смрча} \rightarrow p_{iv} = 4,57136 \cdot N^{-0,13535} \cdot h_g^{-0,21194} \cdot d_g^{-0,81290} \cdot S^{0,19504};$$

$$\text{црни бор} \rightarrow p_{iv} = 2,15789 \cdot N^{0,02159} \cdot h_g^{-0,25612} \cdot d_g^{-0,93712} \cdot S^{0,03025};$$

$$\text{бели бор} \rightarrow p_{iv} = 2,84946 \cdot N^{-0,00991} \cdot h_g^{-0,29532} \cdot d_g^{-0,84797} \cdot S^{0,04077}.$$

5. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Добијени регресиони модели имају практичну применљивост, јер се преко њих лако могу 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 очитати 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:

$$i_v = V \cdot \frac{P_{IV}}{100} \quad (3)$$

Примена метода процента прираста за одређивање запреминског прираста састојине даје резултате који се 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 НП „Фрушка Гора“ и „Ђердап“ 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 указали су на одступања (са позитивним и негативним предзнаком) података добијених величина по методу процента запреминског прираста у односу на метод дебљинског прираста.

Узимајући различите процента (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 потпуно приближавала „табличне“ вредности запреминског прираста „стварним“.

Стога би општи закључак за практичне радове при одређивању вредности запреминског прираста при редовним инвентурама шума био да се метод процента запреминског прираста може 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). Тако би се у многоме смањили трошкови инвентуре шума, а добијени резултати би били задовољавајуће тачности.

Треба још напоменути да добијене регресионе моделе за одређивање процента запреминског прираста треба проверити након 15-20 година 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

- Вучковић М., Стаменковић В. (1995): *Утицај егзогенних фактора на виталност јеле у једнодобним и разnodобним састојинама*, Дрварски гласник 12-14, СИГ-ШИПД, Београд
- Дричић П., Матић В., Павлић Ј., Пролић П., Стојановић О., Вукмировић В. (1980): *Таблице таксационих елемената високих и издавачких шума у СР Босни и Херцеговини*, Сарајево (1-222)
- Емровић Б. (1957.): *Номограми за Algan-Schaefferove тарифе*, Шумарски лист 7-8, Загреб (154-163)
- Клепац Д. (1954.): *Таблице постотка прираста*, Шумарски лист 5-6, Загреб (454-485)
- Клепац Д. (1963): *Раст и прираст шумских врста дрвећа и састојина*, Накладни завод Знања, Загреб (1-298)
- Милетић Ж. (1959): *Анализа неких метода за одређивање запреминског прираста пребирне шуме*, Гласник Шумарског факултета 16, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд (123-141)
- Мирковић Д. (1959): *Бржи методи одређивања запреминског прираста пребирне састојине - основи и примена*, „Напредно пребирно газдовање на бази уређивања шума”, Београд (1-10)
- Мирковић Д., Банковић С. (1993.): *Дендрометрија*, Завод за уџбенике и наставна средства Србије, Београд (1-508)
- Мишчевић В. (1983): *Допунска предавања из дендрометрије*, скрипта, Београд (1-11)
- Prodan M. (1965): *Holzmesstehre*, Frankfurt a Main (1-644)
- Стаменковић В., Вучковић М. (1988): *Прираст и производност стабала и шумских састојина*, Шумарски факултет Универзитета у Београду, Београд (1-368)
- 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”, Београд (34-40)

Staniša Banković
Milan Medarević
Damjan Pantić

REGRESSION MODELS OF VOLUME INCREMENT PERCENTAGE IN THE MOST REPRESENTED STANDS OF CONIFEROUS TREE SPECIES IN SERBIA

Summary

Considering the great significance of volume increment in forestry, it is understandable that there are numerous methods of its assessment. However, all these methods have some disadvantages, either the accuracy of the obtained results, too large scope of works of forest inventory (economicity), or the restriction only to stands of certain silvicultural type. To make the method of stand volume increment more economic and simplified, we defined regression models for volume increment percentage assessment in fir, spruce, Austrian pine and Scots pine stands in Serbia. Empirical data were fitted by four regression models for each tree species. The criteria for the final selection of models for the determination of volume increment percentage were the relevant statistic parameters of regression and correlation analysis, and the degree of concordance of “real” and fitted

Регресиони модели процента запреминског прираста у најзаступљенијим састојинама...

("table") values of volume increment percentage. The selected models for the above tree species are:

$$\text{Fir} \rightarrow p_{iv} = 2,10089 \cdot N^{-0,04246} \cdot h_g^{-0,13173} \cdot d_g^{-0,67479} \cdot S^{0,05627};$$

$$\text{Spruce} \rightarrow p_{iv} = 4,57136 \cdot N^{-0,13535} \cdot h_g^{-0,21194} \cdot d_g^{-0,81290} \cdot S^{0,19504};$$

$$\text{Austrian pine} \rightarrow p_{iv} = 2,15789 \cdot N^{0,02159} \cdot h_g^{-0,25612} \cdot d_g^{-0,93712} \cdot S^{0,03025};$$

$$\text{Scots pine} \rightarrow p_{iv} = 2,84946 \cdot N^{0,00991} \cdot h_g^{-0,29532} \cdot d_g^{-0,84797} \cdot S^{0,04077}.$$

In the practical work of the assessment of current volume increment in the stand, in regular forest inventories, the method of volume increment percentage should be implemented with correction factors for the fitting of "table" (obtained by this method) values of volume increment and "real" values (obtained by the method of diameter increment), on at least 10 % of the stands of the same or similar stand class (same or similar tree species and stand form). In this way, the costs of forest inventory would be reduced, and the obtained results would range within the limits of the required accuracy.